



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

Christy H Wilson^{1*}, Salima Gasmi², Annie-Claude Bourgeois¹, Jacqueline Badcock³, Navdeep Chahil⁴, Manisha A Kulkarni⁵, Min-Kuang Lee⁴, L Robbin Lindsay⁶, Patrick A Leighton⁷, Muhammad G Morshed^{4,8}, Christa Smolarchuk⁹, Jules K Koffi²

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 œuvre 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'anaplasmosse (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 *cct η* (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).



SURVEILLANCE

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			
	<i>Ixodes scapularis</i>	<i>Ixodes pacificus</i>	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*

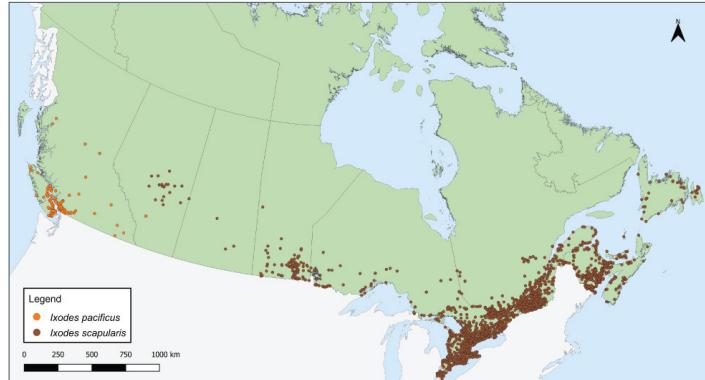
^b Les soumissions uniques ne comprennent qu'une seule tique; les soumissions multiples comprennent deux tiques ou plus soumises ensemble par la même personne

^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			
	<i>Ixodes scapularis</i>		<i>Ixodes pacificus</i>	
	n	%	n	%
Stade de développement				
Larve	27	0,3	3	0,4
Nymphé	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

Abbreviation : 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*

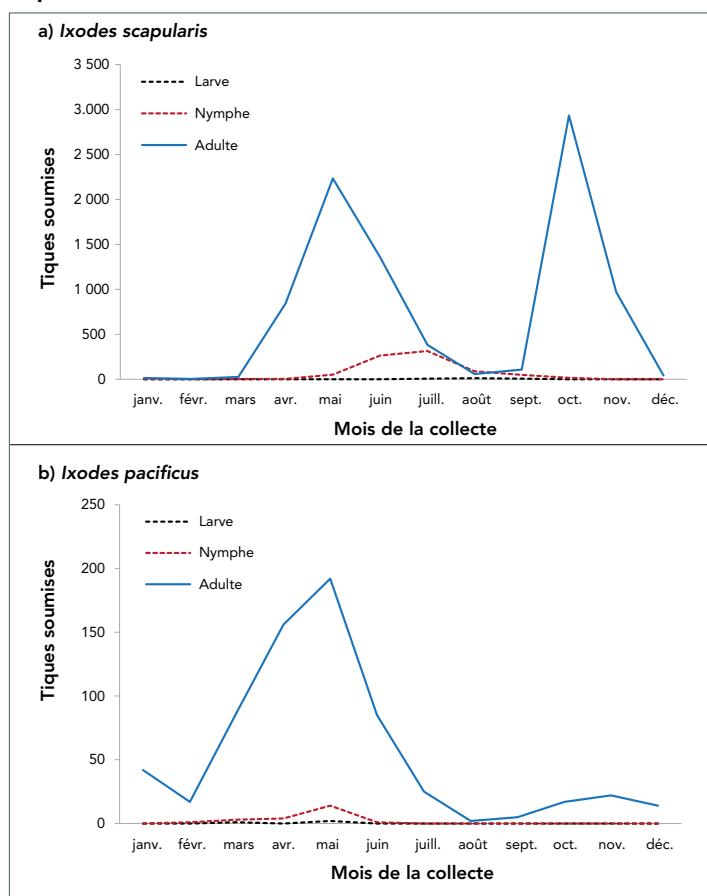
^d Comprend l'environnement, le cheval, le lapin, le cerf, la mouffette et d'autres animaux non spécifiés



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.



SURVEILLANCE

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			
	<i>Ixodes pacificus</i>		<i>Ixodes scapularis</i>	
Agent unique	Estimation du maximum de vraisemblance ^c			
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
<i>Borrelia burgdorferi</i>	0,3	0,05–0,97	18,8	18,00–19,55
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	s.o.	s.o.	1,4	1,22–1,70
<i>Babesia microti</i>	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
<i>Borrelia burgdorferi</i> + <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	s.o.	s.o.	0,28	26/9,171
<i>Borrelia burgdorferi</i> + <i>Babesia microti</i>	s.o.	s.o.	0,02	2/9,171
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> + <i>Babesia microti</i>	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							
	<i>Borrelia burgdorferi</i>		<i>Anaplasma phagocytophilum</i>		<i>Babesia microti</i>		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

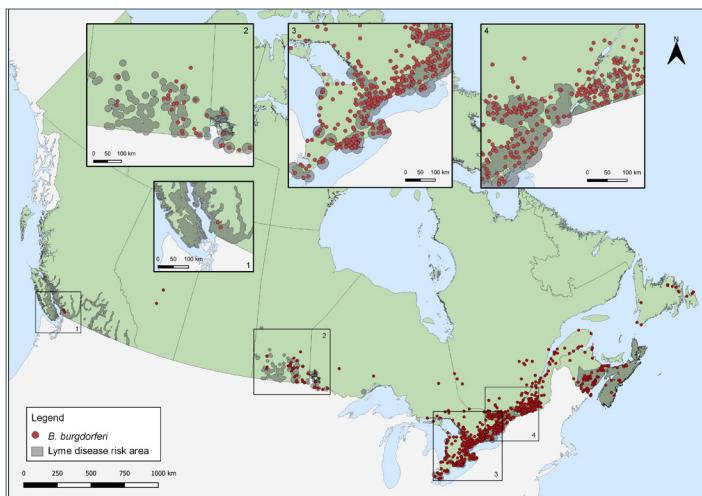
^b Les soumissions uniques comprennent une seule tique. Les soumissions multiples comprennent deux tiques ou plus soumises ensemble par la même personne. Toutes les *I. scapularis* de l'Alberta ont été considérées comme des soumissions uniques

^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}



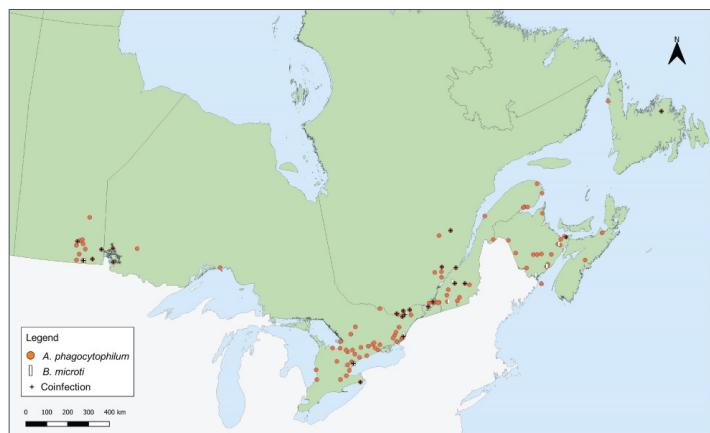
^a Chaque point représente le lieu probable d'acquisition d'au moins une soumission de tique unique ou multiple *I. pacificus* ($n = 2$) ou *I. scapularis* ($n = 1\,819$) soumise dans le cadre de la surveillance passive et infectée par *B. burgdorferi*

^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 comprenaient *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					
	<i>Borrelia burgdorferi</i>		<i>Anaplasma phagocytophilum</i>		<i>Babesia microti</i>	
	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %	%	IC à 95 %
<i>Ixodes pacificus</i>						
Colombie-Britannique	0,3	0,05–0,97	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
<i>Ixodes scapularis</i>						
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 = 601/1166) des tiques ont été identifiées comme des nymphes, 29,5 % (n = 344/1166) comme des adultes et 19,0 % (n = 221/1166) 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.

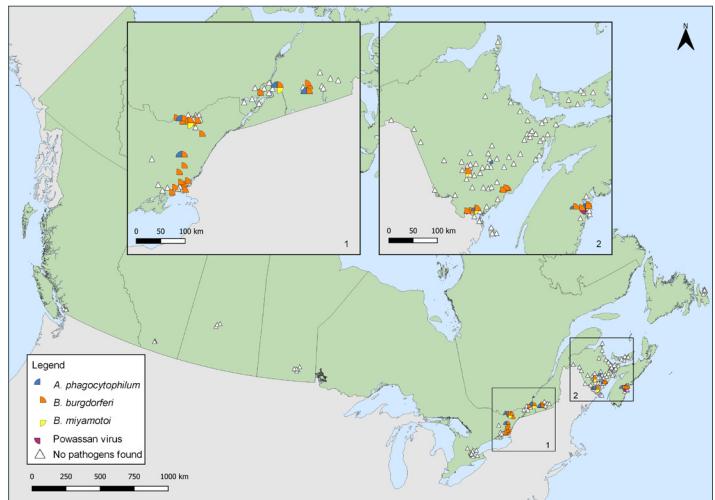
Tableau 6 : Prévalence de l'infection chez les tiques *Ixodes scapularis* et *Ixodes pacificus* recueillies dans le cadre de la surveillance active, par province, Canada, 2019^{a,b}

Province	Prévalence de l'infection									
	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>		<i>Babesia microti</i>		<i>Borrelia burgdorferi</i>		<i>Borrelia miyamotoi</i>		Virus Powassan	
Province	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	%
<i>Ixodes pacificus</i>										
Colombie-Britannique	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
<i>Ixodes scapularis</i>										
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.

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



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 inaugure 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 JL. 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 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, Eason 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, Riponche M, Rochon K, Russell C, Slatculescu A, Talbot B, Thivierge K, Voordouw M, Bouchard C, Leighton P. Surveillance sentinel du risque de la maladie de Lyme au Canada, 2019 : résultats de la première année du Réseau canadien sentinel de la maladie de Lyme (RCSML). *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, Lunney 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](#)



SURVEILLANCE

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* (Acar: 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* (Acar: 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](#)