RMTC
RELEVÉ DES MALADIES TRANSMISSIBLES AU CANADA

canada.ca/rmtc

mai 2022 - Volume 48-5

INFECTIONS ACQUISES PAR TRANSMISSION VECTORIELLE–PARTIE 1 : TIQUES & MOUSTIQUES

RÉDACTEUR INVITÉ : ROBBIN LINDSAY

APERÇU

Système de surveillance du virus du Nil occidental au Canada 204

SCIENCE DE LA MISE EN ŒUVRE

Modèle de prévision basé sur la météorologie 220

SURVEILLANCE

La maladie de Lyme au Canada, 2009 à 2019 254

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

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

Responsable de la production
Wendy Patterson

Coordinatrice à la rédaction
Laura Rojas Higuera

Soutien web
Daniel Beck

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

Rédactrice junior
Lucie Péléja, (Honours) BSc (Psy) (c) (Université d'Ottawa)

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

L'image de couverture représente un merle d'Amérique tirant un ver. Les merles d'Amérique sont d'importants réservoirs du virus du Nil occidental. Cette image a été prise par le Dr Ian Barker, anciennement du Collège vétérinaire de l'Ontario.

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

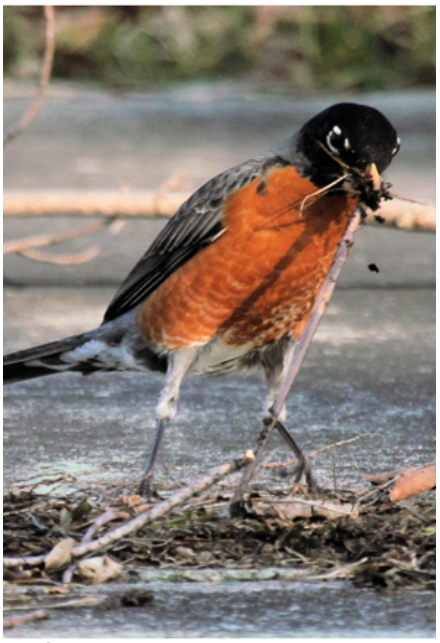
Caroline Quach, MD, MSc, FRCPC, FSHEA
Microbiologiste-infectiologue pédiatrique, Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine et Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

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 : TIQUES & MOUSTIQUES



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 Une seule 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

APERÇU

Aperçu du système de surveillance du virus du Nil occidental à l'échelle nationale au Canada : une approche « Une seule santé » 204
D Todoric, L Vrbova, ME Mitri, S Gasmi, A Stewart, S Connors, H Zheng, A-C Bourgeois, M Drebot, J Paré, M Zimmer, P Buck

Identification d'un agrégat inhabituel d'anaplasmose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie, Québec, Canada, en 2021 212
L Campeau, V Roy, G Petit, G Baron, J Blouin, A Carignan

SCIENCE DE LA MISE EN ŒUVRE

La prédiction des taux d'infection minimaux dans les moustiques *Culex pipiens-restuans* issus du système de surveillance intégrée du virus du Nil occidental du Québec, en fonction des données météorologiques 220
J Ducrocq, K Forest-Bérard, N Ouhoummane, E Laouan Sidi, A Ludwig, A Irace-Cima

SURVEILLANCE

Surveillance des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de leurs agents pathogènes associés au Canada, 2019 233
CH Wilson, S Gasmi, A-C Bourgeois, J Badcock, N Chahil, MA Kulkarni, M-K Lee, LR Lindsay, PA Leighton, MG Morshed, C Smolarchuk, JK Koffi

Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, 2009 à 2019 245
S Gasmi, JK Koffi, MP Nelder, C Russell, S Graham-Derham, L Lachance, B Adhikari, J Badcock, S Baidoobonso, BA Billard, B Halfyard, S Jodoin, M Singal, A-C Bourgeois

ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Épidémiologie de la méningococcie invasive au Canada, 2012 à 2019 255
M Saboui, RSW Tsang, R MacTavish, A Agarwal, YA Li, MI Salvadori, SG Squires

ACTUALITÉS SUR LES MALADIES INFECTIEUSES

Rapport de surveillance de la maladie de Lyme, 2019 264

Rapport de surveillance des maladies transmises par les moustiques, 2019 264

Aperçu du système de surveillance du virus du Nil occidental à l'échelle nationale au Canada : une approche « Une seule santé »

Dobrila Todoric[1]*, Linda Vrbova[1], Maria Elizabeth Mitri[1], Salima Gasmi[1], Angelica Stewart[1], Sandra Connors[1], Hui Zheng[1], Annie-Claude Bourgeois[1], Michael Drebot[2], Julie Paré[3], Marnie Zimmer[4], Peter Buck[1]

Résumé

C'est en l'an 2000 qu'a été établi le système de surveillance du virus du Nil occidental (VNO) à l'échelle nationale, en partenariat avec les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, dans le but de surveiller l'émergence et la propagation subséquente de la maladie associée à ce virus au Canada. Au fur et à mesure que des éclosions de la maladie se produisaient dans les différentes parties du pays, les responsables de la surveillance du VNO à l'échelle nationale ont continué à se concentrer sur le dépistage précoce de la maladie. Au Canada, la saison de transmission du VNO s'étend de mai à novembre. Pendant cette saison, le système adopte l'approche « Une seule santé » pour recueillir, intégrer, analyser et diffuser des données de surveillance à l'échelle nationale sur les cas chez les humains, les moustiques, les oiseaux et d'autres animaux. Des rapports hebdomadaires et annuels sont mis à la disposition du public, des autorités sanitaires provinciales et territoriales et d'autres partenaires fédéraux pour fournir un aperçu continu à l'échelle nationale du nombre d'infections au VNO au Canada. Bien que la surveillance à l'échelle nationale permette de comparer les données entre les administrations, elle aide également à orienter les stratégies appropriées de prévention des maladies, comme les campagnes d'éducation et de sensibilisation à l'échelle nationale. Le présent document vise donc à décrire la mise en place et la structure actuelle du système de surveillance du VNO à l'échelle nationale au Canada.

Citation proposée : Todoric D, Vrbova L, Mitri ME, Gasmi S, Stewart A, Connors S, Zheng H, Bourgeois A-C, Drebot M, Paré J, Zimmer M, Buck P. Aperçu du système de surveillance du virus du Nil occidental à l'échelle nationale au Canada : une approche « Une seule santé ». Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):204–11. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a01f

Mots-clés : virus du Nil occidental, surveillance, épidémiologie, Canada, Une seule santé

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

Affiliations

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

[2] Zoonoses et agents pathogènes spéciaux, Direction générale du Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

[3] Épidémiologie, surveillance et services des laboratoires de la santé des animaux, Direction des sciences de la santé des animaux, Agence canadienne d'inspection des aliments, Saint-Hyacinthe, QC

[4] Réseau canadien de la santé de la faune — Bureau national, Saskatoon, SK

***Correspondance :**
dobrila.todoric@phac-aspc.gc.ca

Introduction

Le virus du Nil occidental (VNO) a été isolé pour la première fois en 1937 dans le sang d'un malade fébrile qui se trouvait dans le district du Nil occidental en Ouganda (1). Depuis cette découverte, le virus s'est répandu en Afrique, au Moyen-Orient, en Asie, en Europe méridionale, en Océanie et, plus récemment, dans l'hémisphère occidental (2). En Amérique du Nord, le virus a été détecté pour la première fois à New York à la fin d'août 1999 (3) lors d'une éclosion de méningo-encéphalite. Cette éclosion représente donc la première incursion reconnue du virus du Nil occidental en Amérique du Nord, un virus qui appartient à la famille appelé Flavivirus.

Ce virus est généralement maintenu dans un cycle de transmission enzootique entre les moustiques et les oiseaux. Il se transmet à l'humain et à d'autres mammifères par la piqûre d'un moustique femelle infectée. Au Canada, le VNO est principalement transmis par les espèces de moustiques *Culex* avec, comme principaux vecteurs, le *Culex pipiens* et le *Culex tarsalis* (1). Les moustiques *Culex* que l'on retrouve dans ce cycle se nourrissent exclusivement de sang aviaire et sont appelés des vecteurs d'amplification, alors que les *Aedes*, les *Ochleratus* et d'autres espèces de *Culex* qui transmettent le VNO aux humains, aux chevaux et aux vertébrés non aviaires ont des habitudes alimentaires plus générales et sont des vecteurs passerelles (4). Les humains et les autres mammifères sont considérés comme

des culs-de-sac épidémiologiques, car ils sont incapables de transmettre la maladie en raison d'une virémie insuffisante. Bien que le VNO soit principalement une maladie transmise par les moustiques, on a signalé de rares cas de transmission du VNO aux humains par transfusion sanguine et par transplantation de tissus et d'organes (5).

De 70 à 80 % des personnes infectées par le VNO restent asymptomatiques (1). Les personnes symptomatiques peuvent toutefois présenter un éventail de signes et de symptômes, y compris de la fièvre. Toutefois, moins de 1 % d'entre elles développeront des manifestations neurologiques graves, incluant la méningite et l'encéphalite (1). Le taux de létalité global chez les patients qui présentent des manifestations neurologiques va de 4 % à 14 % et est plus élevé dans les populations plus âgées (1). À l'heure actuelle, il n'existe aucun vaccin contre le VNO pour les humains, et la prévention de la transmission dépend de l'utilisation de mesures de protection personnelle et d'un contrôle soutenu des vecteurs.

Le présent article vise donc à décrire la mise en place et la structure du système de surveillance à l'échelle nationale du VNO au Canada (6), un système qui a adopté l'approche « Une seule santé » pour relier les partenaires et intégrer les données de surveillance, compte tenu de l'interdépendance de la santé humaine avec celle des animaux et de l'environnement. La description couvre les quatre principales composantes du système, soit la surveillance chez l'humain, la surveillance des moustiques, la surveillance des oiseaux morts et la surveillance des animaux.

Surveillance du virus du Nil occidental à l'échelle nationale au Canada

Mise en place du système de surveillance

À la suite de l'apparition du VNO à New York et dans les environs, et compte tenu de sa proximité géographique avec le Canada, le Centre de l'hygiène du milieu, Santé Canada et le Conseil des médecins hygiénistes en chef ont créé un comité directeur national (CDN) à la fin de l'hiver 2000. Ce comité directeur avait pour principal mandat d'élaborer des lignes directrices pancanadiennes en matière de surveillance qui pourraient aider à détecter le virus au Canada et à y réagir. Il était notamment composé de représentants d'autres ministères gouvernementaux et non gouvernementaux, soit l'Agence canadienne d'inspection des aliments, le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) et des partenaires provinciaux et territoriaux en matière de santé humaine et animale. Le CDN a convenu d'élaborer un système de surveillance afin de suivre et de surveiller le VNO à l'échelle du Canada, un système très semblable au modèle utilisé par les États-Unis (7) qui établit des lignes directrices fondées sur des critères de surveillance, de prévention, d'éducation et de lutte antivectorielle (8). En septembre 2004, l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence) a été créée en réponse aux préoccupations croissantes en ce qui concerne le système de santé publique du Canada (9). Quant au CDN, il a été confirmé comme entité juridique par la *Loi sur l'Agence de la santé publique du Canada* en décembre 2006. Par conséquent, le système de surveillance du VNO, qui relevait auparavant de Santé Canada, a alors été transféré à l'Agence.

La surveillance des oiseaux morts au Canada a commencé en 2000 et a notamment été effectuée entre les provinces de l'Atlantique et la Saskatchewan. Aucune preuve d'activité du VNO n'a été détectée cette année-là. C'est en août 2001 (10), dans la population d'oiseaux sauvages de la municipalité de Windsor en Ontario, que le VNO a été signalé pour la première fois au Canada. Les corvidés morts, y compris des espèces comme les corbeaux, les geais et les grands corbeaux, sont reconnus comme des indicateurs fiables de l'activité du VNO dans une région géographique donnée (10). Douze services de santé du sud de l'Ontario ont ensuite signalé 128 oiseaux sauvages infectés par le VNO pendant la saison de transmission 2001. Le déplacement du VNO des États-Unis vers le Canada a été lié à la migration des oiseaux (10). On a aussi suggéré que le déplacement vers l'ouest du VNO au pays est en grande partie associé aux voies migratoires qu'empruntent les oiseaux migrateurs (11). La dispersion du virus au Canada en 2001 a été corrélée avec certaines de leurs voies migratoires bien connues, notamment les voies de l'Atlantique, du Mississippi, du Centre et du Pacifique (11).

Pendant les années 2000 et 2001, différentes régions du Canada atlantique, de l'Ontario et du Québec ont mené des enquêtes sur les populations de moustiques adultes et larvaires afin de déterminer la présence ou l'absence de populations de moustiques dans certaines régions rurales et périurbaines (12). Le 31 août 2001, l'Ontario a isolé le VNO dans les populations de moustiques *Culex pipiens/restuans* (12). La surveillance des populations de moustiques a commencé en 2002, dans le but d'obtenir des renseignements de base sur le nombre d'espèces de moustiques présentes et leur abondance relative dans une zone donnée.

Au Canada, les premiers cas de VNO chez les humains ont été détectés au Québec et en Ontario en août 2002. En outre, au cours de la même année, les premiers cas d'infection par le VNO dans les populations équines ont été signalés en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario et au Québec.

Évolution du système de surveillance

En juin 2003, le VNO est devenu une maladie humaine à déclaration obligatoire à l'échelle nationale. Depuis 2003, l'infection humaine par le VNO est une maladie à déclaration obligatoire dans toutes les provinces et tous les territoires. Par conséquent, lorsqu'un cas probable ou confirmé est diagnostiqué par un laboratoire, il doit être signalé à l'autorité locale de santé publique de la province ou du territoire concerné. La déclaration à l'échelle nationale ne s'effectue toutefois que sur une base volontaire.

Le système de surveillance du VNO est rapidement devenu un système de surveillance multi-espèces axé sur les données sur les humains, les oiseaux morts, les moustiques et les animaux (**figure 1**). Dès le départ, la surveillance des oiseaux morts s'est révélée être un prédicteur précoce efficace pour détecter les endroits où des cas pourraient se produire chez les humains. La surveillance des oiseaux morts a été particulièrement utile pour détecter les nouvelles zones où le VNO était actif, puisque le virus s'était introduit au pays et s'y était propagé partout. Ce type de surveillance est cependant devenu moins utile à mesure que le virus s'établissait. Par conséquent, de nombreuses juridictions ont fini par axer leurs efforts sur le dépistage dans les populations de moustiques, ce qui fournit une indication plus précise du risque spatial et temporel d'infection chez les humains.

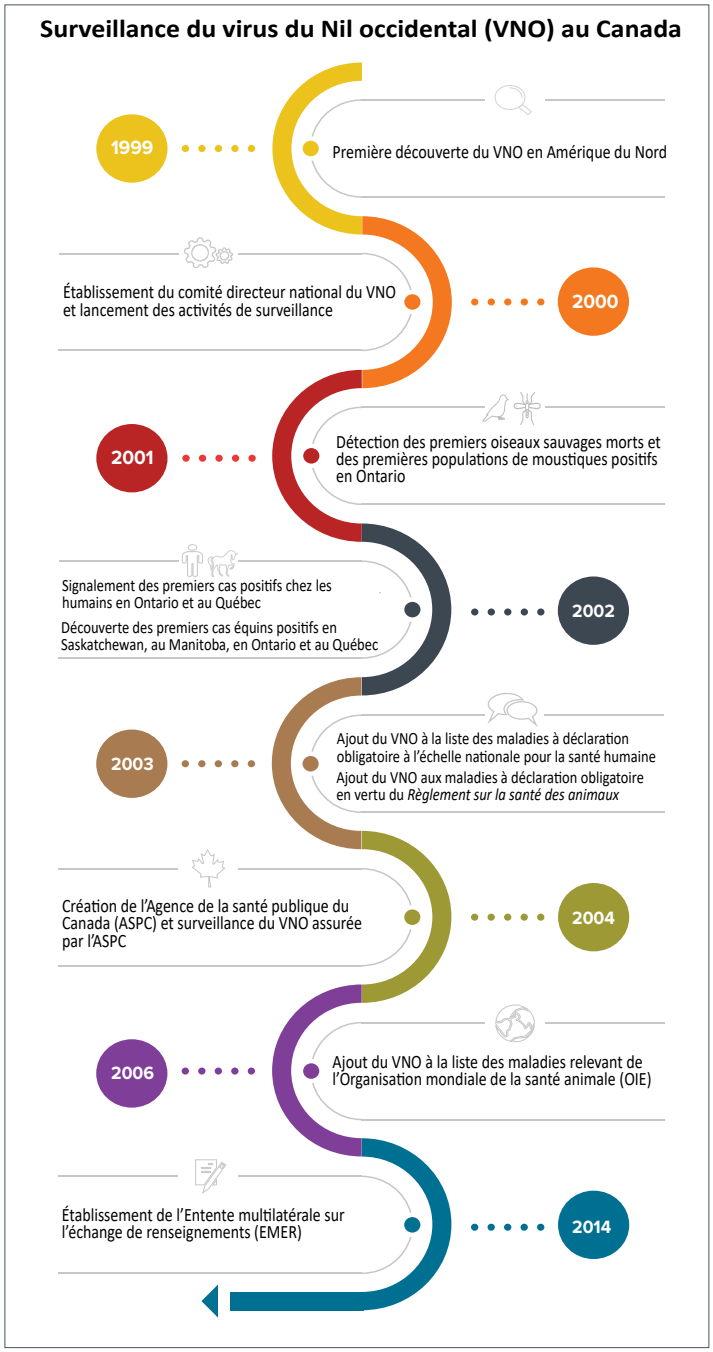
Il était important d'avoir un système de surveillance multi-espèces du VNO puisque l'interaction entre les populations d'oiseaux et de moustiques fait partie intégrante de la dynamique de transmission du VNO et de l'infection associée. En outre, différents vecteurs ont des efficiences de transmission particulières pouvant déclencher des éclosions localisées de VNO (13). Au fil des ans, le système de surveillance a fait l'objet de différents examens et mises à jour, notamment en ce qui concerne des éléments comme la définition nationale des cas (14) et les pratiques de déclaration. Compte tenu de la complexité du cycle de transmission du VNO, l'approche « Une seule santé » (15) a été mise en œuvre pour améliorer la compréhension des espèces visées et élaborer un système de surveillance efficace et sensible. Au fil du temps, le système et sa raison d'être ont évolué vers les objectifs suivants qui orientent désormais le système de surveillance du VNO à l'échelle nationale :

- Faire le suivi de la maladie associée au VNO et décrire tant les tendances nationales que le fardeau qu'impose cette maladie chez les humains
- Surveiller l'évolution dans les populations de moustiques porteurs du VNO et d'autres hôtes de vertébrés non humains chaque semaine avant que l'épidémie ne touche les humains
- Fournir de l'information en temps opportun (e.g. des rapports de surveillance hebdomadaires) sur le VNO dans l'ensemble des provinces et des territoires afin d'orienter l'élaboration de messages de santé publique visant à prévenir les infections chez les humains

Le travail effectué à l'échelle locale (i.e. par les bureaux de santé publique), régionale et nationale est conforme à la réglementation mondiale, y compris se conformer aux obligations prévues dans le *Règlement sanitaire international* de 2005 (16).

Le système de surveillance du VNO comprend quatre composantes : 1) la surveillance chez l'humain; 2) la surveillance des moustiques; 3) la surveillance des oiseaux morts; et 4) la surveillance des animaux.

Figure 1 : Chronologie du système de surveillance du VNO à l'échelle nationale au Canada



Surveillance chez l'humain

La surveillance chez l'humain du VNO est un système passif fondé sur les cas. Les cas chez les humains sont déclarés de façon volontaire (i.e. que leur déclaration ne constitue pas une obligation légale) à l'Agence par les autorités provinciales ou territoriales de la santé publique. La Société canadienne du sang et Héma-Québec prennent part au système de surveillance par l'entremise des autorités provinciales de la santé, en effectuant des tests de dépistage du VNO sur les dons de sang recueillis

auprès de donneurs canadiens (17–19). À l'échelle nationale, les données sur les cas chez les humains sont communiquées à l'Agence pendant la saison du VNO, soit de juin à novembre. À l'échelle provinciale et régionale, ces données sont recueillies toute l'année.

Les variables clés recueillies comprennent l'âge, le sexe, la date d'apparition de la maladie, la classification des cas (probables et confirmés) et l'état clinique (asymptomatique, non neurologique et neurologique). Les autorités sanitaires provinciales effectuent des tests de laboratoire liés aux infections au VNO.

Surveillance des moustiques

La surveillance des moustiques vise à aider à détecter le risque proximal de VNO dans une région spécifique, afin que des mesures proactives puissent ensuite être prises. Le risque associé au VNO varie d'un bout à l'autre du Canada. Par conséquent, la surveillance des populations de moustiques s'effectue dans certaines juridictions et non dans d'autres. En 2001, l'activité liée au VNO chez les moustiques a été détectée en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario, au Québec et en Nouvelle-Écosse, et une surveillance accrue a alors été mise en place pour effectuer du dépistage dans les populations de moustiques (12). Au fil des ans, la surveillance des moustiques a fluctué et, à l'heure actuelle, quatre partenaires provinciaux, soit la Saskatchewan, le Manitoba, l'Ontario et le Québec, effectuent une surveillance active des moustiques. Les tests de dépistage du VNO dans les populations de moustiques sont effectués de juin à novembre et les données sont communiquées chaque semaine par les partenaires provinciaux.

Les moustiques sont piégés par diverses techniques. Le piégeage est effectué chaque semaine dans des sites fixes et mobiles (qui varient selon la saison) vus comme les habitats les plus probables des vecteurs du VNO dans une collectivité particulière (20). Certains pièges sont utilisés pour prélever des moustiques à la recherche d'hôtes. Les pièges les plus couramment utilisés sont conçus selon le piège à lumière miniature des Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC) qui utilise le dioxyde de carbone (CO_2) comme attractif supplémentaire (20). Le principal avantage de ce piège est qu'il attire un large éventail d'espèces de moustiques. Un autre piège couramment utilisé est le piège gravide qui cible spécifiquement les femelles gravides, donc les moustiques porteurs d'œufs matures. L'avantage de ces pièges est qu'ils attirent les moustiques femelles qui ont déjà pris un repas sanguin, ce qui augmente donc la probabilité de détecter le VNO dans la région précise où l'échantillonnage a lieu (20). En plus des pièges à lumière des CDC et des pièges gravides, il existe plusieurs autres pièges qui peuvent être utilisés, comme les boîtes-repos des CDC qui utilisent un aspirateur, et les pièges avec appât animal (20).

Surveillance des oiseaux morts

La surveillance des oiseaux morts consiste à effectuer des tests de dépistage du VNO chez des oiseaux sauvages morts dans différentes juridictions partout au pays. L'information obtenue grâce à cette surveillance passive sert d'indicateur précoce de l'activité virale dans le réservoir naturel de ce virus, et donc du potentiel de propagation aux moustiques, aux humains et à d'autres animaux (21).

En 2000, le Réseau canadien de la santé de la faune (21), anciennement connu sous le nom de Réseau canadien pour la santé de la faune, a commencé à surveiller les oiseaux morts et à effectuer des analyses rétrospectives sur les oiseaux partout au Canada. Ainsi, depuis 2009, environ 300 oiseaux sont soumis chaque année à des tests de dépistage du VNO (21). Toutefois, la quantité annuelle de tests de dépistage chez les oiseaux sauvages est influencée par la gravité de la saison du VNO. Le Réseau canadien de la santé de la faune effectue des tests de dépistage du VNO chez les oiseaux morts de la fin d'avril jusqu'à la gelée à pierre fendre.

Surveillance des animaux

En vertu du *Règlement sur la santé des animaux,* le VNO est une maladie à déclaration obligatoire chez les animaux depuis 2003. Tous les laboratoires vétérinaires du Canada sont tenus de signaler à l'Agence canadienne d'inspection des aliments les cas suspects ou confirmés de VNO chez toutes les espèces animales. Chez les chevaux, la définition de cas est fondée sur les signes cliniques et les résultats des diagnostics de laboratoire (22). La surveillance du VNO contribue à la certification des exportations, au respect des obligations internationales en matière de déclaration à l'Organisation mondiale de la santé animale et à l'information de la santé publique sur les secteurs à risque possibles. De plus, chez les animaux domestiques, les chevaux sont vulnérables à l'encéphalite liée à l'infection par le VNO et peuvent donc servir d'indicateurs de l'activité virale dans les collectivités rurales (7), en plus de donner un aperçu national de l'épidémiologie du VNO au Canada (23). Pendant la saison du VNO, l'Agence canadienne d'inspection des aliments partage chaque semaine les données de surveillance avec le système canadien de surveillance du VNO de l'Agence de la santé publique (22). Ces données comprennent surtout des cas de VNO chez les chevaux, mais aussi parfois d'autres mammifères (alpagas, moutons et chèvres), des oiseaux domestiques et de la volaille, et certains animaux de zoo. Puisque les tests sont demandés et financés par les propriétaires, la plupart des cas chez les espèces sauvages ne sont pas disponibles. Les données de surveillance du VNO équin, qui sont celles qui sont les plus souvent déclarées, sont utilisées pour combler les lacunes de la surveillance environnementale dans les régions géographiques où la surveillance des moustiques et des oiseaux n'est pas en place (7,23) et peuvent fournir une couverture complémentaire dans les régions où aucun cas humain n'a été diagnostiqué. Puisque les chevaux peuvent être vaccinés contre le VNO et que la fréquence de vaccination est variable, les données de surveillance représentent probablement une sous-déclaration du nombre réel d'infections.

Évolution des diagnostics de laboratoire pour la surveillance du virus du Nil occidental

Les diagnostics de laboratoire ne sont pas visés par le présent document. Il est toutefois important de mentionner qu'il existe actuellement plusieurs procédures de diagnostic de laboratoire pour documenter les cas de VNO. Ces diagnostics de laboratoire peuvent être répartis en trois catégories, soit l'isolement/la culture du virus, les tests sérologiques qui visent à détecter les anticorps spécifiques aux virus et la détection des antigènes/l'amplification par séquence des acides nucléiques du VNO (7). Le passage des tests d'immunofluorescence et d'immunohistochimie à l'amplification par séquence d'acides nucléiques représente une évolution notable de la méthode de laboratoire utilisée pour détecter le VNO dans divers spécimens prélevés sur le terrain (e.g. tissus d'oiseaux) pendant les premières années de surveillance du VNO. Les épreuves d'amplification en chaîne par polymérase demeurent la méthode privilégiée pour effectuer la détection dans les populations de moustiques porteurs du VNO. Ces avancées ont permis le transfert technique de procédures moléculaires vers des sites de tests situés à l'extérieur du Laboratoire national de microbiologie à Winnipeg, au Manitoba. D'autres améliorations et la disponibilité des tests commerciaux d'immunodétection enzymatique liés aux IgM (ELISA) pour le dépistage des anticorps du VNO chez les humains ont grandement contribué à augmenter le nombre de dépistages des échantillons provenant de cas suspects d'infection par le virus.

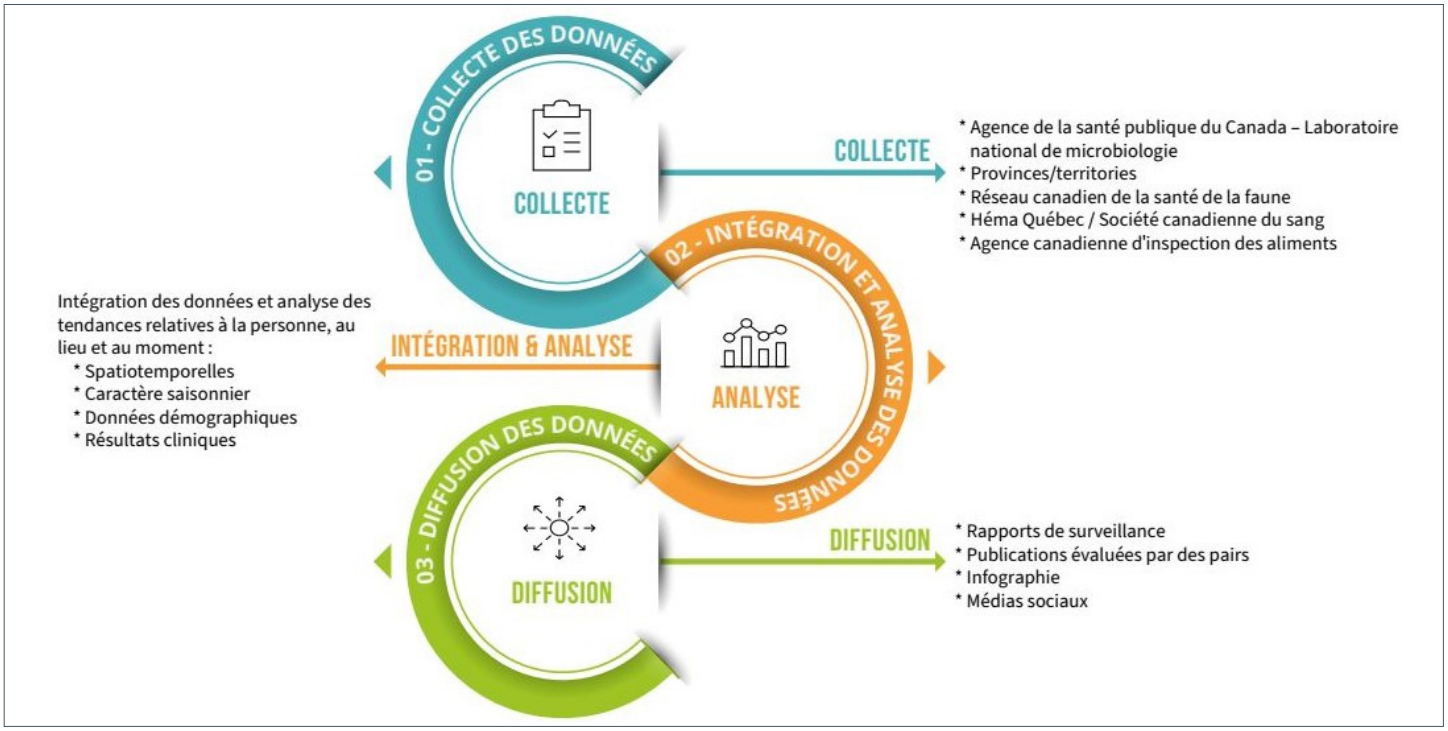
Collaboration pour l'application des connaissances

La coordination de la surveillance à l'échelle nationale exige une collaboration entre divers partenaires fédéraux, provinciaux et territoriaux et des organisations non gouvernementales. Pendant la saison de surveillance du VNO, les données sur les cas chez les humains, les animaux et dans les populations de moustiques sont soumises directement à l'Agence chaque semaine par les gouvernements provinciaux et territoriaux participants. Les données déclarées à l'Agence entre 2002 et aujourd'hui sont stockées dans une base de données avant d'être analysées et diffusées par divers canaux (**figure 2**).

Entente multilatérale sur l'échange de renseignements

En 2014, l'Entente multilatérale sur l'échange d'information (EMER) fédérale-provinciale-territoriale (24) a été conclue pour régler certains problèmes de partage d'information qui existaient entre les contributeurs de données sur la santé publique des provinces et des territoires et les programmes de surveillance à l'échelle nationale. L'Agence a travaillé en étroite collaboration avec le Groupe de travail national sur l'information de surveillance du Réseau pancanadien de santé publique pour élaborer cette entente. Tout en continuant de respecter la législation en vigueur dans les différentes administrations, l'EMER décrit quelle information sur les maladies infectieuses et quels événements de santé publique émergents qui doivent

Figure 2 : Circulation de l'information associée au système de surveillance du virus du Nil occidental à l'échelle nationale



être partagés entre les administrations, ainsi que le moment et la manière de soumettre ces informations et événements (24). Le système de surveillance du VNO se conforme aux règlements énoncés dans les principales dispositions de l'EMER. Ces dispositions comprennent des règlements garantissant que les principaux partenaires et intervenants, ainsi que les gardiens des données, ont droit à une période d'examen pendant laquelle ils pourront formuler des commentaires sur divers produits et publications portant sur la surveillance avant qu'ils ne soient diffusés dans le domaine public.

Application des connaissances et campagnes de sensibilisation du public

Les données de surveillance du VNO orientent les décisions stratégiques et les campagnes de sensibilisation qui contribuent à réduire la prévalence de la maladie au Canada. Parmi ces efforts, mentionnons la diffusion de messages de santé publique sur diverses plateformes de médias sociaux et l'affichage numérique sur les écrans de Service Canada et des centres de service pour les passeports. Des rapports de surveillance hebdomadaires et annuels sont également affichés sur le site Web du gouvernement du Canada (25) où le public peut les consulter, tout comme des publications périodiques incluses dans le *Relevé des maladies transmissibles au Canada* ou d'autres revues scientifiques évaluées par des pairs.

Dans les collectivités des Premières nations, le personnel régional de la santé des Premières nations et d'Inuits informe les chefs, les conseils et les ministères fédéraux des besoins émergents pour les mesures de contrôle de santé publique propres au VNO. Les résidents des Premières Nations obtiennent de l'information sur l'activité particulière du VNO dans leur collectivité par l'entremise des agents d'hygiène de l'environnement, des centres de santé communautaire et des postes de soins infirmiers. Cela comprend des renseignements sur les activités de surveillance et le dénombrement des cas.

En plus des renseignements locaux, provinciaux et territoriaux qui sont diffusés au public, les renseignements sur la prévention du VNO (y compris la manipulation des oiseaux sauvages morts) et le risque, les symptômes et le traitement du VNO sont accessibles au public sur le site www.canada.ca. L'Agence fournit également de l'information aux professionnels de la santé sur l'évaluation clinique, le diagnostic et le pronostic du VNO.

Opportunités futures

Au moment d'établir le système de surveillance du VNO au Canada, l'approche axée sur l'approche « Une seule santé » a été modifiée afin de répondre aux complexités inhérentes de cette maladie émergente et à sa dynamique de transmission. L'approche avec surveillance intégrée fournit un modèle pour les systèmes de surveillance créés pour d'autres maladies transmises par les moustiques, comme les bunyavirus, y compris le sérogroupe California (virus Jamestown Canyon et virus Snowshoe hare) et les virus Cache Valley (26) au Canada. La pandémie de COVID-19 a démontré l'importance de mettre en place des systèmes de surveillance efficaces pour faire face aux maladies émergentes.

Conclusion

Le système canadien de surveillance du VNO utilise la collaboration de partenaires fédéraux, provinciaux et territoriaux qui œuvrent dans le domaine de la santé publique et animale. Cette initiative de surveillance intégrée est un exemple de l'approche « Une seule santé », soit une approche collaborative qui mobilise un éventail de partenaires pour la collecte et l'analyse de renseignements sur l'activité du VNO chez les humains, les moustiques, les oiseaux sauvages et les chevaux. Ce système vise à réduire le risque d'infection par le VNO dans la population humaine et à contribuer à accroître la sensibilisation aux mesures de prévention. Le système de surveillance du VNO respecte les obligations du *Règlement sanitaire international* de 2005. L'Agence de la santé publique du Canada, en collaboration avec des partenaires clés, continuera de s'adapter et de réagir à la nature changeante du VNO et d'autres maladies transmises par les moustiques.

Déclaration des auteurs

D. T. — Co-conception de l'idée du manuscrit, acquisition d'informations, recherche et ébauche du manuscrit
M. M., A. C. B., H. Z. — Co-conception de l'idée du manuscrit, participation à l'acquisition d'informations, révision du manuscrit
S. G. — Validation des références et révision du manuscrit
A. S. — Contribution à l'ébauche du manuscrit, validation des informations et révision
S. C. — Création des graphiques et validation des informations
M. D. — Contribution au manuscrit, validation des informations et révision
J. P. — Contribution au manuscrit, validation des informations et révision
M. Z. — Validation des informations et révision
L. V., P. B. — Validation des informations, révision et modification du manuscrit

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

L'Agence de la santé publique du Canada tient à remercier les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux participants et les autres intervenants pour leurs efforts importants et continus afin de soutenir le système de surveillance du VNO au Canada en fournissant régulièrement des données de surveillance sur les humains, les moustiques, les oiseaux sauvages et les chevaux, et en donnant des conseils.

Financement

Aucun.

Références

1. Agence de la santé publique du Canada. Fiche Technique Santé-Sécurité : Agents Pathogènes – Virus du Nil occidental (VNO). Ottawa (ON) : ASPC; (modifié 2018; accédé 2020-05-05). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/virus-nil-occidental.html

2. Prévention et contrôle des infections Canada. Ressources sur le virus du Nil occidental. Winnipeg (MB); PCI Canada (accédé 2020-05-05). https://ipac-canada.org/west-nile-virus-resources.php

3. Nash D, Mostashari F, Fine A, Miller J, O'Leary D, Murray K, Huang A, Rosenberg A, Greenberg A, Sherman M, Wong S, Layton M; 1999 West Nile Outbreak Response Working Group. The outbreak of West Nile virus infection in the New York City area in 1999. N Engl J Med 2001;344(24):1807–14. DOI PubMed

4. Blitvich BJ. Transmission dynamics and changing epidemiology of West Nile virus. Anim Health Res Rev 2008;9(1):71–86. DOI PubMed

5. Agence de santé publique du Canada. Prise en charge des patients infectés par le virus du Nil occidental : Linges directrices à l'intention des professionnels de la Santé. Can Relevé des maladies transmissibles au Canada. 2005:3IS4:1-12. https://publications.gc.ca/collections/Collection/HP3-3-31S3F.pdf

6. Agence de la santé publique du Canada. Surveillance du virus du Nil occidental. Ottawa (ON) : ASPC; (modifié 2022; accédé 2020-04-05). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-nil-occidental/surveillance-virus-nil-occidental.html

7. Centers for Disease Control and Prevention. West Nile virus. Surveillance Resources. Atlanta (GA): CDC; 2021 (accédé 2021-08-13). https://www.cdc.gov/westnile/resourcepages/survResources.html

8. Drebot MA, Lindsay R, Barker IK, Buck PA, Fearon M, Hunter F, Sockett P, Artsob H. West Nile virus surveillance and diagnostics: A Canadian perspective. Can J Infect Dis 2003;14(2):105–14. DOI PubMed

9. Agence de la santé publique du Canada. Histoire. Ottawa (ON) : ASPC; (modifié 2008; accédé 2020-02-03). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/mandat/a-propos-agence/histoire.html

10. Venter A. West Nile virus reaches Canada. Trends Microbiol 2001;9(10):469. DOI PubMed

11. Gubler DJ. The continuing spread of West Nile virus in the western hemisphere. Clin Infect Dis 2007;45(8):1039–46. DOI PubMed

12. Giordano BV, Kaur S, Hunter FF. West Nile virus in Ontario, Canada: A twelve-year analysis of human case prevalence, mosquito surveillance, and climate data. PLoS One 2017;12(8):e0183568. DOI PubMed

13. Cruz-Pacheco G, Esteva L, Vargas C. Seasonality and outbreaks in West Nile virus infection. Bull Math Biol 2009;71(6):1378–93. DOI PubMed

14. Agence de la santé publique du Canada. Définition nationale de cas : Infection par le virus du Nil occidental. Ottawa (ON) : ASPC; 2008 (accédé 2021-05-05). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-nil-occidental/pour-professionnels-sante-traitant-patients-infectes-virus-nil-occidental/definition-nationale-cas.html

15. Organisation mondiale de la Santé. Une seule santé. Genève (CH) : OMS; 2017 (accédé 2020-04-08). https://www.who.int/fr/news-room/questions-and-answers/item/one-health

16. World Health Organization. Europe. International Health Regulations. Brussels (BE); WHO Europe; 2005 (accédé 2020-04-05). https://www.who.int/ihr/finalversion9Nov07.pdf

17. Cameron C, Reeves J, Antonishyn N, Tilley P, Alport T, Eurich B, Towns D, Lane D, Saldanha J. West Nile virus in Canadian blood donors. Transfusion 2005;45(4):487–91. DOI PubMed

18. O'Brien SF, Scalia V, Zuber E, Hawes G, Alport EC, Goldman M, Fearon MA. West Nile virus in 2006 and 2007: the Canadian Blood Services' experience. Transfusion 2010;50(5):1118–25. DOI PubMed

19. Société canadienne du sang. Transfusion : Guide clinique. Chapitre 6. Sélection des donneurs, dépistage des maladies transmissibles et réduction des agents pathogènes (acéédé 2021-08-13). https://professionaleducation.blood.ca/fr/transfusion/guide-clinique/selection-des-donneurs-depistage-des-maladies-transmissibles-et

20. Centres for Disease Control and Prevention. Division of Vector-Borne Diseases. West Nile Virus in the United States: Guidelines for Surveillance, Prevention and Control. Atlanta (GA): CDC; 2013 (accédé 2020-09-21). https://www.cdc.gov/westnile/resources/pdfs/wnvGuidelines.pdf

21. Réseau canadien pour la Santé de la faune. Virus du Nil occidental (accédé 2020-09-21). http://www.cwhc-rcsf.ca/west_nile_virus.php

22. Agence canadienne d'inspection des aliments. Fiche de renseignements sur le Virus du Nil occidental. Ottawa (ON) : ACIA; (modifié 2018; accédé 2020-04-06). https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-terrestres/maladies/notification-immediate/virus-du-nil-occidental/fiche-de-renseignements/fra/1305853043399/1305853235540

23. Levasseur A, Arsenault J, Paré J. Surveillance of West Nile virus in horses in Canada: A retrospective study of cases reported to the Canadian Food Inspection Agency from 2003 to 2019. Can Vet J 2021;62(5):469–76. PubMed

24. Réseau pancanadien de santé publique Partenaires en santé publique. Plan directeur pour un système fédéré de surveillance de la santé publique au Canada. RSP; (modifié 2017; accédé 2020-04-05). http://www.phn-rsp.ca/pubs/bfsph-psfsp-2016/index-fra.php

25. Agence de la santé publique du Canada Surveillance du virus du Nil occidental. Ottawa (ON) : ASPC; (modifié 2021). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-nil-occidental/surveillance-virus-nil-occidental/surveillance-hebdomadaire-virus-nil-occidental.html

26. Drebot MA. Bunyavirus transmis par les moustiques émergents au Canada. Relevé des maladies transmissible au Canada 2015;41(6):133–41. DOI

Recevez le RMTC dans votre boîte courriel

- Connaître les tendances
- Recevoir les directives en matière de dépistage
- Être à l'affût des nouveaux vaccins
- Apprendre sur les infections émergentes
- Recevoir la table des matières directement dans votre boîte courriel

ABONNEZ-VOUS AUJOURD'HUI

Recherche web : RMTC+abonnez-vous

APERÇU

Identification d'un agrégat inhabituel d'anaplasmose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie, Québec, Canada, en 2021

Laurence Campeau[1]*, Valérie Roy[2], Geneviève Petit[3,4], Geneviève Baron[3,4], Jacinthe Blouin[4], Alex Carignan[2]

Résumé

Contexte : L'anaplasmose granulocytaire humaine (AGH) est une infection potentiellement grave transmise par les tiques et causée par la bactérie *Anaplasma phagocytophilum* (*A. phagocytophilum*) du genre Rickettsia. Le présent article décrit les caractéristiques épidémiologiques et cliniques d'un agrégat inhabituel d'AGH détectés dans la région de l'Estrie, au Québec, Canada, pendant la saison de transmission 2021.

Méthodes : Les cas confirmés d'AGH se définissent comme des personnes ayant eu des manifestations cliniques typiques et un résultat positif à l'épreuve d'amplification en chaîne par polymérase (PCR). Les entrevues avec les cas ont été effectuées à l'aide d'un questionnaire structuré et les données cliniques provenant des dossiers médicaux des patients.

Résultats : Au total, 25 cas confirmés ont été identifiés pendant la saison de transmission 2021, ce qui représente le plus grand nombre de cas d'AGH rapportés dans une même région au Canada. Les symptômes les plus fréquemment décrits étaient la fièvre, la fatigue et les maux de tête. Les analyses de laboratoire ont révélé que 20 (80 %) patients présentaient une thrombocytopénie et que 18 (72 %) présentaient une leucopénie au moment de la consultation initiale. Près de la moitié des patients ont dû être hospitalisés (n = 11, 44 %) pour une durée médiane de quatre jours (écart interquartile [EI] de 2,5 à 5 jours) et un patient a nécessité des soins intensifs. Aucun décès n'a été enregistré pendant l'étude. L'investigation épidémiologique a révélé que tous les cas avaient contracté la maladie au Canada et que l'entretien du terrain était l'activité à risque la plus couramment mentionnée par les cas. Seulement sept (28 %) cas avaient remarqué une morsure de tique dans les deux semaines précédant l'apparition des symptômes.

Conclusion : La détection de cet agrégat inhabituel d'AGH nous indique que *A. phagocytophilum* semble désormais établie le long de la frontière sud du Québec. Les cliniciens devraient tenir compte de l'AGH lorsqu'ils évaluent les patients qui présentent des symptômes compatibles et qui sont en contact avec des environnements où le risque de morsures de tiques sont élevé.

Citation proposée : Campeau L, Roy V, Petit G, Baron G, Blouin J, Carignan A. Identification d'un agrégat inhabituel d'anaplasmose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie, Québec, Canada, en 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):212–9. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a02f

Mots-clés : *Anaplasma phagocytophilum*, anaplasmose granulocytaire humaine, maladie transmise par les tiques, zoonoses

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, Ottawa, ON

[2] Département de microbiologie et d'infectiologie de l'Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

[3] Direction de la santé publique de l'Estrie, Sherbrooke, QC

[4] Département des sciences de la santé communautaire de l'Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

***Correspondance :**
laurence.campeau@phac-aspc.gc.ca

Introduction

L'anaplasmose granulocytaire humaine (AGH) est une infection transmise par les tiques et causée par la bactérie *Anaplasma phagocytophilum* (*A. phagocytophilum*) du genre Rickettsia. Dans le nord-est de l'Amérique, le principal vecteur de la maladie est *Ixodes scapularis* (1), communément appelée la tique à pattes noires, qui transmet également B*orrelia burgdorferi*, l'agent causal de la maladie de Lyme. Les personnes infectées par *A. phycocytophilum* développent habituellement des

symptômes non spécifiques comme de la fièvre, des frissons, des myalgies, des malaises, des céphalées importantes et des symptômes gastro-intestinaux une à deux semaines après l'exposition (2). Bien que la maladie puisse être grave et potentiellement mortelle si elle n'est pas traitée, le traitement antimicrobien entraîne généralement la résolution des symptômes dans les 48 heures (3).

L'anaplasmose granulocytaire humaine est endémique principalement dans la partie supérieure du Midwest et dans le nord-est des États-Unis (4). Au cours des dernières années, la bactérie *A. phagocytophilum* a été détectée dans les populations de tiques de toutes les provinces canadiennes. Néanmoins, les données sur les infections à l'AGH chez les humains dans le contexte canadien sont limitées parce que l'AGH est une maladie à déclaration obligatoire uniquement au Manitoba et au Québec. Ainsi, entre 2015 et 2019, 37 cas confirmés ont été déclarés au Manitoba (5). Au Québec, trois cas confirmés ont été déclarés à la santé publique depuis que la maladie est devenue assujettie à la déclaration obligatoire pour les laboratoires en 2019. Ceci incluait notamment un cas provenant de la région de l'Estrie, une région située le long de la frontière sud de l'est du Québec (*communication personnelle, Institut national de santé publique du Québec* [*INSPQ*]). Le présent article décrit les caractéristiques épidémiologiques et cliniques d'un agrégat inhabituel d'AGH identifié dans la région de l'Estrie pendant la saison de transmission 2021.

Méthodes

Contexte, population et conception de l'étude

Nous avons effectué l'analyse rétrospective de cas dans la région de l'Estrie, au Québec, qui compte une population totale de 489 479 personnes (6). Cette région, où l'on retrouve la majorité des cas de maladie de Lyme de la province, partage sa frontière sud avec trois des huit États des États-Unis ayant l'incidence la plus élevée d'AGH, soit le Vermont, le New Hampshire et le Maine (4). L'échantillon étudié comprenait tous les cas d'anaplasmose confirmés dans cette région entre le 1er mai 2021 et le 20 novembre 2021. Un cas confirmé d'AGH se définit comme une personne ayant eu des manifestations cliniques typiques et un résultat positif au test d'amplification en chaîne par polymérase (PCR) (7). Comme l'anaplasmose est une maladie à déclaration obligatoire au Québec, la liste des patients ayant obtenu un résultat de PCR positif a pu être extraite de la base de données régionale des maladies à déclaration obligatoire de la Direction de la santé publique de l'Estrie.

Méthodes de laboratoire utilisées pour détecter les infections transmises par les tiques

Tous les tests diagnostiques et les tests microbiologiques de confirmation pour la bactérie *Anaplasma phagocytophilum* et pour d'autres co-infections potentielles ont été effectués soit au Laboratoire national de microbiologie à Winnipeg au Manitoba, au Laboratoire de santé publique du Québec à Sainte-Anne-de-Bellevue au Québec ou au Centre de référence national en parasitologie de Montréal au Québec. Les méthodes détaillées des analyses de laboratoire sont présentées dans l'**annexe**.

Collecte des données

Une médecin-résidente en microbiologie médicale et maladies infectieuses et une épidémiologiste de terrain ont effectué, en collaboration avec l'équipe des maladies infectieuses de la Direction de la santé publique de l'Estrie, une analyse des dossiers médicaux de trois différents hôpitaux du Centre intégré universitaire de santé et services sociaux de l'Estrie — Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie — CHUS), où les cas confirmés ont été évalués et traités. Un formulaire standardisé d'extraction de données a été utilisé pour la collecte de données. Ce questionnaire a été élaboré par notre équipe de recherche à la suite d'une revue initiale de la littérature et d'un essai préalable sur un patient. Les données démographiques et cliniques, incluant les résultats de laboratoire et les traitements administrés, ont été collectées. L'indice de comorbidité de Charlson (8) a également été calculé selon les antécédents médicaux. Un questionnaire normalisé visant à évaluer les antécédents de morsures de tiques et les sources possibles d'exposition a été élaboré. Ce dernier incluait l'emplacement, les activités effectuées et leur fréquence. Des entrevues téléphoniques ont été réalisées avec tous les patients. Les activités effectuées dans les deux semaines précédant l'apparition des symptômes étaient jugées à risque si elles se déroulaient dans une région connue pour être endémique pour la maladie de Lyme et que l'endroit était propice aux tiques (e.g. herbes hautes, broussailles ou zones boisées). Si une personne avait pratiqué plusieurs activités à risque durant ces deux semaines, toutes les activités étaient incluses dans l'analyse descriptive.

Information géographique et visualisation des données

Les données spatiales ont été téléchargées dans un logiciel SIG (QGIS 3.10.9) pour pouvoir créer une carte du lieu de résidence des cas confirmés.

Analyse statistique

Le nettoyage des données et les analyses descriptives ont été effectués à l'aide d'Excel 2016 et de Stata version 15.1 (StataCorp, College Station, Texas, États-Unis).

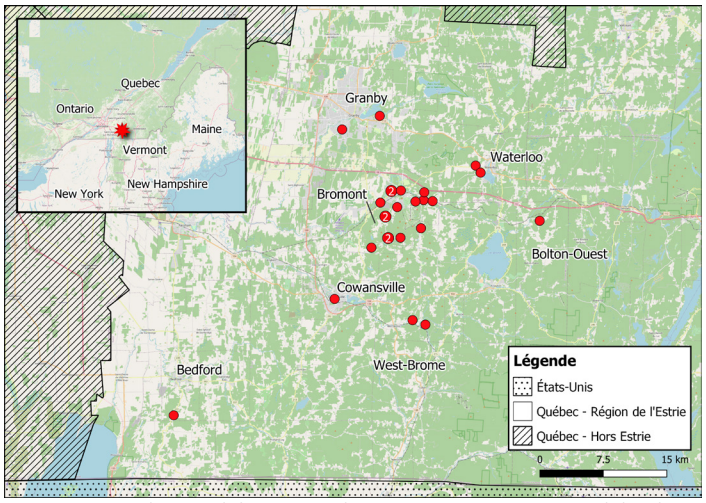
Approbation en matière d'éthique

Le Comité d'éthique clinique et organisationnelle du CIUSSS de l'Estrie-CHUS a approuvé cette étude (projet n° 2022-4465).

Résultats

Pendant la période de l'étude, 25 cas confirmés ont été recensés dans la région de l'Estrie (**figure 1**). Le **tableau 1** résume les caractéristiques démographiques et cliniques des patients. La majorité des cas étaient de sexe masculin (n = 15, 60 %) avec un âge médian de 65 ans. Tous les cas étaient des résidents permanents ou saisonniers des régions de La Pommeraie ou de la Haute-Yamaska au moment de l'exposition, et la majorité d'entre eux résidaient dans la ville de Bromont (n = 16, 64 %). Aucun des cas n'a déclaré avoir voyagé à l'extérieur de la province pendant les deux mois précédents l'infection. L'activité la plus souvent rapportée par les patients était l'entretien du terrain (n = 22, 88 %), ce qui inclut le jardinage, la tonte du gazon et la coupe de bois. En outre, 48 % (n = 12) des cas ont indiqué avoir pratiqué des activités récréatives de plein air, comme la marche, le vélo de montagne et le tir, alors que cinq (20 %) personnes ont plutôt mentionné une exposition possible lors de soins à des animaux de ferme ou en visitant une ferme. Dans l'ensemble, 28 % (n = 7) des cas avaient aperçu une tique sur leur peau dans les deux semaines précédant l'apparition des symptômes.

Figure 1 : Lieu de résidence des cas confirmés d'anaplasmose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie[a] en 2021



[a] Carte représentant la région de l'Estrie au Québec. Les points rouges représentent le lieu de résidence des cas confirmés d'anaplasmose granulocytaire humaine. Ils indiquent que 16 des cas se trouvent à proximité de la ville de Bromont. Les autres municipalités indiquées sur la carte sont Bedford, Bolton-Ouest, Cowansville, Granby, Waterloo et West-Brome, avec un ou deux cas confirmés dans chacune

Tableau 1 : Caractéristiques des cas confirmés d'anaplasmose granulocytaire humaine

Caractéristique	n = 25	
	n	%
Sexe		
Femme	10	40
Homme	15	60
Âge		
En années, médiane (EI)	65	53–70
Municipalité de résidence		
Bedford	1	4
West Bolton	1	4
Bromont	16	64
Cowansville	1	4
Granby	2	8
Waterloo	2	8
Brome ouest	2	8
Activités à risque signalées[a]		
Entretien du terrain	22	88
Activité récréative en plein air	12	48
Visite d'une ferme ou soins aux animaux	5	20
Voyages récents hors de la province	0	0
Piqûre de tique deux semaines ou moins avant l'apparition des symptômes	7	28
Indice de comorbidité de Charlson		
0	21	84
1	2	8
2 ou plus	2	8
Symptômes et signes cliniques		
Fièvre[b]	25	100
Durér de la fièvre en jours (médiane [EI])[c]	4	2–5
Transpiration	17	68
Fatigue	24	96
Myalgie	20	80
Arthralgie	12	48
Vomissements	11	44
Diarrhée	9	36
Douleurs abdominales	8	32
Maux de tête	22	88
Toux	5	20
Dyspnée	5	20
Erythème migrant	0	0
Éruption cutanée non spécifique	2	8
Résultats		
Hospitalisation	11	44
Durée de l'hospitalisation en jours (médiane [EI])	4	2,5–5
Unités des soins intensifs	1	4
Décès	0	0
Immunosuppression[d]	3	12

Abréviation : EI, écart interquartile
[a] Catégories non mutuellement exclusives
[b] 23 patients sur 25 avaient une fièvre objective et deux avaient une sensation subjective de fièvre sans confirmation par une mesure
[c] Données manquantes pour deux patients
[d] Deux patients prenaient des médicaments immunodépresseurs (un prenait de l'ustekinumab et l'autre, de la prednisone) et un patient avait le VIH avec contrôle virologique adéquat sous traitement antirétroviral

La plupart des patients ont présenté des symptômes en juin (n = 9) ou en juillet (n = 11) (**figure 2**). Tous les cas ont eu de la fièvre et ont présenté des symptômes tels de la fatigue (n = 24; 96 %), des céphalées (n = 22; 88 %), des myalgies (n = 20; 80 %) et des sueurs (n = 17; 68 %). Une proportion importante de patients ont présenté des symptômes gastro-intestinaux tels que des vomissements (n = 11; 44 %), de la diarrhée (n = 9; 36 %) et des douleurs abdominales (n = 8; 32 %). Deux patients (8 %) ont signalé une éruption cutanée. Dans les deux cas, les éruptions étaient inférieures à 5 cm de diamètre et, par conséquent, n'étaient pas caractéristiques d'un érythème migrant. Le **tableau 2** présente les résultats détaillés des analyses hématologiques et biochimiques effectuées en laboratoire. Les anomalies laboratoires les plus fréquentes étaient la leucopénie (n = 18/25; 72 %), la thrombocytopénie (n = 20/25; 80 %) et une légère élévation de l'alanine aminotransférase (n = 14/24; 58 %).

Figure 2 : Cas confirmés d'anaplasmose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie par semaine d'apparition des symptômes, Québec, 2021

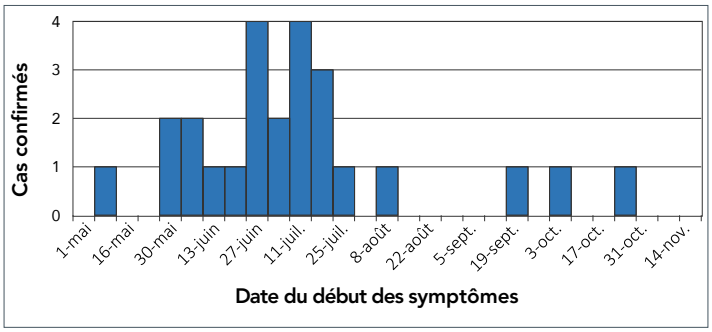


Tableau 2 : Résultats de laboratoire hématologiques et biochimiques

Résultats hématologiques et biochimiques	n = 25	
	Médiane	EI
Leucocytes (1x10⁹/L)		
Valeur au moment de la présentation	3,3	2,5–5,2
Valeur la plus basse	2,9	2,1–3,4
Neutrophiles (1x10⁹/L)		
Valeur au moment de la consultation initiale	2,4	1,4–3,9
Valeur la plus basse	1,4	0,9–1,7
Lymphocytes (1x10⁹/L)		
Valeur lors de la consultation initiale	0,7	0,2–1,0
Valeur la plus basse	0,6	0,2–1,0
Valeur la plus élevée	2,5	1,5–3,7
Plaquettes (1x10⁹/L)		
Valeurs lors de la consultation initiale	114	72–141
Valeur la plus basse	76	61–123
Anémie[a] (n, [%])	9	36 %

Tableau 2 : Résultats de laboratoire hématologiques et biochimiques (*suite*)

Résultats hématologiques et biochimiques	n = 25	
	Médiane	EI
Alanine aminotransférase (IU/L)		
Valeurs lors de la consultation initiale	61,5	36,8–122,8
Valeurs maximale	80	58,5–224,5
Protéine C-reactive (mg/L)		
Valeurs lors de la consultation initiale	82	35,5–171
Valeurs maximale	94,5	35,8–184,5
Insuffisance rénale aiguë[b]	3	12 %

Abréviation : EI, écart interquartile
[a] L'anémie a été définie comme une concentration d'hémoglobine inférieure à 130 g/L chez les hommes et à 120 g/L chez les femmes, conformément aux lignes directrices des laboratoires locaux
[b] Une insuffisance rénale aiguë a été définie comme une augmentation plus de ≥ 1,5 fois supérieure au niveau de référence de la créatinine ou comme une augmentation de 27 mmol/L par rapport au niveau de référence de la créatinine

Près de la moitié des patients ont dû être hospitalisés (n = 11, 44 %) pendant une durée médiane de quatre jours (écart interquartile [EI] de 2,5 à 5 jours) et un patient a eu besoin de soins intensifs. Les patients hospitalisés étaient légèrement plus âgés que ceux n'ayant pas nécessité d'hospitalisation, mais cette différence n'était pas statistiquement significative (67,0 vs 61,3 ans; p = 0,2). Aucun des patients n'est décédé pendant la période de l'étude. Tous les patients ont été traités avec de la doxycycline pendant une durée médiane de 14 jours (EI entre 14 et 16 jours).

Les résultats des tests diagnostiques pour l'anaplasmose et les autres coinfections potentielles sont présentés dans le **tableau 3**. La sérologie *Anaplasma phagocytophilum* (épreuve d'immunofluorescence indirecte) a été effectuée chez 21 patients pendant la phase aiguë de l'infection et des anticorps ont été détectés chez quatre d'entre eux. Des tests répétés pendant la période de convalescence ont été effectués sur deux patients; aucun n'a présenté une hausse de quatre fois des titres d'anticorps. Il est intéressant de noter que chez les patients qui présentaient une sérologie positive (n = 4), le délai entre le début des symptômes et le moment où était réalisé la sérologie était beaucoup plus long que chez les patients dont la sérologie était négative (médiane de 18,5 jours comparativement à 4,0 jours), et on a obtenu un résultat indéterminé pour la sérologie chez un patient qui avait été prélevé sept jours après l'apparition des symptômes. Chez trois patients, des frottis sanguins ont montré la présence de morules au sein de neutrophiles, en plus de résultats positifs à l'épreuve PCR. Dans le cas des autres co-infections, 11 patients sur 23 ont obtenu un résultat positif au test d'immunologie enzymatique (EIA) pour la sérologie de la maladie de Lyme. Chez ces patients, sept ont obtenu un résultat positif au test de confirmation pour le Line Blot IgM isolé et quatre ont obtenu un résultat positif au test WB IgG pour la maladie de Lyme.

Tableau 3 : Résultats des tests de diagnostic pour l'anaplasmose et d'autres co-infections potentielles

Agent pathogène	Test de diagnostic (resultats posistifs/nombre total de tests effectués)		
	Amplification en chaîne par la polymérase	Sérologie	Frottis sanguin
Anaplasma phagocytophilum	25/25	4/21[a]	3/4[b]
Borrelia burgdorferi	0/1	EIA : 11/23[c] Western blot IgG : 4/11 Line blot IgM[d] : 7/7	s.o.
Babesia microti	0/19	0/14	0/18

Abréviations : EIA, épreuve immunoenzymatique; s.o., sans objet
[a] Plage de dilution : 1/64 à 1/2 048
[b] Vu chez deux patients dans un frottis sanguin de routine
[c] Les tests EIA positifs ont été envoyés pour évaluation par WB IgG
[d] Le test Line Blot IgM n'a été effectué que si le test WB IgG était négatif

Discussion

Le présent article décrit les caractéristiques épidémiologiques et cliniques d'un agrégat d'AGH en Estrie, une région située le long de la frontière sud du Québec. Au total, 25 cas ont été confirmés en 2021, ce qui représente le plus grand nombre de cas d'AGH recensés pendant une saison de transmission au Canada. Depuis le premier cas d'AGH déclaré au Canada en 2009 (9), les données de surveillance montrent que la séroprévalence de l'AGH a augmenté dans les populations du Manitoba et de l'Ontario (10,11). Néanmoins, un article portant sur trois cas au Manitoba est la seule autre série de cas accessible au public qui décrit un ensemble de cas confirmés d'AGH au Canada (10).

Comme l'ont indiqué précédemment les programmes de surveillance acarologique, nos données suggèrent que *A. phagocytophilum* pourrait maintenant établie dans les populations de tiques à pattes noires de la région de l'Estrie (12). Ces résultats concordent également avec une étude récente qui suggère un agrandissement des zones géographiques présentant des conditions favorables aux réservoirs de tiques et d'hôtes, comme les souris et les cerfs, ce qui favorise l'émergence de maladies transmises par les tiques dans de nouvelles régions (13). Avant 2021, seuls trois cas confirmés d'anaplasmose humaine avaient été déclarés à la santé publique au Québec, dont un dans la région de l'Estrie (14).

Dans cette étude, la plupart des cas observés étaient des hommes, ce qui concorde avec la littérature scientifique indiquant que les hommes sont plus susceptibles d'adopter des comportements qui les exposent au risque de morsure de tique (15,16). Seuls quatre patients étaient âgés de moins de 50 ans; toutefois, cela pourrait être en partie explicable par une probabilité accrue d'infections asymptomatiques chez les plus jeunes. Pendant la période d'exposition, l'entretien du terrain était l'activité à risque la plus souvent indiquée par les cas. Ce constat est similaire à celui émis par Porter *et al.*, qui ont constaté que les travaux d'entretien du terrain étaient l'activité la plus souvent mentionnée par un échantillon de personnes ayant soumis des tiques au moyen d'un système de surveillance passive des tiques dans le nord-est des États-Unis (17).

La plupart des cas présentaient des symptômes non spécifiques comme de la fièvre, des céphalées et de la fatigue. Les symptômes digestifs étaient également prévalents dans notre série de cas. Des résultats anormaux aux analyses de laboratoire, incluant la leucopénie, la thrombocytopénie et des taux élevés de transaminases hépatiques, ont été retrouvés chez la majorité des patients. Ces données concordent avec les présentations cliniques et paracliniques récemment publiées (1,18). La proportion de patients hospitalisés observée dans notre échantillon était légèrement plus élevée que celle indiquée dans les données de surveillance nationale recueillies aux États-Unis de 2008 à 2012 (44 % vs 31 %) (3). Les taux d'hospitalisation plus élevés étaient probablement attribuables au fait que l'AGH n'est pas encore une maladie bien reconnue dans notre région et les médecins peuvent être moins susceptibles de l'identifier lors des consultations externes.

Il a été rapporté dans la littérature que parmi les patients présentant une sérologie positive pour *Anaplasma phagocytophilum*, 4 à 36% avaient également une sérologie positive à *Borrelia burgdorferi* ou à *Babesia microti* (1). Il est intéressant de noter que près de la moitié de nos patients présentaient une sérologie positive pour la maladie de Lyme, mais que seuls deux d'entre eux ont indiqué avoir eu une éruption cutanée non spécifique, ce qui n'est pas un signe classique d'érythème migrant. Parmi les résultats positifs aux EIA (n = 11), quatre étaient aussi positifs pour l'IgG (déterminé par WB), une méthodologie conforme à l'approche des tests à deux niveaux actuellement utilisée au Canada. Pour les cas ayant un résultat positif à l'EIA et une IgG négative, la positivité de l'IgM a été démontrée dans tous les cas (à l'aide de la méthode Line Blot). Bien que les titres IgM soient généralement reconnus pour indiquer une infection récente, le test comporte des limites. L'IgM peut être faussement positif et le rester pendant des mois ou des années après l'infection initiale (1). Par conséquent, même si une proportion élevée des patients de notre série de cas ont reçu un résultat positif à l'IgM, il est difficile de conclure que tous les patients avaient une co-infection, surtout sans historique d'érythème migrant. La sérologie de phase convalescente aurait aidé à confirmer la co-infection précoce avec la maladie de Lyme si l'IgG s'était développé par la suite, mais ces résultats n'étaient pas disponibles au moment de la présentation du manuscrit. Aucune co-infection avec *Babesia microti* n'a été diagnostiquée dans notre série. Ce résultat était attendu puisque selon les programmes de surveillance acarologique (12), on ne trouve pas souvent ce parasite chez les tiques dans la région.

Orientations futures

Bien que l'AGH soit une maladie à déclaration obligatoire à l'échelle nationale aux États-Unis (19), au Canada, elle n'est déclarée que dans les provinces du Manitoba et du Québec. Comme il a été suggéré ailleurs (2,20), donner à l'AGH un statut de maladie à déclaration obligatoire à l'échelle nationale améliorerait la surveillance épidémiologique, ce qui est particulièrement important pour identifier de nouvelles régions dans lesquelles cette maladie peut devenir endémique. La déclaration obligatoire sensibiliserait aussi davantage les médecins à cette infection émergente, ce qui faciliterait le diagnostic et le traitement précoces. Le traitement antimicrobien précoce de l'AGH est essentiel, car il réduit le risque de complications graves et peut sauver la vie de personnes plus à risque de décéder, comme les patients immunodéprimés et les patients âgés (10). L'adoption de tests PCR multiplex pour les maladies transmises par les tiques devrait également être envisagée pour faciliter l'identification des agents pathogènes émergents dans les régions où la maladie de Lyme est déjà endémique (21).

Des améliorations aux stratégies actuelles de surveillance acarologique sont également nécessaires pour identifier d'avance les régions où *A. phagocytophilum* est le plus susceptible de s'établir. Cela a été mis en évidence dans les conclusions du cadre fédéral sur la maladie de Lyme au Canada (14), qui a désigné l'élaboration d'un système national de surveillance des maladies transmises par les tiques comme mesure prioritaire. Ce système intégrerait des données régionales sur la distribution des vecteurs et la prévalence des agents pathogènes afin d'améliorer la surveillance de la distribution des tiques capables de transmettre la maladie de Lyme, l'AGH et d'autres infections.

En outre, la principale méthode de prévention des maladies transmises par les tiques, incluant l'AGH, demeure l'adoption de comportements préventifs qui réduisent le risque de contact avec les tiques. Les efforts actuels de promotion de la santé et les efforts portant sur la maladie de Lyme devraient être renforcés et, dans les régions où la bactérie *A. phagocytophilum* a été détectée, adaptés pour intégrer l'AGH. L'accent devrait également être mis sur les approches multisectorielles et multidisciplinaires auxquelles participent des intervenants en santé humaine et animale pour aider à déterminer des stratégies de prévention qui tirent parti de l'approche « Une seule santé », et pour mieux comprendre le rôle des vecteurs des tiques, comme le chevreuil et la souris, dans l'émergence de nouvelles zones à risque pour l'AGH (22).

Limites de l'étude

Notre étude est limitée par sa nature observationnelle, puisqu'elle ne comprenait que les cas déclarés à la Santé publique. Même si notre définition des cas confirmés était fondée sur un test très précis et fiable (PCR), nos données sous-estiment certainement le fardeau réel de l'AGH dans la région. D'une part, les cas sous-cliniques risquent de ne pas être détectés et, d'autre part, comme cette maladie n'est apparue que récemment dans la région, les médecins sont vraisemblablement peu sensibilisés à l'importance d'inclure l'anaplasmose dans leur diagnostic différentiel. Une autre limite de notre étude est qu'il n'a pas été possible d'établir un lien entre l'AGH et une activité à risque particulière lorsque de multiples expositions ont eu lieu dans les deux semaines précédant l'apparition des symptômes; par conséquent, toutes les activités ont été considérées.

Conclusion

L'anaplasmose granulocytaire humaine est une préoccupation croissante en matière de santé publique dans les régions du sud du Québec, au Canada. Les autorités provinciales et fédérales devraient envisager un statut de maladie à déclaration obligatoire pour l'AGH, et les efforts de promotion de la santé visant à réduire le risque de contact avec des tiques devraient être renforcés. Les cliniciens doivent tenir compte de la possibilité d'AGH lorsqu'ils évaluent des patients qui font de la fièvre, ont une leucopénie, une thrombocytopénie, des taux élevés de transaminase hépatique et une exposition récente à des environnements à risque élevé pour les morsures de tiques. Un traitement empirique avec de la doxycycline doit être envisagé avant la réception des résultats des tests PCR lorsque ces résultats ne peuvent être obtenus en temps opportun.

Déclaration des auteurs

L. C. — Collecte des données, analyse des données, interprétation des résultats, rédaction de l'ébauche du manuscrit
V. R. — Collecte des données, analyse des données, interprétation des résultats, rédaction de l'ébauche du manuscrit
A. C. — Analyse des données, interprétation des résultats, rédaction de l'ébauche du manuscrit
G. P. — Rédaction de l'ébauche du manuscrit
G. B. — Rédaction de l'ébauche du manuscrit
J. B. — Rédaction de l'ébauche du manuscrit

Tous les auteurs ont participé à la conception de la méthodologie de l'étude et ont examiné les résultats et approuvé la version finale du manuscrit. Tous les auteurs ont examiné les résultats et approuvé la version finale du manuscrit.

Intérêts concurrentiels

Aucun.

Remerciements

Nous remercions M. Gagnon et V. Plante (équipe des maladies transmissibles de la Direction de la santé publique de l'Estrie) pour leur soutien à la collecte de données, et les Dr M. Drapeau et S. Perreault (Direction de la santé publique de l'Estrie) pour avoir fourni leur perspective clinique pendant l'enquête. Nous remercions également les Dr M. Kelly et S. Michaud, deux

médecins spécialistes en microbiologie médicale et maladies infectieuses, qui ont traité la majorité des patients de cette série de cas.

Financement

Ces travaux ont été financés par l'Agence de la santé publique du Canada, le Centre de recherche du CHUS et la Direction de la santé publique de l'Estrie.

Références

1. Dumler JS, Walker DH. Ehrlichia chaffeensis (Human Monocytotropic Ehrlichiosis), Anaplasma phagocytophilum (Human Granulocytotropic Anaplasmosis), and Other Anaplasmataceae. Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. 2014;2:2227-33.e3. http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=84944627061&partnerID=8YFLogxK

2. Edginton S, Guan TH, Evans G, Srivastava S. Human granulocytic anaplasmosis acquired from a blacklegged tick in Ontario. CMAJ 2018;190(12):E363–6. DOI PubMed

3. Dahlgren FS, Heitman KN, Drexler NA, Massung RF, Behravesh CB. Human granulocytic anaplasmosis in the United States from 2008 to 2012: a summary of national surveillance data. Am J Trop Med Hyg 2015;93(1):66–72. DOI PubMed

4. Center for Disease Control and Prevention. Anaplasmosis: Epidemiology and Statistics. Atlanta (GA): CDC; 2021 (accédé 2022-01-25). https://www.cdc.gov/anaplasmosis/stats/index.html

5. Government of Manitoba. Manitoba Health. Tick-Borne Diseases (accédé 2022-01-25). https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/cdc/tickborne/index.htm

6. Institut de la statistique du Québec. Principaux indicateurs sur le Québec et ses régions. ISQ; 2022 (accédé 2022-01-25). https://statistique.quebec.ca/fr/vitrine/region

7. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Surveillance des maladies à déclaration obligatoire au Québec. Maladies d'origine infectieuse: Définitions nosologiques (12e édition). MSSS; 2019. https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2019/19-268-05W.pdf

8. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. J Chronic Dis 1987;40(5):373–83. DOI PubMed

9. Parkins MD, Church DL, Jiang XY, Gregson DB. Human granulocytic anaplasmosis: first reported case in Canada. Can J Infect Dis Med Microbiol 2009;20(3):e100–2. DOI PubMed

10. Uminski K, Kadkhoda K, Houston BL, Lopez A, MacKenzie LJ, Lindsay R, Walkty A, Embil J, Zarychanski R. Anaplasmosis: an emerging tick-borne disease of importance in Canada. IDCases 2018;14:e00472. DOI PubMed

11. Nelder MP, Russell CB, Lindsay LR, Dibernardo A, Brandon NC, Pritchard J, Johnson S, Cronin K, Patel SN. Recent Emergence of Anaplasma phagocytophilum in Ontario, Canada: Early Serological and Entomological Indicators. Am J Trop Med Hyg 2019;101(6):1249–58. DOI PubMed

12. Institut national de santé publique du Québec. Résultats de surveillance de la maladie de Lyme : année 2019. INSPQ; 2020 (accédé 2022-01-25). https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/maladie-de-lyme/resultats-de-surveillance-2019

13. Bouchard C, Dibernardo A, Koffi J, Wood H, Leighton PA, Lindsay LR. N : Bouchard C, Dibernardo A, Koffi J, Wood H, Leighton PA, Lindsay LR. Augmentation du risque de maladies transmises par des tiques en raison des changements climatiques et environnementaux. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2019;45(4):89–98. DOI

14. Agence de la santé publique du Canada. La maladie de lyme au Canada – Cadre fédéral. Ottawa (ON) : ASPC; 2017 (accédé 2022-01-25). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/maladie-lyme-canada-cadre-federal.html

15. Russell A, Prusinski M, Sommer J, O'Connor C, White J, Falco R, Kokas J, Vinci V, Gall W, Tober K, Haight J, Oliver J, Meehan L, Sporn LA, Brisson D, Backenson PB. Epidemiology and Spatial Emergence of Anaplasmosis, New York, USA, 2010–2018. Emerg Infect Dis 2021;27(8):2154–62. DOI PubMed

16. Omodior O, Kianersi S, Luetke M. Prevalence of Risk and Protective Factors for Tick Exposure and Tick-Borne Disease Among Residents of Indiana. J Public Health Manag Pract 2021;27(6):E210–9. DOI PubMed

17. Porter WT, Motyka PJ, Wachara J, Barrand ZA, Hmood Z, McLaughlin M, Pemberton K, Nieto NC. Citizen science informs human-tick exposure in the Northeastern United States. Int J Health Geogr 2019;18(1):9. DOI PubMed

18. Sexton DJ, McClain MT. Human ehrlichiosis and anaplasmosis. UpToDate.com (accédé 2022-01-25). https://www.uptodate.com/contents/human-ehrlichiosis-and-anaplasmosis/print

19. Centers for Disease Control and Prevention. Anaplasmosis: Information for public health officials. Atlanta (GA): CDC; 2020 (accédé 2022-01-25). https://www.cdc.gov/anaplasmosis/info/index.html

20. Kulkarni MA, Berrang-Ford L, Buck PA, Drebot MA, Lindsay LR, Ogden NH. Major emerging vector-borne zoonotic diseases of public health importance in Canada. Emerg Microbes Infect 2015;4(6):e33. DOI PubMed

21. Tokarz R, Mishra N, Tagliafierro T, Sameroff S, Caciula A, Chauhan L, Patel J, Sullivan E, Gucwa A, Fallon B, Golightly M, Molins C, Schriefer M, Marques A, Briese T, Lipkin WI. A multiplex serologic platform for diagnosis of tick-borne diseases. Sci Rep 2018;8(1):3158. DOI PubMed

22. Atif FA. Anaplasma marginale and Anaplasma phagocytophilum: rickettsiales pathogens of veterinary and public health significance. Parasitol Res 2015;114(11):3941–57. DOI PubMed

23. Gouvernement du Canada. Détection moléculaire d'Anaplasma phagoctyophilum dans des échantillons cliniques 2021 (modifié 2022-01-13). https://cnphi.canada.ca/gts/reference-diagnostic-test/4165?labId=1019

24. Gouvernement du Canada. Épreuve d'immunofluorescence indirecte (IFA) - IgG (accédé 2022-01-13). https://cnphi.canada.ca/gts/reference-diagnostic-test/4168?labId=1019

25. Gouvernement du Canada. Détection moléculaire d'espèces du genre Babesia, y compris, sans s'y limiter, B. microti, B. duncani et B. divergens, dans des échantillons cliniques (accédé 2022-01-13). https://cnphi.canada.ca/gts/reference-diagnostic-test/4189?labId=1019

26. National Reference Centre for Parasitology. Tests Information 2021 (modifié 2022-01-13). http://www.nrcp.ca/test-information.html

27. Institut national de santé publique du Québec. Borrelia burgdorferi (Lyme); détection (anticorps) sur sérum (modifié 2022-01-30). https://www.inspq.qc.ca/lspq/repertoire-des-analyses/borrelia-burgdorferi-lyme-detection-anticorps-sur-serum

Annexe : Méthodes de laboratoire utilisées pour détecter les infections transmises par les tiques

Pour la bactérie *Anaplasma phagocytophilum*, la détection moléculaire est réalisée avec une réaction en chaîne de la polymérase en temps réel (RT-PCR) interne ciblant le gène msp2. Si le résultat est positif, un test PCR classique et un séquençage sont ensuite effectués pour confirmer et caractériser davantage la souche d'*A. phagocytophilum* (23). Le Laboratoire national de microbiologie (LNM) a effectué une épreuve d'immunofluorescence indirecte (IFA) à l'aide de la trousse IgG Focus *A. phagocytophilum* IFA IgG (DiaSorin Molecular, Cypress, Californie, États-Unis), conformément aux instructions du fabricant (24).

Pour la détection moléculaire de la bactérie *Babesia* spp., l'amplification du gène de l'ARNr 18 commun à toutes les espèces de *Babesia* a d'abord été effectuée. Si le résultat est positif, un test RT-PCR spécifique à l'espèce, une analyse de la courbe de dénaturation thermique, un test PCR conventionnel et un séquençage sont effectués pour établir l'espèce (25). Des tests de dépistage des anticorps de *Babesia microti* ont été effectués à l'aide d'une épreuve manuelle d'immunofluorescence indirecte (immunoglobuline G) (Imugen, Norwood, Massachusetts, États-Unis) (26).

Dans le cas de la maladie de Lyme, une première épreuve sérologique a été effectuée au Laboratoire de santé publique du Québec avec une épreuve immunoenzymatique commerciale (ELISA Borrelia VlsE1/pepC10 IgG/IgM, Zeus Scientific, Branchburg, New Jersey, États-Unis). Si le résultat est positif, le spécimen est ensuite envoyé au LNM pour faire effectuer un WB de confirmation pour les anticorps IgG contre *Borrelia burgdorferi* (anti-B. burgdorferi US EUROLINE IgG, Euroimmun, Lübeck, Allemagne). Si le résultat du test WB est négatif, un test Line Blot (LB) est ensuite effectué pour détecter l'IgM (Anti-Borrelia EUROLINE-RN-AT-adv IgM, Euroimmun, Lübeck, Allemagne) (27).

La prédiction des taux d'infection minimaux dans les moustiques *Culex pipiens-restuans* issus du système de surveillance intégrée du virus du Nil occidental du Québec, en fonction des données météorologiques

Julie Ducrocq[1]*, Karl Forest-Bérard[1], Najwa Ouhoummane[1], Elhadji Laouan Sidi[1], Antoinette Ludwig[2], Alejandra Irace-Cima[1]

Résumé

Contexte : Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) du Québec s'est montré intéressé par le développement d'un outil d'alerte précoce pour identifier les éclosions humaines saisonnières d'infection par le virus du Nil occidental, afin de moduler ses interventions en santé publique. L'objectif de cette étude était de déterminer si un outil de prédiction des taux d'infection minimaux dans les moustiques du complexe *Culex pipiens-restuans*, un indicateur du risque humain, avant la saison des moustiques, pouvait être développé et facilement utilisable, en employant les données météorologiques.

Méthodes : Le taux d'infection minimal annuel (nombre de lots positifs/nombre de moustiques) a été calculé pour 856 pièges entomologiques déployés de 2003 à 2006, et de 2013 à 2018 dans le sud du Québec. Les coefficients de détermination (R^2) ont été estimés à l'aide du jeu de données de validation (un tiers des données sélectionnées aléatoirement) avec des équations d'estimation généralisées. Celles-ci ont été préalablement ajustées avec une méthode descendante et des termes polynomiaux, en utilisant le restant des données (représentant le jeu d'entrainement contenant les deux tiers des données), afin de minimiser les critères d'information bayésienne. Les températures moyennes et les précipitations ont été regroupées selon cinq échelles temporelles (par mois, par saison et par groupes de 4, 6 et 10 mois).

Résultats : Les températures moyennes et les précipitations cumulatives des mois précédents de mars (R^2 = 0,37), mai (R^2 = 0,36), décembre (R^2 = 0,35) et la saison automnale (R^2 = 0,38) ont expliqué environ 40 % des variations des taux d'infection minimaux annuels dans les *Culex pipiens-restuans*. L'inclusion de la variable « année d'échantillonnage » dans tous les modèles de régression a augmenté la capacité prédictive (R^2 entre 0,42 et 0,57).

Conclusion : Tous les modèles de régression explorés ont des capacités prédictives trop faibles pour être utiles comme outil de santé publique. L'ajout d'autres facteurs associés à l'épidémiologie du virus du Nil occidental à ce type de modèle devrait être exploré.

Citation proposée : Ducrocq J, Forest-Bérard K, Ouhoummane N, Laouan Sidi E, Ludwig A, Irace-Cima A. La prédiction des taux d'infection minimaux dans les moustiques *Culex pipiens-restuans* issus du système de surveillance intégrée du virus du Nil occidental du Québec, en fonction des données météorologiques. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):220–32. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a03f

Mots-clés : épidémiologie, éclosions, outil de prévision, Québec, virus du Nil occidental

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

Affiliations

[1] Institut national de santé publique du Québec, Montréal, QC

[2] Opérations et interventions scientifiques, Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Saint-Hyacinthe, QC

***Correspondance :**
julie.ducrocq@inspq.qc.ca

Introduction

Le virus du Nil occidental (VNO) est la plus importante infection transmise par les moustiques au Québec depuis les deux dernières décennies (1). Depuis 2000, un système provincial de surveillance spécifique à cet arbovirus a été mis en place (2), un an après sa première détection en Amérique du Nord, à la suite d'une éclosion de maladies neuroinvasives dans l'État de New York, aux États-Unis (3). Ce système est composé d'une surveillance passive rehaussée des humains, des oiseaux sauvages malades ou morts (qui agissent comme réservoirs ou hôtes accidentels) et d'une surveillance active des moustiques (4). L'introduction du VNO au Québec a été confirmé en 2002 par le système de surveillance avec des premiers cas d'infection chez des oiseaux et des cas humains acquis localement (5,6). Les cas neurologiques d'infection par le VNO représentent généralement une très faible proportion (environ 1 %) des personnes infectées puisque 70 % à 80 % des infections demeurent asymptomatiques, tandis que les autres présentent des symptômes non spécifiques (i.e. : syndrome grippal) (3). Entre 2003 et 2018, un total de 541 cas (dont 24 décès) ont été déclarés au Québec avec les présentations cliniques suivantes : syndrome neurologique (70 %), non neurologique (23 %), asymptomatique (6 %) et inconnue (1 %) (1). Deux éclosions ont été observés en 2012 (n = 134; 30 % des cas de partout au Canada) et 2018 (n = 200; 46 % des cas de partout au Canada) (1,7). Des fluctuations annuelles du nombre de cas humains ont été observées dans d'autres régions (8,9) et semblent être associées à des phénomènes se produisant à différentes échelles géographiques et temporelles (10) (i.e. selon les interactions locales entre les moustiques, les oiseaux et les humains, les facteurs environnementaux et les fluctuations climatiques à grande échelle comme le phénomène d'oscillation australe El Niño) (11–14).

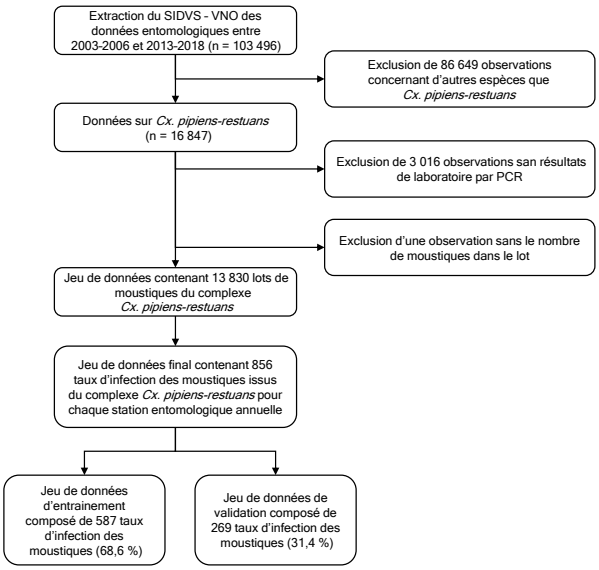
Les scientifiques travaillent encore à comprendre et à identifier les facteurs qui influencent les éclosions d'infections causées par le VNO, et à élaborer des modèles qui seraient en mesure de prédire quand et où ces éclosions pourraient se produire. Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) s'est montré intéressé par le développement d'un outil d'alerte précoce pour identifier les éclosions à l'avance et utiliser ces résultats pour atténuer les risques et réduire l'exposition humaine en modulant leurs interventions. Ces outils sont généralement basés sur les données météorologiques afin de prédire une éclosion potentielle avec un délai allant de quelques semaines à quelques mois avant que les indicateurs du système de surveillance confirment la circulation du VNO (15). La température et les précipitations sont les prédicteurs des infections associés au VNO les plus couramment utilisés (16). L'objectif principal de ce projet est de déterminer si un outil d'alerte précoce basé sur les données météorologiques pourrait prédire les taux d'infection par le VNO dans les moustiques.

Méthodes

L'historique du système de surveillance intégrée du VNO au Québec (avec les composantes humaines, animales et entomologiques) est décrite ailleurs (17). Une revue de la littérature scientifique a été faite pour élaborer un graphe acyclique dirigé (**figure A1**) afin de conceptualiser les relations entre les facteurs potentiellement associés au VNO et identifier les variables importantes à inclure dans les modèles prédictifs, à l'aide de l'outil DAGitty (18).

Les données de 13 830 lots de moustiques du complexe *Culex pipiens-restuans*, car ces deux espèces (*Cx. pipiens* et *Cx. restuans*) ne peuvent être différenciées morphologiquement (19), ont été extraites du Système intégré des données de vigie sanitaire du virus du Nil occidental (20) pour calculer le taux d'infection minimal (TIM) annuel (nombre de lots positifs/nombre de moustiques dans chaque lot) (**figure 1**). Les TIM ont été calculés pour chacun des 856 lots de moustiques, regroupées pour chaque piège déployé chaque année (i.e. le piège-année) et distancés par un rayon supérieur ou égal à 1 km^2 puisque cela représente la distance moyenne de déplacement de *Cx. pipiens-restuans*) (21) et la résolution spatiale des données météorologiques (1 km^2). La surveillance des moustiques a été effectuée de façon non homogène dans 12 des 18 régions sociosanitaires (RSS), avec un plus grand nombre de lots de moustiques testés pour les RSS de Montréal et de la Montérégie (**tableau 1**), sauf depuis 2017, où 49 pièges entomologiques ont été déployés chaque année, dans le sept mêmes RSS (Montréal = 5, Laval = 4, Montérégie = 5, Outaouais = 7, Lanaudière = 7, Mauricie-Centre-du-Québec = 7 et Capitale-Nationale = 14).

Figure 1 : Organigramme des données entomologiques extraites du Système intégré des données de vigie sanitaire du virus du Nil occidental du Québec



Abréviations : *Cx. pipiens-restuans, Culex pipiens-restuans*; PCR, réaction en chaîne par polymérase; SIDVS-VNO, Système intégré des données de vigie sanitaire du virus du Nil occidental

Tableau 1 : Description des taux d'infection minimaux de *Culex pipiens-restuans* et des données météorologiques à différentes échelles géographiques et temporelles

Variables spatio-temporelles	Nombre d'entrées de données	Taux d'infection minimal pour 1 000 moustiques		Température moyenne aux pièges entomologiques		Précipitations moyennes aux pièges entomologiques	
		n	IC à 95 %	n	min.; max.	n	min.; max.
Province du Québec	856	3.1[a]	2,2; 4.0[a]	6,3	2,1; 8,2	3,0	2,2; 4,3
Régions sociosanitaires (RSS)							
01 – Bas-Saint-Laurent	0	–	–	–	–	–	–
02 – Saguenay – Lac-Saint-Jean	6	0	0; 45,9	2,5	2,1; 2,9	2,6	2,4; 2,8
03 – Capitale Nationale	40	4,4	1,5; 7,3	5,0	3,5; 7,8	3,5	2,9; 4,3
04 – Mauricie et Centre-du-Québec	28	1,6	0; 4,0	5,4	4,4; 7,2	3,1	2,3; 3,5
05 – Estrie	8	0	0; 36,9	5,8	5,0; 7,0	3,5	3,0; 3,8
06 – Montréal	265	3,1	2,2; 3,9	6,4	5,7; 8,2	3,0	2,4; 3,9
07 – Outaouais	47	3,1	0; 7,3	6,0	3,5; 7,8	2,9	2,2; 3,9
08 – Abitibi-Témiscamingue	3	0	0; 70,8	3,2	3,1; 3,3	2,7	2,7; 2,8
09 – Côte-Nord	0	–	–	–	–	–	–
10 – Nord-du-Québec	0	–	–	–	–	–	–
11 – Gaspésie-îles-de-la-Madeleine	0	–	–	–	–	–	–
12 – Chaudière-Appalaches	8	0	0; 36,9	4,6	3,7; 6,2	3,1	2,7; 3,6
13 – Laval	82	4,9	3,1; 6,7	6,5	5,7; 8,0	3,0	2,5; 4,0
14 – Lanaudière	36	3,5	0,6; 6,5	6,7	5,4; 7,8	3,1	2,3; 4,0
15 – Laurentides	70	4,8	2,0; 7,7	6,4	5,3; 8,0	3,2	2,6; 4,2
16 – Montérégie	263	3,9	2,9; 5,0	6,5	5,3; 8,1	2,9	2,4; 3,9
17 – Nunavik	0	–	–	–	–	–	–
18 – Terres-Cries-de-la-Baie-James	0	–	–	–	–	–	–
Analyse globale de type 3 : Khi-carré (valeur-*p*)[b]	–	9,9	0,5	23,3	0,02	17,2	0,1
Année							
2003	118	3,0	1,7; 4,4	5,5	3,1; 6,3	2,6	2,3; 3,4
2004	86	0,9	0; 2,1	5,7	2,1; 6,5	3,1	2,4; 3,8
2005	146	3,4	2,0; 4,8	6,5	3,7; 7,0	3,1	2,4; 4,3
2006	65	0,2	0; 0,4	7,5	6,8; 7,9	3,8	3,1; 4,2
2007	0	–	–	–	–	–	–
2008	0	–	–	–	–	–	–
2009	0	–	–	–	–	–	–
2010	0	–	–	–	–	–	–
2011	0	–	–	–	–	–	–
2012	0	–	–	–	–	–	–
2013	63	5,5	3,2; 7,8	7,1	6,4; 7,5	2,8	2,4; 3,1
2014	199	4,2	2,7; 5,6	6,0	5,7; 6,2	3,0	2,8; 3,2
2015	45	5,6	2,6; 8,7	6,2	4,5; 6,5	2,7	2,2; 3,4
2016	47[c]	5,6	2,3; 9,0	7,0	3,1; 8,2	3,0	2,5; 3,8
2017	46[c]	5,4	3,2; 7,7	6,5	5,1; 7,7	3,5	3,2; 3,9

Tableau 1 : Description des taux d'infection minimaux de *Culex pipiens-restuans* et des données météorologiques à différentes échelles géographiques et temporelles (*suite*)

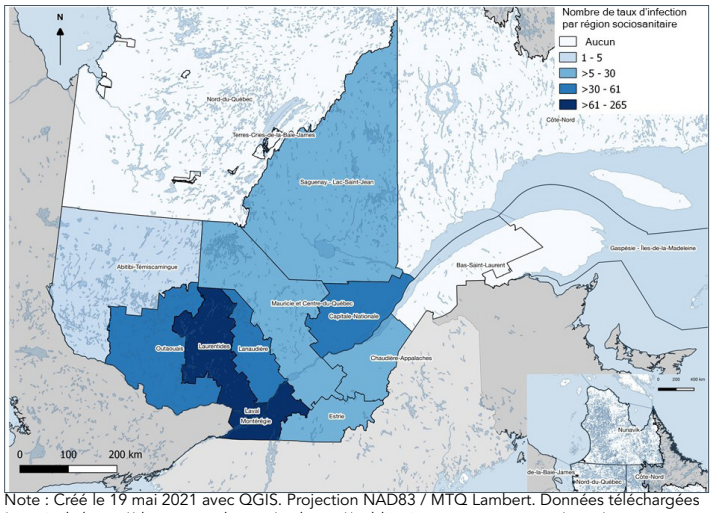
Variables spatio-temporelles	Nombre d'entrées de données	Taux d'infection minimal pour 1 000 moustiques		Température moyenne aux pièges entomologiques		Précipitations moyennes aux pièges entomologiques	
		n	IC à 95 %	n	min.; max.	n	min.; max.
Année (*suite*)							
2018	41[c]	11,8	0; 91,1	6,2	4,7; 7,5	3,1	2,6; 3,5
Analyse globale de type 3 : Khi-carré (valeur-*p*)[b]	–	28,5	0,008	61,1	< 0,000 1	53,9	< 0,000 1
Mois[d]							
Janvier	0	–	–	-10,8	−19,7; −4,2	2,0	0,6; 5,3
Février	0	–	–	-8,8	−16,9; −4,1	2,1	0,9; 5,4
Mars	0	–	–	-3,8	−7,3; 0,5	2,0	0,8; 5,0
Avril	0	–	–	5,4	−3,0; 7,8	3,6	0,2; 7,4
Mai	96	0	0; 37,7	13,4	7,5; 16,6	3,2	0,7; 6,8
Juin	1 518	0	0; 0,1	18,7	13,1; 21,4	4,2	1,5; 7,6
Juillet	3 611	0,8	0,4; 1,2	21,1	18,0; 23,5	3,2	1,6; 7,2
Août	4 688	5,5	4,3; 6,7	20,1	16,4; 22,3	3,5	1,7; 6,2
Septembre	3 675	6,0	4,4; 7,5	16,1	12,4; 18,6	2,9	0,8; 7,7
Octobre	242	1,9	0; 4,4	9,0	3,4; 12,9	3,4	1,2; 6,8
Novembre	0	–	–	1,4	−2,3; 4,4	3,0	0,3; 5,6
Décembre	0	–	–	−6,5	−11,8; 1,8	3,2	0,6; 7,1
Analyse globale de type 3 : Khi-carré (valeur-*p*)[b]	–	15,6	< 0,0001	s.o.[e]	s.o.[e]	s.o.[e]	s.o.[e]

Abréviations : IC, intervalle de confiance; s.o., sans objet; –, aucun renseignement n'est disponible
[a] Le taux d'infection minimal par les moustiques piégés au cours du mois d'août et de septembre était de 5,0 (IC à 95 %; 2,6–7,4)
[b] Utilisation d'un modèle de régression linéaire avec une mesure répétée sur le nom du piège à moustiques
[c] Les taux d'infection minimaux mensuels ont été calculés à l'aide de l'ensemble de données contenant les 13 830 lots de moustiques, tandis que les températures mensuelles moyennes et les précipitations ont été calculées à l'aide des 856 lots de moustiques regroupés par année-piège unique
[d] Ces chiffres sont inférieurs au nombre fixe de 49 pièges entomologiques qui ont été déployés depuis 2017, parce que les entrées provenant des pièges dans un rayon de 1 km² ont été fusionnées
[e] Non disponible en raison de la multicolinéarité (VIF > 2,5) dans les modèles

Les variables explicatives comprennent les températures journalières moyennes ($T_{moyenne} = T_{maximale}+T_{minimal}/2$) (°C) et les précipitations (mm) journalières extraites du Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (http://daymet.ornl.org/) selon les coordonnées du système de géopositionnement par satellite (GPS) de chaque piège-année (latitude et longitude). Ainsi, les températures journalières moyennes et la somme des précipitations ont été regroupées selon cinq échelles temporelles différentes : 1) les mois précédents; 2) saisons précédentes : été (juin et juillet), printemps (mars à mai), hiver (décembre à février) et automne (septembre à novembre); ainsi que des regroupement de 3) quatre mois précédents (novembre de l'année précédente à février de l'année en cours); 4) six mois précédents (septembre de l'année précédente à février de l'année en cours) et 5) dix mois précédents (septembre de l'année précédente à juillet de l'année en cours), d'après la littérature scientifique suggérant que les conditions météorologiques ont une incidence sur la transmission du VNO dans les mois à venir (11,22). Pour les huit pièges avec données météorologiques manquantes, les données des pièges voisins les plus proches leurs ont été attribuées, avec la moitié de ces pièges séparés par plus d'un kilomètre de leur piège apparié. Pour tenir compte des variations dans la force d'échantillonnage géographique et temporel des moustiques, deux nouvelles variables de « forces d'échantillonnage » ont été créées pour chaque RSS (**figure 2**) en fonction du nombre de lots de moustiques testés : 1) annuellement; et 2) au cours de la période de 2003 à 2018 (tableau 1).

Des analyse bivariées entre les TIM annuels de *Cx. pipiens-restuans* (issue) et les variables explicatives (RSS, année et mois) ont été effectuées à l'aide d'un modèle de régression linéaire, employant une matrice de covariance autorégressive et où les pièges entomologiques déployés dans la même ville ont été imbriqués dans chaque RSS, pour tenir compte de leur proximité. Ensuite, des modèles de régression multivariée ont évalué la capacité prédictive de chaque regroupement temporel de température et de précipitation, à estimer les TIM, grâce aux

Figure 2 : Carte des 18 régions sociosanitaires (RSS) de la province de Québec selon le nombre de lots de moustiques testés entre les périodes de 2003 à 2006 et de 2013 à 2018



Note : Créé le 19 mai 2021 avec QGIS. Projection NAD83 / MTQ Lambert. Données téléchargées à partir de https://donneesquebec.ca/ et https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-001647/

observations réparties aléatoirement entre les jeux de données d'entraînement (n = 2/3) et de validation (n = 1/3). Une sélection descendante de variables, avec un maximum de quatre termes polynomiaux, pour obtenir les critères d'information bayésienne les plus bas, a été effectuée avec les données d'entrainement. Ensuite, les variables sélectionnées ont été employées dans un modèle de régression de Poisson, à l'aide des données de validation (23). Les TIM ont été estimés en utilisant le nombre de lots positifs de *Cx. pipiens-restuans* sur le logarithme du nombre de moustiques testés, tandis que des pièges entomologiques dans la même ville ont été imbriqués dans chaque RSS pour tenir compte des données corrélées, à l'aide d'une matrice de covariance autorégressive. La méthodologie associée aux analyses de sensibilité et post hoc sont décrites en annexe. La macro SAS (%RsquareV) a été utilisée pour calculer le coefficient de détermination (R^2), reflétant la proportion de la variance du TIM expliquée par les prédicteurs (24) et seuls les $R^2 \geq 0{,}30$ sont décrits dans le texte. Les intervalles de confiance (IC) à 95 % et les valeurs-*p* sont présentés, et tous les postulats associés aux modèles de régression ont été inspectés visuellement (25). L'analyse statistique a été effectuée à l'aide de la version 9.4 du logiciel SAS/STAT[MD] (SAS Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis).

Résultats

Depuis 2003, 172 094 moustiques *Cx. pipiens-restuans* ont été analysés par réaction en chaîne par polymérase (PCR). Pour les 856 pièges-année à l'étude, le TIM moyen était de de 3,1 pour 1 000 moustiques (IC à 95 %; 2.2–4.0) et a varié en variaient en fonction de l'année ($\chi^2 = 28{,}5$; $p = 0{,}0008$) et du mois ($\chi^2 = 15{,}6$; $p < 0{,}0001$) d'échantillonnage, mais pas selon les RSS ($\chi^2 = 9{,}9$; $p = 0{,}5$) (tableau 1). Pour la période de l'étude, les températures mensuelles moyennes à proximité des pièges entomologiques variaient de 23,5°C (juillet) à −19,7°C (janvier), tandis que les précipitations mensuelles cumulatives variaient de 0,3 mm (novembre) à 7,7 mm (septembre).

La capacité prédictive des températures moyennes et des précipitations antérieures à prédire les TIM saisonniers était la plus élevée en utilisant les mois précédents de mars ($R^2 = 0{,}37$), mai ($R^2 = 0{,}36$) et décembre ($R^2 = 0{,}35$) précédents, ainsi que pour la saison automnale précédente ($R^2 = 0{,}38$). Les autres coefficients de détermination étaient tous inférieurs à 0,30 (**tableau 2**). Les résultats des analyses de sensibilité et post hoc sont décrits dans l'annexe. En résumé, l'inclusion de la variable « année d'échantillonnage » dans les principaux modèles de régression a augmenté tous les R^2 (intervalle de 0,42 à 0,57) alors que cette augmentation était moins importante lorsque la variable géographique « RSS » a été incluse (intervalle : 0,18 à 0,46) (**tableau A1**).

Tableau 2 : La capacité des variables météorologiques de prédire des taux d'infection minimaux chez *Culex pipiens-restuans*, à différentes échelles de regroupement temporel pour les données météorologiques

Modèles de régression et équations de l'ensemble de données de formation		Coefficient de détermination de l'ensemble de données de validation (*Penalised R^2*)
A) Par mois précédent		
Juillet	$TIM = -915{,}67 + 130.81Temp - 6.45Temp^2 + 0.11Temp^3 + 35.05Prec - 14.65Prec^2 + 2.58Prec^3 - 0.17Prec^4 + \varepsilon$	0,28
Juin[a]	$TIM = -40{,}79 + 3.54Temp - 0.10Temp^2 + 0.95Prec - 0.09Prec^2 + \varepsilon$	0,15
Mai[a]	$TIM = 13{,}60 - 2.13Temp + 0.09Temp^2 - 7.98Prec + 2.48Prec^2 - 0.24Prec^3 + \varepsilon$	0,36
Avril	$TIM = -7{,}64 - 0.27Temp + 2.47Prec - 0.69Prec^2 + 0.08Prec^3 - 0.003Prec^4 + \varepsilon$	0,19
Mars	$TIM = -22{,}03 - 4.28Temp - 2.31Temp^2 - 0.44Temp^3 - 0.03Temp^4 + 30.83Prec - 22.71Prec^2 + 6.79Prec^3 - 0.70Prec^4 + \varepsilon$	0,37

Tableau 2 : La capacité des variables météorologiques de prédire des taux d'infection minimaux chez *Culex pipiens-restuans*, à différentes échelles de regroupement temporel pour les données météorologiques (*suite*)

Modèles de régression et équations de l'ensemble de données de formation		Coefficient de détermination de l'ensemble de données de validation (*Penalised R^2*)
A) Par mois précédent (*suite*)		
Février	$TIM = -2{,}85 + 2.38Temp + 0.20Temp^2 – 0.01Temp^3 + \varepsilon$	0,10
Janvier	$TIM = -47{,}75 — 17.42Temp – 2.65Temp^2 - 0.18Temp^3 – 0.004Temp^4 + 0.34Prec – 0.04Prec^2 + \varepsilon$	0,24
Décembre	$TIM = -6{,}93 + 0.21Temp – 0.05Temp^2 – 0.01Temp^3 + 2.67Prec – 0.79Prec^2 – 0.06Prec^3 + \varepsilon$	0,35
Novembre	$TIM = -4{,}74 – 0.07Temp – 0.46Temp^2 + 0.12Temp^3 + 2.61Prec + 2.74Prec^2 – 0.65Prec^3 + 0.09Prec^4 + \varepsilon$	0,18
Octobre	$TIM = -7{,}48 + 0.20Temp – 0.83Prec + 0.47Prec^2 + 0.06Prec^3 + \varepsilon$	0,28
Septembre	$TIM = -6{,}02 + 0.16Temp – 1.75Prec + 0.26Prec^2 + \varepsilon$	0,28
Août	$TIM = -13{,}09 + 0.40Temp – 0.24Prec + \varepsilon$	0,08
B) Par saison[b]		
Été[a]	$TIM = -45{,}53 + 4.37Temp – 0.11Temp^2 – 3.25Prec + 0.46Prec^2 + \varepsilon$	0,15
Printemps[c]	$TIM = -206{,}81 + 84.33Temp – 25.56Temp^2 + 3.36Temp^3 – 0{,}16Temp^4 + 132.67Prec – 64.01Prec^2 + 13.26Prec^3 – 1.00Prec^4 + \varepsilon$	0,09
Hiver	$TIM = 2{,}31 + 0.89Temp + 0.05Temp^2 – 6.40Prec + 3.04Prec^2 – 0.46Prec^3 + \varepsilon$	0,24
Automn[e]	$TIM = -438{,}86 + 153.19Temp – 17.32Temp^2 + 0.65Temp^3 – 15.35Prec + 4.79Prec^2 – 0.50Prec^3 + \varepsilon$	0,38
C) De novembre de l'année précédente à février de la même année		
Quatre mois regroupés	$TIM = -48{,}07 – 2.87Temp – 1.24Temp^2 – 0.18Temp^3 – 0.01Temp^4 + 54.97Prec – 26.15Prec^2 + 15.35Prec^3 – 0.41Prec^4 + \varepsilon$	0,24
D) De septembre de l'année précédente à février de la même année		
Six mois regroupés	$TIM = 9{,}37 + 0.48Temp – 0.23Prec + 13.46Prec^2 – 3.51Prec^3 + 0.33Prec^4 + \varepsilon$	0,27
E) De septembre de l'année précédente à juillet de la même année[c]		
Dix mois regroupés	$TIM = -119{,}02 — 113.69Temp – 41.82Temp^2 + 6.68Temp^3 – 0.39Temp^4 + \varepsilon$	0,12

Abréviations : Prec, précipitations; Temp, température; TIM, taux d'infection minimal
[a] Une équation polynomiale avec trois termes a été utilisée, car le modèle ne convergeait pas avec quatre
[b] L'été représente les mois de juin et de juillet; le printemps représente les mois de mars à mai; l'hiver représente les mois de décembre à février; L'automne représente les mois de septembre à octobre
[c] La mesure répétée a été limitée à chaque bassin de moustiques pour permettre au modèle de converger, car il n'était pas possible d'imbriquer la variable représentant les pièges entomologiques au sein d'une même ville dans chaque RSS pour tenir compte de leur proximité

Discussion

C'est la première fois qu'un outil d'alerte précoce basé sur les données météorologiques pour prédire les TIM annuels chez *Cx. pipiens-restuans* au Québec est exploré, utilisant les données de surveillance provinciale du VNO. La capacité des températures moyennes et de l'accumulation des précipitations à prédire les TIM était la plus élevée lorsque ces données ont été regroupées pour les mois précédents de mars, de décembre et de mai, ainsi que pour la saison précédente d'automne (septembre à novembre de l'année précédente). Cependant, la capacité prédictive du modèle est probablement trop faible pour être utile et employé comme système d'alerte précoce. Le fait que seulement ~40 % de la variance des TIM annuels de *Cx. pipiens-restuans* peuvent être expliquées par la température moyenne et les précipitations, suggère que d'autres facteurs liés à l'épidémiologie du VNO doivent être intégrés à ce type d'outil prédictif (15).

De nombreux systèmes d'alerte ou de détection précoce, basé principalement ou uniquement sur des données météorologiques, ont été mis au point pour prédire d'autres maladies transmises par les moustiques (e.g. Chikungunya, dengue, malaria, fièvre jaune et Zika) afin d'anticiper les activités de contrôle antivectorielle (24). Nos résultats appuient que les capacités de prédiction insuffisantes de ces modèles ne peuvent être utiles en temps réel pour le MSSS. L'épidémiologie du VNO est complexe et l'ajout de variables supplémentaires, comme les facteurs environnementaux (e.g. l'habitat potentiel ou la distribution des vecteurs et des réservoirs, l'indice de végétation,

l'utilisation du territoire) et des données concernant les hôtes aviaires (abondance, migrations), améliore habituellement les prédictions (15). Cependant, l'intégration des données du système de surveillance en cours de saison et le raffinement de l'échelle géographique mène généralement au développement d'outils de prédiction moins facile à utiliser pour les autorités de santé publique (26).

Forces et faiblesses

L'une des forces de ce projet est que la proximité géographique des pièges entomologiques a été prise en compte dans la plupart des modèles de régression, car cela peut biaiser les résultats. De plus, les analyses de sensibilité multiples et post hoc ont amené de la robustesse aux résultats. Les équations polynomiales reflètent les associations non linéaires entre les variables météorologiques et les TIM, permettant une meilleure représentation de leur relation et une meilleure adéquation du modèle. De plus, la sélection descendante des variables explicatives s'est avérée aussi efficace que l'inspection visuelle des modèles additifs généralisés. Étant donné que les TIM représentent de faibles valeurs numériques, la puissance statistique a été augmentée en calculant les TIM annuels, seulement à l'aide de moustiques collectés en août et septembre. Bien que les TIM annuels moyens aient augmenté pour la plupart des regroupements de lots de moustiques positifs, le coefficient de détermination pour la plupart des modèles de régression a diminué de façon inattendue. Il est possible que la taille d'échantillonnage se limitant aux mois d'août et de septembre ait réduit la puissance statistique, puisque 13 pièges entomologiques n'avaient pas de moustiques capturés.

D'après notre cadre conceptuel, un biais de surajustement a pu s'introduire lors de l'ajustement pour « l'année d'échantillonnage » dans les modèles de régression (27). Malgré de multiples analyses de sensibilité avec des variables de confusion potentielles, de la confusion résiduelle ne peut être écartée (28). Comme les lots de moustiques étaient regroupés pour chaque année de piégeage, il n'était pas possible de tenir compte des différents types de pièges employés. Cette limitation a probablement un effet négligeable, puisque 85,2 % des moustiques ont été capturés par les pièges « CDC-light ». Aussi, il n'a pas été possible de tenir compte des applications de larvicides pendant les saisons 2003–2005 et 2013–2014, ce qui aurait pu influencer les estimés. Étant donné que les tests par PCR sont effectués indépendamment du piégeage des moustiques, si un biais de mesure devait être présent, une diminution de la force de l'association serait attendue.

Un biais de sélection aurait pu s'introduire dans les résultats en raison de la répartition géographique des pièges qui est liée à 1) l'incidence antérieure du VNO et 2) l'influence de la météo sur l'activité physique humaine et l'exposition aux moustiques (29,30). De plus, l'emplacement fixe des pièges entomologiques depuis 2017 se fait au détriment de la détection de l'émergence possible du VNO dans les RSS moins densément peuplés ou situées à des latitudes plus septentrionales. Le nombre limité de pièges entomologiques sur un territoire aussi vaste et l'absence de surveillance des moustiques pendant les mois les plus froids diminuent la puissance des analyses statistique. Ainsi, un plus grand nombre de pièges répartis sur une zone géographique plus large au Québec, permettrait d'obtenir des données météorologiques plus hétérogènes et d'augmenter la puissance des analyses. Puisque les vecteurs de VNO varient selon les régions et que sa transmission semble être influencées par des variables environnementales et géographiques à plus fines échelles que les RSS, les résultats de ce projet ne peuvent être généralisés à d'autres situations. Malgré ces limites, les données de surveillance du VNO au Québec continueront d'être explorées. Les prochaines étapes consisteront à modéliser directement l'incidence du VNO chez l'humain employant les données météorologiques afin de contourner les données entomologiques manquantes entre 2007 et 2012 et d'explorer l'élaboration d'un outil de système de détection précoce.

Conclusion

Tous les modèles de régression étudiés ont des capacités prédictives trop faibles pour être utiles comme outil de santé publique. D'autres facteurs associés à l'épidémiologie du virus du Nil occidental doivent être ajoutés au modèle d'alerte précoce basé sur les données météorologiques pour qu'il soit utile aux autorités sanitaires provinciales.

Déclaration des auteurs

K. F. B., N. O., A. L. et A. I. C. — Conception du projet
E. S. L. — Gestion de la base de données et des analyses statistiques
J. D. — Conception du projet, gestion de la base de données et des analyses statistiques, interprétation des résultats, écriture de l'ébauche originale

Tous les coauteurs ont révisé et commenté le texte.

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Nous tenons à remercier le ministère de la Santé et des Services qui finance le système de surveillance du virus du Nil occidental depuis 2003, qui comprend l'échantillonnage annuel de moustiques par une entreprise privée, l'analyse par PCR des lots

de moustiques effectuée par le Laboratoire de santé publique du Québec (LSPQ), ainsi que l'hébergement, la gestion et l'analyse des données par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).

Financement

Ce projet a été financé par l'Agence de la santé publique du Canada par le « Protocole d'accord relatif à la recherche sur les risques d'émergence de maladies à transmission vectorielle en raison des changements climatiques 2020-2022 » conclu avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).

Références

1. Ouhoummane N, Ducrocq J, Irace-Cima A. Portrait de l'infection par le virus du Nil occidental au Québec: 2003 - 2018. Montréal (QC): INSPQ; 2021. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2809-portrait-infection-virus-nil-occidental.pdf

2. Alain L, Bolduc D, Couillard M, Deschênes L, Douville-Fradet M, Lacoursière D. Groupe de travail sur la prévention de l'encéphalite causée par le virus du Nil occidental - Secteur santé - Rapport des activités - année 2000. Ministère de la Santé et des Services sociaux. 2001.

3. Mostashari F, Bunning ML, Kitsutani PT, Singer DA, Nash D, Cooper MJ, Katz N, Liljebjelke KA, Biggerstaff BJ, Fine AD, Layton MC, Mullin SM, Johnson AJ, Martin DA, Hayes EB, Campbell GL. Epidemic West Nile encephalitis, New York, 1999: results of a household-based seroepidemiological survey. Lancet 2001;358(9278):261–4. DOI PubMed

4. Dallaire A, Sareault V. Rapport d'activités du Centre québécois sur la santé des animaux sauvages du 1er janvier 2000 au 3 décembre 2000. Saint-Hyacinthe: Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal. 2000.

5. Brown KD, Dallaire A. Surveillance pour la détection précoce de l'infection par le virus du Nil Occidental chez les oiseaux sauvages au Québec: Saison 2002. Centre Québécois sur la Santé des Animaux Sauvages. Université de Montréal; 2002.

6. Direction de la santé publique de la Montérégie. Résumé des signalements pour le virus du Nil: Montérégie, saison 2002 (Document interne). 2002.

7. Gouvernement du Canada. Surveillance du virus du Nil occidental. Gouvernement du Canada; 2021. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-nil-occidental/surveillance-virus-nil-occidental.html

8. Sambri V, Capobianchi M, Charrel R, Fyodorova M, Gaibani P, Gould E, Niedrig M, Papa A, Pierro A, Rossini G, Varani S, Vocale C, Landini MP. West Nile virus in Europe: emergence, epidemiology, diagnosis, treatment, and prevention. Clin Microbiol Infect 2013;19(8):699–704. DOI PubMed

9. McDonald E, Mathis S, Martin SW, Staples JE, Fischer M, Lindsey NP. Surveillance for West Nile virus disease – United States, 2009-2018. MMWR Surveill Summ 2021;70(1):1–15. DOI PubMed

10. Uelmen JA, Irwin P, Bartlett D, Brown W, Karki S, Ruiz MO, Fraterrigo J, Li B, Smith RL. Effects of scale on modeling West Nile virus disease risk. Am J Trop Med Hyg 2021;104(1):151–65. DOI PubMed

11. Poh KC, Chaves LF, Reyna-Nava M, Roberts CM, Fredregill C, Bueno R Jr, Debboun M, Hamer GL. The influence of weather and weather variability on mosquito abundance and infection with West Nile virus in Harris County, Texas, USA. Sci Total Environ 2019;675:260–72. DOI PubMed

12. Hess A, Davis JK, Wimberly MC. Identifying environmental risk factors and mapping the distribution of West Nile virus in an endemic region of North America. Geohealth 2018;2(12):395–409. DOI PubMed

13. Kain MP, Bolker BM. Predicting West Nile virus transmission in North American bird communities using phylogenetic mixed effects models and eBird citizen science data. Parasit Vectors 2019;12(1):395. DOI PubMed

14. García-Carrasco JM, Muñoz AR, Olivero J, Segura M, Real R. Predicting the spatio-temporal spread of West Nile virus in Europe. PLoS Negl Trop Dis 2021;15(1):e0009022. DOI PubMed

15. Barker CM. Models and surveillance systems to detect and predict West Nile virus outbreaks. J Med Entomol 2019;56(6):1508–15. DOI PubMed

16. Forest-Bérard K. Utilisation d'indicateurs météorologiques de la présence de vecteurs du virus du Nil occidental (VNO). INSPQ; 2019. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2537_temperature_precipitations_indicateurs_meteorologiques_vecteurs_vno.pdf

17. Ducrocq J, Pelletier R, Turcotte ME. Proposition d'un plan de surveillance intégrée des virus transmis par les moustiques au Québec, 2020-2025. INSPQ; 2019. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2614_plan_surveillance_virus_moustiques.pdf

18. Textor J, van der Zander B, Gilthorpe MS, Liśkiewicz M, Ellison GT. Robust causal inference using directed acyclic graphs: the R package 'dagitty'. Int J Epidemiol 2016;45(6):1887–94. DOI PubMed

19. Harrington LC, Poulson RL. Considerations for accurate identification of adult Culex restuans (Diptera: Culicidae) in field studies. J Med Entomol 2008;45(1):1–8. DOI PubMed

20. Gosselin P, Lebel G, Rivest S, Douville-Fradet M. The Integrated System for Public Health Monitoring of West Nile Virus (ISPHM-WNV): a real-time GIS for surveillance and decision-making. Int J Health Geogr 2005;4:21. DOI PubMed

21. Hamer GL, Anderson TK, Donovan DJ, Brawn JD, Krebs BL, Gardner AM, Ruiz MO, Brown WM, Kitron UD, Newman CM, Goldberg TL, Walker ED. Dispersal of adult culex mosquitoes in an urban west nile virus hotspot: a mark-capture study incorporating stable isotope enrichment of natural larval habitats. PLoS Negl Trop Dis 2014;8(3):e2768. DOI PubMed

22. Paz S. Climate change impacts on West Nile virus transmission in a global context. Philos Trans R Soc London B Biol Sci. 2015;370(1665):20130561. DOI

23. Zou GY, Donner A. Extension of the modified Poisson regression model to prospective studies with correlated binary data. Stat Methods Med Res 2013;22(6):661–70. DOI PubMed

24. Zhang D. A Coefficient of Determination for Generalized Linear Models. Am Stat 2018;71(4):310–6. DOI

25. Vittinghoff E, Glidden DV, Shiboski SC, McCulloch CE. Regression Methods in Biostatistics. Linear, Logistic, Survival, and Repeated Measures Models. New York (NY): Springer; 2012.

26. Hussain-Alkhateeb L, Rivera Ramírez T, Kroeger A, Gozzer E, Runge-Ranzinger S. Early warning systems (EWSs) for chikungunya, dengue, malaria, yellow fever, and Zika outbreaks: what is the evidence? A scoping review. PLoS Negl Trop Dis 2021;15(9):e0009686. DOI PubMed

27. Schisterman EF, Cole SR, Platt RW. Overadjustment bias and unnecessary adjustment in epidemiologic studies. Epidemiology 2009;20(4):488–95. DOI PubMed

28. Liang W, Zhao Y, Lee AH. An investigation of the significance of residual confounding effect. BioMed Res Int 2014;2014:658056. DOI PubMed

29. Chan CB, Ryan DA. Assessing the effects of weather conditions on physical activity participation using objective measures. Int J Environ Res Public Health 2009;6(10):2639–54. DOI PubMed

30. Hernán MA, Hernández-Díaz S, Robins JM. A structural approach to selection bias. Epidemiology 2004;15(5):615–25. DOI PubMed

31. Greenland S. Invited commentary: variable selection versus shrinkage in the control of multiple confounders. Am J Epidemiol 2008;167(5):523–9. DOI PubMed

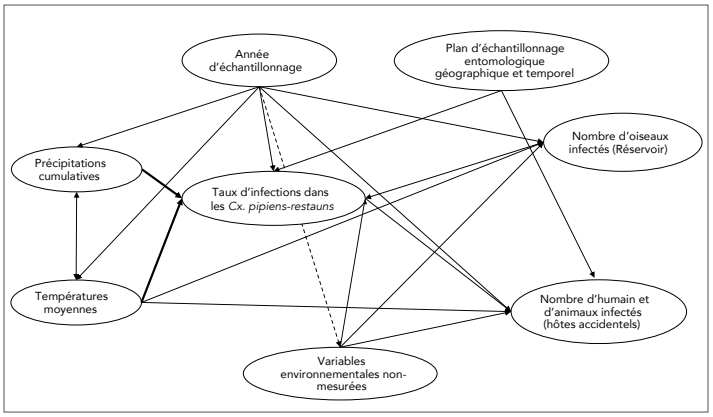
Annexe

Méthodes

Étant donné que les cas humains d'infection causées par le virus du Nil occidental (VNO) sont habituellement déclarés au début du mois d'août (1) et que l'objectif est de mettre au point un outil d'alerte précoce capable de prédire ces cas humains quelques mois avant qu'ils ne se produisent, les températures et les précipitations du mois d'août n'ont pas été incluses dans les analyses.

Une revue de la littérature scientifique a été effectuée pour élaborer un graphe acyclique dirigé (**figure A1**) afin de conceptualiser les relations entre les facteurs potentiellement associés au VNO et d'identifier les variables qui doivent être ajustées dans le modèle à l'aide de l'outil DAGitty.

Figure A1 : Cadre conceptuel utilisant un graphe acyclique dirigé entre les variables météorologiques et les principaux indicateurs du système de surveillance intégrée du virus du Nil occidental du Québec



Remarques : Les flèches plus foncées représentent les associations évaluées dans ce projet. Pour évaluer les associations entre les températures moyennes, les précipitations et les TIM des moustiques du complexe *Cx. pipiens-restuans*, le modèle doit être ajusté minimalement pour la variable « année d'échantillonnage ». Cependant, comme la base de données représente déjà le TIM saisonnier pour chaque piège-année, cette variable n'a pas été directement incluse dans les modèles de régression de l'analyse principale et son inclusion a été plutôt évaluée à l'aide d'une analyse de sensibilité

Analyses de sensibilité et post hoc

Sept analyses de sensibilité ont été effectuées comme suit : 1) des modèles de régression ont été ajustés à l'aide d'une inspection visuelle des graphiques générés par un modèle additif généralisé avec un maximum de quatre degrés de lissage effectué par une validation croisée généralisée; 2) les principaux modèles ont été réanalysés sans les données des quatre pièges entomologiques (VBL 034, VBL 904, SHA 002 et WEN 001) qui ont hérité des données météorologiques de leur voisin le plus proche avec un rayon supérieur à 1 km^2; 3) en incluant la variable de force d'échantillonnage 2003–2018 pour chaque RSS; 4) en incluant la force d'échantillonnage annuelle pour chaque RSS; 5) en attribuant le TIM des moustiques piégés seulement pendant le mois d'août et de septembre au lieu de pendant tout l'été; 6) en ajoutant l'année d'échantillonnage dans le modèle; et 7) en ajoutant le RSS dans le modèle plutôt que comme mesure répétée. À la suite des résultats de la 6e analyse de sensibilité, l'année d'échantillonnage a été utilisée comme substitut pour les facteurs de confusion non mesurés. Une analyse post hoc avec un modèle de Poisson a été effectuée en modélisant directement le TIM en utilisant l'année d'échantillonnage comme variable explicative catégorique. Pour mesurer si les variables météorologiques étaient des facteurs de confusion de cette association, l'année d'échantillonnage a été incluse comme variable continue afin de faciliter le calcul et l'interprétation de la différence et du rapport entre les deux estimations ($ß_{\text{année d'échantillonnage}}$). La confusion était présente en fonction d'une différence ou d'un rapport des estimations supérieures à 0,1 décimal ou 10 % (31). Quatre analyses bivariées additionnelles ont été effectuées avec l'année de l'échantillonnage comme variable explicative continue et, respectivement, la température annuelle moyenne, la précipitation annuelle moyenne, la force d'échantillonnage annuelle et la force d'échantillonnage du RSS comme issues principales. Une distribution normale, un lien « identité » et d'une matrice de covariance autorégressive avec une imbrication des pièges entomologiques déployés dans la même ville à l'intérieur de chaque RSS pour tenir compte des corrélations, a permis d'obtenir des estimations représentant des différences dans les taux d'infection minimaux (TIM).

Résultats

Analyses de sensibilité

Les modèles de régression ajustés en fonction d'une inspection visuelle des graphiques provenant des modèles additifs généralisés ont conduit à des résultats semblables à ceux de l'analyse principale, sauf pour le mois de février (R^2 est passé à 0,22) et août (R^2 est passé à 0,24), ainsi que pour les dix mois antécédents regroupés (R^2 est passé à 0,18), alors que toutes les autres comparaisons présentaient une différence de cinq décimales ou moins (**tableau A1**). Si les quatre pièges entomologiques avec des données météorologiques empruntées au piège voisin le plus proche au-delà de 1km^2 sont exclu, les résultats ont varié pour les mois de mai (R^2 a diminué à 0,19) et de septembre (R^2 a augmenté à 0,38), l'été (R^2 a augmenté à 0,29) et l'hiver (R^2 a diminué à 0,16) (tableau A1). Lorsque la force d'échantillonnage pour chaque RSS a été incluse, tous les R^2 se situaient à l'intérieur de cinq décimales des principaux résultats (tableau A1). Inclure la variable reflétant la force annuelle de l'échantillonnage a augmenté les capacités prédictives d'au moins cinq décimales pour neuf regroupements (juin, avril, février, novembre, août; été et printemps; de six et dix mois). L'utilisation des taux d'infection minimaux de *Cx. pipiens-restuans* piégés en août et septembre au lieu de tout l'été, ont influencé les R^2 pour 14 regroupements temporels (diminuée pour mai, avril, décembre, novembre, septembre, été, hiver, automne, quatre et six mois et augmenté pour juin, octobre,

août et printemps). Lorsque l'année d'échantillonnage a été incluse dans les modèles de régression de l'analyse principale, tous les coefficients de détermination ont augmenté entre 0,42 et 0,57. L'inclusion de la variable des RSS dans les principaux modèles de régression a augmenté la capacité prédictive d'au moins cinq décimales pour tous les regroupements temporels sauf juillet, mai et l'automne.

Tableau A1 : Coefficients pénalisés de détermination (R^2 pénalisé pour les sept analyses de sensibilité)

Modèles de régression	Analyses de sensibilité[a]						
	Utilisant des modèles d'additifs généralisés pour les spécifications du modèle	Sans les quatre pièges entomologiques	Incluant la force d'échantillonnage pour chaque RSS	Incluant la force d'échantillonnage annuelle	Utilisant les TIM d'août et de septembre	Ajoutant l'année d'échantillonnage dans le modèle principal	Ajoutant le RSS dans le modèle principal
A) Par mois précédent							
Juillet	0,28	0,28	0,27	0,30	0,31	0,56 ↑	0,29
Juin[b]	0,18	0,15	0,17	0,21 ↑	0,24 ↑	0,53 ↑	0,24 ↑
Mai[b]	0,36	0,19 ↓	0,35	0,39	0,30 ↓	0,53 ↑	0,35
Avril	0,23	0,19	0,19	0,31 ↑	0,13 ↓	0,55 ↑	0,31 ↑
Mars	0,37	0,37	0,38	0,34	0,41	0,53 ↑	0,46 ↑
Février	0,22 ↑	0,22 ↑	0,10	0,20 ↑	0,09	0,53 ↑	0,22 ↑
Janvier	0,26	0,24	0,24	0,27	0,21	0,57 ↑	0,30 ↑
Décembre	0,33	0,34	0,37	0,36	0,29 ↓	0,53 ↑	0,41 ↑
Novembre	0,18	0,18	0,19	0,33 ↑	0,04 ↓	0,54 ↑	0,36 ↑
Octobre	0,28	0,28	0,27	0,30	0,34 ↑	0,51 ↑	0,41 ↑
Septembre[b]	0,29	0,38 ↑	0,30	0,35 ↑	0,21 ↓	0,57 ↑	0,38 ↑
Août	0,24 ↑	0,11	0,09	0,23 ↑	0,24 ↑	0,48 ↑	0,20 ↑
B) Par saison[c]							
Été	0,14	0,29 ↑	0,15	0,24[d] ↑	0,02 ↓	0,55 ↑	0,27[e] ↑
Printemps	0,09	0,09	0,09	0,18 ↑	0,15[e] ↑	0,53 ↑	0,23[e] ↑
Hiver	0,20	0,16 ↓	0,23	0,26	0,08 ↓	0,51 ↑	0,32 ↑
Automne	0,38	0,38	0,38	0,40	0,27 ↓	0,53 ↑	0,41
C) Groupe de quatre mois							
De novembre de l'année précédente à février de l'année en cours	0,26	0,24	0,24	0,23	0,14 ↓	0,57 ↑	0,35 ↑
D) Groupe de six mois							
De septembre de l'année précédente à février de l'année en cours	0,27	0,26	0,29	0,34 ↑	0,19 ↓	0,56 ↑	0,36 ↑
E) Dix mois regroupés[b,d]							
De septembre de l'année précédente à juillet de l'année en cours	0,18 ↑	0,12[e]	0,13[e]	0,20 ↑	0,17	0,42 ↑	0,18 ↑

Abréviations : RSS, région sociosanitaire; TIM, taux d'infection minimal
[a] Les flèches indiquent la direction du changement au-dessus et au-dessous de cinq unités décimales par rapport aux résultats de l'analyse principale du tableau 2
[b] Une équation polynomiale avec trois termes a été utilisée, car le modèle ne convergeait pas avec quatre
[c] L'été représente les mois de juin et de juillet; le printemps représente les mois de mars à mai; l'hiver représente les mois de décembre à février; L'automne représente les mois de septembre à octobre
[d] La mesure répétée a été limitée à chaque lot de moustiques pour permettre au modèle de converger, car il n'était pas possible d'immobiliser des pièges de moustiques de la même ville dans chaque bureau de santé publique
[e] Aucune mesure répétée n'a été utilisée pour que ce modèle converge

Analyse post hoc

Lorsqu'on modélise directement le TIM en utilisant seulement la variable « année de d'échantillonnage », le R^2 était de 0,53. L'estimé associée à l'année d'échantillonnage, sous forme de variable linéaire continue, et comme seule variable explicative des TIM de *Cx. pipiens-restuans* étaient de 1,09 (IC à 95 %; 1,06–1 117; $p < 0{,}0001$) tandis que des fluctuations annuelles sont observées lorsqu'on les traite sous forme catégorique (résultats non présentés). Les résultats des estimés obtenues dans tous les principaux modèles de régression à l'aide des variables météorologiques et de l'année d'échantillonnage variaient entre 1,06 et 1,15, avec des effets de confusion très faibles sur les échelles de différence et de rapport (**tableau A2**). Lorsqu'on compare les TIM entre les années et en utilisant 2018 comme référence, toutes les années d'échantillonnage antérieures avaient des valeurs inférieures sauf en 2016, puisque l'IC supérieur de 95 % de l'estimation chevauche la valeur nulle (**tableau A3**). Lorsque l'année d'échantillonnage est traitée comme variable continue, le nombre de pièges entomologiques a diminué de façon linéaire de 2003 à 2018 (ß = −1.13 [−1,45–0,81; $p < 0{,}0001$]). Par conséquent, le nombre de pièges entomologiques et le TIM sont inversement corrélés entre 2003 et 2018, avec une augmentation de 2 % dans les TIM pour chaque piège entomologique déployé de moins, dans le temps (ß = 0.98 [0,98–0,99; $p < 0{,}0001$]). Au niveau de chaque piège entomologique déployé au Québec, les températures annuelles moyennes ont augmenté (ß = 0,04 [0,02–0,06; $p = 0{,}0003$]), tandis que les précipitations annuelles moyennes ont diminué (ß = −0,008 [−0,02–0,006; $p = 0{,}07$]) de 2003 à 2018.

Tableau A2 : Différences et rapport entre les estimés associés à l'année d'échantillonnage dans le modèle avec et sans les données météorologiques, en utilisant l'ensemble de données entomologiques de 2003 à 2018

Modèles de régression	Estimés pour l'année d'échantillonnage en tant que variable continue avec les données météorologiques		Valeur-*p*	Différence entre les estimés[a]	Rapport de risque dans les estimés pour l'année d'échantillonnage[b]
	n	IC à 95 %			
A) Par mois précédent					
Juillet	1,08	1,04–1,12	< 0,000 1	0,01	1,01
Juin[c]	1,11	1,07–1,15	< 0,000 1	−0,02	0,98
Mai[c]	1,09	1,06–1,12	< 0,000 1	0,00	1,00
Avril	1,07	1,04–1,11	0,000 1	0,02	1,02
Mars	1,15	1,12–1,18	< 0,000 1	−0,06	0,95
Février	1,08	1,05–1,11	< 0,000 1	0,01	1,01
Janvier	1,14	1,10–1,18	< 0,000 1	−0,05	0,96
Décembre	1,11	1,06–1,14	0,000 7	−0,02	0,98
Novembre	1,06	1,03–1,09	0,000 3	0,03	1,03
Octobre	1,08	1,04–1,13	< 0,000 1	0,01	1,01
Septembre	1,09	1,06–1,13	< 0,000 1	0,00	1,00
Août	1,09	1,07–1,12	< 0,000 1	0,00	1,00
B) Par saison[d]					
Été[c]	1,12	1,10–1,15	< 0,000 1	−0,03	0,97
Printemps[e]	1,09	1,06–1,1	< 0,000 1	0,00	1,00
Hiver	1,12	1,07–1,16	< 0,000 1	−0,03	0,97
Automne	1,08	1,05–1,11	< 0,000 1	0,01	1,01
C) Groupe de quatre mois					
De novembre de l'année précédente à février de l'année en cours	1,09	1,05–1,13	< 0,000 1	0,00	1,00
D) Groupe de six mois					
De septembre de l'année précédente à février de l'année en cours	1,09	1,06–1,11	< 0,0001	0,00	1,00
E) Groupe de dix mois[f]					
De septembre de l'année précédente à juillet de l'année en cours	1,08	1,06–1,10	< 0,000 1	0,01	1,01

[a] ß sans données météorologiques équivalentes à 1,09 (IC à 95 %; 1,06–1,12; valeur-*p* < 0,000 1) – ß avec données météorologiques
[b] ß sans données météorologiques équivalentes à 1,09 (IC à 95 %; 1,06–1,12; valeur-*p* < 0,000 1) / ß avec données météorologiques
[c] Une équation polynomiale avec trois termes a été utilisée, car le modèle ne convergeait pas avec quatre
[d] L'été représente les mois de juin et de juillet; le printemps représente les mois de mars à mai; l'hiver représente les mois de décembre à février; l'automne représente les mois de septembre à octobre
[e] La mesure répétée a été limitée à chaque lot de moustiques pour permettre au modèle de converger, car il n'était pas possible d'imbriquer la variable des pièges-année de la même ville dans celle de chaque RSS
[f] Aucune mesure répétée n'a été utilisée pour que ces modèles convergent

Tableau A3 : Résultats du modèle de régression post hoc utilisant l'année d'échantillonnage pour prédire le taux d'infection minimal de *Cx. pipiens-restuans*, à l'aide des données entomologiques de 2003 à 2018

Année d'échantillonnage	Taux d'infection minimal de *Cx. pipiens-restuans* pour 1 000 moustiques		Rapport du taux d'infection minimal		Valeur-*p*
	n	Taux	n	Taux	
2003	3,0	1,7–4,4	0,24	0,16–0,34	< 0,0001[a]
2004	0,9	0–2,1	0,06	0,04–0,10	< 0,0001[a]
2005	3,4	2,0–4,8	0,21	0,12–0,36	< 0,0001[a]
2006	0,2	0–0,4	0,05	0,03–0,10	< 0,0001[a]
2013	5,5	3,2–7,8	0,41	0,26–0,66	0,0002[a]
2014	4,2	2,7–5,6	0,31	0,20–0,46	< 0,0001[a]
2015	5,6	2,6–8,7	0,36	0,21–0,65	0,0005[a]
2016	5,6	2,3–9,0	0,50	0,22–1,13	0,1
2017	5,4	3,2–7,7	0,53	0,35–0,80	0,002[a]
2018 (Référence)	11,8	0–91,1	1,00	1,00	–
Analyse globale de type 3 (avec 9 degrés de liberté)	–	–	$\chi^2 = 17{,}98$	$\chi^2 = 17{,}98$	0,04

Abréviation : –, renseignements non disponibles
[a] Une valeur statistiquement significative après la correction de Bonferroni pour neuf comparaisons utilisant un seuil de 0,006 (correspondant à 0,05/9)

Surveillance des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de leurs agents pathogènes associés au Canada, 2019

Christy H Wilson[1]*, Salima Gasmi[2], Annie-Claude Bourgeois[1], Jacqueline Badcock[3], Navdeep Chahil[4], Manisha A Kulkarni[5], Min-Kuang Lee[4], L Robbin Lindsay[6], Patrick A Leighton[7], Muhammad G Morshed[4,8], Christa Smolarchuk[9], Jules K Koffi[2]

Résumé

Contexte : Les principaux vecteurs de l'agent de la maladie de Lyme au Canada sont les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus*. La surveillance des tiques et des agents pathogènes qu'elles peuvent transmettre peut fournir des renseignements sur le risque régional de maladies transmises par les tiques et orienter les interventions de santé publique. L'objectif de cet article est de caractériser la surveillance passive et active des principaux vecteurs de tiques de la maladie de Lyme au Canada en 2019 et des agents pathogènes transmis par les tiques qu'ils transportent.

Méthodes : Les données de surveillance passive ont été compilées à partir du Laboratoire national de microbiologie (LNM) et de sources de données provinciales sur la santé publique. La surveillance active a été menée dans des sites sentinelles sélectionnés dans toutes les provinces. Une analyse descriptive des tiques soumises et la prévalence d'infection par des pathogènes transmis par les tiques sont présentées. Les tendances saisonnières et spatiales sont également décrites.

Résultats : Dans le cadre de la surveillance passive, des spécimens d'*I. scapularis* (n = 9 858) ont été soumis par toutes les provinces sauf la Colombie-Britannique et des spécimens d'*I. pacificus* (n = 691) ont été soumis en Colombie-Britannique et en Alberta. Aucune tique n'a été soumise dans les territoires. Le schéma de distribution saisonnier était bimodal pour les adultes *I. scapularis*, mais unimodal pour les adultes *I. pacificus*. *Borrelia burgdorferi* était l'agent pathogène le plus répandu chez *I. scapularis* (18,8 %) et *I. pacificus* (0,3 %). Dans le cadre de la surveillance active, *B. burgdorferi* a été trouvé chez 26,2 % des *I. scapularis*; *Anaplasma phagocytophilum* chez 3,4 % des *I. scapularis*, et *Borrelia miyamotoi* et le virus Powassan chez 0,5 % ou moins des *I. scapularis*. Ces mêmes agents pathogènes transmis par les tiques n'ont pas été trouvés dans le petit nombre d'*I. pacificus* testés.

Conclusion : Cet article de surveillance donne un aperçu des principaux vecteurs de la maladie de Lyme au Canada et des agents pathogènes qui leur sont associés, ce qui peut servir à surveiller les nouvelles zones à risque d'exposition aux agents pathogènes transmis par les tiques.

Citation proposée : Wilson CH, Gasmi S, Bourgeois A-C, Badcock J, Chahil N, Kulkarni MA, Lee M-K, Lindsay LR, Leighton PA, Morshed MG, Smolarchuk C, Koffi JK. Surveillance des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de leurs agents pathogènes associés au Canada, 2019. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):233–44. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a04f

Mots-clés *: Ixodes scapularis, Ixodes pacificus,* surveillance, Borrelia, Anaplasma, Babesia

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

Affiliations

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

[2] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Saint-Hyacinthe, QC

[3] Santé publique du Nouveau-Brunswick, ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, Fredericton, NB

[4] Laboratoire de santé publique du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique Vancouver, BC

[5] École d'épidémiologie et de santé publique, Université d'Ottawa, Ottawa, ON

[6] Section Une seule Santé, Direction générale du Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

[7] Groupe de recherche en épidémiologie des zoonoses et santé publique (GREZOSP), Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, Saint-Hyacinthe, QC

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

[9] Direction de l'analyse et des rapports de performance, Normes sanitaires, Division de la qualité et de la performance, Alberta Health, Edmonton, AB

***Correspondance :**
christy.wilson@phac-aspc.gc.ca

Introduction

Ixodes scapularis et *Ixodes pacificus* sont des tiques vectrices capables de transmettre à l'homme plusieurs agents pathogènes bactériens, viraux et protozoaires (1). Les populations d'*Ixodes scapularis* augmentent en nombre et en répartition dans le sud, le centre et l'est du Canada (2–4). Le climat (e.g. la hausse des températures, les changements dans les précipitations) et les facteurs environnementaux (e.g. les changements dans l'utilisation des terres) contribuent à l'expansion de l'aire de répartition géographique des tiques, ce qui peut accroître l'exposition aux maladies transmises par les tiques (1,5–7). Ces changements peuvent également créer des saisons plus longues pour que les tiques adventices s'établissent dans de nouvelles zones et augmenter les interactions entre l'homme et les tiques (1,4,6–8). L'expansion continue de l'aire de répartition des tiques au Canada représente un défi pour la santé publique, car la sensibilisation aux risques de maladies transmises par les tiques et la capacité de surveillance et de dépistage doivent également s'étendre à ces régions (1).

La maladie de Lyme (ML) est la maladie vectorielle la plus fréquemment signalée au Canada, et l'incidence des cas signalés a été multipliée par plus de 17 entre 2009 et 2019 (9,10). L'agent responsable de la ML, *Borrelia burgdorferi*, est transmis par *I. scapularis* dans le centre et l'est du Canada et par *I. pacificus* en Colombie-Britannique. Au-delà de la ML, d'autres maladies transmises par les tiques, dont l'anaplasmose (causée par la bactérie *Anaplasma phagocytophilum*), la babésiose (causée par le parasite *Babesia microti*), la fièvre récurrente causée par les tiques dures (causée par la bactérie *Borrelia miyamotoi*) et la maladie du virus Powassan, apparaissent comme des maladies acquises localement au Canada (1,11–15).

La surveillance passive a débuté au début des années 1990 au Canada pour détecter la présence des tiques vectrices *I. scapularis* et *I. pacificus* et leur infection par *B. burgdorferi* (16). La surveillance active est en cours depuis les années 2000 pour déterminer les zones où les populations de tiques vectrices s'établissent et, par conséquent, où la ML peut devenir endémique (zones à risque de ML) (17,18). Il s'agit de la première édition d'un article annuel pancanadien résumant les résultats de la surveillance passive et active des vecteurs et mettant à jour les estimations de la prévalence de l'infection chez les tiques. Une étude précédente de Guillot *et al*. (19) a résumé les résultats d'une étude pancanadienne sur la surveillance des tiques; toutefois, cette étude ne portait que sur la surveillance active des tiques à partir de sites sentinelles.

L'objectif de cet article de surveillance est de fournir un résumé épidémiologique des principaux vecteurs de la ML au Canada, *I. scapularis* et *I. pacificus*, et de leurs agents pathogènes associés, recueillis par les systèmes de surveillance active et passive en 2019. Cet article résume également la prévalence et la distribution spatiale des agents pathogènes transmis par les tiques.

Méthodes

Sources de données

Cet article utilise deux types de données de surveillance provenant de six sources différentes : 1) des données de surveillance passive des tiques provenant du Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada, du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique et d'Alberta Health (20); et 2) des données de surveillance active des tiques provenant du Réseau sentinelle canadien de surveillance de la maladie de Lyme (ReSCaL), du ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick et de l'Université d'Ottawa.

Surveillance passive des tiques

Dans le cadre de la surveillance passive des tiques, les tiques sont collectées par le public et soumises aux cliniques médicales, aux cliniques vétérinaires ou directement à un laboratoire de santé publique provincial ou à une autre institution (e.g. un laboratoire universitaire) pour l'identification des espèces (16). Le lieu d'acquisition, l'historique des déplacements au cours des deux dernières semaines, la date de collecte, le niveau d'engorgement, le stade de la tique et l'hôte sont enregistrés.

Cet article met l'accent sur les tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* collectées au Canada, bien que plusieurs autres espèces de tiques aient également été collectées. Les tiques ayant un lieu d'acquisition international, un lieu imprécis au Canada qui ne pouvait pas être géocodé (e.g. province seulement, lieux multiples indiqués) ou des antécédents de déplacement ont été exclus pour créer un ensemble de données sur les tiques acquises localement. Au fil des ans, les programmes de surveillance passive des tiques ont été interrompus dans différents juridictions, c'est à dire en Nouvelle-Écosse, dans le sud-ouest du Québec (Montérégie) et dans l'est de l'Ontario; cependant, le public continue de soumettre directement au LNM un nombre relativement faible de tiques acquises dans ces juridictions.

En 2019, la Saskatchewan, le Manitoba, l'Ontario, le Québec, Terre-Neuve-et-Labrador, le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard ont envoyé des tiques au LNM pour tester les agents pathogènes transmis par les tiques (*A. phagocytophilum*, *B. burgdorferi* et *B. microti*) en utilisant les méthodes décrites précédemment (21,22). Les tiques peuvent être soumises individuellement ou par groupes de deux ou plus (soumission multiple). Pour les tests de laboratoire, les tiques provenant d'une même soumission multiple ont été regroupées et testées ensemble. En Colombie britannique (23) et en Alberta (24), des tests ont été effectués dans des laboratoires financés par la province sur des tiques individuelles pour détecter uniquement *B. burgdorferi*. Les tiques sont rarement rencontrées dans le nord du Canada et, par conséquent, les programmes officiels de surveillance passive des tiques pour *I. scapularis* ou *I. pacificus* ne sont pas établis au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut.

Surveillance active des tiques
La surveillance active implique la collecte de tiques dans l'environnement par un échantillonnage par traînée ou par la capture de mammifères hôtes qui sont examinés à la recherche de tiques. Cette méthode vise à déterminer les endroits où les populations émergentes de tiques s'établissent (4,18). Pour cet article, seules *I. scapularis* et *I. pacificus* collectées par échantillonnage par traînée ont été incluses pour l'analyse, bien que plusieurs autres espèces de tiques aient également été collectées.

Cet article rassemble des données provenant du ReSCaL, du ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick et de l'Université d'Ottawa. Le ReSCaL a utilisé des méthodes standardisées pour effectuer des traînées dans 96 sites répartis dans toutes les provinces (19). Le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick et l'Université d'Ottawa ont utilisé des méthodes de traînées similaires pour visiter 73 et 15 sites, respectivement (25). La date de la visite, le lieu de collecte (latitude et longitude), l'espèce de tique et le stade de la tique ont été enregistrés pour toutes les tiques collectées.

Les nymphes et les adultes de *I. scapularis* et *I. pacificus* ont été testés pour les agents pathogènes transmis par les tiques. Les tiques recueillies par le ReSCaL et par la province du Nouveau-Brunswick ont été testées pour *A. phagocytophilum*, *B. microti*, *B. burgdorferi*, *B. miyamotoi* et le virus Powassan (tiques du ReSCaL seulement) au LNM en utilisant des méthodes décrites précédemment (19,21,22). Les tiques collectées par l'Université d'Ottawa ont été testées pour *A. phagocytophilum*, *B. burgdorferi* et *B. miyamotoi* avec des tests de réaction de polymérisation en chaîne quantitative décrits précédemment (25) utilisant le gène *flaB* pour *B. miyamotoi* et incluant un test de confirmation ciblant *msp2* chez *A. phagocytophilum*. Le dépistage de *B. microti* a utilisé un test de réaction de polymérisation en chaîne quantitative ciblé sur le gène *cctη* (21).

Analyse

Caractéristiques des tiques
Pour la surveillance passive des tiques, nous avons calculé des statistiques descriptives pour la province d'acquisition, l'espèce de tique, le stade (larve, nymphe, adulte mâle ou adulte femelle), le niveau d'engorgement (non nourri, partiellement engorgé ou complètement engorgé), l'hôte (humain, chien, chat ou autre) et le mois de collecte. Pour la surveillance active des tiques, nous avons calculé des statistiques descriptives pour la province d'acquisition, l'espèce de tique et le stade (larve, nymphe ou adulte). Le lieu probable d'acquisition des tiques a été cartographié à l'aide de QGIS (version 3.8.1).

Prévalence de l'infection
Pour les tiques soumises dans le cadre de la surveillance passive, l'estimation du maximum de vraisemblance de la prévalence avec des intervalles de confiance à 95 % ont été calculées dans Excel (version 16.0) en utilisant le module complémentaire PooledInfRate (version 4.0) pour tenir compte des tests groupés (26,27). La prévalence des co-infections a été évaluée parmi les soumissions uniques uniquement pour s'assurer qu'il s'agissait de véritables co-infections (deux agents pathogènes ou plus dans la même tique). La prévalence des co-infections a été calculée comme le nombre de tiques co-infectées divisé par le nombre total de tiques testées. La prévalence dans le cadre de la surveillance active a été calculée de la même façon, toutes les tiques ayant été testées individuellement.

Résultats

Surveillance passive des caractéristiques des tiques

En 2019, 10 549 tiques *I. pacificus* et *I. scapularis* ont été soumises dans toutes les provinces dans le cadre de la surveillance passive (**tableau 1**). La majorité des tiques (90,0 %) ont été soumises par trois provinces : l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick (**figure 1**). La majorité des tiques (94,0 %) étaient des soumissions uniques, mais il y avait 242 soumissions multiples (fourchette : 2–8 tiques). C'est en Nouvelle-Écosse que la proportion de soumissions multiples est la plus élevée (13,7 %; n = 7/51).

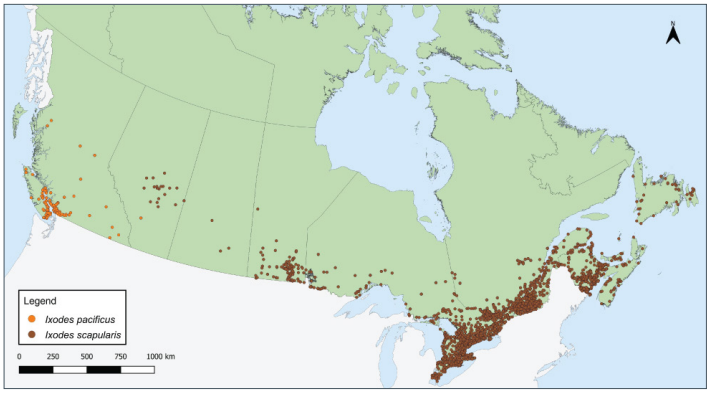
Les données sur le stade de développement de la tique, le niveau d'engorgement et l'hôte étaient disponibles pour 99,9 %, 0 % et 100 % des *I. pacificus*, respectivement. Les données sur le stade de la tique, le niveau d'engorgement et l'hôte étaient disponibles pour 99,4 %, 99,3 % et 99,6 % des *I. scapularis*, respectivement. Les tiques adultes ont été soumises le plus fréquemment, et la plupart étaient des femelles (*I. scapularis* : 89,0 %; *I. pacificus* : 93,8 %) (**tableau 2**). Les larves (0,3 %; 0,4 %) et les nymphes (8,1 %; 3,3 %) ont été soumises moins fréquemment. Globalement, 44,0 % des *I. scapularis* étaient partiellement ou totalement engorgées. Les humains étaient l'hôte le plus courant chez *I. scapularis* et *I. pacificus* (90,3 %, 94,4 %, respectivement), suivi du chien (7,7 %, 5,4 %, respectivement).

Tableau 1 : Nombre de tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de soumissions recueillies par la surveillance passive par province, Canada, 2019[a]

Province	Nombre de tiques			Nombre de soumissions uniques[b]	Soumissions multiples submissions[b]		
	Ixodes scapularis	*Ixodes pacificus*	Total		Nombre de submissions	Nombre médian de tiques par soumission	
						n	Fourchette
Colombie-Britannique	0	690	690	690	s.o.[c]	s.o.[c]	s.o.[c]
Alberta	55	1	56	56	s.o.[c]	s.o.[c]	s.o.[c]
Saskatchewan	3	0	3	3	0	s.o.	s.o.
Manitoba	175	0	175	149	8	3	2–7
Ontario[d]	6 857	0	6 857	6 436	167	2	2–8
Québec[d]	1 697	0	1 697	1 618	31	2	2–7
Terre-Neuve-et-Labrador	44	0	44	42	1	2	2
Nouveau-Brunswick	941	0	941	868	28	2	2–8
Nouvelle-Écosse	72	0	72	44	7	5	2–5
Île-du-Prince-Édouard	14	0	14	14	0	s.o.	s.o.
Total	9 858	691	10 549	9 920	242	2	2–8

Abréviation : s.o., sans objet
[a] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*
[b] Les soumissions uniques ne comprennent qu'une seule tique; les soumissions multiples comprennent deux tiques ou plus soumises ensemble par la même personne
[c] La province n'a pas indiqué si les tiques provenaient d'une seule ou de plusieurs soumissions
[d] La surveillance passive des tiques a été interrompue dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre les tiques directement au Laboratoire national de microbiologie
[e] La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse; toutefois, les personnes pouvaient soumettre les tiques directement au Laboratoire national de microbiologie

Figure 1 : Tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive des tiques, Canada, 2019[a,b]



[a] Chaque point représente le lieu probable d'acquisition d'une tique *I. pacificus* (n = 691) ou *I. scapularis* (n = 9 858) soumise par la surveillance passive
[b] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
Figure en anglais seulement

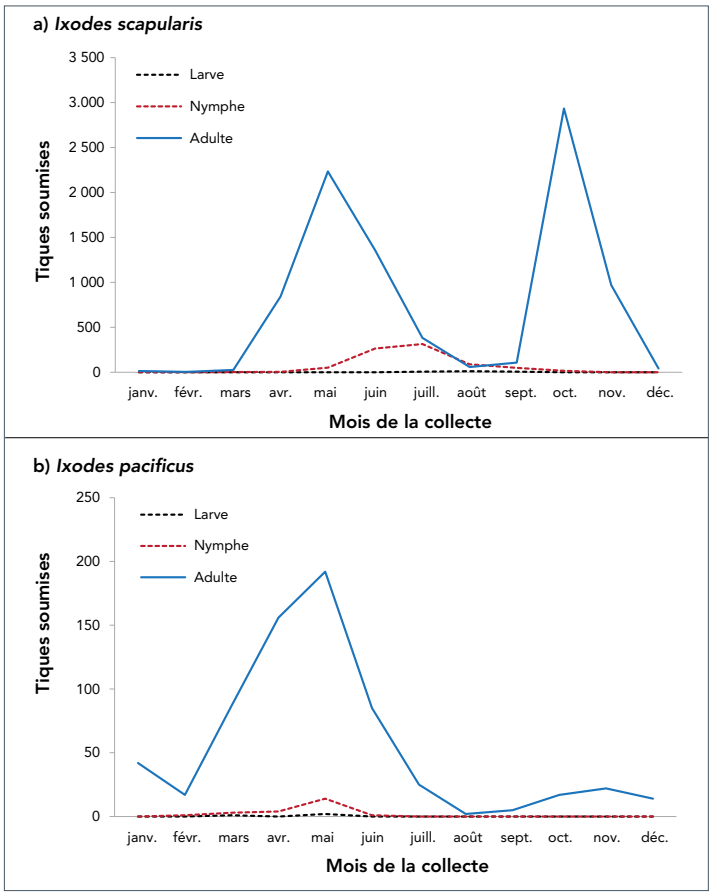
Tableau 2 : Stade de développement, niveau d'engorgement et hôte des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* soumises par la surveillance passive, Canada, 2019[a,b]

Caractéristiques	Espèces de tiques			
	Ixodes scapularis		*Ixodes pacificus*	
	n	%	n	%
Stade de développement				
Larve	27	0,3	3	0,4
Nymphe	795	8,1	23	3,3
Femelle adulte	8 719	89,0	647	93,8
Mâle adulte	256	2,6	17	2,5
Total	9 797	100	690	100
Niveau d'engorgement[c]				
Entièrement engorgée	113	1,2	s.o.	s.o.
Partiellement engorgée	4 188	42,8	s.o.	s.o.
Non alimenté	5 485	56,0	s.o.	s.o.
Total	9 786	100	s.o.	s.o.
Hôte				
Humain	8 870	90,3	652	94,4
Chien	761	7,7	37	5,4
Chat	119	1,2	1	0,1
Autre[d]	72	0,7	1	0,1
Total	9 822	100	691	100

Abréviation : s.o., sans objet
[a] Les données sont présentées pour toutes les tiques lorsqu'elles sont disponibles, que la tique fasse partie d'une soumission unique ou multiple
[b] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
[c] Le niveau d'engorgement n'a pas été signalé pour *I. pacificus*
[d] Comprend l'environnement, le cheval, le lapin, le cerf, la mouffette et d'autres animaux non spécifiés

Le mois d'acquisition était disponible pour 99,9 % des *I. pacificus* et 99,4 % des *I. scapularis*. Des tiques acquises localement ont été soumises au cours de chaque mois de l'année (**figure 2**). Les soumissions d'adultes *I. scapularis* ont atteint un pic en mai et en octobre, tandis qu'il y avait un seul pic pour les adultes *I. pacificus* en mai. Les soumissions de nymphes *I. scapularis* ont atteint un pic en juin et juillet, tandis que les soumissions de nymphes *I. pacificus* ont atteint un pic en mai.

Figure 2 : Nombre de tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* soumises dans le cadre de la surveillance passive, par mois et stade de développement de la tique, Canada, 2019[a,b]



[a] Les données sont présentées pour les tiques *I. scapularis* (n = 9 797) et *I. pacificus* (n = 690) soumises dans le cadre de la surveillance passive. Le mois de soumission ou le stade de la tique n'était pas disponible pour *I. scapularis* (n = 61) et *I. pacificus* (n = 1)
[b] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires

Prévalence de l'infection dans le cadre de la surveillance passive

Des données sur les tests de laboratoire étaient disponibles pour 97,4 % des *I. pacificus* et 99,0 %–99,5 % des *I. scapularis*, selon l'agent pathogène. L'agent pathogène transmis par les tiques le plus répandu était *B. burgdorferi*, trouvé chez 18,8 % des *I. scapularis* (IC à 95 % : 18,00–19,55), mais seulement 0,3 % de *I. pacificus* (IC à 95 % : 0,05–0,97). Les autres agents pathogènes transmis par les tiques et les co-infections étaient moins répandus (**tableau 3**).

La prévalence de *B. burgdorferi* était plus élevée chez les *I. scapularis* provenant de soumissions multiples (24,5 %, IC à 95 % : 20,64–28,69) que de soumissions uniques (18,5 %, IC à 95 % : 17,71–19,29) (**tableau 4**). La prévalence ne différait pas de manière significative selon le type de soumission pour tous les autres agents pathogènes.

Les *Ixodes scapularis* soumises à partir d'hôtes humains présentaient une prévalence plus élevée d'infection par *B. burgdorferi* (19,2 %, IC à 95 % : 18,39–20,04) que celles soumises pour des hôtes non humains (14,7 %, IC à 95 % : 12,44–17,13) (tableau 4). Cependant, les *I. scapularis* soumises à partir d'hôtes non humains présentaient une prévalence plus élevée d'infection par *A. phagocytophilum* (2,6 %, IC à 95 % : 1,68–3,85) que celles soumises pour des hôtes humains (1,3 %, IC à 95 % : 1,11–1,59). Les deux tiques *I. pacificus* infectées par *B. burgdorferi* provenaient d'hôtes humains.

Des agents pathogènes transmis par les tiques ont été fréquemment trouvés dans les tiques soumises dans le sud du Manitoba, le nord-ouest de l'Ontario, le sud et l'est de l'Ontario, le sud du Québec et le sud du Nouveau-Brunswick (**figure 3** et **figure 4**). Plus des deux tiers des soumissions de tiques infectées par *B. burgdorferi* se trouvaient dans des zones à risque de ML précédemment déterminées (72,1 %; n = 1 313/1 821) (figure 3). La majorité des soumissions multiples provenaient de zones à risque de ML (76,9 %; n = 186/242), dont environ la moitié étaient infectées par *B. burgdorferi* (51,4 %; n = 90/175). Terre-Neuve-et-Labrador, la Nouvelle-Écosse et le Québec présentaient tous une prévalence d'infection par *B. burgdorferi* supérieure à la moyenne nationale pour *I. scapularis* (**tableau 5**). Le Manitoba avait la prévalence la plus élevée d'infection par *A. phagocytophilum* et *B. microti* parmi toutes les provinces.

Tableau 3 : Prévalence des infections à *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum* et *Babesia microti* chez les tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive, Canada, 2019[a,b]

Agent pathogène	Prévalence de l'infection			
	Ixodes pacificus		*Ixodes scapularis*	
Agent unique	Estimation du maximum de vraisemblance[c]			
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
Borrelia burgdorferi	0,3	0,05–0,97	18,8	18,00–19,55
Anaplasma phagocytophilum	s.o.	s.o.	1,4	1,22–1,70
Babesia microti	s.o.	s.o.	0,1	0,07–0,22
N'importe lequel des éléments ci-dessus	0,3	0,05–0,97	20,0	19,23–20,83
Co-infection	Taux de co-infection[d]			
	%	Nombre de tiques co-infectées/nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques co-infectées/nombre de tiques testées
Borrelia burgdorferi + *Anaplasma phagocytophilum*	s.o.	s.o.	0,28	26/9,171
Borrelia burgdorferi + *Babesia microti*	s.o.	s.o.	0,02	2/9,171
Anaplasma phagocytophilum + *Babesia microti*	s.o.	s.o.	0,01	1/9,171
Toute co-infection	s.o.	s.o.	0,32	29/9,171

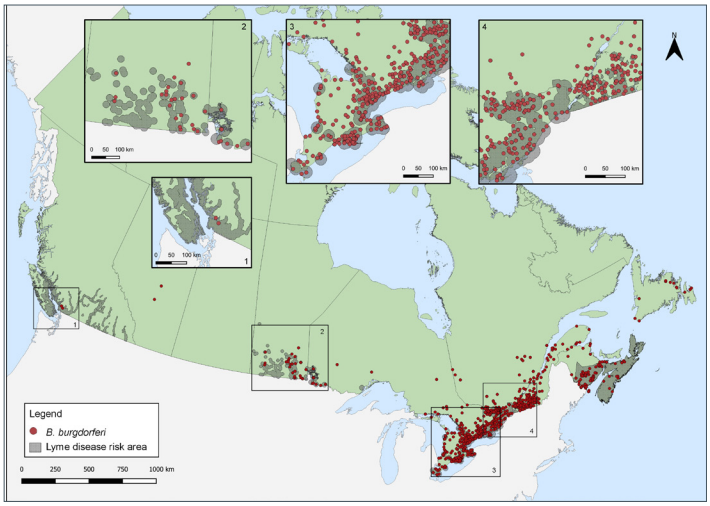
Abréviations : IC, intervalle de confiance; s.o., non testé
[a] Toutes les *I. pacificus* (n = 691) et toutes les *I. scapularis* de l'Alberta (n = 55) n'ont pas été testées pour *A. phagocytophilum et B. microti*
[b] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
[c] Les estimations du maximum de vraisemblance de la prévalence de l'infection ont été utilisées pour tenir compte des tests groupés
[d] Le taux de co-infection a été calculé uniquement parmi les soumissions uniques de tiques

Tableau 4 : Prévalence des infections à *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum* et *Babesia microti* chez les tiques *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive, par type de soumission et par hôte, Canada, 2019[a]

Caractéristiques	Prévalence de l'infection Estimation du maximum de vraisemblance							
	Borrelia burgdorferi		*Anaplasma phagocytophilum*		*Babesia microti*		N'importe lequel des éléments ci-dessus	
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
Type de soumission[b]								
Simple	18,5	17,71–19,29	1,4	1,20–1,69	0,1	0,07–0,22	19,7	18,92–20,55
Multiple	24,5	20,64–28,69	1,7	0,89–3,06	0,2	0,01–0,82	26,3	22,31–30,70
Hôte[c]								
Humain	19,2	18,39–20,04	1,3	1,11–1,59	0,1	0,07–0,23	20,4	19,54–21,23
Non-human[d]	14,7	12,44–17,13	2,6	1,68–3,85	0,1	0,01–0,57	16,7	14,31–19,29

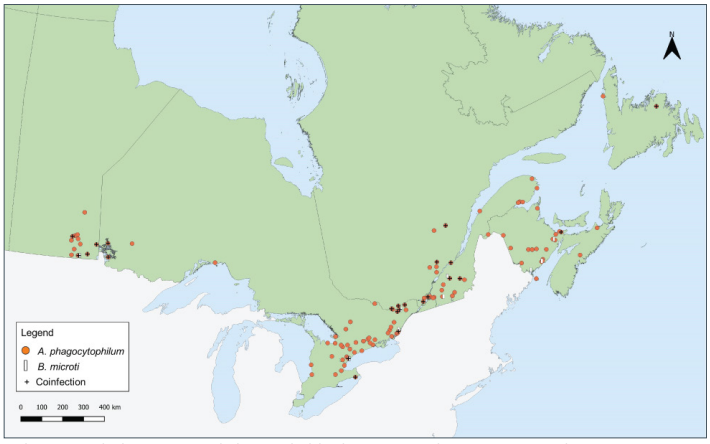
Abréviation : IC, intervalle de confiance
[a] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
[b] Les soumissions uniques comprennent une seule tique. Les soumissions multiples comprennent deux tiques ou plus soumises ensemble par la même personne. Toutes les *I. scapularis* de l'Alberta ont été considérées comme des soumissions uniques
[c] Exclut *I. scapularis* où l'hôte est inconnu ou manquant (n = 43)
[d] Les hôtes non humains comprennent le chien, le chat, l'environnement, le cheval, le lapin, le cerf, la mouffette ou tout autre animal non spécifié

Figure 3 : Tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive et infectées par *Borrelia burgdorferi*, Canada, 2019[a,b,c]



[a] Chaque point représente le lieu probable d'acquisition d'au moins une soumission de tique unique ou multiple *I. pacificus* (n = 2) ou *I. scapularis* (n = 1 819) soumise dans le cadre de la surveillance passive et infectée par *B. burgdorferi*
[b] Les zones à risque de la maladie de Lyme sont déterminées par les provinces à partir de 2020 en utilisant les méthodes décrites dans la définition nationale des cas de maladie de Lyme de 2016 (28)
[c] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
Figure en anglais seulement

Figure 4 : Tiques *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive et infectées par *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti* et co-infections, Canada, 2019[a,b]



[a] Chaque symbole représente le lieu probable d'acquisition d'une soumission de tique unique ou multiple de *I. scapularis* soumise dans le cadre de la surveillance passive et testée positive pour *A. phagocytophilum* (n = 141), *B. microti* (n = 13) ou une co-infection (n = 29). Les co-infections étaient limitées à des soumissions uniques d'*I. scapularis*, et comprennent *B. burgdorferi* + *A. phagocytophilum* (n = 26), *B. burgdorferi* + *B. microti* (n = 2) et *A. phagocytophilum* + *B. microti* (n = 1)
[b] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
Figure en anglais seulement

Tableau 5 : Prévalence des infections à *Borrelia burgdorferi, Anaplasma phagocytophilum* et *Babesia microti* chez les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* soumises dans le cadre de la surveillance passive, par province, Canada, 2019[a]

Province	Prévalence de l'infection Estimation du maximum de vraisemblance					
	Borrelia burgdorferi		*Anaplasma phagocytophilum*		*Babesia microti*	
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
Ixodes pacificus						
Colombie-Britannique	0,3	0,05–0,97	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Ixodes scapularis						
Alberta[b]	5,5	1,45–14,01	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Saskatchewan	0,0	0–56,15	0,0	0–56,15	0,0	0–56,15
Manitoba	18,3	12,94–24,68	10,4	6,38–15,81	2,4	0,78–5,63
Ontario	18,3	17,37–19,22	0,9	0,73–1,18	0,1	0,02–0,14
Québec	24,2	22,18–26,30	1,9	1,32–2,63	0,1	0,02–0,39
Terre-Neuve-et-Labrador	29,5	17,63–44,01	4,6	0,82–14,28	0,0	0–8,02
Nouveau-Brunswick	12,8	10,80–15,10	2,6	1,70–3,74	0,3	0,08–0,87
Nouvelle-Écosse	26,2	15,38–39,82	3,9	0,70–12,31	0,0	0–6,82
Île-du-Prince-Édouard	0,0	0–21,53	0,0	0–21,53	0,0	0–21,53
Total	18,8	18,00–19,55	1,5	1,22–1,70	0,1	0,07–0,22

Abréviations : IC, intervalle de confiance; s.o., non testé
[a] Aucune surveillance passive n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La surveillance passive des tiques a été interrompue dans toute la province de la Nouvelle-Écosse et dans certaines régions de l'Ontario et du Québec; toutefois, les personnes pouvaient soumettre des tiques directement au Laboratoire national de microbiologie dans ces territoires
[b] Exclut *I. pacificus* trouvée dans la province (n = 1) testée négative pour *B. burgdorferi*

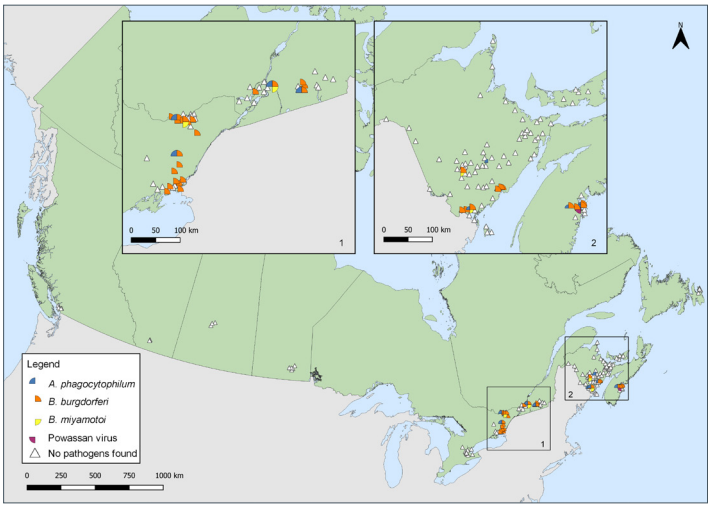
Surveillance active des caractéristiques des tiques

Lors de la surveillance active, *I. scapularis* et *I. pacificus* ont été trouvées dans 78 des 184 sites de surveillance (étendue des tiques trouvées : n = 0-130). Les tiques *Ixodes scapularis* (n = 1 156) ont été trouvées au Manitoba, en Ontario, au Québec, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, tandis que les tiques *I. pacificus* (n = 10) ont été trouvées en Colombie-Britannique. En ce qui concerne le stade de développement, 51,5 % (n = 601/1 166) des tiques ont été identifiées comme des nymphes, 29,5 % (n = 344/1 166) comme des adultes et 19,0 % (n = 221/1 166) comme des larves.

Prévalence de l'infection dans le cadre de la surveillance active

Les données sur les tests de laboratoire étaient disponibles pour 100 % des *I. pacificus* collectées et 73,8 % à 98,3 % des nymphes et des adultes de *I. scapularis* collectées, selon l'agent pathogène. Aucun agent pathogène transmis par les tiques n'a été trouvé chez *I. pacificus* (**tableau 6**). Dans les tiques *I. scapularis*, *B. burgdorferi* a été établi dans 26,2 % des tiques testées et dans quatre provinces : Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse. *Anaplasma phagocytophilum* a été établi dans les mêmes quatre provinces chez 3,4 % des *I. scapularis*. *Borrelia miyamotoi* et le virus Powassan ont été trouvés dans 0,5 % ou moins. La **figure 5** montre les emplacements des tiques présentant des agents pathogènes transmis par les tiques collectées dans le cadre de la surveillance active.

Figure 5 : Tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* avec agents pathogènes associés collectés dans le cadre de la surveillance active, Canada, 2019[a,b]



[a] Chaque symbole représente un site de surveillance active où *B. burgdorferi* (n = 38), *A. phagocytophilum* (n = 12), *B. miyamotoi* (n = 4) ou le virus Powassan (n = 1) ont été trouvés dans des tiques *I. scapularis*. Il y avait 142 sites où aucun agent pathogène transmis par les tiques n'a été identifié dans les tiques, y compris les sites où aucun *I. scapularis* ou *I. pacificus* n'a été trouvé (n = 108). Aucune surveillance active n'a été menée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*. La présence ou l'absence de tiques *I. scapularis* infectées est influencée par le niveau d'effort variable de la surveillance active entre les provinces et la variation saisonnière lorsque la surveillance active a eu lieu. La prévalence de l'infection doit être interprétée avec prudence, car toutes les activités de surveillance active menées en 2019 au Canada ne sont pas incluses
[b] Nombre de tiques testées : Colombie-Britannique (n = 10), Alberta n = (0), Saskatchewan (n = 0), Manitoba (n = 3), Ontario (n = 188-406 selon l'agent pathogène), Québec (n = 141), Terre-Neuve-et-Labrador (n = 0), Nouveau-Brunswick (n = 194), Nouvelle-Écosse (n = 169) et Île-du-Prince-Édouard (n = 2)
Figure en anglais seulement

Tableau 6 : Prévalence de l'infection chez les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* recueillies dans le cadre de la surveillance active, par province, Canada, 2019[a,b]

Province	Prévalence de l'infection									
	Anaplasma phagocytophilum		*Babesia microti*		*Borrelia burgdorferi*		*Borrelia miyamotoi*		Virus Powassan	
	Nombre de tiques positives/ nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques positives/ nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques positives/ nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques positives/ nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques positives/ nombre de tiques testées	%
Ixodes pacificus										
Colombie-Britannique	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
Ixodes scapularis										
Manitoba	0/3	0	0/3	0	0/3	0	0/3	0	0/3	0
Ontario	14/406	3,5	0/397	0	126/410	30,7	1/410	0,2	0/188	0
Québec	2/141	1,4	0/141	0	28/141	19,8	1/141	0,7	0/141	0
Nouveau-Brunswick	8/194	4,1	0/194	0	41/194	21,1	3/194	1,6	0/194	0
Nouvelle-Écosse	7/169	4,1	0/169	0	46/169	27,2	0/169	0	1/169	0,6
Île-du-Prince-Édouard	0/2	0	0/2	0	0/2	0	0/2	0	0/2	0
Total	31/915	3,4	0/906	0	241/919	26,2	5/919	0,5	1/697	0,1

[a] Aucune tique *I. scapularis* ou *I. pacificus* n'a été collectée ou testée en Alberta, Saskatchewan ou Terre-Neuve-et-Labrador dans le cadre de la surveillance active. Aucune surveillance active n'a été effectuée au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut pour les tiques *I. scapularis* ou *I. pacificus*
[b] La prévalence de l'infection est influencée par le niveau d'effort variable de la surveillance active entre les provinces et la variation saisonnière lorsque la surveillance active a eu lieu. La prévalence de l'infection doit être interprétée avec prudence, car toutes les activités de surveillance active menées en 2019 au Canada ne sont pas incluses

Discussion

En 2019, 9 858 *I. scapularis* et 691 *I. pacificus* ont été soumises dans le cadre de la surveillance passive dans huit provinces. Parmi celles-ci, 20,0 % des *I. scapularis* et 0,3 % des *I. pacificus* étaient infectées par au moins un des agents pathogènes transmis par les tiques testées, notamment *B. burgdorferi*, *A. phagocytophilum* ou *B. microti*. La surveillance active a établi quatre agents pathogènes transmis par les tiques parmi les *I. scapularis* collectées dans quatre provinces, et aucun agent pathogène transmis par les tiques parmi les quelques *I. pacificus* collectées.

Dans le cadre de la surveillance passive, une tique *I. pacificus* sans antécédents de voyage a été identifiée en Alberta, en dehors de la Colombie-Britannique, où l'on sait que des populations reproductrices sont établies. Des tiques *I. pacificus* ont été trouvées dans la province auparavant, sur des oiseaux migrateurs (29), ou sur des hôtes humains ou animaux principalement associés aux voyages (20).

Les tiques ont été soumises à une surveillance passive tous les mois, ce qui souligne le risque potentiel, tout au long de l'année (en fonction du lieu et du temps), d'exposition à des tiques, qui peuvent ou non être infectées par un ou plusieurs agents pathogènes transmis par les tiques. Les tiques *Ixodes* spp., par exemple, étaient souvent trouvées dans l'ouest du Canada en hiver, mais étaient rarement infectées (23). Le pic unique de soumissions de tiques *I. pacificus* au printemps a été historiquement observé en Colombie-Britannique (23) et dans l'ouest des États-Unis (30), car les nymphes et les adultes sont actives pendant les mois plus frais du printemps (31). Des pics bimodaux pour les *I. scapularis* adultes à la fin du printemps et à l'automne ont déjà été observés dans le centre et l'est du Canada (3,16,32), et correspondent à l'activité des tiques *I. scapularis* adultes dans un cycle de vie de trois à quatre ans prolongé, en partie, par des températures printanières plus fraîches (31,33). Les nymphes de ces deux espèces, qui sont les plus impliquées dans la transmission de la ML (34), atteignent leur apogée à la fin du printemps et en été, au moment où l'apparition de la ML chez l'homme est également maximale (9).

Par rapport aux estimations les plus récentes, la prévalence de l'infection par *B. burgdorferi* chez les tiques *I. pacificus* en Colombie-Britannique (0,3 %) était conforme aux taux annuels de 2002 à 2018 compris entre 0,1 et 0,4 % (23). Au Manitoba, la prévalence de l'infection chez les *I. scapularis* était plus faible (18,3 %) que le taux d'infection minimal de 2018, soit 20,7 % (35). En Ontario, la prévalence de l'infection chez les *I. scapularis* est passée à 18,3 %, par rapport au taux de 15,8 % enregistré entre 2011 et 2017 (36). Au Québec, la prévalence de l'infection est également passée de 17,6 % à 24,2 % chez les *I. scapularis* adultes entre 2009 et 2015 (37). La variabilité inter et intra-provinciale de la prévalence annuelle est toutefois influencée par les variations annuelles des conditions météorologiques, l'effort de surveillance, l'historique des populations de vecteurs établies et le caractère approprié de l'habitat.

La prévalence de l'infection des *I. scapularis* par au moins un des pathogènes transmis par les tiques testées était plus élevée dans les soumissions multiples que dans les soumissions uniques. Comme les soumissions multiples sont des indicateurs de l'établissement des tiques dans une zone donnée (38), cela suggère une prévalence d'infection plus élevée parmi les populations de tiques établies.

Plus de deux tiers des tiques infectées par *B. burgdorferi* avaient des lieux probables d'acquisition dans les zones à risque de ML. Les zones à risque de ML sont déterminées par les provinces selon les méthodes décrites dans la définition nationale des cas de ML de 2016 (28) et sont régulièrement mises à jour pour intégrer les nouvelles données de surveillance. Les tiques infectées par *B. burgdorferi* collectées hors de ces zones à risque de ML connues peuvent être des tiques adventices, apportées dans ces zones par des oiseaux migrateurs ou des hôtes terrestres (18). Les autorités de santé publique et les cliniciens doivent être conscients que le risque d'exposition à des tiques infectées existe en dehors des zones de risque de ML connues. Le renforcement de la collaboration en matière de surveillance active peut contribuer à la reconnaissance en temps utile de nouvelles zones à risque de ML. L'identification et le retrait rapides des tiques, quel que soit leur lieu d'acquisition, peuvent prévenir la transmission des agents pathogènes transmis par les tiques.

Dans le cadre de la surveillance active, on a constaté une variabilité géographique de la prévalence de l'infection, similaire aux résultats de la surveillance passive. La réalisation d'une surveillance active standardisée et cohérente dans tout le pays peut aider à établir de nouvelles zones à risque de ML et à détecter d'autres agents pathogènes émergents transmis par les tiques dans les zones à risque de ML connues, ce qui permet d'établir le risque local d'exposition aux maladies transmises par les tiques.

Alors que *B. burgdorferi* était l'agent pathogène transmis par les tiques le plus répandu dans la surveillance passive et active, *A. phagocytophilum*, *B. microti*, *B. miyamotoi* et le virus Powassan ont également été détectés. Toutes les provinces présentaient toutefois une prévalence de l'infection inférieure à celle des zones hyper-endémiques du nord-est des États-Unis. Par exemple, les adultes *I. scapularis* collectées dans le Maine dans le cadre d'une surveillance passive présentaient une prévalence d'infection par *B. burgdorferi*, *A. phagocytophilum* et *B. microti* de 42,4 %, 11,1 % et 6,5 %, respectivement (39).

Les changements climatiques et environnementaux en cours affectent le risque de maladies transmises par les tiques de diverses manières, en modifiant les populations de tiques et leurs hôtes animaux, ainsi qu'en augmentant l'exposition humaine aux tiques (1). Étant donné que les projections actuelles prévoient une augmentation du risque de maladies transmises par les tiques due à l'expansion de l'habitat des *Ixodes* spp. dans le futur (1,5,40), une surveillance continue peut permettre de suivre les changements dans la distribution des tiques et la prévalence de l'infection. D'autres études sont également nécessaires pour comprendre l'émergence et l'écologie d'autres agents pathogènes transmis par les tiques au Canada, qui peuvent différer de *B. burgdorferi*, par exemple, dans leurs cycles de transmission enzootique (41).

Forces et faiblesses

Cet article inaugural combinant la surveillance active et passive des tiques présente un portrait national des vecteurs de tiques et des pathogènes associés émergents. L'intégration des deux types de surveillance est un complément des forces et des faiblesses des systèmes individuels. Alors que la surveillance active demande beaucoup de ressources et est limitée dans sa portée géographique, les programmes de surveillance passive peuvent être mis en œuvre sur une plus grande échelle géographique; cependant, la surveillance passive manque de précision, car elle collecte souvent des tiques adventices amenées par les oiseaux migrateurs, en particulier les tiques collectées sur des animaux de compagnie hôtes qui acquièrent facilement des tiques dans l'environnement (18,38).

Cette étude comporte plusieurs limites. Les programmes provinciaux de surveillance passive, ainsi que l'effort et le calendrier de la surveillance active, varient d'un bout à l'autre du Canada en raison de la limitation des ressources ou de la logistique. La surveillance passive des tiques a été interrompue ou limitée à des hôtes spécifiques dans plusieurs régions. En outre, la surveillance passive des tiques peut être limitée par la sensibilisation du public et les biais géographiques ou spécifiques à l'hôte dans les soumissions de tiques (3,42,43). Toutes les surveillances actives menées au Canada en 2019 n'ont pas été incluses dans cette étude; les données des nombreux groupes qui effectuent des surveillances actives, ce qui inclut les chercheurs universitaires, les communautés autochtones et les bureaux de santé publique régionaux ou provinciaux, n'étaient pas toutes disponibles. Ces limitations conduisent à une sous-estimation du nombre de tiques, ce qui affecte la précision de la prévalence de l'infection. Enfin, il peut être inapproprié de mettre en commun les données de plusieurs systèmes de surveillance active et passive en raison des différences de méthodologie entre les sources.

Conclusion

Les surveillances passive et active ont permis d'identifier *I. scapularis* et *I. pacificus* à travers le Canada en quantités variables selon les endroits, y compris certaines tiques qui étaient infectées par un ou plusieurs pathogènes transmis par les tiques. Les surveillances passive et active des tiques sont utiles pour signaler et confirmer les nouvelles zones à risque de ML, qui peuvent être utilisées pour informer les autorités de santé publique de l'existence d'un risque environnemental de ML. Ces renseignements sont utilisés pour communiquer le risque local de ML et de maladies transmises par les tiques au public ainsi qu'au travailleurs de la santé. Une surveillance continue sera importante pour suivre toute expansion des zones à risque d'exposition aux tiques et aux agents pathogènes transmis par les tiques, et pour cibler de manière appropriée les interventions de santé publique, telles que les campagnes d'éducation et de sensibilisation, dans les zones à risque.

Déclaration des auteurs

C. W. — Analyse formelle, visualisation, rédaction de la version originale, rédaction, révision et édition
S. G., A. B., J. K. — Conceptualisation, supervision, rédaction, révision et édition
J. B., N. C., M. K., M. L., P. L., R. L., M. M., C. S. — Rédaction, révision et édition

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Nous remercions tous ceux qui ont participé à la collecte et à l'analyse des tiques aux niveaux régional, provincial et national, y compris les membres du public qui ont soumis des tiques. Yann Pelcat a créé le fichier de forme de la zone à risque de la maladie de Lyme dans la figure 3. L'échantillonnage par traînée au Nouveau-Brunswick était une collaboration entre le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, le ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick et l'Université du Nouveau-Brunswick.

Financement

Cette étude a été soutenue par l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence). La surveillance passive de la Colombie-Britannique a été soutenue par la Fondation du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique. La surveillance active menée par le Réseau sentinelle canadien de surveillance de la maladie de Lyme (ReSCaL), qui fait partie du *Canadian Lyme Disease Research Network*, a été financée par les Instituts de recherche en santé du Canada. L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ont financé la collecte de données dans 12 sites d'échantillonnage au Québec dans le cadre des

activités de surveillance annuelle. La surveillance active menée par le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick et l'Université d'Ottawa a été financée par l'Agence.

Références

1. Bouchard C, Dibernardo A, Koffi J, Wood H, Leighton PA, Lindsay LR. Augmentation du risque de maladies transmises par des tiques en raison des changements climatiques et environnementaux. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2019;45(4):89–98. DOI

2. Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN, Artsob H. The emergence of Lyme disease in Canada. CMAJ 2009;180(12):1221–4. DOI PubMed

3. Nelder MP, Russell C, Lindsay LR, Dhar B, Patel SN, Johnson S, Moore S, Kristjanson E, Li Y, Ralevski F. Population-based passive tick surveillance and detection of expanding foci of blacklegged ticks Ixodes scapularis and the Lyme disease agent Borrelia burgdorferi in Ontario, Canada. PLoS One 2014;9(8):e105358. DOI PubMed

4. Ogden NH, Koffi JK, Pelcat Y, Lindsay LR. Risque environnemental pour la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada : un sommaire d'informations récentes en matière de surveillance. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2014;40(5):77–86. DOI

5. Leighton PA, Koffi JK, Pelcat Y, Lindsay LR, Ogden NH. Predicting the speed of tick invasion: an empirical model of range expansion for the Lyme disease vector Ixodes scapularis in Canada. J Appl Ecol 2012;49(2):457–64. DOI

6. Ogden NH, Ben Beard C, Ginsberg HS, Tsao JI. Possible effects of climate change on Ixodid ticks and the pathogens they transmit: predictions and observations. J Med Entomol 2021;58(4):1536–45. DOI PubMed

7. Ogden NH, Mechai S, Margos G. Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity. Front Cell Infect Microbiol 2013;3:46. DOI PubMed

8. Ogden NH, Lindsay LR. Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. Trends Parasitol 2016;32(8):646–56. DOI PubMed

9. Gasmi S, Ogden NH, Lindsay LR, Burns S, Fleming S, Badcock J, Hanan S, Gaulin C, Leblanc MA, Russell C, Nelder M, Hobbs L, Graham-Derham S, Lachance L, Scott AN, Galanis E, Koffi JK. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, de 2009 à 2015. Relevé des maladies transmissibles au Canada. 2017;43(10):219-25. DOI

10. Agency de la santé publique du Canada. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada : Rapport annuel préliminaire 2019. Ottawa, ON : ASPC; 2022 (accédé 2022-03-30). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/rapport-surveillance-maladie-lyme-2019.html

11. Kulkarni MA, Berrang-Ford L, Buck PA, Drebot MA, Lindsay LR, Ogden NH. Major emerging vector-borne zoonotic diseases of public health importance in Canada. Emerg Microbes Infect 2015;4:e33. DOI PubMed

12. Nelder MP, Russell CB, Lindsay LR, Dibernardo A, Brandon NC, Pritchard J, Johnson S, Cronin K, Patel SN. Recent emergence of Anaplasma phagocytophilum in Ontario, Canada: early serological and entomological indicators. Am J Trop Med Hyg 2019;101(6):1249–58. DOI PubMed

13. Bullard JM, Ahsanuddin AN, Perry AM, Lindsay LR, Iranpour M, Dibernardo A, Van Caeseele PG. The first case of locally acquired tick-borne Babesia microti infection in Canada. Can J Infect Dis Med Microbiol 2014;25(6):e87–9. DOI PubMed

14. Kadkhoda K, Dumouchel C, Brancato J, Gretchen A, Krause PJ. Human seroprevalence of Borrelia miyamotoi in Manitoba, Canada, in 2011-2014: a cross-sectional study. CMAJ Open 2017;5(3):E690–3. DOI PubMed

15. Bogaty C, Drebot M. Powassan virus - an emerging public health concern. CMAJ 2018;190(15):E472. DOI PubMed

16. Ogden NH, Trudel L, Artsob H, Barker IK, Beauchamp G, Charron DF, Drebot MA, Galloway TD, O'Handley R, Thompson RA, Lindsay LR. Ixodes scapularis ticks collected by passive surveillance in Canada: analysis of geographic distribution and infection with Lyme borreliosis agent Borrelia burgdorferi. J Med Entomol 2006;43(3):600–9. DOI PubMed

17. Bouchard C, Leonard E, Koffi JK, Pelcat Y, Peregrine A, Chilton N, Rochon K, Lysyk T, Lindsay LR, Ogden NH. The increasing risk of Lyme disease in Canada. Can Vet J 2015;56(7):693–9. PubMed

18. Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L, Nguon S, Milord F. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of Borrelia burgdorferi elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. Environ Health Perspect 2010;118(7):909–14. DOI PubMed

19. Guillot C, Badcock J, Clow K, Cram J, Dergousoff S, Dibernardo A, Evason M, Fraser E, Galanis E, Gasmi S, German GJ, Howse DT, Jardine C, Jenkins E, Koffi J, Kulkarni M, Lindsay LR, Lumsden G, McKay R, Moore K, Morshed M, Munn D, Nelder M, Nocera J, Ripoche M, Rochon K, Russell C, Slatculescu A, Talbot B, Thivierge K, Voordouw M, Bouchard C, Leighton P. Surveillance sentinelle du risque de la maladie de Lyme au Canada, 2019 : résultats de la première année du Réseau canadien sentinelle de la maladie de Lyme (RCSMLy). Relevé des maladies transmissibles au Canada 2020;46(10):399–407. DOI

20. Government of Alberta. Tick surveillance - Interactive map. Tableau Public; 2020 (accédé 2021-07-15). https://public.tableau.com/app/profile/ellehojpublic/viz/Ticks_in_AB/AlbertaTicks

21. Schillberg E, Lunny D, Lindsay LR, Nelder MP, Russell C, Mackie M, Coats D, Berry A, Young Hoon KN. Distribution of Ixodes scapularis in northwestern Ontario: results from active and passive surveillance activities in the Northwestern Health Unit catchment area. Int J Environ Res Public Health 2018;15(10):2225. DOI PubMed

22. Dibernardo A, Cote T, Ogden NH, Lindsay LR. The prevalence of Borrelia miyamotoi infection, and co-infections with other Borrelia spp. in Ixodes scapularis ticks collected in Canada. Parasit Vectors 2014;7:183. DOI PubMed

23. Morshed MG, Lee MK, Boyd E, Mak S, Fraser E, Nguyen J, Dykstra EA, Otterstatter M, Henry B, Galanis E. Passive tick surveillance and detection of Borrelia species in ticks from British Columbia, Canada: 2002-2018. Vector Borne Zoonotic Dis 2021;21(7):490–7. DOI PubMed

24. Government of Alberta. Tick surveillance 2019: Summary. Edmonton, AB: Government of Alberta; 2020 (accédé 2021-09-15). https://open.alberta.ca/dataset/f0b7698f-03d4-4d32-858f-141ec7c3c108/resource/91920d4a-96df-4796-93f2-91262d748c68/download/health-tick-surveillance-2019-summary-report.pdf

25. Burrows H, Talbot B, McKay R, Slatculescu A, Logan J, Thickstun C, Lindsay LR, Dibernardo A, Koffi JK, Ogden NH, Kulkarni MA. A multi-year assessment of blacklegged tick (Ixodes scapularis) population establishment and Lyme disease risk areas in Ottawa, Canada, 2017-2019. PLoS One 2021;16(2):e0246484. DOI PubMed

26. Biggerstaff BJ. West Nile virus. Mosquito Surveillance Software. Atlanta (GA): CDC; 2009. https://www.cdc.gov/westnile/resourcepages/mosqSurvSoft.html

27. Walter SD, Hildreth SW, Beaty BJ. Estimation of infection rates in population of organisms using pools of variable size. Am J Epidemiol 1980;112(1):124–8. DOI PubMed

28. Public Health Agency of Canada. Lyme disease 2016 case definition. Ottawa, ON: PHAC; 2017 (accédé 2021-10-22). https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/lyme-disease/surveillance-lyme-disease/case-definition.html

29. Morshed MG, Scott JD, Fernando K, Beati L, Mazerolle DF, Geddes G, Durden LA. Migratory songbirds disperse ticks across Canada, and first isolation of the Lyme disease spirochete, Borrelia burgdorferi, from the avian tick, Ixodes auritulus. J Parasitol 2005;91(4):780–90. DOI PubMed

30. Xu G, Pearson P, Dykstra E, Andrews ES, Rich SM. Human-biting Ixodes ticks and pathogen prevalence from California, Oregon, and Washington. Vector Borne Zoonotic Dis 2019;19(2):106–14. DOI PubMed

31. Eisen RJ, Eisen L, Ogden NH, Beard CB. Linkages of weather and climate with Ixodes scapularis and Ixodes pacificus (Acari: Ixodidae), enzootic transmission of Borrelia burgdorferi, and Lyme disease in North America. J Med Entomol 2016;53(2):250–61. DOI PubMed

32. Gasmi S, Ogden NH, Leighton PA, Lindsay LR, Thivierge K. Analysis of the human population bitten by Ixodes scapularis ticks in Quebec, Canada: increasing risk of Lyme disease. Ticks Tick Borne Dis 2016;7(6):1075–81. DOI PubMed

33. Ogden NH, Lindsay LR, Beauchamp G, Charron D, Maarouf A, O'Callaghan CJ, Waltner-Toews D, Barker IK. Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field. J Med Entomol 2004;41(4):622–33. DOI PubMed

34. Mead PS. Epidemiology of Lyme disease. Infect Dis Clin North Am 2015 Jun;29(2):187–210. DOI PubMed

35. Government of Manitoba. Manitoba Health, Seniors and Active Living, Population Health Division, Population and Public Health Branch CDC. Manitoba Annual Tick-borne Disease Report 2018. Winnipeg, MB: Government of Manitoba; 2020 (accédé 2021-09-29). https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/cdc/tickborne/docs/tbd_report2018.pdf

36. Nelder MP, Russell CB, Dibernardo A, Clow KM, Johnson S, Cronin K, Patel SN, Lindsay LR. Monitoring the patterns of submission and presence of tick-borne pathogens in Ixodes scapularis collected from humans and companion animals in Ontario, Canada (2011-2017). Parasit Vectors 2021;14(1):260. DOI PubMed

37. Gasmi S, Ogden NH, Ripoche M, Leighton PA, Lindsay RL, Nelder MP, Rees E, Bouchard C, Vrbova L, Rusk R, Russell C, Pelcat Y, Mechai S, Kotchi SO, Koffi JK. Detection of municipalities at-risk of Lyme disease using passive surveillance of Ixodes scapularis as an early signal: A province-specific indicator in Canada. PLoS One 2019;14(2):e0212637. DOI PubMed

38. Gasmi S, Bouchard C, Ogden NH, Adam-Poupart A, Pelcat Y, Rees EE, Milord F, Leighton PA, Lindsay RL, Koffi JK, Thivierge K. Evidence for increasing densities and geographic ranges of tick species of public health significance other than Ixodes scapularis in Québec, Canada. PLoS One 2018;13(8):e0201924. DOI PubMed

39. Rounsville TF, Dill GM, Bryant AM, Desjardins CC, Dill JF. Statewide passive surveillance of Ixodes scapularis and associated pathogens in Maine. Vector Borne Zoonotic Dis 2021;21(6):406–12. DOI PubMed

40. Koffi JK, Leighton PA, Pelcat Y, Trudel L, Lindsay LR, Milord F, Ogden NH. Passive surveillance for I. scapularis ticks: enhanced analysis for early detection of emerging Lyme disease risk. J Med Entomol 2012;49(2):400–9. DOI PubMed

41. Eisen RJ, Eisen L. The blacklegged tick, Ixodes scapularis: an increasing public health concern. Trends Parasitol 2018;34(4):295–309. DOI PubMed

42. Johnson JL, Ginsberg HS, Zhioua E, Whitworth UG Jr, Markowski D, Hyland KE, Hu R. Passive tick surveillance, dog seropositivity, and incidence of human lyme disease. Vector Borne Zoonotic Dis 2004;4(2):137–42. DOI PubMed

43. Ogden NH, Feil EJ, Leighton PA, Lindsay LR, Margos G, Mechai S, Michel P, Moriarty TJ. Evolutionary aspects of emerging Lyme disease in Canada. Appl Environ Microbiol 2015;81(21):7350–9. DOI PubMed

Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, 2009 à 2019

Salima Gasmi[1]*, Jules K Koffi[1], Mark P Nelder[2], Curtis Russell[2], Scott Graham-Derham[3], Lisa Lachance[4], Bijay Adhikari[5], Jacqueline Badcock[6], Shamara Baidoobonso[7], Beverly A Billard[8], Beth Halfyard[9], Stéphanie Jodoin[10], Mayank Singal[11], Annie-Claude Bourgeois[12]

Résumé

Contexte : La maladie de Lyme (ML) est une infection multisystémique qui peut toucher la peau, le cœur, les articulations et le système nerveux. Au Canada, l'incidence des cas de la ML a augmenté au cours de la dernière décennie, faisant de cette maladie un problème de santé publique. L'objectif de cette étude est de résumer l'épidémiologie des cas de la ML signalés au Canada de 2009 à 2019.

Méthodes : L'incidence dans le temps, la classification des cas (confirmés et probables), la distribution saisonnière et géographique, les caractéristiques démographiques et cliniques des cas de la ML signalés ont été décrites. La régression logistique a été utilisée pour explorer les facteurs de risque démographiques potentiels pour l'apparition de la ML.

Résultats : De 2009 à 2019, un total de 10 150 cas de la ML ont été signalés par les provinces à l'Agence de la santé publique du Canada, dont 7 242 (71,3 %) étaient des cas confirmés et 2 908 (28,7 %) des cas probables. Le nombre annuel est passé de 144 en 2009 à 2 634 en 2019, principalement en raison d'une augmentation des infections acquises localement, de 65,3 % à 93,6 %, respectivement. La majorité des cas (92,1 %) ont été signalés dans trois provinces : Ontario (46,0 %); Nouvelle-Écosse (28,0 %); et Québec (18,1 %). La plupart des cas acquis localement (74,0 %) ont été signalés pendant les mois d'été de juin (20,0 %), juillet (35,4 %) et août (18,6 %). Les taux d'incidence les plus élevés (cas pour 100 000 habitants) ont été observés chez les enfants âgés de 5 à 9 ans (45,0) et chez les adultes âgés de 65 à 69 ans (74,3), 57,3 % de tous les cas signalés ayant été enregistrés chez les hommes. Les symptômes les plus fréquents étaient les érythèmes migrants uniques (75,1 %) et l'arthrite (34,1 %). La fréquence des manifestations cliniques rapportées varie selon les groupes d'âge et les saisons, l'érythème migrant et l'arthrite étant rapportés plus fréquemment chez les enfants que chez les patients plus âgés.

Conclusion : Les résultats de ce rapport soulignent l'émergence continue de la ML au Canada et la nécessité de poursuivre l'élaboration et la mise en œuvre de campagnes de sensibilisation ciblées visant à minimiser le fardeau de la ML.

Citation proposée : Gasmi S, Koffi JK, Nelder MP, Russell C, Graham-Derham S, Lachance L, Adhikari B, Badcock J, Baidoobonso S, Billard BA, Halfyard B, Jodoin S, Singal M, Bourgeois AC. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, 2009 à 2019. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):245–54. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a05f

Mots-clés : surveillance, *Ixodes scapularis*, *Ixodes pacificus*, maladie transmise par les tiques, maladie de Lyme, Canada

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

Affiliations

[1] Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Saint-Hyacinthe, QC

[2] Maladies entériques, zoonotiques et à transmission vectorielle, Santé publique Ontario, Toronto, ON

[3] Lutte contre les maladies transmissibles, Santé Manitoba, Winnipeg, MB

[4] Direction de la promotion de la santé et du bien-être, Division de la santé publique et de la conformité, Alberta Health, Edmonton, AB

[5] Direction de la santé de la population, Ministère de la Santé, Regina, SK

[6] Bureau du médecin hygiéniste en chef, Ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, Fredericton, NB

[7] Ministère de la Santé et du Mieux-être de l'Île-du-Prince-Édouard, Évaluation et surveillance de la santé de la population, Charlottetown, PE

[8] Direction de la santé publique, Ministère de la Santé et du Mieux-Être, Halifax, NS

[9] Santé et services communautaires, Direction de la santé de la population, St. John's, NL

[10] Direction générale adjointe de la protection de la santé publique, Ministère de la Santé et des Services sociaux, Québec, QC

[11] Service des maladies transmissibles et de l'immunisation, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique Vancouver, BC

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

***Correspondance :**

salima.gasmi@phac-aspc.gc.ca

Introduction

La maladie de Lyme (ML) est la zoonose transmise par les tiques la plus fréquemment signalée en Amérique du Nord et en Europe. Au Canada, la ML est causée par le spirochète *Borrelia burgdorferi* (*B. burgdorferi*) *sensu stricto* et transmise par les tiques *Ixodes pacificus* (*I. pacificus*) en Colombie-Britannique et *Ixodes scapularis* (*I. scapularis*) dans le centre et l'est du Canada. Au cours de la dernière décennie, le réchauffement du climat, ainsi que des facteurs anthropiques comme les modifications du paysage, ont contribué à l'expansion de l'aire géographique des tiques et des maladies transmises par les tiques (1,2). Par conséquent, l'incidence des cas de la ML a augmenté au cours de la dernière décennie (3), ce qui en fait une maladie préoccupante pour la santé publique au Canada.

La maladie de Lyme est une infection multisystémique qui peut toucher la peau, le cœur, les articulations et le système nerveux. Environ 70 % des personnes mordues par une tique infectée par *B. burgdorferi* développent une éruption cutanée, l'érythème migrant, qui peut être accompagnée de symptômes grippaux (4). En l'absence de traitement, les spirochètes se disséminent dans l'organisme par le sang et peuvent provoquer de multiples lésions secondaires d'érythème migrant, des manifestations cardiaques (cardiopathie, bloc atrio-ventriculaire, arythmie et palpitations) et des manifestations neurologiques (paralysie faciale—paralysie de Bell—et méningite). Des mois à des années après l'infection, la ML tardive peut se manifester par des épisodes d'arthrite articulaire uniques ou récurrents. Il convient de noter qu'un décès attribué à des complications de la cardite de Lyme a été enregistré au Canada en 2018 (5).

Ce rapport résume l'épidémiologie des cas de la ML signalés au Canada de 2009 à 2019.

Méthodes

Définitions des cas

La maladie de Lyme est à déclaration obligatoire au niveau national depuis 2009. En 2016, la définition de cas de la ML (6) a été révisée pour proposer cinq méthodes d'identification du risque de la ML afin de simplifier la déclaration par les juridictions (**tableau A1**).

Sources de données

Les renseignements sur les cas de la ML déclarés de 2009 à 2019 ont été obtenus auprès des autorités de santé publique provinciales et territoriales par le Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (SCSMDO) et le Système de surveillance renforcé de la maladie de Lyme (SSRML) de l'Agence de la santé publique du Canada. Le SCSMDO ne recueille que les données démographiques, la date de l'épisode et la classification des cas auprès des provinces et des territoires. Le SSRML saisit des données supplémentaires, notamment le lieu géographique d'exposition possible pour les cas acquis localement et ceux liés aux voyages, les manifestations cliniques et les résultats des tests de laboratoire. Les unités de santé publique des provinces et des territoires sont chargées d'enquêter sur les cas signalés par les cliniciens à l'aide d'un outil de gestion des cas (7). Ils recueillent, entre autres renseignements, le lieu le plus probable d'acquisition de la ML, que ce soit au Canada ou à l'étranger, quel que soit le stade de la maladie (8).

Analyse

Les taux d'incidence pour 100 000 habitants pour les cas déclarés ont été calculés par année, par province, par groupe d'âge et par sexe à l'aide des estimations de la population du recensement du 1er juillet des données de Statistique Canada (9) pour chaque année de la période de déclaration, de 2009 à 2019. La saisonnalité a été décrite par la date déclarée de l'apparition des symptômes. Les pourcentages de manifestations cliniques rapportées d'infections acquises localement ont été calculés pour l'ensemble des cas et par groupe d'âge. Le lieu géographique le plus probable pour l'acquisition de l'infection par la maladie de Lyme a été superposé à la carte des zones à risque de la ML (6). Les cas ayant des antécédents de voyage (à l'intérieur ou à l'extérieur du Canada) dans les 30 jours précédant la déclaration n'ont pas été inclus dans l'analyse de la distribution géographique.

Pour les cas d'infections localement acquises et sans données manquantes, les variations entre les groupes d'âge, le sexe, le mois d'apparition et l'année de déclaration ont été explorées par régression logistique multivariée à l'aide de Stata, version 15.1 (StataCorp, College Station, Texas, États-Unis). Dans des modèles distincts, la variable de résultat binaire était la présence ou l'absence du stade de la ML, pour chacun des stades suivants : localisé précoce (érythème migrant unique), disséminé précoce (multiple érythèmes migrants, manifestations cardiaques, paralysie de Bell et autres manifestations neurologiques) et disséminé tardif (arthrite), selon les lignes directrices de l'*Infectious Disease Society of America* (10). Pour chaque modèle, les variables explicatives étaient le groupe d'âge (intervalles de 10 et 15 ans), le sexe, le mois d'apparition des symptômes (en quatre catégories pour plus de simplicité), l'année et la province de déclaration. La variable explicative « province » a été incluse dans l'analyse pour tenir compte d'une éventuelle variabilité dans les déclarations des cas entre les provinces. Les variables explicatives ont été examinées dans des modèles de régression logistique bivariables, et celles qui étaient significatives au niveau de $p < 0{,}1$ ont été incluses dans des modèles multivariables. Les modèles multivariables les plus parcimonieux ont été recherchés par élimination à rebours des variables non significatives jusqu'à ce que tous les facteurs du modèle soient significatifs ($p < 0{,}05$).

Résultats

Incidence dans le temps

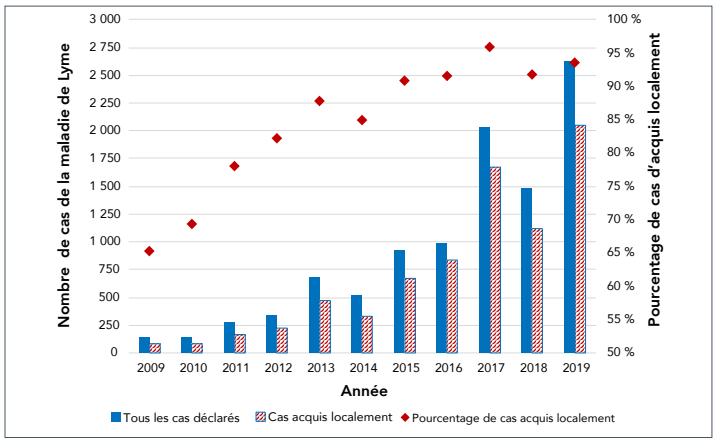
De 2009 à 2019, 10 150 cas de la ML ont été signalés au Canada. Parmi eux, 7 242 (71,3 %) étaient des cas confirmés et 2 908 (28,7 %) des cas probables (**tableau 1**). Dans l'ensemble, le nombre annuel de cas signalés a augmenté, passant de 144 en 2009 à 2 634 en 2019 (taux d'incidence pour 100 000 habitants de 0,4 et 7,0, respectivement); toutefois, en 2014 et 2018, le nombre de cas a diminué (**tableau A2**). Le nombre de cas acquis au Canada est passé de 79 à 2 052 pendant la même période, ce qui représente respectivement 65,3 % et 93,6 % des cas dont le lieu d'exposition est connu (**figure 1**).

Tableau 1 : Classification (confirmé et probable) des cas déclarés de la maladie de Lyme[a], 2009 à 2019

Classification	Cas déclarés de la maladie de Lyme																							
	Année																							
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Tous les cas (n = 10 150)																								
Confirmé	115	79,9	109	76,2	109	76,2	232	68,6	485	71,1	334	64,0	651	71,0	672	67,7	1 496	73,9	1 053	70,8	1 900	72,2	7 242	71,3
Probable	29	20,1	34	23,8	34	23,8	106	31,4	197	28,9	188	36,0	266	29,0	320	32,3	529	26,1	434	29,2	734	27,8	2 908	28,7
Total	144	100	143	100	143	100	338	100	682	100	522	100	917	100	992	100	2 025	100	1 487	100	2 634	100	10 150	100
Cas acquis au Canada (n = 7 691)																								
Confirmé	56	70,9	56	65,1	56	65,1	129	58,1	286	61,1	198	59,5	467	70,0	542	64,8	1 204	72,0	751	67,2	1 410	68,7	5 195	67,5
Probable	23	29,1	30	34,9	30	34,9	93	41,9	182	38,9	135	40,5	200	30,0	294	35,2	467	28,0	366	32,8	642	31,3	2 496	32,5
Total	79	100	86	100	86	100	222	100	468	100	333	100	667	100	836	100	1 671	100	1 117	100	2 052	100	7 691	100

[a] Acquis au Canada : cas sans antécédents de voyage à l'extérieur du Canada, dans les 30 jours précédant la déclaration

Figure 1 : Nombre et proportion de cas de la maladie de Lyme, tous les cas déclarés et acquis localement (en pourcentage[a]) au Canada, 2009 à 2019



[a] Pourcentage de cas acquis localement parmi les cas dont le lieu d'acquisition probable est connu au Canada

Parmi tous les cas signalés, la majorité (92,1 %) l'a été dans trois provinces : Ontario (46,0 %); Nouvelle-Écosse (28,0 %); et Québec (18,1 %). En 2019, la Nouvelle-Écosse a déclaré une incidence de la ML douze fois plus élevée que l'incidence de la ML pour l'ensemble du Canada (85,6 contre 7,0 pour 100 000 habitants) (**tableau 2**).

Au cours de la période 2009 à 2019, les données sur les antécédents de voyage étaient disponibles pour 83,2 % (n = 8 444) de tous les cas déclarés (n = 10 150). Parmi les cas acquis lors de voyages à l'extérieur du Canada, 363 (57,4 %) ont été exposés aux États-Unis et 261 (41,3 %) en Europe.

Distribution saisonnière

Au cours de la période d'étude, le mois de début de la maladie pour les cas acquis localement était disponible pour 6 278 cas (81,6 %). La plupart des cas (95,8 %) ont été signalés de mai à

Tableau 2 : Incidence pour 100 000 habitants des cas de la maladie de Lyme déclarés par province et par année au Canada[a], 2009 à 2019

Province	Incidence pour 100 000 habitants										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Tous les cas (n = 10 150)											
Colombie-Britannique	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,4	0,8	0,3	0,2	0,3
Alberta	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Saskatchewan	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1
Manitoba	0,4	1,0	1,0	1,5	2,3	2,7	2,4	3,9	3,2	4,0	4,7
Ontario	0,8	0,7	1,0	1,4	2,4	1,7	3,1	2,7	7,1	4,4	8,0
Québec	0,2	0,1	0,4	0,5	1,7	1,5	1,9	2,2	4,0	3,6	5,9
Nouveau-Brunswick	0,0	0,3	0,7	0,9	0,7	0,7	1,7	1,4	3,9	2,6	4,6
Nouvelle-Écosse	1,7	1,8	5,7	5,4	16,2	12,1	26,1	34,6	61,2	47,0	85,6
Île-du-Prince-Édouard	0,0	0,0	0,7	1,4	0,0	0,0	2,7	2,7	2,0	0,7	3,8
Terre-Neuve-et-Labrador	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,4	0,0
Canada	0,4	0,4	0,8	1,0	1,9	1,5	2,6	2,7	5,5	4,0	7,0

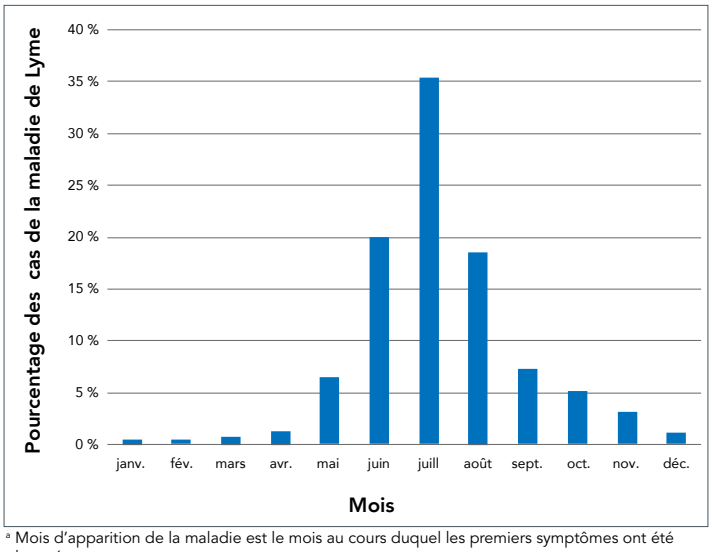
Tableau 2 : Incidence pour 100 000 habitants des cas de la maladie de Lyme déclarés par province et par année au Canada[a], 2009 à 2019 (*suite*)

Province	Incidence pour 100 000 habitants										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cas acquis dans la province de résidence (n = 7 200)											
Colombie-Britannique	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0,1	0,1	0,0	0,0
Saskatchewan	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0,0	0,1	0,0	0,0
Manitoba	0,3	0,6	0,6	1,0	2,0	2,4	2,3	2,4	2,9	3,5	4,1
Ontario	0,5	0,5	0,8	0,8	2,1	1,3	2,7	2,0	5,5	2,5	5,0
Québec	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1,4	3,0	2,7	3,8
Nouveau-Brunswick	0,0	0,3	0,4	0,7	0,7	0,5	1,5	0,8	3,5	2,5	3,1
Nouvelle-Écosse	1,5	1,5	5,2	5,3	16,1	12,1	26,1	25,4	55,2	34,8	79,2
Île-du-Prince-Édouard	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Abréviation : s.o., données sur la localisation probable de l'acquisition de la maladie de Lyme non disponibles
[a] Aucun cas n'a été signalé au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut. Tous les cas de la maladie de Lyme signalés en Alberta et à Terre-Neuve-et-Labrador étaient uniquement liés à des voyages. Les données sur le lieu d'acquisition étaient disponibles pour 83,2 % (n = 8 444) de tous les cas signalés

novembre, la majorité d'entre eux ayant été signalés pendant les mois d'été de juin (20,0 %), juillet (35,4 %) et août (18,6 %) (**figure 2**).

Figure 2 : Mois d'apparition de la maladie[a] des cas de la maladie de Lyme acquis au Canada, 2009 à 2019



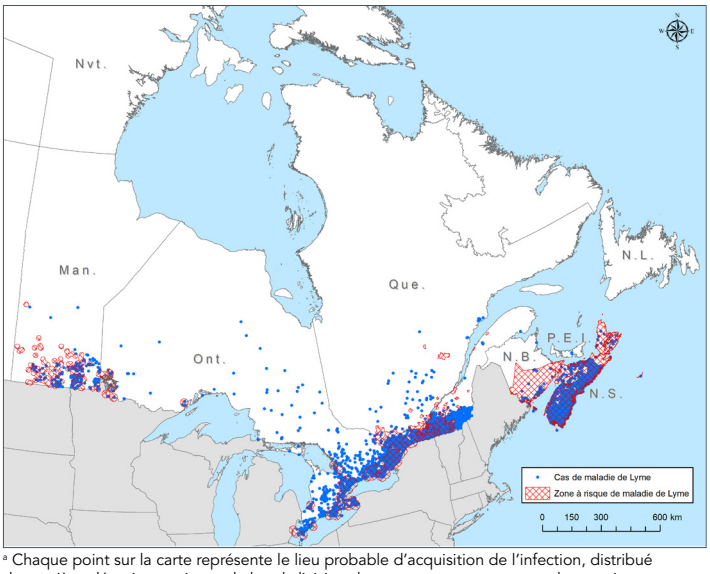
[a] Mois d'apparition de la maladie est le mois au cours duquel les premiers symptômes ont été observés

Distribution géographique

Les renseignements sur le lieu d'acquisition de la maladie (au niveau sous-provincial) étaient disponibles pour 93,5 % (n = 6 734) des cas acquis localement. La plupart des cas étaient concentrés dans des localités du sud du Manitoba, du centre-sud et du sud-est de l'Ontario, du sud du Québec et du Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

Certains cas ont probablement été acquis en dehors des endroits où les populations de tiques *I. scapularis sont* établies (les zones hachurées de la **figure 3**).

Figure 3 : Lieux déclarés d'acquisition de la maladie de Lyme[a], Canada, 2009 à 2019



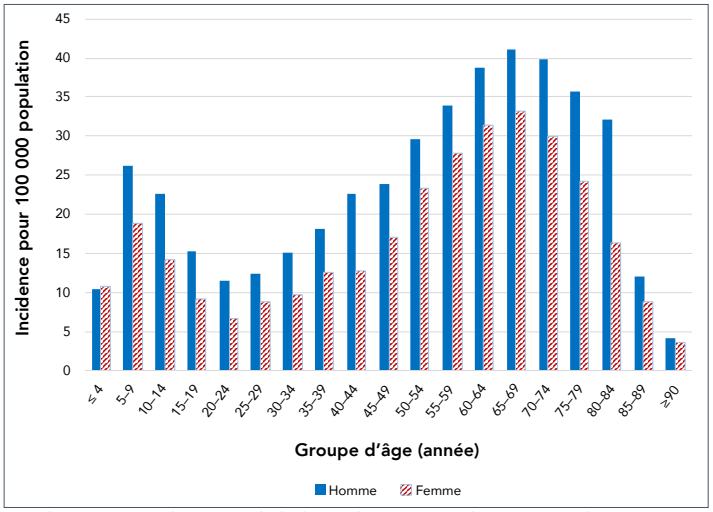
[a] Chaque point sur la carte représente le lieu probable d'acquisition de l'infection, distribué de manière aléatoire au niveau de la subdivision de recensement pour toutes les provinces sauf : Le Québec (2016–2018) et la Nouvelle-Écosse (2019) ont utilisé respectivement la région administrative et la région de tri d'acheminement (RTA) de la résidence. En 2018, toute la Nouvelle-Écosse a été déclarée à risque pour la maladie de Lyme et, depuis lors, le lieu probable d'acquisition était basé sur la RTA de résidence pour les cas sans antécédents de voyage en dehors de la province. Les données sur le lieu d'acquisition n'étaient pas disponibles au niveau infraprovincial pour la Colombie-Britannique et la Saskatchewan; la Saskatchewan a déclaré un cas acquis dans la région en 2017. Les cas signalés par l'Alberta et Terre-Neuve-et-Labrador étaient uniquement liés à des voyages. Les zones hachurées indiquent les zones à risque pour la maladie de Lyme. Il s'agit de lieux où les activités de surveillance suggèrent que des populations du vecteur de la maladie de Lyme, *Ixodes scapularis*, se sont établies et que la transmission de *B. burgdorferi* est en cours

Caractéristiques démographiques et cliniques

Des renseignements démographiques étaient disponibles pour 7 667 (99,7 %) des cas déclarés de la ML localement acquis. L'âge moyen global était de 47,4 ans (intervalle de confiance (IC) de 95 % : 46,9–47,9).

L'incidence cumulée pour 100 000 habitants présente un patron bimodal avec des pics chez les enfants âgés de 5 à 9 ans (45,0) et les adultes âgés de 65 à 69 ans (74,3). L'incidence était plus élevée chez les adultes âgés de 50 à 84 ans, représentant 57,0 % de tous les cas signalés (**figure 4**).

Figure 4 : Incidence cumulative[a] pour 100 000 habitants des cas de la maladie de Lyme, par groupe d'âge et sexe, Canada, 2009 à 2019 (n = 7 667)



[a] Les dénominateurs utilisés pour calculer les incidences ont été obtenus à partir des estimations de population de Statistique Canada au 1er juillet

Les cas de la ML ont été signalés plus souvent chez les hommes que chez les femmes (57,3 % contre 42,7 %). Dans tous les groupes d'âge, l'incidence était plus élevée chez les hommes que chez les femmes, sauf chez les enfants de moins de cinq ans où l'incidence était similaire (figure 4).

Des renseignements sur les manifestations cliniques des cas de la ML étaient disponibles pour 4 961 (64,5 %) des infections localement acquises. Les manifestations les plus fréquemment rapportées étaient l'érythème migrant unique (75,1 %) et l'arthrite (34,1 %). Des manifestations cardiaques, la paralysie de Bell et d'autres manifestations neurologiques ont été signalées dans 3,7 %, 7,6 % et 19,0 % des cas, respectivement. Parmi les 4 961 cas, 33,7 % ont signalé une combinaison de stades de la ML; 28,2 % avaient un stade localisé précoce et un stade disséminé précoce ou tardif, et 5,5 % avaient un stade disséminé précoce et tardif.

Dans une analyse multivariée des stades de la ML (**tableau 3**), les rapports de cotes des groupes d'âge 10 à 19, 20 à 29, 30 à 39 et 50 à 59 ans de recevoir un diagnostic à un stade localisé précoce étaient respectivement de 0,56 (IC à 95 % : 0,42–0,75), 0,63 (IC à 95 % : 0,47–0,85), 0,60 (IC à 95 % : 0,46–0,79), et 0,77 (IC à 95 % : 0,61–0,97) fois plus faible que le groupe d'âge de référence 0 à 9 ans.

Tableau 3 : Modèles finaux de régression logistique binomiale multivariée testant les facteurs qui influencent l'apparition des stades de la maladie de Lyme[a,b] des cas localement acquis, Canada, 2009 à 2019 (n = 4 913)

Résultat	Variables explicatives	Rapports de cotes		Wald (valeur *z*)	Valeur-*p*
		n	IC à 95 %		
Stade localisé précoce	10 à 19 ans comparativement à 0 à 9 ans	0,56	0,42–0,75	-3,96	0,00
	20 à 29 ans comparativement à 0 à 9 ans	0,63	0,47–0,85	-3,05	0,00
	30 à 39 ans comparativement à 0 à 9 ans	0,60	0,46–0,79	-3,65	0,00
	50 à 59 ans comparativement à 0 à 9 ans	0,77	0,61–0,97	-2,21	0,03
	Déc. à févr. comparativement à juin à août	0,46	0,30–0,69	-3,77	0,00
Stade disséminé précoce	10 à 19 ans comparativement à 0 à 9 ans	1,56	1,09–2,25	2,41	0,02
	20 à 29 ans comparativement à 0 à 9 ans	1,76	1,21–2,55	2,98	0,00
	60 à 69 ans comparativement à 0 à 9 ans	1,42	1,04–1,94	2,19	0,03
	Sept. à nov. comparativement à juin à août	0,81	0,66–0,99	-2,08	0,04
	Déc. à févr. comparativement à juin à août	0,51	0,29–0,90	-2,32	0,02
	Mars à mai comparativement à juin à août	0,62	0,46–0,82	-3,32	0,00
Stade disséminé tardif	60 à 74 ans comparativement à 0 à 14 ans	0,78	0,64–0,96	-2,36	0,02
	75 ans et plus comparativement à 0 à 14 ans	0,52	0,38–0,72	-4,04	0,00
	Hommes et femmes	1,14	1,01–1,29	2,10	0,04
	Sept. à nov. comparativement à juin à août	1,29	1,09–1,53	3,00	0,00
	Déc. à févr. comparativement à juin à août	3,30	2,23–4,88	5,99	0,00
	Mars à mai comparativement à juin à août	1,35	1,09–1,67	2,73	0,01

Abréviation : IC, intervalles de confiance
[a] Manifestations cliniques de la maladie de Lyme classées selon les directives de l'*Infectious Disease Society of America* (8)
[b] Stade localisé précoce (érythème migrant unique), stade disséminé précoce (érythèmes migrants multiples, manifestations cardiaques, paralysie de Bell et autres manifestations neurologiques) et stade disséminé tardif (arthrite)

Lorsque le résultat était au stade disséminé précoce, les rapports de cotes des groupes d'âge 10 à 19, 20 à 29 et 60 à 69 ans étaient, respectivement, de 1,56 (IC à 95 % : 1,09–2,25), 1,76

(IC à 95 % : 1,21–2,55), et 1,42 (IC à 95 % : 1,04–1,94) fois plus élevé par rapport au groupe d'âge de 0 à 9 ans. En revanche, lorsque le résultat était au stade disséminé tardif, les rapports de cotes des groupes d'âge 60 à 74 ans et 75 ans et plus étaient respectivement de 0,78 (IC à 95 % : 0,64–0,96), et 0,52 (IC à 95 % : 0,38–0,78) fois plus faible par rapport au groupe d'âge de référence, les 0 à 14 ans.

Le nombre de cas avec un stade localisé précoce était moins susceptible d'être signalé de décembre à février que de juin à août (rapport des cotes [RC] : 0,46; IC à 95 % : 0,30–0,69). Les cas présentant un stade disséminé précoce étaient moins susceptibles d'être signalés entre septembre et novembre (RC : 0,81; IC à 95 % : 0,66–0,99), décembre-février (RC : 0,51; IC à 95 % : 0,29–0,90) et mars-mai (RC : 0,62; IC à 95 % : 0,46–0,82) que pendant les mois d'été de juin-août. Les cas diagnostiqués au stade disséminé tardif ont été signalés plus souvent en septembre-novembre (RC : 1,29; IC à 95 % : 1,09–1,53), décembre-février (RC : 3,30; IC à 95 % : 2,23–4,88) et mars-mai (RC : 1,35; IC à 95 % : 1,09–1,67) par rapport à la période juin-août.

Les hommes étaient plus susceptibles de présenter un stade disséminé tardif que les femmes (RC : 1,14; IC à 95 % : 1,01–1,29).

Discussion

Le présent rapport fait le point sur l'épidémiologie des cas de la ML signalés au Canada de 2009 à 2019. Au cours de la période de 11 ans, l'incidence des cas de la ML déclarés a augmenté de façon spectaculaire au Canada, principalement en raison d'une augmentation du nombre d'infections acquises localement. La grande majorité des cas a continué à être concentrée dans le sud du Manitoba, le centre-sud et le sud-est de l'Ontario, le sud du Québec et du Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, ce qui coïncide probablement dans la plupart des cas avec les zones où les tiques *I. scapularis* porteuses de *B. burgdorferi* sont établies (11).

Dans ces régions du pays, la tique vectrice s'étend vers le nord en raison du réchauffement climatique qui entraîne, en partie, la croissance d'un habitat propice à la survie et à l'établissement des tiques (12). En outre, une plus grande sensibilisation du public et des prestataires de soins de santé ainsi que des améliorations de la surveillance et de la notification de la santé publique peuvent également avoir contribué à l'augmentation du nombre de cas signalés.

Il est important de noter que l'incidence en Nouvelle-Écosse en 2019 était douze fois plus élevée que l'incidence nationale. Cela est très probablement attribuable à l'augmentation du nombre de populations établies de tiques à pattes noires, y compris la densité, l'étendue géographique, la prévalence de l'infection par *B. burgdorferi* (13), et le climat maritime qui permet, pendant certaines périodes chaudes de l'hiver, l'activité des tiques en l'absence de couverture neigeuse (14,15).

En revanche, dans l'ouest du Canada, où le vecteur prédominant *I. pacificus* est distribué le long de la côte et dans la région sud de la Colombie-Britannique, le risque de la ML est resté relativement faible et stable en raison de la faible prévalence des tiques infectées (16).

L'apparition des symptômes de la ML a été plus souvent signalée entre mai et novembre, ce qui correspond à l'activité nymphale des tiques pendant les mois d'été (17); ces périodes coïncident également avec le moment où les gens pratiquent le plus d'activités de plein air qui les exposent au risque de morsures de tiques et de transmission de *B. burgdorferi*. Cependant, certains cas ont signalé l'apparition de la maladie pendant les mois d'hiver, ce qui peut s'expliquer par 1) l'apparition du stade disséminé tardif qui apparaît des mois à des années après l'infection chez les patients non traités (18) ou 2) le climat favorable qui permet l'activité des tiques en Colombie-Britannique (19).

Conformément aux études précédentes, la répartition par âge des cas était bimodale chez les enfants et les adultes plus âgés. Chez les enfants, l'incidence est maximale chez ceux âgés de 5 à 9 ans, ce qui corrobore des études antérieures menées au Canada et aux États-Unis (20–22). Cependant, nous avons constaté que les adultes âgés de 50 à 84 ans présentaient un risque plus élevé de la ML par rapport aux études précédentes, qui rapportaient que les groupes plus jeunes (entre 50 et 64 ans) étaient les plus à risque (20–23). Le niveau d'adoption de comportements préventifs à l'égard de la ML ou le niveau d'exposition aux tiques pourraient avoir contribué à la divergence observée dans le groupe d'âge le plus à risque pour la ML (24). Une éducation ciblée et une sensibilisation aux mesures préventives sont nécessaires pour les personnes âgées afin de réduire le risque de piqûres de tiques et de la ML.

L'érythème migrant et l'arthrite ont été les manifestations cliniques les plus fréquemment rapportées dans cette étude, ce qui correspond aux résultats rapportés auparavant au Canada et aux États-Unis (20–23). L'arthrite de Lyme est une manifestation de la ML à un stade avancé qui apparaît généralement chez 51 % des patients non traités (25), ce qui souligne l'importance de la détection et du traitement précoce.

Les hommes sont plus susceptibles d'avoir la ML que les femmes dans presque tous les groupes d'âge, ce qui est similaire aux rapports précédents du Canada et des États-Unis (20–22). En outre, le stade disséminé tardif était plus fréquent chez les hommes que chez les femmes, alors qu'aucune différence significative n'a été constatée pour les stades antérieurs de la

maladie. Cette différence apparente entre les sexes pourrait être le résultat d'un risque plus élevé de piqûres de tiques (26) et de transmission de la ML; cependant, la raison pour laquelle les hommes reçoivent plus souvent un diagnostic d'arthrite de Lyme tardive que les femmes pourrait être une différence de réponse immunologique à l'infection par *B. burgdorferi* (27) ou simplement à un retard de prise en charge médicale. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour élucider cette constatation.

D'une catégorie d'âge à l'autre, le pourcentage de manifestations cliniques rapportées varie fortement chez les enfants de moins de 15 ans. Le pourcentage de cas avec un seul érythème migrant (stade précoce localisé) était plus élevé chez les jeunes enfants et la proportion d'arthrite (stade disséminé tardif) était plus élevée chez les enfants plus âgés (**figure A1**), ce qui est conforme à une étude du Programme canadien de surveillance pédiatrique (14). En outre, les enfants sont plus exposés que les patients plus âgés au risque de la ML localisée précoce et d'arthrite de Lyme. Des études ont montré que les enfants sont plus exposés aux piqûres de tiques vectrices telles que *I. scapularis* et *I. pacificus* (26,28,29); par conséquent, les efforts de sensibilisation aux tiques et à la ML doivent cibler ce groupe d'âge à risque ainsi que leurs parents et leurs soignants.

Le stade de la ML a varié de manière significative entre les saisons. Les cas au stade précoce localisé étaient plus fréquemment signalés pendant les mois d'été (juin-août) que pendant les mois d'hiver (décembre-février); et les cas d'arthrite étaient moins fréquemment signalés pendant les mois d'été que pendant le reste de l'année. Cela est prévisible, étant donné que les patients non traités présentent des manifestations du stade précoce localisé qui apparaissent dans les 30 jours suivant l'infection, et que le stade tardif disséminé peut apparaître des mois ou des années après l'infection (24). En revanche, les cas au stade précoce disséminé ont reçu un diagnostic davantage en été qu'aux autres périodes de l'année. Comme le stade disséminé précoce apparaît chez les patients non traités dans les trois mois suivant l'infection, ce résultat suggère qu'il est probable qu'il y ait une certaine sous-déclaration des cas présentant des manifestations cardiaques et neurologiques, qui peuvent passer inaperçus ou ne pas être signalés en dehors des mois d'été. Ce résultat souligne que les messages de prévention ne doivent pas seulement être axés sur les mois de printemps et d'été, lorsque les tiques au stade nymphale et adultes sont les plus actives, mais tout au long de l'année.

Limites

L'interprétation des résultats de ce rapport comporte plusieurs limites. Premièrement, il est probable que les taux d'incidence au fil du temps soient des estimations prudentes, car certains cas de la ML peuvent ne pas être diagnostiqués et les cas probables peuvent être moins déclarés. Deuxièmement, la révision de la définition des cas de la ML en 2016 pourrait avoir eu un impact sur la déclaration de certains cas. Troisièmement, les manifestations cliniques sont déclarées volontairement aux organismes provinciaux de santé publique, ce qui pourrait avoir entraîné une classification erronée et des déclarations moins nombreuses. Quatrièmement, les renseignements indiquant si l'infection par la ML a été contractée localement ou liée à un voyage n'est qu'une estimation, car toutes les provinces n'ont pas fourni ces données. Enfin, en raison des ressources limitées, la surveillance des tiques sur le terrain pour détecter l'expansion des zones à risque de la ML peut ne pas être à jour dans de nombreux endroits, ce qui peut avoir une incidence sur la classification des cas.

Conclusion

Le nombre de cas de la ML signalés a continué d'augmenter au Canada au cours de la dernière décennie, tout comme l'aire géographique des tiques porteuses de la bactérie de la ML. Une surveillance continue, des stratégies préventives ainsi qu'un dépistage et un traitement précoces de la maladie continueront à minimiser l'impact de la ML au Canada.

Les principales conclusions de ce rapport soulignent la nécessité de mener d'autres campagnes de sensibilisation ciblées visant à minimiser le fardeau de la ML au Canada.

Déclaration des auteurs

S. G. — Collecte et gestion des données, conceptualisation, méthodologie, analyse formelle, rédaction de la version originale, rédaction–examen et révision
J. K. K., A. C. B. — Conceptualisation, méthodologie, rédaction–examen et révision, gestion
M. P. N., C. R., S. G. D., C. S., B. A., J. B., S. B., B. A. B., B. H., S. J., M. S. — Rédaction–examen et révision

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les agents de santé publique provinciaux et régionaux qui recueillent et communiquent des données par l'intermédiaire du Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (SCSMDO), du système de surveillance renforcé de la ML et du système de surveillance des tiques sur le terrain, ainsi que Y. Pelcat, de l'Agence de la santé publique du Canada, pour la préparation de la figure 3.

Financement

Cette étude a été appuyée par l'Agence de la santé publique du Canada et par tous les organismes provinciaux de santé publique qui ont contribué aux données.

Références

1. Ostfeld RS, Brunner JL. Climate change and Ixodes tick-borne diseases of humans. Phil Trans R Soc B. 2015;370(1665):20140051. DOI

2. Clow KM, Ogden NH, Lindsay LR, Michel P, Pearl DL, Jardine CM. Distribution of ticks and the risk of Lyme disease and other tick-borne pathogens of public health significance in Ontario, Canada. Vector Borne Zoonotic Dis 2016;16(4):215–22. DOI PubMed

3. Agence de la santé publique du Canada. Rapport de surveillance de la maladie de Lyme: Rapport préliminaire année 2018. Ottawa (ON) : ASPC; 2021 (accédé 2021-02-22). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/rapport-surveillance-maladie-lyme-2018.html

4. Wormser GP, Dattwyler RJ, Shapiro ED, Halperin JJ, Steere AC, Klempner MS, Krause PJ, Bakken JS, Strle F, Stanek G, Bockenstedt L, Fish D, Dumler JS, Nadelman RB. The clinical assessment, treatment, and prevention of lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis 2006;43(9):1089–134. DOI PubMed

5. Semproni M, Rusk R, Wuerz T. Fatal Lyme carditis presenting as fluctuating high-grade atrioventricular block. CMAJ 2020;192(21):E574–7. DOI PubMed

6. Agence de la santé publique du Canada. Définition de cas de maladie de Lyme 2016. Ottawa (ON) : ASPC; 2017 (accédé 2018-06-20). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-lyme/surveillance-maladie-lyme/definition-cas.html

7. Johnson KO, Nelder MP, Russell C, Li Y, Badiani T, Sander B, Sider D, Patel SN. Clinical manifestations of reported Lyme disease cases in Ontario, Canada: 2005-2014. PLoS One 2018;13(6):e0198509. DOI PubMed

8. Institut National de Santé Publique du Québec. Portrait de la maladie de Lyme au Québec: 2006-2019. Québec (QC) : ISNPQ; 2022 (accédé 2022-03-12). https://www.inspq.qc.ca/publications/2844

9. Statistique Canada. Estimations de la population au 1er juillet, par âge et sexe. Ottawa, ON : StatCan; 2021 (accédé 2021-03-03). https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000501&request_locale=fr

10. Sanchez E, Vannier E, Wormser GP, Hu LT. Diagnosis, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: a review. JAMA 2016;315(16):1767–77. DOI PubMed

11. Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L, Nguon S, Milord F. Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of Borrelia burgdorferi elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. Environ Health Perspect 2010;118(7):909–14. DOI PubMed

12. Ogden NH, Radojevic M, Wu X, Duvvuri VR, Leighton PA, Wu J. Estimated effects of projected climate change on the basic reproductive number of the Lyme disease vector Ixodes scapularis. Environ Health Perspect 2014;122(6):631–8. DOI PubMed

13. Hatchette TF, Johnston BL, Schleihauf E, Mask A, Haldane D, Drebot M, Baikie M, Cole TJ, Fleming S, Gould R, Lindsay R. Epidemiology of Lyme Disease, Nova Scotia, Canada, 2002-2013. Emerg Infect Dis 2015;21(10):1751–8. DOI PubMed

14. Ogden NH, Gasmi S, Koffi JK, Barton M, Lindsay LR, Langley JM. Lyme disease in children: Data from the Canadian Paediatric Surveillance Program. Ticks Tick Borne Dis 2020;11(2):101347. DOI PubMed

15. Environment and Natural Resources. 1981-2010 Normales et moyennes climatiques de 1981-2010. Ottawa (ON) : ERN; 2022 (accédé 2022-03-13). https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html

16. Morshed MG, Lee MK, Man S, Fernando K, Wong Q, Hojgaard A, Tang P, Mak S, Henry B, Patrick DM. Surveillance for Borrelia burgdorferi in Ixodes ticks and small rodents in British Columbia. Vector Borne Zoonotic Dis 2015;15(11):701–5. DOI PubMed

17. Kurtenbach K, Hanincová K, Tsao JI, Margos G, Fish D, Ogden NH. Fundamental processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis. Nat Rev Microbiol 2006;4(9):660–9. DOI

18. Hatchette TF, Davis I, Johnston BL. La maladie de Lyme : Diagnostic clinique et traitement. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2014;40(11):205–231. DOI

19. Salkeld DJ, Castro MB, Bonilla D, Kjemtrup A, Kramer VL, Lane RS, Padgett KA. Seasonal activity patterns of the western black-legged tick, Ixodes pacificus, in relation to onset of human Lyme disease in northwestern California. Ticks Tick Borne Dis 2014;5(6):790–6. DOI PubMed

20. Bacon RM, Kugeler KJ, Mead PS; Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Surveillance for Lyme disease--United States, 1992-2006. MMWR Surveill Summ 2008;57(10):1–9. PubMed

21. Schwartz AM, Hinckley AF, Mead PS, Hook SA, Kugeler KJ. Surveillance for Lyme Disease - United States, 2008-2015. MMWR Surveill Summ 2017;66(22):1–12. DOI PubMed

22. Gasmi S, Ogden NH, Lindsay LR, Burns S, Fleming S, Badcock J, Hanan S, Gaulin C, Leblanc MA, Russell C, Nelder M, Hobbs L, Graham-Derham S, Lachance L, Scott AN, Galanis E, Koffi JK. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, de 2009 à 2015. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2017;43(10):219–25. DOI

23. Ogden NH, Koffi JK, Lindsay LR, Fleming S, Mombourquette DC, Sanford C, Badcock J, Gad RR, Jain-Sheehan N, Moore S, Russell C, Hobbs L, Baydack R, Graham-Derham S, Lachance L, Simmonds K, Scott AN. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada, de 2009 à 2012. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2015;41(6):152–68. DOI

24. Aenishaenslin C, Bouchard C, Koffi JK, Ogden NH. Exposure and preventive behaviours toward ticks and Lyme disease in Canada: results from a first national survey. Ticks Tick Borne Dis 2017;8(1):112–8. DOI PubMed

25. Steere AC, Schoen RT, Taylor E. The clinical evolution of Lyme arthritis. Ann Intern Med 1987;107(5):725–31. DOI PubMed

26. Gasmi S, Ogden NH, Leighton PA, Lindsay LR, Thivierge K. Analysis of the human population bitten by Ixodes scapularis ticks in Quebec, Canada: increasing risk of Lyme disease. Ticks Tick Borne Dis 2016;7(6):1075–81. DOI PubMed

27. Schwarzwalder A, Schneider MF, Lydecker A, Aucott JN. Sex differences in the clinical and serologic presentation of early Lyme disease: results from a retrospective review. Gend Med 2010;7(4):320–9. DOI PubMed

28. Gasmi S, Bouchard C, Ogden NH, Adam-Poupart A, Pelcat Y, Rees EE, Milord F, Leighton PA, Lindsay RL, Koffi JK, Thivierge K. Evidence for increasing densities and geographic ranges of tick species of public health significance other than Ixodes scapularis in Québec, Canada. PLoS One 2018;13(8):e0201924. DOI PubMed

29. Xu G, Pearson P, Dykstra E, Andrews ES, Rich SM. Human-biting Ixodes ticks and pathogen prevalence from California, Oregon, and Washington. Vector Borne Zoonotic Dis 2019;19(2):106–14. DOI PubMed

30. Canadian Public Health Laboratory Network. The laboratory diagnosis of Lyme borreliosis: guidelines from the Canadian Public Health Laboratory Network. Can J Infect Dis Med Microbiol 2007;18(2):145–8. DOI PubMed

31. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Recommendations for test performance and interpretation from the Second National Conference on Serologic Diagnosis of Lyme Disease. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 1995;44(31):590–1. PubMed

Annexe

Tableau A1 : définition des cas de la maladie de Lyme en 2016

Cas confirmé	Cas probable
Manifestations cliniques de la maladie avec confirmation en laboratoire au moyen de l'une des méthodes suivantes : Isolement de *Borrelia burgdorferi* (*B. burgdorferi*) dans un échantillon clinique tel que prescrites par les lignes directrices actuelles (10,18,30) Détection d"ADN de *B. burgdorferi* par réaction en chaine de la polymérase (PCR) dans le liquide synovial, le liquide céphalorachidien, une biopsie tissulaire d'un érythème migrant ou le sang, et par les méthodes prescrites par les lignes directrices actuelles (10,18,30) OU Manifestations cliniques de la maladie et antécédents de résidence, ou de voyage dans, une zone à risque; zone où il existe un risque de contracter la maladie de Lyme et résultats de laboratoire indiquant une infection sous forme d'un test sérologique positif selon les critères de l'approche en deux étapes. L'approche de test en deux étapes consiste en un test de dépistage ELISA suivi par une méthode d'immunotransfert. Les immunotransferts comprennent les analyses par n Western blot classiques (30) ou les plus récentes épreuves Line blot, et les deux types ciblent un ensemble identique de protéines immunoréactives de *B. burgdorferi* (31)[a]	Manifestations cliniques de la maladie en l'absence d'antécédents de résidence ou de voyage dans une zone à risque; et résultats de laboratoire indiquant une infection sous la forme d'un test sérologique positif selon les critères définis sous cas confirmés[a] OU Érythème migrant observé par un clinicien en l'absence de résultats de laboratoire indiquant une infection, mais avec antécédents de résidence ou de voyage dans une zone à risque

Abréviations : ADN, acide désoxyribonucléique; ELISA, essai immuno-enzymatique; PCR, réaction en chaîne de la polymérase

[a] Commentaire du Laboratoire : Les critères relatifs aux tests sérologiques sont décrits dans les lignes directrices du Réseau des laboratoires de santé publique du Canada (26). Les résultats sérologiques ne permettent pas de confirmer le diagnostic que chez les patients présentant des manifestations cliniques objectives de la maladie de Lyme disséminée ainsi que des antécédents de résidence ou de voyage dans une région où il existe un risque de contracter la maladie de Lyme. Les tests sérologiques ne sont pas recommandés chez les patients atteints de la maladie de Lyme localisée précoce qui se sont rendus dans une zone à risque

Figure A1 : Pourcentage de manifestations cliniques par groupe d'âge pour les cas de la maladie de Lyme localement acquis, au Canada, 2009 à 2019 (n = 4 951)

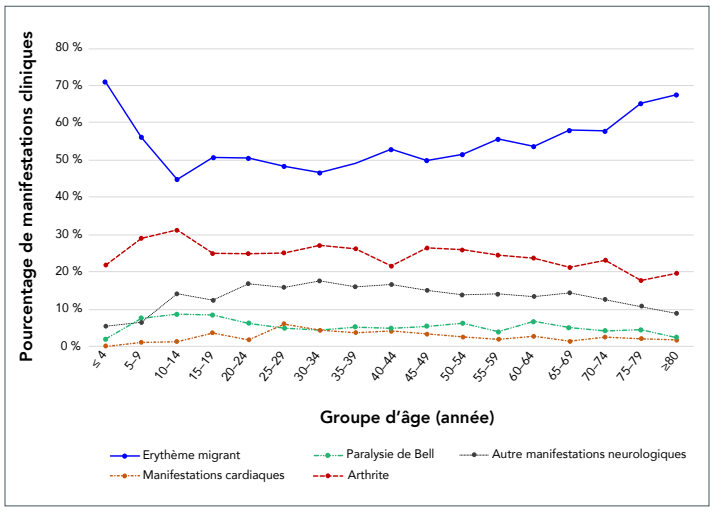


Tableau A2 : Nombre de cas de la maladie de Lyme signalés au Canada[a] par province et par année, 2009 à 2019

Province	Cas de la maladie de Lyme (n = 10 150)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Colombie-Britannique	9	7	20	18	6	5	21	40	17	9	14	166
Alberta	0	0	7	8	19	9	14	10	12	15	14	108
Saskatchewan	0	0	1	0	1	0	0	1	4	2	1	10
Manitoba	5	12	12	19	29	35	31	51	43	54	65	356
Ontario	100	93	134	191	327	229	426	371	1 005	628	1 168	4 672
Québec	14	11	32	42	142	125	160	177	329	305	500	1 837
Nouveau-Brunswick	0	2	5	7	5	5	13	11	30	20	36	134
Nouvelle-Écosse	16	17	54	51	153	114	246	326	582	451	830	2 840
Île-du-Prince-Édouard	0	0	1	2	0	0	4	4	3	1	6	21
Terre-Neuve-et-Labrador	0	1	0	0	0	0	2	1	0	2	0	6
Canada	144	143	266	338	682	522	917	992	2 025	1 487	2 634	10 150

[a] Aucun cas n'a été signalé au Yukon, aux Territoires du Nord-Ouest ou au Nunavut dans le cadre du Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire de l'Agence de la santé publique du Canada, 2009 à 2019

Épidémiologie de la méningococcie invasive au Canada, 2012 à 2019

Myriam Saboui[1]*, Raymond S Tsang[2], Robert MacTavish[1], Amisha Agarwal[1], Y Anita Li[1], Marina I Salvadori[1], Susan G Squires[1]

Résumé

Contexte : Divers programmes de vaccination contre le méningocoque chez les enfants et les adolescents utilisant des vaccins conjugués monovalents (sérogroupe C) et quadrivalents (A, C, Y, W) ont été mis en œuvre au Canada depuis 2002, ce qui a entraîné une diminution de la méningococcie invasive (MI), en particulier chez le sérogroupe C. Les vaccins contre le méningocoque ont également été utilisés pour la lutte contre l'éclosion, notamment le à plusieurs composants contre le sérogroupe B. Le présent article décrit l'épidémiologie de la MI au Canada de 2012 à 2019.

Méthodes : Les données sur les cas ont été obtenues du Système national de surveillance améliorée de la méningococcie invasive entre le 1er janvier 2012 et le 31 décembre 2019. Les isolats ont été envoyés au Laboratoire national de microbiologie pour la confirmation du sérogroupe et d'autres études, y compris l'identification du phénotype et du complexe clonal.

Résultats : Au total, 983 cas de MI ont été signalés entre 2012 et 2019. Dans l'ensemble, l'incidence de la MI ajustée selon l'âge de 2012 à 2019 était de 0,34 cas par 100 000 habitants par année lorsqu'elle était normalisée à la répartition selon l'âge de la population canadienne de 2011 (IC à 95 % : 0,32 à 0,36). Les nourrissons de moins d'un an présentaient le taux d'incidence moyen le plus élevé selon l'âge (3,6 cas pour 100 000 habitants par année, IC à 95 % : 2,8 à 4,3). Le taux d'incidence ajusté selon l'âge le plus élevé a été associé au sérogroupe B (0,17 cas pour 100 000 habitants par année, IC à 95 % : 0,16-0,19). Avant 2015, la plupart des isolats de sérogroupe W invasif ont été identifiés comme étant le complexe clonal 22 (ST-22 CC) et l'augmentation du sérogroupe W au Canada au cours des dernières années a été associée au remplacement du ST-22 CC endémique par le ST-11 CC hypervirulent.

Conclusion : La méningococcie invasive est une infection rare, mais grave au Canada qui touche surtout les très jeunes enfants. Le sérogroupe B continue de représenter la plus grande proportion de la maladie. Le sérogroupe W associé au virus ST-11 CC devient un contributeur croissant de maladies dans tous les groupes d'âge non protégés par les vaccins contenant le sérogroupe W.

Citation proposée : Saboui M, Tsang RS, MacTavish R, Agarwal A, Li YA, Salvadori MI, Squires SG. Épidémiologie de la méningococcie invasive au Canada, 2012 à 2019. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):255–63. https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i05a06f

Mots-clés : épidémiologie, méningococcie, méningococcie invasive, Canada

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

Affiliations

[1] Centre de l'immunisation et des maladies respiratoires infectieuses, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

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

***Correspondance :**
vpd-mev.aspc@phac-aspc.gc.ca

Introduction

La méningococcie invasive (MI) est une maladie grave causée par la bactérie *Neisseria meningitidis* (1). Les groupes à risque élevé d'infection comprennent les voyageurs qui se rendent dans des régions endémiques, notamment la ceinture africaine de la méningite, les jeunes enfants, les adolescents et les personnes vivant dans des logements surpeuplés (2). La MI causée par certains sérogroupes est évitable par la vaccination. La maladie est endémique au Canada, et elle connaît une activité accrue périodiquement pendant les mois d'hiver. Depuis le début des années 2000, divers programmes courants de vaccination des enfants et des adolescents utilisant des vaccins conjugués contre le méningocoque monovalents (sérogroupe C) et quadrivalents (sérogroupe A, C, Y et W-135) ont été mis en œuvre au Canada (3). Cela a entraîné une diminution de l'incidence

de la MI, en particulier pour le sérogroupe C. Au cours de la dernière décennie, le vaccin à plusieurs composants contre le méningocoque B (4CMenB) a été utilisé pour contrôler les éclosions (3), mais n'a pas été utilisé dans les programmes de vaccination de routine partout au pays. Au cours de la période couverte par le présent article, le calendrier des programmes de vaccination financés par l'État est demeuré constant.

Le dernier rapport national de surveillance de la MI décrivait l'épidémiologie de la MI au Canada de 2006 à 2011. Cet article porte sur les données récentes de la MI de 2012 à 2019 et explore les tendances au fil du temps, la saisonnalité, la répartition spatiale et la présentation clinique des cas et de la mortalité.

Méthodes

Données

La surveillance nationale améliorée fondée sur les cas est effectuée au Canada depuis 1995 par l'entremise du Système national de surveillance améliorée de la méningococcie invasive de l'Agence de la santé publique du Canada. Chaque année, les ministères de la Santé des provinces et des territoires déclarent volontairement des données épidémiologiques non nominatives sur les cas confirmés de MI. L'appariement déterministe a été effectué pour établir un lien rétrospectif entre les données épidémiologiques et les données de laboratoire. Cet article est fondé sur les données de la MI extraites du Système national de surveillance améliorée de la méningococcie invasive, avec apparition de la maladie entre le 1er janvier 2012 et le 31 décembre 2019. Veuillez consulter l'**annexe** pour la définition de cas national.

Méthodes de laboratoire

Des isolats ont été régulièrement envoyés au Laboratoire national de microbiologie (LNM) pour confirmer le sérogroupe et la caractérisation de la souche. Le sérogroupement a été effectué au moyen d'un test d'agglutination bactérienne et confirmé par une amplification en chaîne par polymérase (PCR), au besoin; les isolats des sérotypes ont été déterminés au moyen d'un essai immunoenzymatique à cellules entières à l'aide d'anticorps monoclonaux, tandis que l'analyse clonale a été effectuée au moyen d'un test multi-typage de séquence connue à locus comme décrit précédemment (4).

Analyse statistique

La répartition démographique, temporelle et spatiale des cas de MI a été examinée, en plus de la manifestation des cas, des antécédents de vaccination, des résultats de la maladie et des caractéristiques des isolats. Les taux d'incidence ont été calculés pour 100 000 habitants à l'aide des estimations annuelles de la population du 1er juillet selon la province ou le territoire, l'âge et le sexe, obtenues de Statistique Canada (5). La méthode directe a été utilisée pour calculer les taux normalisés selon l'âge en fonction du recensement canadien de 2011. Les cas d'âge manquant ont été exclus de la normalisation selon l'âge et de toutes les analyses liées à l'âge. Les intervalles de confiance (IC) pour les taux d'incidence ont été calculés au niveau de confiance de 95 %. Les IC des taux normalisés selon l'âge ont été calculés selon la méthode basée sur la distribution gamma. Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide de Microsoft Excel 2010, SAS 9.4 et R version 4.0.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche).

Résultats

Tendances au fil du temps

Au total, 983 cas de MI ont été signalés entre 2012 et 2019. Sept cas ont été exclus des analyses selon l'âge, car il n'y avait pas de données sur l'âge. Le nombre annuel de cas signalés variait de 98 en 2016 à 154 en 2012 (**figure 1**). Dans l'ensemble, l'incidence ajustée selon l'âge de la MI de 2012 à 2019 était de 0,34 cas par 100 000 habitants par année (IC à 95 % : 0,32 à 0,36). Comme le montre le **tableau 1**, les individus de 40 ans et plus représentaient 42 % de tous les cas de MI entre 2012 et 2019, suivis des individus de 15 à 19 ans (12 %), de 1 à 4 ans (12 %) et de moins d'un an (11 %). Parmi les cas de sérogroupe B, les enfants de 1 à 4 ans représentaient la plus grande proportion de cas (n = 90/487, 18 %), bien que ceux de moins d'un an et de 60 ans et plus suivaient de près (15 % du nombre total de cas pour chaque groupe d'âge). Les adultes de plus de 40 ans représentaient la majorité des cas associés aux sérogroupes C, W-135 et Y (55 %, 56 % et 63 %, respectivement).

Figure 1 : Nombre de cas de méningococcie invasive et taux d'incidence globaux (par 100 000 habitants) au Canada par année, de 2012 à 2019

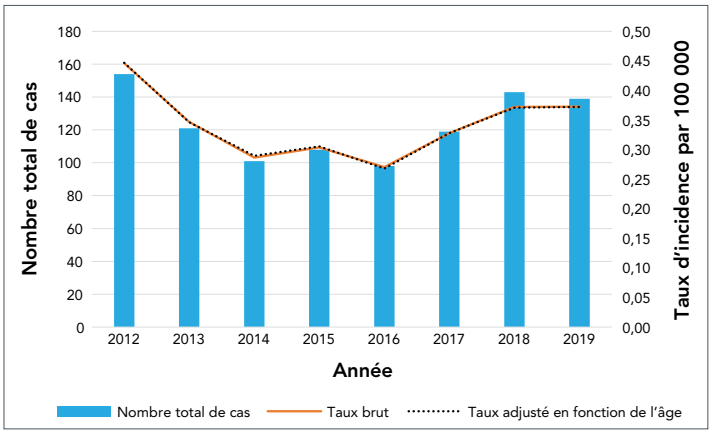


Tableau 1 : Nombre et proportion de cas de méningococcie invasive au Canada pour chaque groupe sérologique, par groupe d'âge, de 2012 à 2019 (n = 983 cas)

Groupe d'âge (années)	Nombre et proportion de cas de méningococcie invasive															
	Groupe sérologique								Non groupable		Autres[a]		Iconnu[b]		Total	
	B		C		W-135		Y									
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Moins de 1	73	15	4	7	18	10	5	3	0	0	0	0	9	17	109	11
1 à 4	90	18	2	4	11	6	3	2	0	0	0	0	9	17	115	12
5 à 9	18	4	2	4	2	1	2	1	0	0	2	18	2	4	28	3
10 à 14	20	4	2	4	2	1	3	2	0	0	1	9	2	4	30	3
15 à 19	69	14	4	7	13	8	26	13	1	25	1	9	6	11	120	12
20 à 24	36	7	4	7	11	6	19	10	0	0	4	36	3	6	77	8
25 à 29	21	4	0	0	7	4	6	3	0	0	1	9	2	4	37	4
30 à 39	23	5	7	13	7	4	8	4	1	25	0	0	4	8	50	5
40 à 59	62	13	13	23	33	19	44	22	1	25	2	18	10	19	165	17
60 et plus	75	15	18	32	63	37	82	41	1	25	0	0	6	11	245	25
Inconnu	0	0	0	0	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7	1
Total	487	–	56	–	172	–	200	–	4	–	11	–	53	–	983	–

Abréviation : —, non obtenu
[a] La catégorie autre inclut les cas où le groupe sérologique a été noté comme suit : A, E, Z, 29E et non encapsulée
[b] Inconnu signifie les cas où il manque des renseignements sur le groupe sérologique

Le taux d'incidence le plus élevé observé a été associé au sérogroupe B en 2012 (0,32 cas pour 100 000, IC à 95 % : 0,26 à 0,38) (**tableau 2**); depuis, le taux a diminué. Le taux d'incidence des sérogroupes C et Y est demeuré faible et stable tout au long de la période de 2012 à 2019. Au cours des dernières années, le taux d'incidence était le plus élevé pour le sérogroupe W-135 (0,15 cas pour 100 000, IC à 95 % : 0,11 à 0,19 en 2018 et 0,12 cas pour 100 000, IC à 95 % : 0,09 à 0,16 en 2019).

Tableau 2 : Taux d'incidence normalisés selon l'âge (pour 100 000 habitants) et IC à 95 % de la méningococcie invasive au Canada selon le groupe sérologique et l'année, de 2012 à 2019 (n = 976 cas[a])

Groupe sérologique	Standardisé selon l'âge (pour 100 000 habitants)															
	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %
B	0,32	0,26–0,38	0,23	0,18–0,29	0,16	0,12–0,20	0,18	0,14–0,23	0,13	0,09–0,17	0,14	0,10–0,18	0,12	0,08–0,16	0,12	0,09–0,16
C	0,04	0,02–0,06	0,02	0,01–0,04	0,03	0,01–0,05	0,01	0,0–0,03	0,01	0,0–0,02	0,02	0,01–0,05	0,02	0,01–0,04	0,01	0,0–0,03
W-135	0,01	0,0–0,03	0,01	0,0–0,03	0,02	0,01–0,04	0,03	0,01–0,05	0,04	0,02–0,06	0,08	0,05–0,11	0,15	0,11–0,19	0,12	0,09–0,16
Y	0,05	0,03–0,08	0,07	0,04–0,10	0,08	0,06–0,12	0,07	0,05–0,10	0,07	0,04–0,10	0,06	0,03–0,09	0,07	0,05–0,11	0,08	0,05–0,11
Non groupable	–	–	–	–	–	–	0,01	0,0–0,02	–	–	–	–	–	–	0,01	0,0–0,02
Autre[b]	–	–	–	–	–	–	–	–	0,01	0,0–0,02	0,01	0,0–0,02	–	–	0,01	0,0–0,02
Inconnu[c]	0,03	0,01–0,05	0,01	0,0–0,03	0,01	0,0–0,02	0,01	0,0–0,03	0,02	0,01–0,04	0,03	0,01–0,05	0,01	0,01–0,03	0,03	0,0–0,05

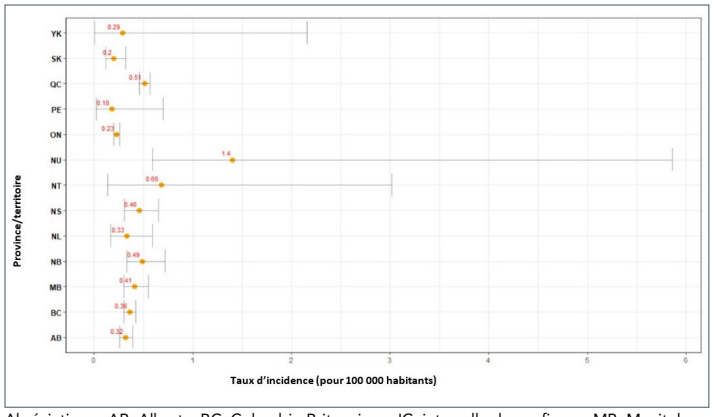
Abréviation : IC, intervalle de confiance; –, non obtenu
[a] Il manquait sept cas de l'échantillon total
[b] Autre signifie les cas où le groupe sérologique a été noté comme suit : A, E, Z, 29E et non encapsulée
[c] Inconnu signifie les cas où il manque des renseignements sur le groupe sérologique

Comme le montre le **tableau 3**, il y a eu une diminution statistiquement significative des taux d'incidence globaux normalisés selon l'âge de 2012 à 2016 (diminution approximative de 0,040 cas par année, IC à 95 % : 0,003 à 0,077). L'inverse s'est produit de 2016 à 2019, où le taux d'incidence global normalisé selon l'âge a augmenté de 0,038 cas par année (IC à 95 % : 0,005 à 0,076), bien que cette augmentation n'ait pas été statistiquement significative. Les nourrissons de moins d'un an présentaient le taux d'incidence moyen le plus élevé selon l'âge (3,6 cas pour 100 000 habitants par année, IC à 95 % : 2,8 à 4,3), alors que l'incidence variait de 0,13 à 0,93 pour 100 000 habitants pour les autres groupes d'âge.

Répartition spatiale des cas

Entre 2012 et 2019, les taux d'incidence normalisés selon l'âge étaient les plus élevés dans le territoire du Nunavut (1,40 cas par 100 000 habitants par année, IC à 95 % : 0,59 à 5,86), ce qui était considérablement plus élevé que ceux de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba, du Québec et de l'Ontario (**figure 2**). Toutefois, seulement huit cas ont été signalés au Nunavut entre 2012 et 2019, ce qui a donné un large IC de 95 %. L'Ontario affichait le taux d'incidence normalisé selon l'âge le plus faible, soit 0,23 cas pour 100 000 habitants par année (IC à 95 % : 0,20 à 0,26), ce qui était nettement inférieur à celui du Québec, du Manitoba, de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick, du Nunavut et de la Colombie-Britannique. Dans l'ensemble, les taux d'incidence normalisés selon l'âge étaient comparables dans les provinces et les territoires.

Figure 2 : Taux d'incidence normalisés selon l'âge (pour 100 000 habitants-année, avec un IC de 95 %) de la méningococcie invasive au Canada, par province ou territoire, 2012 à 2019 (n = 976 cas)



Abréviations : AB, Alberta; BC, Colombie-Britannique; IC, intervalle de confiance; MB, Manitoba; NB, Nouveau-Brunswick; NL, Terre-Neuve-et-Labrador; NS, Nouvelle-Écosse; NT, Territoires du Nord-Ouest; NU, Nunavut; ON, Ontario; QC, Québec; PE, Île-du-Prince-Édouard; SK, Saskatchewan; YK, Yukon

Voyages et saisonnalité

Entre 2012 et 2019, 51 des 376 cas pour lesquels des données étaient disponibles (14 %) étaient associés à des voyages. Environ la moitié des cas (n = 27/51, 53 %) ont voyagé au Canada. Les États-Unis représentaient la plus grande proportion de cas associés à des voyages à l'extérieur du pays (n = 5/51, 10 %).

Tableau 3 : Taux d'incidence (pour 100 000 habitants) de la méningococcie invasive au Canada selon le groupe d'âge et l'année, 2012 à 2019 (n = 976 cas[a])

Groupe d'âge (années)	Taux d'incidence (pour 100 000 habitants)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012 à 2019	
									Moyenne	IC à 95 %
Moins de 1	3,42	3,65	4,96	2,86	1,56	3,38	4,20	4,46	3,56	2,83–4,29
1 à 4	1,18	1,17	0,97	0,91	0,84	0,51	0,83	1,02	0,93	0,78–1,08
5 à 9	0,44	0,27	0,10	0,05	0,20	0,20	0,05	0,15	0,18	0,09–0,27
10 à 14	0,68	0,16	0,11	0,21	0,10	0,16	0,05	0,10	0,20	0,06–0,34
15 à 19	1,17	0,73	0,84	0,66	0,52	0,71	0,47	0,47	0,70	0,54–0,86
20 à 24	0,51	0,25	0,17	0,33	0,25	0,79	0,37	0,53	0,40	0,26–0,54
25 à 29	0,25	0,25	0,12	0,12	0,16	0,08	0,12	0,39	0,19	0,12–0,26
30 à 39	0,13	0,13	0,06	0,15	0,10	0,10	0,16	0,20	0,13	0,10–0,16
40 à 59	0,31	0,16	0,18	0,20	0,13	0,15	0,31	0,20	0,20	0,15–0,25
60 et plus	0,28	0,42	0,22	0,33	0,41	0,42	0,52	0,42	0,38	0,31–0,44
Dans l'ensemble : brut	0,45	0,35	0,29	0,30	0,27	0,33	0,37	0,37	0,34	0,34
Dans l'ensemble : standardisé selon l'âge	0,45 (0,38–0,52)	0,3 (0,29–0,41)	0,2 (0,24–0,35)	0,31 (0,25–0,37)	0,27 (0,22–0,33)	0,33 0,27–0,39)	0,37 (0,31–0,44)	0,37 0,31–0,44)	0,3 (0,32–0,36)	0,34 (0,32–0,36)

Abréviation : IC, intervalle de confiance
[a] N = 7 cas d'échantillon total sans données sur l'âge

Des données sur le mois du début de la maladie ont été déclarées pour 930 cas (95 % de l'échantillon total). Dans l'ensemble, les mois d'automne et d'hiver représentaient la majorité des cas (60 %). Des pics d'apparition de la MI ont été observés en décembre-janvier (22 %), en mars (12 %) et en octobre (10 %). Les mois d'été (juillet et août) ont été caractérisés par une faible activité de la MI, seulement 11 % de tous les cas ayant été signalés pendant l'été.

Présentation clinique et gravité

Des données de présentation clinique étaient disponibles pour 532 échantillons (51 % de l'échantillon total), dont 278 cas (52 %) de méningite, 182 cas (34 %) de septicémie/bactériémie, 12 cas (2 %) de septicémie/arthrite et 60 cas (11 %) d'autres manifestations (**tableau 4**). Parmi les 17 cas de « manifestations autres » signalés, les manifestations cliniques les plus fréquemment signalées étaient la fièvre (35 %), la pneumonie (24 %) et l'éruption de purpura (18 %). La méningite était la présentation clinique la plus courante parmi tous les sérogroupes, sauf pour le sérogroupe W-135, où la septicémie et la bactériémie étaient les plus courantes.

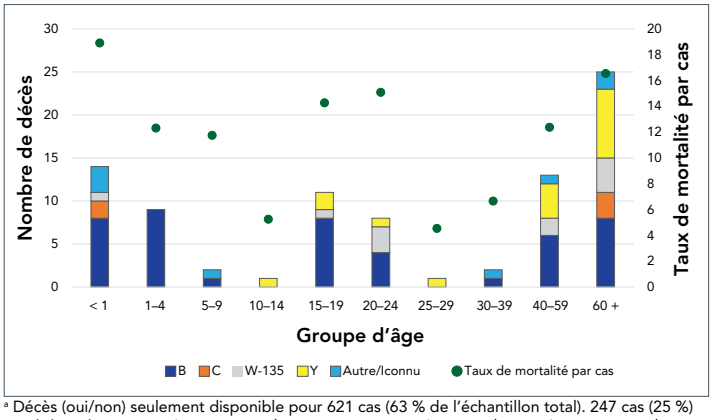
Tableau 4 : Nombre et proportion de cas de méningococcie invasive au Canada avec présentation clinique par sérogroupe, (n = 503)

Groupe sérologique	Nombre et proportion de cas de méningococcie invasive[a]								
	Méningite		Septicémie/ bactériémie		Septicémie/ arthrite		Autre		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	
B	135	64	53	25	2	1	20	10	210
C	24	52	17	37	3	7	2	2	46
W-135	38	36	43	41	3	3	21	20	105
Y	66	47	57	41	4	3	13	9	140
Autre[b]	4	50	4	50	0	0	0	0	8
Non groupable	0	0	1	100	0	0	0	0	1
Inconnu[c]	11	50	7	32	0	0	4	18	22
Total	278	52	182	34	12	2	60	11	532

[a] 23 cas présentés avec deux diagnostics et trois cas présentés avec trois diagnostics
[b] Autre signifie les cas où le groupe sérologique a été noté comme suit : A, E, Z, 29E et non encapsulée
[c] Inconnu signifie les cas où il manque des renseignements sur le groupe sérologique

Entre 2012 et 2019, des 621 cas pour lesquels des données sur les résultats étaient disponibles (oui/non pour les décès), 86 décès associés à la MI ont été signalés. Cela représente un taux de mortalité global de 13,8 %. Comme le montre la **figure 3**, le groupe sérologique B représentait la majorité (52 %) des décès signalés. Le taux de décès était le plus élevé chez les personnes de moins d'un an (19 %), suivies de près par les personnes de 60 ans et plus (17 %) et celles de 20 à 24 ans (15 %). La proportion de cas qui sont morts d'une MI était la plus élevée dans les cas où l'échantillon positif était du sang (n = 68/432, 16 %) comparativement aux échantillons de liquide céphalorachidien (n = 15/182, 8 %) (différence de 8 %, IC à 95 %, 1,8 à 13,1 %). Sur les 15 cas dont le spécimen positif était du liquide articulaire, aucun décès n'a été signalé.

Figure 3 : Nombre de décès liés à la méningococcie invasive et taux de mortalité selon le groupe d'âge et le groupe sérologique, Canada, 2012 à 2019 (n = 621[a])



[a] Décès (oui/non) seulement disponible pour 621 cas (63 % de l'échantillon total). 247 cas (25 %) ont été notés comme « inconnus » et les autres ne contenaient pas de renseignements sur les résultats (12 %)

Caractéristiques de la souche

Distribution du sérogroupe de la méningococcie invasive confirmée par la culture

Le LNM a reçu un total de 772 (79 %) isolats de *N. meningitidis* entre 2012 et 2019. Le sérogroupe B était le plus courant (il représentait 48,9 % de tous les isolats), suivi du sérogroupe Y (23,8 %), du sérogroupe W (20,0 %) et du sérogroupe C (6,0 %). Les autres isolats représentaient 1,3 % ou 10 du sérogroupe E (trois isolats), le sérogroupe Z (deux isolats) ou non encapsulés (cinq isolats). Une augmentation constante du sérogroupe W a été observée au fil du temps, avec 2,7 % des isolats de cas de MI reçus au LNM en 2012, à 3,9 % en 2013, à 4,8 % en 2014, à 10,1 % en 2015, à 18,8 % en 2016, à 27,1 % en 2017, à 44,7 % en 2018 et à 39,7 % en 2019. En 2018, et en 2019 et 2020 (données non publiées, données pour 2020, LNM), le groupe sérologique W était le groupe sérologique le plus fréquemment rencontré parmi tous les isolats de la MI reçus au LNM.

Groupe sérologique B

Aucun clone en particulier ne semblait prédominer au Canada. Les complexes clonaux de sérogroupe B (CC) les plus fréquemment rencontrés (par ordre de fréquence) étaient le type de séquence (ST)-269 CC, ST-41/44 CC, ST-213 CC, ST-32 CC, ST-35 CC et ST-1157 CC (chacun avec au moins cinq isolats), qui, ensemble, ont constitué 90 % de tous les isolats de sérogroupe B de la MI de 2012 à 2019. De 2015 à 2019, seulement 189 isolats de cas de sérogroupe B de la MI ont été reçus au LNM, et les CC les plus fréquemment rencontrés étaient ST-41/44 CC, ST-269 CC, ST-213 CC, ST-32 CC et ST-1157 CC (chacun avec au moins cinq isolats). Ensemble, ils représentaient 84 % de tous les isolats de sérogroupe B.

Groupe sérologique W

Avant 2015, la plupart des isolats de sérogroupe W invasifs étaient identifiés comme étant ST-22 CC et l'augmentation du sérogroupe W au Canada au cours des dernières années a été associée au remplacement du ST-22 CC endémique par le ST-11 CC hypervirulent (6). Ils ont été caractérisés par la formule antigénique W:2a:P1.5,2, la plupart étant de type ST-11 et de sous-lignée 11.1 (7).

Groupe sérologique Y

Le ST-23 CC est resté le groupe sérologique le plus souvent rencontré, suivi du ST-167 CC et du ST-174 CC.

Groupe sérologique C

Sur les 49 isolats de cas de sérogroupe C de la MI reçus au LNM, 36 étaient de type ST-11 CC et 13 ont été de type non-ST-11 CC. Sur les 36 isolats de ST-11 CC, 15 étaient sous-typés en tant ET-15 (sous-lignage 11.2), 20 étaient de type non ET-15 ou de sous-lignage 11.1 et un n'avait pas d'autre information de sous-typage.

Les isolats de sérogroupe C non ST-11 CC comprenaient trois types de ST-1195 (ST-269 CC) et les trois ont été trouvés en Alberta (en 2017, 2018 et 2019) et avaient la formule antigénique C : NT:P1.9. Il y avait aussi deux isolats de sérogroupe C de type ST-4821 (ST-4821 CC) et les deux ont été trouvés en Colombie-Britannique (en 2013 et en 2014) et contenaient la formule antigénique C : NT:P1.1. De plus, il y avait trois isolats de sérogroupe C de type ST-35 CC, trois de type ST-103 CC, un de type ST-41/44 CC et un avec un type de séquence non attribué à un CC connu.

Discussion

Depuis la mise en œuvre de programmes de vaccination quadrivalente contre le méningocoque et le méningocoque financés par le secteur public au Canada, l'incidence globale de la MI a considérablement diminué. Au cours de la période de surveillance, la couverture vaccinale pour le vaccin conjugué contre le méningocoque C est demeurée stable chez les enfants de moins de deux ans, variant de 87,6 % à 88,7 % entre 2013 et 2017 (8).

La tendance à la baisse de l'incidence a été observée dans toutes les régions du Canada dès l'année suivant la mise en œuvre des programmes financés par les fonds publics. Entre 2012 et 2019, les régions des Prairies et du Centre ont atteint un taux d'incidence historiquement bas. Conformément au rapport de surveillance précédent, le Nunavut a continué de déclarer le taux d'incidence le plus élevé (9). L'incidence moyenne globale dans le rapport de surveillance publié précédemment était de 0,58 cas pour 100 000 habitants de 2006 à 2011 comparativement à 0,34 cas pour 100 000 habitants de 2012 à 2019 (6). Le sérogroupe B représentait la plus grande proportion de cas et touchait de façon disproportionnée les nourrissons de moins d'un an. Comme dans les rapports publiés précédemment, les cas de MI prédominaient pendant les mois d'hiver, avec les niveaux les plus élevés en janvier et en mars (4,10).

À compter de 2016, le nombre de cas de MI associés au sérogroupe W a augmenté d'au moins 50 % chaque année au Canada. Entre 2012 et 2019, la plus grande proportion de cas de sérogroupe W associés à un complexe clonal 11 a été signalée chez des adultes de 60 ans et plus. L'émergence de cas de sérogroupe W associés à un complexe clonal 11 a été signalée dans des études antérieures (10,11) et nos résultats concordent avec ces constatations. Le LNM a également fait état du nombre croissant de souches de sérogroupe W au Canada au fil du temps (4,12). Des isolats génomiques des isolats sérogroupes W canadiens ont montré que la majorité des isolats récents appartenaient au type de souche ou à la sous-lignée d'Amérique du Sud, bien qu'un petit nombre d'isolats isolés jusqu'en 2016 appartenaient à la souche de type Hadj (13).

Au cours de la période de 2012 à 2019, il y a eu trois éclosions documentées au Canada (14). Une éclosion s'est étendue de 2006 à 2013 dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, au Québec, et a été causée par le sérogroupe B. Une campagne de vaccination a été lancée l'année suivante dans la région au moyen du vaccin 4CMENB (15). L'incidence de la MI attribuable au sérogroupe B a chuté de façon spectaculaire dans la population ciblée par la campagne de vaccination (jusqu'à l'âge de 20 ans) et, en 2015, une éclosion a été signalée dans une université de la Nouvelle-Écosse (14). La première éclosion documentée attribuable au sérogroupe CC-11 a été signalée en Colombie-Britannique en 2017 et a entraîné cinq cas chez des adolescents de 15 à 19 ans (14).

La *N. meningitidis* résistante aux antibiotiques a récemment été observée dans certains isolats de sérogroupe Y appartenant au clone ST-3587 (ST-23 CC) et a été caractérisée par la production de ß-lactamase en raison de la présence du gène bla_{ROB-1} susceptible d'être acquis d'*Haemophilus influenzae* (16). Cette souche a également été identifiée en France (17) et aux États-Unis, ce qui a mené à la publication d'une alerte sanitaire en juin 2020 (16). Aux États-Unis, cette souche a également acquis une résistance à la ciprofloxacine, un antibiotique couramment utilisé pour la chimioprophylaxie des contacts étroits de cas de MI (18). Jusqu'à maintenant, l'expansion et la propagation de ce clone n'ont pas été observées au Canada (données inédites, LNM).

La surveillance en laboratoire est importante pour l'identification de nouvelles souches qui peuvent contribuer à la nature évolutive de la MI. Par exemple, la nouvelle souche sud-américaine-britannique du sérogroupe ST-11 W a été à l'origine de l'augmentation de la méningococcie de l'ouest à l'échelle mondiale et a donné lieu à des rapports de présentations cliniques inhabituelles (7,19,20). L'augmentation récente de la méningite à méningocoque C dans la ceinture africaine de la méningite est attribuable à une nouvelle souche qui

est apparue lorsqu'une souche ST-10217 non encapsulée d'un porteur sain au Burkina Faso a acquis une capsule de sérogroupe C (21). L'émergence récente, aux États-Unis, d'un sérogroupe positif ß-lactamase Y *N. meningitidis* avec une résistance supplémentaire aux fluoroquinolones a d'importantes répercussions sur le traitement et la chimioprophylaxie de la MI (22).

Les cas d'importation par voyage représentaient une faible proportion des cas, et la majorité des cas attribuables aux voyages se trouvaient au Canada ou aux États-Unis. La caractérisation en laboratoire des souches a permis d'identifier deux cas d'importation potentiels présentant des caractéristiques inhabituelles de C : NT:P1.14, ST-4821 et une résistance à la ciprofloxacine. Ces caractéristiques de souche n'ont jamais été trouvées dans des isolats canadiens auparavant, mais elles étaient couramment associées à un clone unique de sérogroupe C en Chine (4), ce qui laissait entendre que ces deux isolats provenaient de cas importés.

Le sérogroupe B représentait la plus grande proportion des présentations cliniques. Entre 2012 et 2019, le taux de mortalité associé à la MI a continué de diminuer au fil du temps et le groupe sérologique B représentait la majorité des décès. Les tendances observées dans cet article concordent avec celles d'autres publications (6). Les taux de mortalité au Canada étaient comparables à ceux de l'Australie et de l'Angleterre (7,13). Les échantillons positifs de sang ont presque doublé le taux de mortalité par rapport aux échantillons positifs de liquide céphalorachidien. Cette constatation était statistiquement significative.

Au cours des dernières années, des signes de présentation clinique atypique du sérogroupe W de la MI caractérisé par des symptômes gastro-intestinaux ont été signalés dans le monde entier (23–26). Parmi les cas signalés avec d'autres manifestations cliniques au Canada entre 2012 et 2019, la majorité était associée au sérogroupe W-135. Une surveillance accrue des présentations atypiques au Canada est recommandée afin de mieux comprendre l'évolution de l'épidémiologie de la MI.

L'Organisation mondiale de la Santé a établi un plan pour vaincre la méningite d'ici 2030 (27). Le plan comprend trois objectifs principaux concernant les épidémies, la transmission de maladies et les incapacités et les effets à long terme de l'infection : 1) l'élimination des épidémies de MI; 2) la réduction des cas et des décès causés par la méningite bactérienne évitable par la vaccination; 3) la réduction de l'incapacité associée aux infections. Bien que la MI demeure endémique au Canada, les données tirées de cet article montrent des réductions notables des taux d'incidence dans certaines régions géographiques du Canada. L'introduction de programmes de vaccination financés par l'État au Canada a considérablement réduit l'incidence de la MII associée aux souches couvertes par les vaccins. Les nouvelles souches de MI continueront de poser des défis pour la réduction des cibles de maladies, comme celles décrites par l'Organisation mondiale de la Santé. Le Canada dispose d'une solide infrastructure de santé publique qui permet la détection précoce des cas et la mise en œuvre de mesures rapides en matière de santé publique; cependant, la surveillance courante actuelle à l'échelle nationale ne recueille pas de données sur les cas après l'infection, comme les invalidités à long terme.

Limitations

Il faut noter plusieurs limites. Premièrement, les données déclarées dans le Système national de surveillance améliorée de la méningococcie invasive ne sont pas liées épidémiologiquement aux données de laboratoire. Pour relier les deux sources de données, un couplage déterministe a été effectué. Certains cas peuvent avoir été omis en raison de données insuffisantes pour correspondre aux deux sources de données. Deuxièmement, de nombreux cas pourraient ne pas être reconnus, car les antibiotiques sont souvent administrés avant la culture et l'organisme n'est pas identifié par la suite. Troisièmement, certaines variables, comme les antécédents de vaccination, étaient souvent manquantes ou incomplètes. Enfin, les renseignements limités sur les éclosions représentent une lacune dans la surveillance nationale de la MI.

Conclusion

La méningococcie invasive est une infection rare, mais grave, qui continue de toucher les très jeunes Canadiens. Bien que le sérogroupe B continue de représenter la plus grande proportion de la maladie, le sérogroupe W associé au CC-11 devient un contributeur croissant de la maladie chez les adultes âgés. La nature évolutive de *N. meningitidis* exige une approche globale de sa surveillance, qui devrait comprendre un volet de laboratoire qui documente les caractéristiques des souches.

Déclaration des auteurs

M. S. — Conceptualisation, méthodologie, logiciel, analyse officielle, enquête, conservation des données, rédaction de la version préliminaire, rédaction et révision, visualisation
R. S. W. T. — Méthodologie, analyse formelle, enquête, conservation des données, rédaction de la version préliminaire, rédaction et révision, visualisation
R. M. — Méthodologie, analyse officielle, rédaction de la version préliminaire, rédaction et révision
A. A. — Méthodologie, analyse officielle, version originale, rédaction et révision
Y. A. L. — Conceptualisation, méthodologie, rédaction et révision
M. I. S. — Rédaction et révision
S. G. S. — Conceptualisation, rédaction et révision

Intérêts concurrents

Aucun.

Remerciements

Les auteurs reconnaissent que les provinces et les territoires du Canada ont fourni des données au Système national de surveillance améliorée de la méningococcie invasive et qu'ils ont contribué au présent article.

Financement

Aucun.

Références

1. David L. Heymann. Control of Communicable Diseases Manual. 20th ed. Washington DC, USA: American Public Health Association; 2014. ISBN-10: 087550184.

2. Agence de la santé publique du Canada. La méningococcie invasive Ottawa (ON) : ASPC: 2014 (accédé 2020-10-26). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/immunisation/maladies-pouvant-etre-prevenues-vaccination/meningococcie-invasive/risques.html

3. Comité consultatif national de l'immunisation. Recommandations concernant l'utilisation du vaccin multicomposant contre le méningocoque du sérogroupe B (4CMenB) au Canada. CCNI; (modifié 2014; accédé 2022-01-16). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/immunisation/comite-consultatif-national-immunisation-ccni/recommandations-concernant-utilisation-vaccin-multicomposant-contre-meningocoque-serogroupe-b-4cmenb-canada.html#tdm_4a

4. Tsang RSW, Deeks SL, Wong K, Marchand-Austin A, Jamieson FB. L'infection invasive à Neisseria meningitidis de sérogroupe W (MenW) en Ontario (Canada) montre un remplacement clonal potentiel pendant la période du 1er janvier 2009 au 30 juin 2016. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2016;42(12):292-6. DOI

5. Statistique Canada. Statistiques sur la population et la démongraphie. Ottawa (ON): StatCan; 2022 (accédé 2022-01-20). https://www.statcan.gc.ca/fr/sujets-debut/population_et_demographie

6. European Centre for Disease Control. Invasive meningococcal disease. Annual epidemiological report for 2017. Solna (SE): ECDC; 2019. https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/invasive-meningococcal-disease-annual-epidemiological-report-2017

7. Government of Australia Department of Health. Invasive Meningococcal Disease National Surveillance Report. Canberra (AU): Government of Australia; 2018 (accédé 2020-10-26). https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/5FEABC4B495BDEC1CA25807D001327FA/$File/1Oct-31Dec19-qrt3-IMD.pdf

8. Agence de la santé publique du Canada. Faits saillants de l'Enquête nationale sur la couverture vaccinale des enfants (ENCVE), 2019. Ottawa (ON) : ASPC; (modifié 2022-02-07). https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/vaccins-immunisation/2019-faits-saillants-enquete-nationale-couverture-vaccinale-enfants.html

9. Li YA, Tsang R, Desai S, Deehan H. Surveillance accrue des méningococcies invasives au Canada, 2006-2011. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2014;40(9):184–94. DOI

10. Li YA, Martin I, Tsang R, Squires SG, Demczuk W, Desai S. Maladies bactériennes invasives dans le Nord du Canada de 2006 à 2013. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2016;42:84-91. DOI

11. Booy R, Gentile A, Nissen M, Whelan J, Abitbol V. Recent changes in the epidemiology of Neisseria meningitidis serogroup W across the world, current vaccination policy choices and possible future strategies. Hum Vaccin Immunother 2019;15(2):470–80. DOI PubMed

12. Tsang R, Hoang L, Tyrrell GJ, Horsman G, Van Caeseele P, Jamieson F, Lefebvre B, Haldane D, Gad RR, German GJ, Zahariadis G. Augmentation des infections invasives à Neisseria meningitidis de sérogroupe W au Canada de 2009 à 2016. Relevé des maladies transmissibles au Canada, 2017;43(7/8):161-7. DOI

13. Public Health England. Invasive meningococcal disease in England: annual laboratory confirmed reports for epidemiological year 2018 to 2019. London (UK): PHE; 2019 (accédé 2020-10-26). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/842368/hpr3819_IMD-ann.pdf

14. Soumahoro L, Abitbol V, Vicic N, Bekkat-Berkani R, Safadi MA. Meningococcal Disease Outbreaks: A Moving Target and a Case for Routine Preventative Vaccination. Infect Dis Ther 2021;10(4):1949–88. DOI PubMed

15. De Wals P. Epidemiology and Control of Meningococcal Disease in Canada: A Long, Complex, and Unfinished Story. Can J Infect Dis Med Microbiol 2019;2019:8901847. DOI PubMed

16. Lucidarme J, Scott KJ, Ure R, Smith A, Lindsay D, Stenmark B, Jacobsson S, Fredlund H, Cameron JC, Smith-Palmer A, McMenamin J, Gray SJ, Campbell H, Ladhani S, Findlow J, Mölling P, Borrow R. An international invasive meningococcal disease outbreak due to a novel and rapidly expanding serogroup W strain, Scotland and Sweden, July to August 2015. Euro Surveill 2016;21(45):30395. DOI PubMed

17. Tsang RSW, Ahmad T, Tyler S, Lefebvre B, Deeks SL, Gilca R, Hoang L, Tyrrell G, Van Caeseele P, Van Domselaar G, Jamieson FB. Whole genome typing of the recently emerged Canadian serogroup W Neisseria meningitidis sequence type 11 clonal complex isolates associated with invasive meningococcal disease. Int J Infect Dis 2018;69:55–62. DOI PubMed

18. Tsang RSW, Ahmad T, Jamieson FB, Tyrrell GJ. WGS analysis of a penicillin-resistant Neisseria meningitidis strain containing a chromosomal ROB-1 β-lactamase gene. J Antimicrob Chemother 2019;74(1):22–8. DOI PubMed

19. United States Centres for Disease Control and Prevention. Detection of Ciprofloxacin-resistant, β-lactamase-producing Neisseria meningitidis Serogroup Y Isolates, United States, 2019–2020 (accédé 2021-04-09). https://emergency.cdc.gov/han/2020/han00433.asp

20. McNamara LA, Potts C, Blain AE, Retchless AC, Reese N, Swint S, Lonsway D, Karlsson M, Lunquest K, Sweitzer JJ, Wang X, Hariri S, Fox LM; Antimicrobial-Resistant Neisseria meningitidis Team. Detection of Ciprofloxacin-Resistant, β-Lactamase-Producing Neisseria meningitidis Serogroup Y Isolates - United States, 2019-2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020;69(24):735–9. DOI PubMed

21. Campbell H, Parikh SR, Borrow R, Kaczmarski E, Ramsay ME, Ladhani SN. Presentation with gastrointestinal symptoms and high case fatality associated with group W meningococcal disease (MenW) in teenagers, England, July 2015 to January 2016. Euro Surveill 2016;21(12):30175. DOI PubMed

22. Beltrami D, Guilcher P, Longchamp D, Crisinel PA. Meningococcal serogroup W135 epiglottitis in an adolescent patient. BMJ Case Rep 2018;2018:bcr2017223038. DOI PubMed

23. Campbell H, Andrews N, Parikh S, Ribeiro S, Gray S, Lucidarme J, Ramsay ME, Borrow R, Ladhani SN. Variable clinical presentation by the main capsular groups causing invasive meningococcal disease in England. J Infect 2020;80(2):182–9. DOI PubMed

24. Russcher A, Fanoy E, van Olden GD, Graafland AD, van der Ende A, Knol MJ. Necrotising fasciitis as atypical presentation of infection with emerging Neisseria meningitidis serogroup W (MenW) clonal complex 11, the Netherlands, March 2017. Euro Surveill 2017;22(23):30549. DOI PubMed

25. Sudbury EL, O'Sullivan S, Lister D, Varghese D, Satharasinghe K. Case Manifestations and Public Health Response for Outbreak of Meningococcal W Disease, Central Australia, 2017. Emerg Infect Dis 2020;26(7):1355–63. DOI PubMed

26. Loenenbach AD, van der Ende A, de Melker HE, Sanders EA, Knol MJ. The Clinical Picture and Severity of Invasive Meningococcal Disease Serogroup W Compared With Other Serogroups in the Netherlands, 2015-2018. Clin Infect Dis 2020;70(10):2036–44. DOI PubMed

27. World Health Organization. Defeating meningitis by 2030. Geneva (CH): WHO; 2021 (accédé 2021-04-25). https://www.who.int/initiatives/defeating-meningitis-by-2030

Annexe : Définition nationale des cas de méningococcie invasive en novembre 2009

Cas confirmé

Preuves cliniques de maladies invasives avec confirmation de l'infection en laboratoire :

- Isolation de *Neisseria meningitidis* (*N. meningitidis*) d'un site normalement stérile (sang, liquide céphalorachidien [LCR], liquide articulaire, pleural ou péricardique)

OU

- Démonstration de *N. meningitidis* dans l'ADN par un test d'acide nucléique validé de façon appropriée à partir d'un site normalement stérile

Cas probable

Preuves cliniques de maladies invasives avec purpura fulminans ou pétéchies, sans autre cause apparente et avec des preuves de laboratoire non invasives :

- Détection de l'antigène *N. meningitidis* dans le LCR

Remarque : Les résultats positifs d'un test antigénique à partir d'échantillons d'urine et de sérum ne sont pas fiables pour diagnostiquer la méningococcie.

Preuve clinique

La maladie clinique associée à la méningococcie invasive se manifeste habituellement par une méningite ou une septicémie, bien que d'autres manifestations puissent être observées (e.g. cellulite orbitale, arthrite septique). Les maladies invasives peuvent progresser rapidement jusqu'aux pétéchies ou aux purpura fulminans, au choc et à la mort.

Les cas confirmés et probables de maladie doivent être signalés depuis le 1er janvier 2006.

Rapport de surveillance de la maladie de Lyme, 2019

Source : Agence de la santé publique du Canada. Surveillance de la maladie de Lyme au Canada : Rapport annuel préliminaire 2019. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/rapport-surveillance-maladie-lyme-2019.html

La maladie de Lyme est la maladie à transmission vectorielle la plus couramment signalée au Canada. Au cours de la dernière décennie, on a constaté une augmentation du nombre de cas de la maladie de Lyme contractés localement dans le centre et l'est du Canada. Le risque d'infection humaine devrait continuer d'augmenter au Canada en partie en raison du réchauffement climatique qui entraîne l'expansion nordique de l'aire de répartition du principal vecteur de la maladie de Lyme, les tiques à pattes noires, dans l'est du Canada et d'autres facteurs, y compris l'augmentation des activités de plein air, les changements de paysage ainsi que l'abondance, les activités et la gamme des tiques et des hôtes. La surveillance des tiques et des cas de la maladie de Lyme chez l'humain est effectuée selon une approche « Un monde, une santé » afin de réduire au minimum le fardeau de la maladie de Lyme et des autres maladies émergentes transmises par les tiques, et de protéger la santé des Canadiens. Le rapport annuel de surveillance de la maladie de Lyme se concentre sur la composante humaine de la surveillance de la maladie de Lyme, en fournissant un aperçu des données de surveillance des cas signalés en 2019.

Pour de plus amples renseignements :

Veuillez cliquer ici pour accéder à la surveillance de la maladie de Lyme au Canada : Rapport annuel préliminaire 2019

Veuillez cliquer ici pour accéder à la surveillance de la maladie de Lyme au Canada : Infographie annuelle préliminaire 2019

Rapport de surveillance des maladies transmises par les moustiques, 2019

Source : Agence de la santé publique du Canada. Rapport de surveillance des maladies transmises par les moustiques : 2019 – Rapport préliminaire. https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/rapport-annuelle-surveillance-maladies-transmises-moustiques-2019.html

Le virus du Nil occidental (VNO), les virus du sérogroupe Californie, notamment le virus de Jamestown Canyon et le virus Snowshoe hare, ainsi que le virus de l'encéphalite équine de l'Est, sont connus pour leur capacité à provoquer une infection humaine. Ces quatre maladies transmises par les moustiques sont endémiques dans certaines régions du Canada. Les maladies transmises par les moustiques ont des cycles de transmission complexes impliquant des virus circulant principalement entre des animaux sauvages spécifiques et des moustiques vecteurs compétents. Parfois, cependant, un large éventail d'autres animaux, y compris les humains et les chevaux, peuvent être infectés. En raison de l'étroite interface entre l'humain et l'animal, les efforts de surveillance sur les maladies transmises par les moustiques requièrent une approche « Un monde, une santé », qui reconnaît le lien intrinsèque entre la santé des humains, celle des animaux et l'environnement. Le rapport de surveillance des maladies transmises par les moustiques et l'infographie de 2019 porte sur l'incidence des infections transmises par les moustiques sur la santé humaine et animale au Canada, menée en collaboration avec des partenaires de santé multidisciplinaires.

Pour de plus amples renseignements :

Veuillez cliquer ici pour accéder au rapport de surveillance des maladies transmises par les moustiques (2019)

Veuillez cliquer ici pour accéder à l'infographie de surveillance des maladies transmises par les moustiques (2019)

Veuillez cliquer ici pour accéder aux rapports nationaux hebdomadaires de surveillance des maladies transmises par les moustiques de 2021

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