



# Surveillance des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de leurs agents pathogènes associés, Canada, 2020

Christy Wilson<sup>1\*</sup>, Salima Gasmi<sup>2</sup>, Annie-Claude Bourgeois<sup>1</sup>, Jacqueline Badcock<sup>3</sup>, Justin Carr<sup>4</sup>, Navdeep Chahil<sup>5</sup>, Heather Coatsworth<sup>6</sup>, Antonia Dibernardo<sup>6</sup>, Priya Goundar<sup>7</sup>, Patrick Leighton<sup>8</sup>, Min-Kuang Lee<sup>5</sup>, Muhammad Morshed<sup>5,9</sup>, Marion Ripoche<sup>10</sup>, Jade Savage<sup>11</sup> au nom d'eTick, Hanan Smadi<sup>3</sup>, Christa Smolarchuk<sup>12</sup>, Karine Thivierge<sup>13,14</sup>, Jules Koffi<sup>2</sup>

## Résumé

**Contexte :** Les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* sont les principaux vecteurs de l'agent pathogène de la maladie de Lyme et de plusieurs autres maladies transmises par les tiques au Canada. Les données de surveillance des tiques peuvent être utilisées pour déterminer les zones locales de risque de maladies transmises par les tiques et les interventions directes en santé publique. Le présent article vise à décrire les caractéristiques saisonnières et spatiales des principaux vecteurs de la maladie de Lyme au Canada, ainsi que les agents pathogènes transmis par les tiques, au moyen des données de surveillance passive et active de 2020.

**Méthodes :** Des données de surveillance passive et active ont été compilées de la Direction générale du Laboratoire national de microbiologie (Agence de la santé publique du Canada), des autorités provinciales et locales de santé publique et d'eTick (une plateforme en ligne basée sur l'image). Les analyses saisonnières et spatiales des tiques et de leurs agents pathogènes connexes sont présentées, y compris les estimations de la prévalence des infections.

**Résultats :** Dans le cadre de la surveillance passive, les données sur *I. scapularis* (n = 7 534) ont été présentées par toutes les provinces sauf le Manitoba et la Colombie-Britannique, tandis que les données sur *I. pacificus* (n = 718) ont été présentées uniquement par la Colombie-Britannique. Aucune donnée sur les tiques n'a été rapportée par les territoires. La répartition saisonnière des présentations pour *I. scapularis* étaient bimodales, mais unimodales pour *I. pacificus*. Quatre agents pathogènes transmis par les tiques ont été identifiés pour *I. scapularis* (*Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti* et *Borrelia miyamotoi*) et un pour *I. pacificus* (*B. miyamotoi*). Pour la surveillance active, des données sur *I. scapularis* (n = 688) ont été recueillies en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. Cinq agents pathogènes transmis par les tiques ont été identifiés : *B. burgdorferi*, *A. phagocytophilum*, *B. microti*, *B. miyamotoi* et le virus de Powassan.

**Conclusion :** Le présent article donne un aperçu de la répartition de *I. scapularis* et de *I. pacificus* et de leurs agents pathogènes humains associés, au Canada en 2020, ce qui peut aider à évaluer le risque d'exposition à des agents pathogènes transmis par les tiques dans différentes provinces.

**Citation proposée :** Wilson CH, Gasmi S, Bourgeois A-C, Badcock J, Carr J, Chahil N, Coatsworth H, Dibernardo A, Goundar P, Leighton PA, Lee M-K, Morshed MG, Ripoche M, Savage J au nom de eTick, Smadi HN, Smolarchuk C, Thivierge K, Koffi JK. Surveillance des tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* et de leurs agents pathogènes associés, Canada, 2020. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2023;49(6):320–31. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v49i06a06f>

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

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



## Affiliations

\*Voir la liste complète des affiliations dans l'[Appendice](#)

## \*Correspondance :

[christy.wilson@phac-aspc.gc.ca](mailto:christy.wilson@phac-aspc.gc.ca)



## Introduction

Les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* peuvent transmettre plusieurs agents pathogènes bactériens, viraux et protozoaires aux humains (1). L'aire de répartition géographique et la population de *I. scapularis* augmentent dans le centre-sud et dans l'est du Canada (2,3), en raison des changements climatiques et environnementaux qui ont augmenté la qualité de l'habitat des tiques dans plus de régions (4,5). Ces changements peuvent modifier davantage le comportement des tiques et prolonger leurs périodes d'activité, ce qui peut augmenter l'exposition aux maladies transmises par les tiques (1,6). Afin de réduire le fardeau des maladies transmises par les tiques, l'expansion continue de la portée des tiques au Canada doit être assurée par une capacité accrue de prévention et de surveillance de ces maladies et une sensibilisation accrue à cet enjeu (1). Les données de surveillance des tiques éclairent le risque environnemental de la maladie de Lyme (ML), qui peut guider les autorités de santé publique dans le ciblage des efforts de prévention et de contrôle, et peut soutenir les diagnostics de la maladie de Lyme par les professionnels de la santé (7).

L'agent causal 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. Entre 2009 et 2020, l'incidence signalée de la ML chez les personnes a été multipliée par plus de 10 (passant de 144 à 1 615 cas) (8). D'autres cas de maladies transmises par les tiques, transmis par *I. scapularis* ou *I. pacificus*, sont en cours d'émergence au Canada, y compris l'anaplasmose (9), la babésiose (10), la fièvre récurrente à tiques dures (11) et la maladie à virus de Powassan (12).

Depuis les années 1990, la surveillance passive des tiques sert à déterminer les populations de tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* et la présence d'agents pathogènes transmis par les tiques (13,14). La surveillance active des tiques a commencé dans les années 2000 afin de détecter les zones où les populations de tiques établies peuvent devenir endémiques (zones à risque pour la ML) (15). Les efforts visant à résumer chaque année la surveillance passive et active des tiques au niveau national ont commencé en 2019 (16), fournissant une base de référence pour le risque à déterminer qui, au fil du temps, facilitera la détermination des tendances actuelles et permettra la projection des tendances à venir.

Le présent rapport de surveillance a pour objectif de résumer les caractéristiques géographiques et saisonnières des principaux vecteurs de la ML au Canada, *I. scapularis* et *I. pacificus*, recueillies par surveillance passive et active en 2020. Le présent article résumera également la prévalence et la répartition spatiale de leurs agents pathogènes humains associés.

## Méthodes

### Sources de données

Ce rapport utilise deux types de données de surveillance provenant de dix fournisseurs différents. Les données sur la surveillance passive des tiques ont été fournies par la Direction générale du Laboratoire national de microbiologie (LNM) de l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence), le « British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC) », Santé Alberta, le ministère de la Santé de la Saskatchewan et eTick. Les données de surveillance active des tiques ont été fournies par le Bureau de santé du district de Thunder Bay, la santé publique de Kingston, de Frontenac et de Lennox et Addington, le Laboratoire de santé publique du Québec, le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick et le Laboratoire vétérinaire provincial du Nouveau-Brunswick.

### Surveillance passive des tiques

La surveillance passive des tiques est la soumission volontaire par le public de tiques (ou de leurs images) à des cliniques médicales ou vétérinaires, à des autorités régionales de santé publique ou à d'autres institutions (e.g. un laboratoire universitaire) pour l'identification des espèces et les analyses en laboratoire (13). Cette analyse a été limitée aux tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* collectées au Canada en 2020, même si plusieurs autres espèces de tiques ont également été identifiées. Les tiques pourraient être soumises à n'importe quel moment de l'année. Les analyses portant sur une localité d'acquisition à l'extérieur du Canada, avec l'historique de voyage du soumissionnaire dans une autre province ou à l'intérieur du Canada, mais qui ne pouvaient être géocodées, ont été exclues. Les tiques ont été soumises individuellement (une seule soumission) ou en groupes de deux ou plus (soumission multiple). Les provinces où cinq tiques ou moins ont été présentées aux fins d'identification des espèces et les analyses en laboratoire ont été exclues de l'étude afin d'éviter une mauvaise interprétation des résultats. Aucune tique n'a été soumise provenant des Territoires du Nord-Ouest, du Nunavut ou du Yukon, car il n'existe aucun programme de surveillance passive pour *I. scapularis* et *I. pacificus*.

Depuis 2009, les programmes régionaux de surveillance passive des tiques ont été progressivement abandonnés dans plusieurs administrations (e.g. la Nouvelle-Écosse, le Sud-Ouest du Québec et l'Est de l'Ontario) en fonction de la capacité des laboratoires et à mesure que les populations de *I. scapularis* sont établies. Toutefois, les tiques (ou leurs images) acquises dans ces administrations pourraient être présentées directement par le public au LNM ou à eTick.

La plateforme eTick est un système de surveillance passive Web validé par la science communautaire pour l'identification des tiques (17). Les personnes soumettent sur la plateforme en ligne des images de tiques qu'elles ont collectées, qui sont ensuite examinées par du personnel qualifié aux fins



d'identification des espèces. Le système a commencé en 2017 au Québec et cinq provinces supplémentaires se sont ajoutées en 2020 (Saskatchewan, Ontario, Terre-Neuve-et-Labrador, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse). Tout comme les sources provinciales de données sur la surveillance des tiques, eTick recueille des renseignements sur l'emplacement de l'acquisition, la date de la collecte, l'historique des déplacements des soumissionnaires, l'hôte des tiques, les espèces de tiques et les stades des tiques. Toutes les tiques sur le site eTick ont été classées comme étant des soumissions uniques, car les utilisateurs doivent télécharger des images de chaque tique individuellement.

Les tiques acquises et soumises en Saskatchewan, en Ontario, au Québec, à Terre-Neuve-et-Labrador, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard ont été analysées pour détecter la présence de *A. phagocytophilum*, *B. burgdorferi*, *B. miyamotoi* et *B. microti* au LNM ou à l'University of Saskatchewan au moyen des méthodes décrites précédemment (16,18). Les tiques ont été analysées au BCCDC seulement pour détecter *B. burgdorferi* et *B. miyamotoi* (14). Les résultats des analyses de laboratoire pour les tiques de Santé Alberta n'étaient pas disponibles. Les échantillons de tiques dont les images ont été soumises sur eTick n'étaient pas systématiquement analysés pour détecter les agents pathogènes transmis par les tiques, mais ils pouvaient être transmis à un laboratoire à cette fin à la demande des autorités locales de santé publique.

### Surveillance active des tiques

Dans le cadre de la surveillance active, les tiques sont recueillies dans l'environnement à l'aide de l'échantillonnage par traînée ou en capturant les mammifères hôtes qui sont ensuite examinés afin de détecter les tiques. Cette analyse a utilisé les tiques *I. scapularis* collectées au cours de l'échantillonnage par filet traînant de sept sites en Ontario, de 24 sites au Québec et de 14 sites au Nouveau-Brunswick. L'échantillonnage par traînée a lieu à la fin du printemps, à l'été (de mai à juillet) ainsi qu'à l'automne (de septembre à novembre) et certains sites ont été visités au cours des deux périodes.

Toutes les tiques ont été analysées au LNM pour détecter *A. phagocytophilum*, *B. microti*, *B. burgdorferi*, *B. miyamotoi* et le virus de Powassan. Les tiques ont été recueillies et analysées à l'aide des méthodes décrites précédemment (16,18,19).

## Analyse

### Caractéristiques des tiques

Pour la surveillance passive, des statistiques descriptives ont été calculées pour le type de soumission (basé sur l'échantillon ou l'image), les espèces de tiques, la province d'acquisition, le stade (larve, nymphe, femelle adulte ou mâle adulte), le niveau

d'engorgement (non nourri ou engorgé), l'hôte (humain, chien, chat ou autre) et le mois de collecte. Lorsque la date de collecte n'était pas disponible, la date de réception de l'échantillon a été utilisée pour déterminer le mois de la collecte. Pour la surveillance active, des statistiques descriptives ont été calculées pour la province de collecte et le stade (larve, nymphe, femelle adulte ou mâle adulte). Toutes les données ont été nettoyées et analysées dans le logiciel R (version 4.0.2).

Les tiques acquises au Canada dans le cadre de la surveillance passive ont été cartographiées à l'aide de QGIS (version 3.8.1) en fonction de leur lieu d'acquisition, à l'exception des tiques de l'Alberta qui ont été cartographiées au centroïde de la région de tri d'acheminement (RTA) (les trois premiers caractères du code postal) de l'acquisition. Les tiques de soumissionnaires ayant un historique de voyage au cours des 14 jours précédents dans la même province que la localité d'acquisition ont été géocodées en fonction de la localité de l'exposition au cours du voyage. Les tiques des soumissionnaires avec plusieurs lieux de voyage répertoriés n'ont pas été cartographiés. Dans le cadre de la surveillance active, l'emplacement de l'échantillonnage par traînée de tique a été géocodé et cartographié.

### Prévalence de l'infection

Pour tenir compte des analyses groupées des tiques de certaines administrations pour la surveillance passive, l'estimation du maximum de vraisemblance (EMV) de la prévalence a été calculé dans Excel (version 16.0) avec des intervalles de confiance (IC) à 95 % à l'aide du module complémentaire PooledInfRate (version 4.0) (20,21). Cela permet d'estimer la probabilité d'infection provenant d'une seule tique dans la population à l'aide des résultats de l'analyse des échantillons regroupés (i.e. un groupe d'une ou plusieurs tiques soumises et analysées ensemble). La prévalence de la co-infection a été calculée parmi les soumissions uniques uniquement pour déterminer les co-infections réelles; c'est-à-dire, deux agents pathogènes ou plus dans une seule tique. Lorsque les tiques n'ont pas été testées en groupe, la prévalence était le nombre de tiques positives divisé par le nombre de tiques analysées.

## Résultats

### Caractéristiques de la surveillance passive des tiques

En 2020, un total de 8 252 tiques ont été soumises provenant de neuf provinces (**tableau 1, figure 1**). Les tiques du Manitoba ont été exclues parce que cinq tiques ou moins ont été soumises. Aucune tique n'a été soumise provenant des Territoires du Nord-Ouest, du Nunavut ou du Yukon. La majorité (71,49 %) des tiques étaient des soumissions d'échantillon (n = 5 899) et les autres étaient des soumissions d'image (n = 2 353). Les tiques de l'Ontario et du Québec représentaient 77,24 % de toutes les

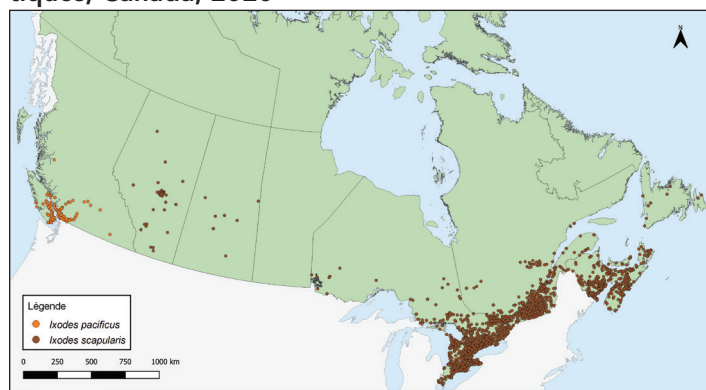
**Tableau 1 : Nombre de tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* collectées par surveillance passive par province, Canada, 2020**

Province	Espèces de tiques (nombre de tiques)			Type de surveillance (nombre de tiques) <sup>a</sup>		Type de soumission (nombre de soumissions) <sup>b</sup>	
	<i>Ixodes pacificus</i>	<i>Ixodes scapularis</i>	Total	Basée sur un échantillon	Basée sur l'image	Soumissions uniques	Soumissions multiples
Colombie-Britannique	718	0	718	718	s.o.	670	22
Alberta	0	81	81	81	s.o.	81	0
Saskatchewan	0	12	12	7	5	12	0
Ontario	0	5 139	5 139	3 713	1 426	4 964	68
Québec	0	1 235	1 235	809	426	1 208	12
Terre-Neuve-et-Labrador	0	14	14	4	10	14	0
Nouveau-Brunswick	0	646	646	516	130	634	6
Nouvelle-Écosse	0	392	392	36	356	392	0
Île-du-Prince-Édouard	0	15	15	15	s.o.	13	1
Total	718	7 534	8 252	5 899	2 353	7 988	109

Abréviation : s.o., sans objet

<sup>a</sup> Les soumissions basées sur des échantillons sont des échantillons de tiques physiques; les soumissions basées sur des images sont des images soumises à eTick

<sup>b</sup> Une seule soumission consiste en une seule tique; plusieurs soumissions consistent en deux ou plusieurs tiques soumises ensemble par la même personne

**Figure 1 : Les tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumissionnées par surveillance passive des tiques, Canada, 2020<sup>a</sup>**


<sup>a</sup> Chaque point représente l'emplacement probable de l'acquisition d'une tique *I. pacificus* (n = 718) ou *I. scapularis* (n = 7 397) soumissionnées par surveillance passive. Les tiques provenant de Santé Alberta qui ont été cartographiées au centroïde de la région de tri d'acheminement (les trois premiers caractères du code postal) de l'acquisition. Cent trente-sept tiques n'ont pas été cartographiées parce que le lieu probable de l'acquisition n'a pas pu être déterminé

tiques soumissionnées. La majorité (96,80 %) des tiques étaient des soumissions uniques, mais il y avait 109 soumissions multiples (intervalle : 2–6 tiques par soumission; médiane : 2).

Le stade des tiques, le niveau d'engorgement et l'hôte étaient disponibles pour 100 % des tiques *I. pacificus*. Le stade des tiques, le niveau d'engorgement et l'hôte étaient disponibles pour 89,66 %, 67,60 % et 99,92 % des tiques *I. scapularis*, respectivement. La majorité des tiques soumissionnées étaient des tiques femelles adultes (*I. pacificus* : 97,21 %; *I. scapularis* : 92,36 %) (tableau 2). Les mâles adultes, les nymphes et les larves étaient soumissionnées moins fréquemment. Dans l'ensemble, 8,91 % des tiques *I. pacificus* et 41,76 % des tiques *I. scapularis* étaient engorgées. Les humains étaient les hôtes les plus communs

**Tableau 2 : Le stade, le niveau d'engorgement et l'hôte des tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumissionnées par surveillance passive des tiques, Canada, 2020<sup>a</sup>**

Caractéristiques	Espèces de tiques			
	<i>Ixodes pacificus</i>		<i>Ixodes scapularis</i>	
	n	%	n	%
<b>Stade</b>				
Larve	0	0	9	0,13
Nymphe	1	0,14	284	4,20
Femelle adulte	698	97,21	6 239	92,36
Mâle adulte	19	2,65	223	3,30
Total	718	100	6 755	100
<b>Niveau d'engorgement</b>				
Engorgée	64	8,91	2 127	41,76
Non nourri	654	91,09	2 966	58,24
Total	718	100	5 093	100
<b>Hôte</b>				
Humain	649	90,39	6 247	82,98
Chien	64	8,91	1 004	13,34
Chat	3	0,42	132	1,75
Autre <sup>b</sup>	2	0,28	145	1,93
Total	718	100	7 528	100

<sup>a</sup> Des données sont présentées pour toutes les tiques lorsqu'elles sont disponibles, peu importe si la tique faisait partie d'une seule soumission ou d'une soumission multiple

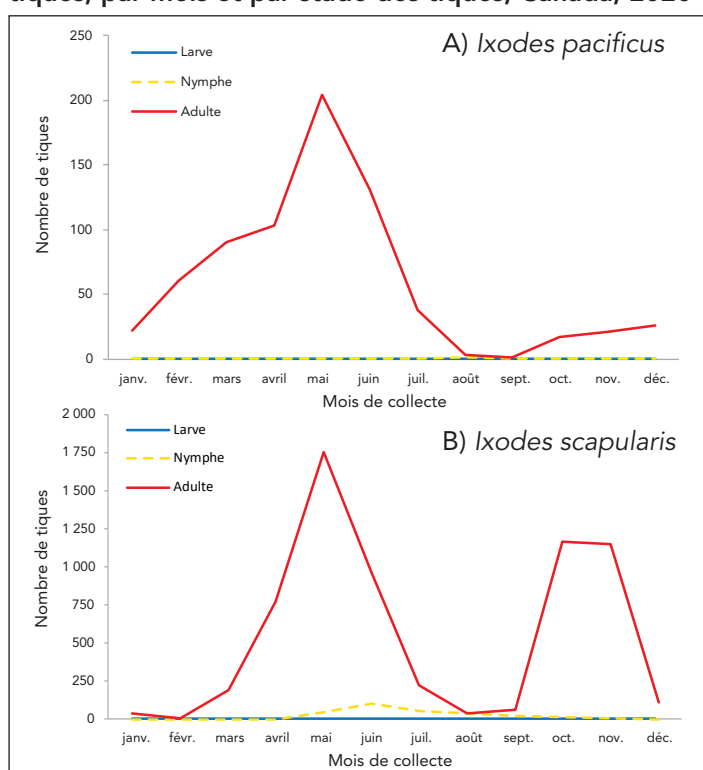
<sup>b</sup> Comprend l'environnement, le cheval, le lapin et d'autres animaux non précisés

pour les tiques *I. pacificus* et les tiques *I. scapularis* (90,39 % et 82,98 %, respectivement), suivis des chiens (8,91 % et 13,34 %, respectivement).



Le mois d'acquisition et de stade des tiques était disponible pour 100 % de *I. pacificus* et 89,66 % de *I. scapularis*. (figure 2). Le nombre de tiques adultes *I. scapularis* présentées ont atteint un sommet en mai et en octobre jusqu'en novembre, tandis que le nombre de tiques adultes *I. pacificus* soumises a atteint un sommet seulement en mai. Seulement 0,14 % des tiques *I. pacificus* soumises étaient des nymphes, alors que 4,20 % des tiques *I. scapularis* soumises étaient des nymphes, avec un sommet en juin. Des larves de *I. scapularis* (0,13 %) ont été soumises de juin à septembre; aucune larve de *I. pacificus* n'a été soumise.

**Figure 2 : Le nombre de tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises par surveillance passive des tiques, par mois et par stade des tiques, Canada, 2020<sup>a</sup>**



<sup>a</sup> Des données sont présentées pour les tiques *I. pacificus* (n = 718) et *I. scapularis* (n = 6 755) soumises par surveillance passive. Le mois de soumission ou le stade des tiques n'était pas disponible pour *I. scapularis* (n = 779)

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

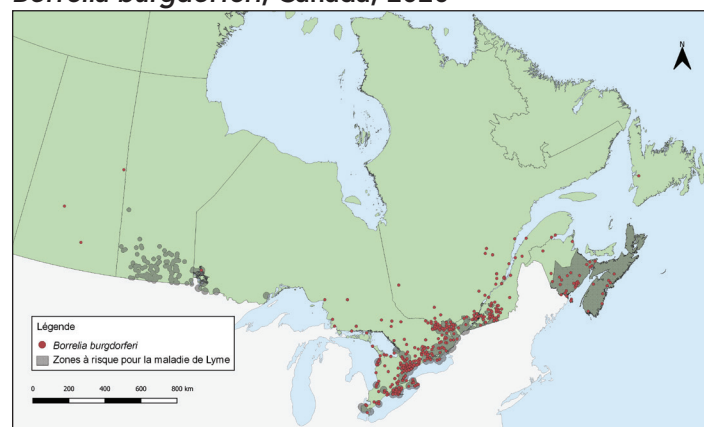
Des données sur les analyses en laboratoire étaient disponibles pour 98,27 % des tiques *I. pacificus* et de 98,20 % à 98,40 % des tiques *I. scapularis* provenant de soumissions basées sur l'échantillon, en fonction de l'agent pathogène. L'agent pathogène le plus répandu était *B. burgdorferi*, détecté dans 17,19 % des tiques *I. scapularis* (IC à 95 % : de 16,17–18,26) (tableau 3). On a estimé que les autres agents pathogènes transmis par les tiques (*A. phagocytophilum*, *B. microti* et *B. miyamotoi*) et les co-infections présentaient un taux de

prévalence inférieur à 1 %. Parmi les tiques *I. pacificus*, seul *B. miyamotoi* a été détecté (0,14 %, IC à 95 % : 0,01–0,68).

La prévalence de *B. burgdorferi* était plus élevée dans les soumissions multiples des tiques *I. scapularis* (32,31 %, IC à 95 % : 25,27–40,34) comparativement aux soumissions uniques (16,71 %, IC à 95 % : 15,69–17,78). La prévalence de l'infection n'a pas varié de façon importante selon le type de soumission pour tout autre agent pathogène. Les tiques *I. scapularis* soumis pour des hôtes humains n'avaient pas de prévalence d'infection significativement différente de celle des tiques *I. scapularis* soumises pour des hôtes non humains.

Des agents pathogènes transmis par des tiques ont été trouvés en grande partie dans le Sud et l'Est de l'Ontario, le Sud du Québec et le Sud du Nouveau-Brunswick (figure 3, figure 4 et tableau 4). Des tiques *I. scapularis* infectées par *B. burgdorferi* ont été trouvées dans six provinces : Saskatchewan, Ontario, Québec, Terre-Neuve-et-Labrador, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse. Les trois quarts des soumissions de tiques *I. scapularis* infectées par *B. burgdorferi* se trouvaient dans des zones à risque de la ML précédemment identifiées (74,88 %; 644/860). Les zones à risque de la maladie de Lyme sont des localités où il existe des données probantes de reproduction de populations d'espèces connues de vecteurs de tiques (en particulier *I. scapularis* et *I. pacificus*) et de la transmission probable de *B. burgdorferi* (22). La plupart des soumissions multiples provenaient des zones à risque de la ML (76,15 %; 83/109), dont 51,81 % des tiques ont été infectées par *B. burgdorferi* (43/83).

**Figure 3 : Tiques *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive et infectées par *Borrelia burgdorferi*, Canada, 2020<sup>a,b</sup>**



<sup>a</sup> Chaque point représente l'emplacement probable de l'acquisition d'au moins une tique *I. scapularis* (n = 860) unique ou soumission multiple soumise par surveillance passive qui a été infectée par *B. burgdorferi*. Huit tiques n'ont pas été cartographiées parce que le lieu probable d'acquisition n'a pas pu être déterminé

<sup>b</sup> Les zones à risque de la maladie de Lyme sont identifiées par les provinces à compter de 2021 au moyen des méthodes décrites dans la définition nationale de cas de la maladie de Lyme de 2016 (22). Sur la carte, les zones à risque sont indiquées par des zones grises hachurées

**Tableau 3 : Prévalence de l'infection à *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia burgdorferi* et *Borrelia miyamotoi* dans les tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises par surveillance passive, Canada, 2020<sup>a,b</sup>**

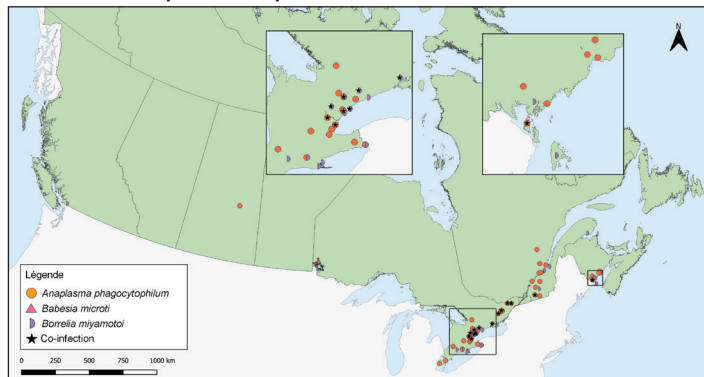
Agent pathogène	Prévalence de l'infection			
	<i>Ixodes pacificus</i>		<i>Ixodes scapularis</i>	
Agent unique	Estimation du maximum de vraisemblance			
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	s.o.	s.o.	0,87	0,64–1,15
<i>Babesia microti</i>	s.o.	s.o.	0,02	0–0,09
<i>Borrelia burgdorferi</i>	0	0–0,54	17,19	16,17–18,26
<i>Borrelia miyamotoi</i>	0,14	0,01–0,68	0,49	0,33–0,71
Agent unique total	0,14	0,01–0,68	18,21	17,16–19,29
Co-infection	Taux de co-infection			
	%	Nombre de tiques co-infectées/nombre de tiques testées	%	Nombre de tiques co-infectées/nombre de tiques testées
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> + <i>Babesia microti</i>	s.o.	s.o.	0	0/4 874
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> + <i>Borrelia burgdorferi</i>	s.o.	s.o.	0,12	6/4 874
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> + <i>Borrelia miyamotoi</i>	s.o.	s.o.	0,02	1/4 874
<i>Babesia microti</i> + <i>Borrelia burgdorferi</i>	s.o.	s.o.	0	0/4 882
<i>Babesia microti</i> + <i>Borrelia miyamotoi</i>	s.o.	s.o.	0	0/4 883
<i>Borrelia burgdorferi</i> + <i>Borrelia miyamotoi</i>	0	0/705	0,14	7/4 882
Total co-infecté	0	0/705	0,29	14/4 883

Abréviations : IC, intervalle de confiance; s.o., non testé

<sup>a</sup> Toutes les tiques *I. pacificus* (n = 718) n'ont pas été testées pour *A. phagocytophilum* et *B. microti*. Toutes les tiques *I. scapularis* de l'Alberta ou soumises par eTick n'ont pas été testées pour détecter un agent pathogène

<sup>b</sup> Nombre de tiques *I. scapularis* testées : *A. phagocytophilum* (n = 5 090), *B. microti* (n = 5 100), *B. burgdorferi* (n = 5 098), *B. miyamotoi* (n = 5 094). Nombre de tiques *I. pacificus* testées : *B. burgdorferi* (n = 705), *B. miyamotoi* (n = 705)

**Figure 4 : Tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive et infectées par *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia miyamotoi* et ayant des co-infections, Canada, 2020<sup>a</sup>**



<sup>a</sup> Chaque symbole représente l'emplacement probable de l'acquisition d'une tique *I. pacificus* (n = 1) ou *I. scapularis* (n = 67) soumise par soumission unique ou multiple dans le cadre de la surveillance passive qui a obtenu un résultat positif pour *A. phagocytophilum* (n = 42), *B. microti* (n = 1), *B. miyamotoi* (n = 25) ou une co-infection (n = 14). Les co-infections étaient limitées à une seule soumission de tiques et comprenaient *B. burgdorferi* et *B. miyamotoi* (n = 7), *B. burgdorferi* et *A. phagocytophilum* (n = 6) et *A. phagocytophilum* et *B. miyamotoi* (n = 1) toutes dans les tiques *I. scapularis*. Deux tiques infectées par *A. phagocytophilum* et une tique infectée par *B. miyamotoi* n'ont pas été cartographiées parce que le lieu probable de l'acquisition n'a pas pu être déterminé

*Anaplasma phagocytophilum* a été détecté dans les tiques *I. scapularis* (0,87 %) dans quatre provinces : Saskatchewan, Ontario, Québec et Nouveau-Brunswick (figure 4, tableau 4). *Borrelia miyamotoi* a été détectée en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. *Babesia microti* a été détectée seulement en Ontario. Des co-infections ont été détectées en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick.

### Caractéristiques des tiques de la surveillance active

En 2020, les tiques *I. scapularis* (n = 688) ont été collectées en surveillance active : Nouveau-Brunswick (n = 445), Ontario (n = 128) et Québec (n = 115). Des tiques mâles (n = 264/688; 38,37 %) et femelles adultes (n = 214/688; 31,10 %) ont été collectées le plus souvent, suivies des nymphes (n = 209/688; 30,38 %) et des larves (1/688; 0,15 %).



**Tableau 4 : Prévalence de l'infection à *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti*, *Borrelia burgdorferi* et *Borrelia miyamotoi* dans les tiques *Ixodes pacificus* et *Ixodes scapularis* soumises dans le cadre de la surveillance passive, par province, Canada, 2020<sup>a</sup>**

Province	Prévalence de l'infection Estimation du maximum de vraisemblance							
	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>		<i>Babesia microti</i>		<i>Borrelia burgdorferi</i>		<i>Borrelia miyamotoi</i>	
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
<i>Ixodes pacificus</i>								
Colombie-Britannique	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0	0–0,54	0,14	0,01–0,68
<i>Ixodes scapularis</i>								
Alberta	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Saskatchewan	14,29	0,85–51,51	0	0–35,43	42,86	12,96–77,51	0	0–35,43
Ontario	0,73	0,49–1,04	0,03	0–0,13	17,78	16,56–19,04	0,46	0,28–0,72
Québec	1,24	0,63–2,19	0	0–0,47	19,50	16,87–22,35	0,62	0,23–1,36
Terre-Neuve-et-Labrador	0	0–48,99	0	0–48,99	25,00	1,52–73,74	0	0–48,99
Nouveau-Brunswick	1,17	0,48–2,40	0	0–0,74	8,97	6,72–11,68	0,58	0,15–1,57
Nouvelle-Écosse	0	0–9,64	0	0–9,64	25,00	13,03–40,81	0	0–9,64
Île-du-Prince-Édouard	0	0–20,15	0	0–20,15	0	0–20,15	0	0–20,15
Total	0,87	0,45–1,15	0,02	0–0,09	17,19	16,17–18,26	0,49	0,33–0,71

Abréviations : IC, intervalle de confiance; s.o., non analysé

<sup>a</sup> Nombre de tiques testées : Colombie-Britannique (n = 705), Alberta (n = 0), Saskatchewan (n = 7), Ontario (n = 3 705–3 713), Québec (n = 809), Terre-Neuve-et-Labrador (n = 4), Nouveau-Brunswick (n = 514–516), Nouvelle-Écosse (n = 36), Île-Prince-Édouard (n = 15)

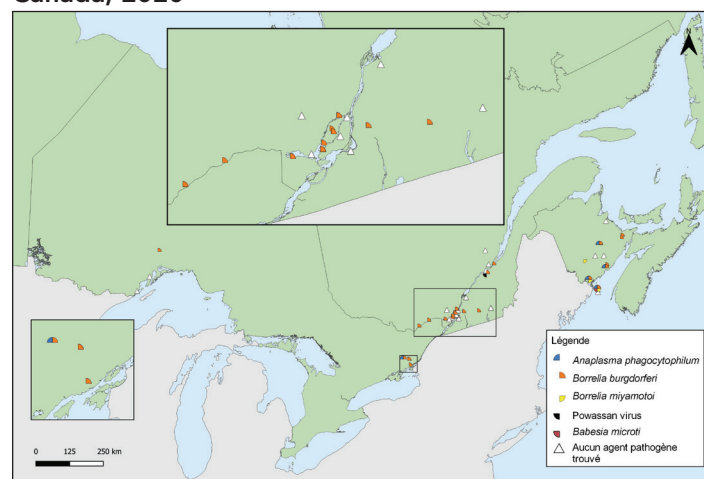
## Prévalence de l'infection dans le cadre de la surveillance active

Les résultats des tests de laboratoire étaient disponibles pour 99,27 % des tiques *I. scapularis*. L'agent pathogène le plus répandu était *B. burgdorferi* (29,28 %), présent en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick (tableau 5). *Anaplasma phagocytophilum* (4,54 %) a été trouvé dans des tiques en Ontario et au Nouveau-Brunswick. Les autres agents pathogènes ont été détectés dans moins de 0,5 % des tiques *I. scapularis* : trois tiques positives à *B. miyamotoi* et une tique positive à *B. microti* ont été détectées au Nouveau-Brunswick et une tique positive au virus de Powassan (lignée des tiques des cerfs) a été détectée au Québec. Les emplacements où *I. scapularis* a été collecté dans le cadre d'une surveillance active sont illustrés à la figure 5.

## Discussion

En 2020, les tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* ont été soumises dans le cadre de la surveillance passive dans neuf provinces. Seule la tique *I. pacificus* a été soumise en Colombie-Britannique. La majorité des tiques étaient des femelles adultes et provenaient d'hôtes humains. Parmi les tiques qui ont été testées, 18,21 % des tiques *I. scapularis* et 0,14 % des tiques *I. pacificus* ont été infectées par au moins un agent pathogène transmis par les tiques, principalement *B. burgdorferi*. Dans le

**Figure 5 : Tiques *Ixodes scapularis* avec agents pathogènes associés collectées par surveillance active, Canada, 2020<sup>a,b</sup>**



<sup>a</sup> Chaque symbole représente un site de surveillance active où *A. phagocytophilum* (n = 31), *B. microti* (n = 1), *B. burgdorferi* (n = 200), *B. miyamotoi* (n = 3) ou virus de Powassan (n = 1) ont été détectés dans les tiques *I. scapularis*. Il y a eu 17 sites où aucun agent pathogène transmis par les tiques n'a été détecté dans les tiques *I. scapularis*

<sup>b</sup> Nombre de tiques testées : Ontario (n = 128), Québec (n = 110) et Nouveau-Brunswick (n = 445)

cadre d'une surveillance active, cinq agents pathogènes transmis par les tiques (*A. phagocytophilum*, *B. burgdorferi*, *B. miyamotoi*, *B. microti* et virus de Powassan) ont été détectés parmi les tiques *I. scapularis* collectées en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick.

**Tableau 5 : Prévalence de l'infection des tiques *Ixodes scapularis* collectées dans le cadre d'une surveillance active, par province, Canada, 2020**

Province	Prévalence de l'infection									
	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>		<i>Babesia microti</i>		<i>Borrelia burgdorferi</i>		<i>Borrelia miyamotoi</i>		Virus de Powassan	
	Proportion de tiques positives	%	Proportion de tiques positives	%	Proportion de tiques positives	%	Proportion de tiques positives	%	Proportion de tiques positives	%
Ontario	2/128	1,56	0/128	0	53/128	41,41	0/128	0	0/128	0
Québec	0/110	0	0/110	0	40/110	36,36	0/110	0	1/110	0,91
Nouveau-Brunswick	29/445	6,52	1/445	0,22	107/445	24,04	3/445	0,67	0/445	0
Total	31/683	4,54	1/683	0,15	200/683	29,28	3/683	0,44	1/683	0,15

\* Proportion de tiques positives positives est égal au nombre de tiques positives divisé par le nombre de tiques testées

Dans le cadre de la surveillance passive, 5 899 tiques étaient des soumissions basées sur des échantillons, une diminution de 44 % par rapport aux 10 549 tiques soumissionnées en 2019 (16), qui pourrait être due, en partie, aux impacts de la pandémie de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19). À compter du printemps 2020, les restrictions liées à la pandémie de COVID-19 ont affecté la surveillance passive traditionnelle, car les unités de santé, les cliniques médicales et les cliniques vétérinaires étaient limitées dans leur capacité à accepter des échantillons de tiques à certains endroits (e.g. le Bureau de santé du district de Simcoe Muskoka) (23). La diminution du nombre de soumissions pourrait également être attribuable aux changements apportés aux programmes de soumission basés sur les échantillons et à l'accent accru mis sur les programmes de soumission basés sur l'image dans la plupart des juridictions. La surveillance active a également été touchée par les restrictions de la pandémie, car les activités en personne comme la surveillance sur le terrain étaient limitées (e.g. Institut national de santé publique du Québec) (24). Les données du Réseau sentinelle canadien de surveillance de la maladie de Lyme, qui ont été incluses dans le rapport de 2019 (16), n'étaient pas disponibles en 2020, car les activités du Réseau ont été suspendues (*communication personnelle*, C. Guillot, 2022).

Dans le cadre de la surveillance passive, des tiques étaient soumissionnées chaque mois, mais les soumissions suivaient des modèles propres aux espèces influencés par l'emplacement et la température. Malgré le fait que moins de tiques ont été soumissionnées dans le cadre de la surveillance passive qu'en 2019 (16), les mêmes pics bimodaux des adultes de tiques *I. scapularis* qui ont été observés historiquement dans le centre et l'est du Canada (13,25–27) ont été observés en 2020. Pour les tiques *I. pacificus*, on a observé un pic au printemps, comme on l'a vu précédemment en Colombie-Britannique (14,16) et dans l'ouest des États-Unis (28). Même si le risque d'exposition aux tiques est présent toute l'année, l'exposition à des agents pathogènes transmis par les tiques dépend de la prévalence de l'infection et du temps d'attachement.

La proportion de tiques soumissionnées provenant de chiens ou de chats est passée de 8,9 % en 2019 à 15,1 % en 2020 (16). Cette augmentation est probablement attribuable à l'inclusion de données d'eTick : alors que les programmes de surveillance passive basés sur les échantillons dans certaines localités (e.g. les unités de santé, les municipalités) sont limités aux tiques provenant d'hôtes humains seulement, la surveillance passive basée sur l'image n'a pas de restriction de ce genre, ce qui entraîne une plus grande proportion de tiques provenant d'hôtes animaux lorsque les données d'eTick ont été incluses dans ce rapport.

Comparativement à 2019 (16), les estimations de prévalence de l'infection propres à la province et à l'agent pathogène étaient semblables, mais la répartition géographique était plus limitée dans certains cas (e.g. les tiques *I. scapularis* avec *A. phagocytophilum* étaient limitées aux régions les plus au sud du Nouveau-Brunswick comparativement à 2019). Plusieurs facteurs influent sur les estimations de la prévalence de l'infection d'une année à l'autre ou entre les provinces, y compris la variation annuelle de la température, l'effort de surveillance, le caractère approprié de l'habitat, la présence de populations de vecteurs et de réservoirs et des interactions entre les humains, les tiques et l'environnement. En raison de la petite taille des échantillons testés ( $n < 10$ ), les estimations de la prévalence de l'infection en Saskatchewan et à Terre-Neuve-et-Labrador devraient être interprétées avec prudence.

Les tiques *I. pacificus* (présentes en Colombie-Britannique) ont historiquement de faibles taux d'infection à *B. burgdorferi* (14,16), tandis que la prévalence de l'infection à *B. burgdorferi* chez les tiques *I. scapularis* observée dans le centre et l'est du Canada est habituellement plus élevée (18,25,29); les deux tendances ont continué à être observées en 2020. Jacob *et al.* (30) signalent une prévalence plus élevée de l'infection chez les animaux de compagnie de plusieurs agents pathogènes transmis par les tiques par rapport à nos estimations. Toutefois, les cliniques vétérinaires participantes à cette étude étaient réparties dans les régions présentant un risque plus élevé ou émergent de maladies transmises par les tiques, ce qui





conduisait probablement à une surestimation de la prévalence de l'infection au niveau provincial. L'étude d'un an s'est également terminée au printemps 2020, ne tenant donc pas compte des effets des restrictions de la pandémie sur l'exposition aux tiques pour le reste de l'année 2020.

La majorité des tiques *I. scapularis* infectées par *B. burgdorferi* étaient probablement localisées dans les zones à risque de la ML (8,22). Les autres tiques *I. scapularis* infectées par *B. burgdorferi* peuvent être des tiques adventives transportées par des oiseaux migrateurs ou des mammifères (15) ou collectées dans des régions présentant un risque émergent de la ML. Les provinces examinent régulièrement les zones à risque de la ML en fonction de nouvelles données de surveillance selon la définition de cas de 2016 (22).

Malgré les possibilités limitées de surveillance active sur le terrain en raison des restrictions liées à la pandémie de COVID-19, plus de 600 tiques *I. scapularis* ont été collectées dans l'échantillonnage par trainée de 45 sites en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. Cinq agents pathogènes transmis par les tiques ont été détectés, dont la prévalence varie de 0,15 % à 29,28 %. Il s'agit de la première détection du virus de Powassan (lignée des tiques des cerfs) dans la surveillance active au Québec (24), qui a déjà été détecté dans un petit nombre de tiques *Ixodes* spp. au Manitoba, en Ontario et au Nouveau-Brunswick (12,31).

En plus de l'infection à agent unique par *B. burgdorferi* et les quatre autres agents pathogènes transmis par les tiques, trois types distincts de co-infections ont été identifiés. La surveillance au-delà de la ML pour d'autres maladies transmises par les tiques est justifiée afin de surveiller l'émergence et la propagation de ces agents pathogènes, surtout que l'habitat convenable pour les tiques *Ixodes* spp. devrait augmenter en raison des changements climatiques et environnementaux (1,32,33).

Des co-infections ont été signalées à divers degrés dans les tiques détectées au Canada (16,18) et aux États-Unis (34). Les humains qui sont co-infectés peuvent présenter un plus grand nombre de symptômes et une plus longue durée de ceux-ci que les infections à un seul agent pathogène (35,36). De nombreux facteurs influencent le risque de co-infection, y compris le temps d'attachement, mais la prévention des piqûres de tiques peut aider à prévenir la transmission de toutes les maladies transmises par les tiques.

## Forces et faiblesses

Cet article présente un aperçu de la prévalence de l'infection et des estimations de l'aire de répartition pour les principaux vecteurs de la ML au Canada. Même si les programmes de surveillance passive traditionnels ont été interrompus ou limités à des hôtes particuliers dans certaines régions, l'intégration des données d'eTick permet une couverture géographique élargie

et une meilleure représentation de ces hôtes dans ce résumé. La combinaison de la surveillance passive et active permet également aux forces et aux faiblesses des systèmes de se compléter mutuellement. Par exemple, même si la surveillance active est limitée dans le temps et l'espace géographique, les programmes de surveillance passive recueillent des données sur de grandes régions tout au long de l'année.

Cette étude comporte plusieurs limites. En raison des priorités concurrentes en matière de santé publique, les programmes de surveillance passive et l'effort de surveillance active varient d'un bout à l'autre du Canada. Comme il a été mentionné précédemment, les restrictions liées à la pandémie de la COVID-19 ont eu un impact sur les services de santé publique et la surveillance en 2020, ce qui a entraîné un moins grand nombre de soumissions basées sur l'échantillon pour la surveillance passive et la surveillance active qui étaient moins représentatives géographiquement par rapport à l'année précédente (16). Les changements dans les programmes de surveillance passive des tiques (e.g. les limites sur l'hôte des tiques ou l'emplacement de l'acquisition des tiques; interruption des programmes régionaux ou provinciaux) ont également limité le nombre de soumissions. Même si les plateformes numériques comme eTick offrent une identification rapide des tiques, les échantillons de tiques ne sont pas systématiquement demandés pour les tests d'agents pathogènes transmis par les tiques à partir des plateformes d'identification par imagerie (17). Le biais de rappel dans la déclaration de la localisation de l'acquisition et de l'historique des déplacements dans la surveillance passive pourrait créer de l'incertitude quant à l'emplacement exact où les tiques ont été trouvées. Enfin, il y a probablement d'autres programmes de surveillance active effectués en 2020 qui ne sont pas inclus dans le présent résumé si les tiques n'ont pas été envoyées pour des tests d'agents pathogènes au LNM. De plus, le nombre de larves incluses dans la surveillance active est sous-estimé, puisque notre ensemble de données ne comprend que les tiques envoyées pour les tests, pour lesquels les larves sont rarement envoyées. Ces sous-estimations du nombre de tiques peuvent affecter la précision de la prévalence des infections de divers agents pathogènes.

## Conclusion

Les tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* ont été détectées partout au Canada dans le cadre des surveillance passive et active, dont certaines ont été infectées par *B. burgdorferi*, l'agent pathogène de la ML, mais aussi par des agents pathogènes émergents transmis par les tiques. Les professionnels de la santé et le public doivent être conscients du risque d'exposition à des tiques infectées en dehors des zones à risque de la ML connues, même si le risque est faible dans ces zones. L'identification de nouveaux agents pathogènes transmis par les tiques dans plusieurs administrations dans le cadre de la surveillance active peut aider les autorités de santé publique à mettre à jour leurs stratégies de prévention, car certaines de ces maladies émergentes transmises par les tiques, comme la maladie à virus de Powassan, peuvent



avoir des modes de transmission de l'infection qui diffèrent de la ML. À mesure que le changement climatique modifie l'habitat et la saisonnalité des vecteurs de tiques, une surveillance continue peut aider à identifier rapidement de nouvelles zones à risque de la ML et d'autres maladies émergentes transmises par les tiques et orienter les interventions de santé publique vers ces zones à risque.

## Déclaration des auteurs

C. W. — Analyse formelle, visualisation, rédaction originale, rédaction et révision

S. G., A. B., J. K. — Conceptualisation, supervision, rédaction et révision

J. B., J. C., N. C., H. C., A. D., P. G., M. L., P. L., M. M., M. R.,

J. S., H. S., C. S., K. T. — Rédaction et révision

## Intérêts concurrents

Aucun.

## Remerciements

Nous remercions tous ceux et celles qui ont participé à la collecte et à l'analyse des tiques aux niveaux régional, provincial et national, y compris le Bureau de santé du district de Thunder Bay; Santé publique de Kingston, Frontenac et Lennox et Addington, et les membres du public qui ont soumis des tiques. Nous remercions M. Stefopoulos (ASPC) pour son aide dans la création de la figure 3. En plus du co-auteur J. Savage, la composition de l'équipe chargée de la collecte et du traitement des données d'eTick comprenait plusieurs étudiants ainsi que les personnes suivantes : C. Jardine (Department of Pathobiology, University of Guelph, Guelph, Ontario [ON]); K. Clow (Department of Population Medicine, University of Guelph, Guelph, ON); M. Kulkarni (École d'épidémiologie et de santé publique, Université d'Ottawa, Ottawa, ON); J. Nocera (Faculty of Forestry and Environmental Management, University of New Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick [NB]); S. Heard (Department of Biology, University of New Brunswick, Fredericton, NB); E. Jenkins, M Voordouw (Department of Veterinary Microbiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan); D. Shutler, K. Hillier (Department of Biology, Acadia University, Wolfville, Nouvelle-Écosse); J. Bowden (Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie de l'Atlantique, Corner Brook, Terre-Neuve-et-Labrador); P. Chuard, J. Bouffard (Département de biologie et de biochimie, Université Bishop's, Sherbrooke, Québec).

## Financement

Cette étude a été soutenue par l'Agence de la santé publique du Canada. La surveillance passive en Colombie-Britannique a été appuyée par le « BC Centre for Disease Control Foundation ». La surveillance passive en Saskatchewan est partiellement financée par le gouvernement de la Saskatchewan. Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) appuie la surveillance passive et active du Québec.

## 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. Robinson EL, Jardine CM, Koffi JK, Russell C, Lindsay LR, Dibernardo A, Clow KM. Range expansion of *Ixodes scapularis* and *Borrelia burgdorferi* in Ontario, Canada, from 2017 to 2019. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2022;22(7):361–9. [DOI PubMed](#)
3. 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](#)
4. 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](#)
5. Ogden NH, Radojević 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](#)
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. Gasmi S, Ogden NH, Leighton PA, Adam-Poupart A, Milord F, Lindsay LR, Barkati S, Thivierge K. Practices of Lyme disease diagnosis and treatment by general practitioners in Quebec, 2008-2015. *BMC Fam Pract* 2017;18(1):65. [DOI PubMed](#)



8. Agence de la santé publique du Canada. Maladie de Lyme: Surveillance. Ottawa, ON : ASPC; 2023. [Consulté le 16 juin 2022]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-lyme/surveillance-maladie-lyme.html>
9. Campeau L, Roy V, Petit G, Baron G, Blouin J, Carignan A. Identification d'un agrégat inhabituel d'anaplasrose granulocytaire humaine dans la région de l'Estrie, Québec, Canada, en 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2022;48(5):212–9. DOI PubMed
10. Allehebi ZO, Khan FM, Robbins M, Simms E, Xiang R, Shawwa A, Lindsay LR, Dibernardo A, d'Entremont C, Crowell A, LeBlanc JJ, Haldane DJ. Lyme Disease, Anaplasmosis, and Babesiosis, Atlantic Canada. Emerg Infect Dis 2022;28(6):1292–4. DOI PubMed
11. 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
12. Sanderson M, Lindsay LR, Campbell TM, Morshed M. A case of Powassan encephalitis acquired in southern Quebec. CMAJ 2018 Dec;190(50):E1478–80. DOI PubMed
13. 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
14. 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
15. 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
16. Wilson CH, Gasmi S, Bourgeois AC, Badcock J, Chahil N, Kulkarni MA, Lee MK, 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. DOI
17. Koffi JK, Savage J, Thivierge K, Lindsay LR, Bouchard C, Pelcat Y, Ogden NH. Evaluating the submission of digital images as a method of surveillance for *Ixodes scapularis* ticks. Parasitology 2017;144(7):877–83. DOI PubMed
18. 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
19. 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
20. Biggerstaff BJ. PooledInfRate, Version 4.0: a Microsoft® Office Excel® Add-In to compute prevalence estimates from pooled samples. Fort Collins, CO: CDC; 2009. <https://www.cdc.gov/westnile/resourcepages/mosqSurvSoft.html>
21. 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
22. Agence de la santé publique du Canada. Définition de cas de maladie de Lyme 2016. Ottawa, ON : ASPC; 2022. [Consulté le 31 août 2022]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-lyme/surveillance-maladie-lyme/definition-cas.html>
23. Simcoe Muskoka District Health Unit. Passive Tick Surveillance. Barrie, ON: SMDHU; 2021. [Consulté le 20 oct. 2022]. <https://www.simcoemuskokahealthstats.org/topics/environment/vectorborne-disease/passive-tick-surveillance>
24. Institut national de santé publique du Québec. Résultats de surveillance de la maladie de Lyme : année 2020. Montréal, QC: INSPQ; 2022. [Consulté le 15 août 2022]. <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/maladie-de-lyme/resultats-de-surveillance-2020>
25. 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
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. Lewis J, Kirby AM, Harris KD, Filiaggi CL, Foley-Eby A, Mann M, Lieske D, Lloyd VK. Monitoring risk: tick and *Borrelia burgdorferi* public participatory surveillance in the Canadian Maritimes, 2012–2020. *Pathogens* 2021;10(10):1284. DOI PubMed
28. 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 Feb;19(2):106–14. DOI PubMed
29. Institut national de santé publique du Québec. Portrait de la maladie de Lyme au Québec: 2006-2019. Montréal, QC: INSPQ; 2022. [Consulté le 11 oct. 2022]. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2844>
30. Jacob AE, Weese JS, Rosseau J, Clow KM. Spatial patterns of *Borrelia burgdorferi*, *Borrelia miyamotoi* and *Anaplasma phagocytophilum* detected in *Ixodes* spp. ticks from Canadian companion animals, 2019-2020. *Zoonoses Public Health* 2022;69(8):944–55. DOI PubMed
31. Smith K, Oesterle PT, Jardine CM, Dibernardo A, Huynh C, Lindsay R, Pearl DL, Bosco-Lauth AM, Nemeth NM. Powassan virus and other arthropod-borne viruses in wildlife and ticks in Ontario, Canada. *Am J Trop Med Hyg* 2018;99(2):458–65. DOI PubMed
32. Kotchi SO, Bouchard C, Brazeau S, Ogden NH. Earth observation-informed risk maps of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Central and Eastern Canada. *Remote Sens* 2021;13(3):524. DOI
33. 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
34. Aliota MT, Dupuis AP 2<sup>nd</sup>, Wilczek MP, Peters RJ, Ostfeld RS, Kramer LD. The prevalence of zoonotic tick-borne pathogens in *Ixodes scapularis* collected in the Hudson Valley, New York State. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2014;14(4):245–50. DOI PubMed
35. Krause PJ, McKay K, Thompson CA, Sikand VK, Lentz R, Lepore T, Closter L, Christianson D, Telford SR, Persing D, Radolf JD, Spielman A; Deer-Associated Infection Study Group. Disease-specific diagnosis of coinfecting tickborne zoonoses: babesiosis, human granulocytic ehrlichiosis, and Lyme disease. *Clin Infect Dis* 2002;34(9):1184–91. DOI PubMed
36. Diuk-Wasser MA, Vannier E, Krause PJ. Coinfection by *Ixodes* tick-borne pathogens: ecological, epidemiological, and clinical consequences. *Trends Parasitol* 2016;32(1):30–42. DOI PubMed

## Appendice : la liste complète des affiliations

<sup>1</sup> Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

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

<sup>3</sup> Santé publique Nouveau-Brunswick, ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, Fredericton, NB

<sup>4</sup> Laboratoire vétérinaire provincial du Nouveau-Brunswick, ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches, Fredericton, NB

<sup>5</sup> BCCDC Public Health Laboratory, BC Centre for Disease Control, Vancouver, BC

<sup>6</sup> Direction générale du Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada, Winnipeg, MB

<sup>7</sup> Ministry of Health, Regina, SK

<sup>8</sup> Groupe de recherche en épidémiologie des zoonoses et santé publique (GREZOSP), faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, Saint-Hyacinthe, QC

<sup>9</sup> Department of Pathology and Laboratory Medicine, University of British Columbia, Vancouver, BC

<sup>10</sup> Institut national de santé publique du Québec, Montréal, QC

<sup>11</sup> Université Bishop's, Sherbrooke, QC

<sup>12</sup> Analytics and Performance Reporting Branch, Health Standards, Quality and Performance Division, Alberta Health, Edmonton, AB

<sup>13</sup> Laboratoire de santé publique du Québec, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC

<sup>14</sup> Institut de parasitologie, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC