

Le risque de la maladie de Lyme au Canada
en relation avec les changements climatiques :
évaluation des systèmes de surveillance

DONNÉES DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

Le risque de la maladie de Lyme au Canada en relation avec les changements climatiques : évaluation des systèmes de surveillance

DONNÉES DU QUÉBEC

Direction des risques biologiques
et de la santé au travail

Mars 2010

AUTEURS

François Milord, médecin-conseil

Direction des risques biologiques et de la santé au travail, Institut national de santé publique du Québec

Soulyvane Nguon, agente de planification, programmation et recherche

Direction des risques biologiques et de la santé au travail, Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

IDÉE ORIGINALE

Nick H. Ogden, directeur

Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnemental et zoonotique, Agence de la santé publique du Canada

RÉVISION DU RAPPORT

Louise Trudel

Laboratoire de santé publique du Québec, Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Claudette Jarry, agente administrative II

Lynn Provost, agente administrative II

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie

Sofia El Mouftaquir, agente administrative

Direction des risques biologiques et de la santé au travail, Institut national de santé publique du Québec

REMERCIEMENTS

Activités sur le terrain pour l'étude des zoonoses transmises par les tiques dans le sud-ouest du Québec 2007-2008 (sélection des sites, capture et examen de petits mammifères, technique de la flanelle, examen de cerfs de Virginie).

Catherine Bouchard et Steeve Fournier et leurs équipes de terrain

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie

Stéphanie Brazeau et Laurie St-Onge ainsi que Philippe Martin, géographes

Agence de la santé publique du Canada

Tous les propriétaires des sites visités dans le cadre de cette étude ainsi que les personnes-ressources des lieux publics visités.

Surveillance passive et analyses en laboratoire pour l'étude de terrain

Louise Trudel et son équipe

Laboratoire de santé publique du Québec, Institut national de santé publique du Québec

Robbin Lindsay et son équipe

Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada

Dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

Jonas Goring

Laboratoires IDEXX

FINANCEMENT

Agence de la santé publique du Canada

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 3^e TRIMESTRE 2010

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA

ISBN : 978-2-550-59538-0 (VERSION IMPRIMÉE)

ISBN : 978-2-550-59539-7 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2010)

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES	V
INTRODUCTION	1
1 CONTEXTE	5
2 BUT ET OBJECTIFS	7
3 MÉTHODOLOGIE	9
3.1 Sources de données.....	9
3.1.1 La capture et l'examen de petits mammifères	9
3.1.2 La collecte par la flanelle	9
3.1.3 La surveillance passive des tiques collectées sur les animaux et les humains	9
3.1.4 L'examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs.....	10
3.1.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens	10
3.2 Unité d'analyse	10
3.3 Définition de cas	10
3.4 Indicateurs de possibilité de présence d'une population d' <i>I. scapularis</i> établie....	10
3.4.1 La méthode de référence (étalon)	10
3.4.2 La flanelle	12
3.4.3 La surveillance passive.....	13
3.4.4 Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs	14
3.4.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens	14
3.5 Évaluation des méthodes	14
3.5.1 La méthode de référence (étalon)	14
3.5.2 La flanelle	14
3.5.3 La surveillance passive.....	15
3.5.4 Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs	15
3.5.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens	15
3.5.6 La comparaison entre les méthodes.....	15
3.6 Logiciels utilisés.....	15
4 RÉSULTATS	17
4.1 La méthode de référence (étalon)	17
4.2 La flanelle	18
4.3 La surveillance passive	21
4.4 Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs	23
4.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens	26
4.6 La comparaison entre les méthodes	27
5 DISCUSSION	29
RÉFÉRENCES	35

ANNEXE 1	MÉTHODES DE SURVEILLANCE EMPLOYÉES POUR DOCUMENTER LE RISQUE DE LA MALADIE DE LYME DÉCRITES DANS LA LITTÉRATURE.....	37
ANNEXE 2	DISTRIBUTION TEMPORELLE DE LA FRÉQUENCE D'<i>IXODES SCAPULARIS</i> COLLECTÉS PAR STADE, 2007-2008.....	41
ANNEXE 3	TABLEAUX DE CONTINGENCE ENTRE LES RÉSULTATS DU STATUT DES SUBDIVISIONS DE RECENSEMENT (SDR) OBTENUS PAR LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE ET CEUX OBTENUS PAR LA FLANELLE, SELON LES PÉRIODES.....	45
ANNEXE 4	VALIDITÉ ET FAISABILITÉ DE CHAQUE MÉTHODE DE SURVEILLANCE D'<i>IXODES SCAPULARIS</i> SELON LES INDICATEURS ÉVALUÉS, DANS UNE RÉGION OÙ LA MALADIE DE LYME EST ÉMERGENT.....	51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Critères pour déterminer si un site est positif en fonction de l'effort d'échantillonnage	12
Tableau 2	Périodes de flanelle retenues pour l'étude.....	12
Tableau 3	Définition des indicateurs de population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon la méthode de la flanelle	13
Tableau 4	Définition des indicateurs de population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon la surveillance passive	13
Tableau 5	Définition des indicateurs de population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> à partir de l'examen des cerfs de Virginie.....	14
Tableau 6	Définition des indicateurs de population d' <i>Ixodes scapularis</i> selon les sérologies faites chez les chiens.....	14
Tableau 7	Sensibilité et spécificité des indicateurs de population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> en fonction de la période d'échantillonnage de la flanelle	19
Tableau 8	Description des indicateurs d'une population d' <i>Ixodes scapularis</i> selon la surveillance passive pour la période 2004 à 2008, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives	21
Tableau 9	Coefficient de corrélation de Spearman entre le statut des subdivisions de recensement (SDR) selon la méthode de référence et les indicateurs d'une population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon les données de surveillance passive	22
Tableau 10	Description des indicateurs d'une population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon les données provenant des cerfs de Virginie, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives	24
Tableau 11	Coefficient de corrélation de Spearman entre le statut des subdivisions de recensement (SDR) selon la méthode de référence et les indicateurs d'une population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon les données provenant des cerfs de Virginie.....	25
Tableau 12	Description des indicateurs d'une population établie d' <i>Ixodes scapularis</i> selon les données de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens en 2008, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives	26
Tableau 13	Comparaison de la spécificité, des valeurs prédictives et de la proportion de subdivisions de recensement (SDR) faussement positives entre chaque méthode	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Distribution spatiale des subdivisions de recensement (SDR) selon leur statut déterminé par la méthode de référence et localisation des sites où une population d' <i>Ixodes scapularis</i> est établie selon les critères de Santé Canada	18
Figure 2 :	Nombre d' <i>Ixodes scapularis</i> collectés à l'aide de la flanelle lors de la période 1 par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence.....	20
Figure 3 :	Index de certitude d'établissement d' <i>Ixodes scapularis</i> calculé à partir des données collectées à l'aide de la flanelle lors de la période 1 par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence	20
Figure 4 :	Taux d'incidence d' <i>Ixodes scapularis</i> par 100 000 personnes-années en 2007-2008 (transformation logarithmique des données) par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence.....	23
Figure 5 :	Distribution spatiale des cerfs de Virginie parasités et non parasités examinés en 2007 et 2008.....	24
Figure 6 :	Proportion de cerfs de Virginie parasités par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence	25

INTRODUCTION

Contexte

La maladie de Lyme est la maladie transmise par les arthropodes la plus commune dans l'hémisphère nord. Le vecteur est une tique, *Ixodes scapularis*, et l'agent causal, une bactérie, *Borrelia burgdorferi*. Au Canada, un premier site où une population d'*I. scapularis* s'est établie a été identifié à Long Point en Ontario en 1991. Depuis 1997, une dizaine d'autres sites ont été ajoutés à la liste.

Objectif

Dans le but éventuel de développer un système d'alerte quant au risque de maladie de Lyme, l'objectif de cette étude est d'évaluer la validité (sensibilité et spécificité) de quatre méthodes de surveillance.

Méthode

Au Québec, le Laboratoire de santé publique du Québec de l'Institut national de santé publique du Québec gère un programme de surveillance passive du vecteur depuis 1990. En 2007 et 2008, des études sur le terrain pour rechercher l'établissement du vecteur ont été menées en Montérégie, Estrie et Montréal. Deux méthodes principales ont été employées : 1) la capture et l'examen de petits mammifères et 2) la technique de la flanelle. Ces mêmes années, une autre méthode a aussi été explorée, soit l'examen de cerfs de Virginie abattus par des chasseurs. Enfin, depuis janvier 2008, des cliniques vétérinaires utilisent des tests de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens (SNAPMD 4DxMD de la compagnie IDEXX). Le risque considéré dans cette étude est défini par la présence d'une population indigène d'*I. scapularis*.

Les quatre méthodes mentionnées ci-dessus (flanelle, surveillance passive, examen de cerfs de Virginie et dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens) ont été comparées à la méthode étalon, aussi appelée méthode de référence (capture/examen de petits mammifères et flanelle), à l'échelle des subdivisions de recensement (SDR). Un total de 68 SDR ont été classées selon leur statut de présence ou non d'au moins une population d'*I. scapularis* établie selon la méthode de référence. Pour chacune des quatre méthodes, des indicateurs de possibilité de présence d'une telle population ont été évalués en comparaison avec la méthode de référence.

Flanelle : Les données obtenues par cette méthode ont été classées selon trois périodes de l'année. Il y a trois catégories d'indicateurs : 1) indicateurs basés sur le nombre d'*I. scapularis*; 2) indicateurs basés sur la présence d'un stade donné; et 3) indicateurs basés sur l'index de certitude d'établissement de population de tiques calculé à partir des données de flanelle. Les indicateurs ont été évalués séparément pour chacune des périodes, ainsi que les périodes 1 et 2 combinées, comptabilisant un total de 32 indicateurs. L'évaluation de cette méthode s'est faite à l'aide de tableaux de contingence entre les données de la flanelle et celles de la méthode de référence, d'un test exact de Fisher testant l'association entre les deux méthodes et de calculs de sensibilité et de spécificité.

Surveillance passive : Les données obtenues par cette méthode ont été évaluées selon deux périodes de temps (2004-2006 et 2007-2008) et la combinaison de ces deux périodes. Il y a deux catégories d'indicateurs : 1) indicateurs basés sur le nombre d'*I. scapularis*; et 2) indicateurs basés sur le nombre de soumissions. Les indicateurs ont été évalués pour chacune des périodes, comptabilisant un total de 12 indicateurs. La corrélation entre ces indicateurs et la méthode de référence a été calculée par le coefficient de corrélation de Spearman.

Examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs : Trois indicateurs ont été évalués par le coefficient de corrélation de Spearman comme pour la surveillance passive.

Dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens : Deux indicateurs ont été évalués par le coefficient de corrélation de Spearman comme pour la surveillance passive.

Comparaison entre les méthodes : Pour les fins de comparaison, un indicateur a été sélectionné pour chacune des méthodes. Dans l'optique de développer un système d'alerte, l'indicateur ayant la sensibilité la plus élevée parmi les indicateurs de la flanelle a été sélectionné. Pour la méthode de la surveillance passive et l'examen des cerfs de Virginie, les indicateurs ayant le coefficient de corrélation le plus élevé ont été sélectionnés. Un seuil a ensuite été déterminé de façon à obtenir une sensibilité semblable à celle de l'indicateur sélectionné pour la flanelle. La spécificité, les valeurs prédictives et la proportion de SDR faussement positives de chacun des indicateurs retenus ont été calculées. La comparaison des méthodes s'est faite sur les valeurs de ces caractéristiques pour un niveau de sensibilité semblable, en plus des critères de faisabilité.

Résultats

Parmi les 68 SDR, 13 SDR sont classées positives (19 %) et 55, négatives (81 %) selon la méthode de référence.

Flanelle : Certains indicateurs de la flanelle se démarquent par une sensibilité supérieure à 85 % (nombre d'*I. scapularis* d'au moins 1 à la période 1) et une spécificité supérieure à 95 % (index de certitude d'au moins 3 pour toutes les périodes).

Surveillance passive : La période 2007-2008 présente les coefficients de corrélation les plus élevés alors que l'association n'est jamais significative pour la période 2004-2006. L'indicateur présentant la corrélation la plus forte est le taux d'incidence d'*I. scapularis* en 2007-2008 ($\rho = 0,41189$, $p = 0,0005$).

Examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs : Seul l'indicateur de la proportion de cerfs parasités est corrélée à la méthode de référence ($\rho = 0,38793$, $p = 0,0234$).

Dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens : Dans l'ensemble, seulement 0,6 % des chiens testés sont positifs. Parmi les 68 SDR à l'étude, seulement cinq présentaient des données concernant cette méthode.

Comparaison entre les méthodes : Les indicateurs, seuils et méthodes retenus pour la comparaison sont :

- 1) nombre d'*I. scapularis* à la période 1 ≥ 1 [flanelle];
- 2) taux d'incidence d'*I. scapularis* soumis par 100 000 personnes-années, 2007-2008 ≥ 80 [surveillance passive];
- 3) proportion de cerfs parasités par *I. scapularis* ≥ 10 [cerfs de Virginie].

La flanelle présente la sensibilité (87,5 %) et la spécificité (72,7 %) les plus élevées. La sensibilité de la surveillance passive est semblable à celle de la flanelle (84,6 %), mais sa spécificité, plus basse (66,7 %). L'examen des cerfs de Virginie présente une sensibilité (77,8 %) et spécificité (64,0 %) légèrement plus faibles que la surveillance passive.

Discussion

Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens n'est présentement pas une méthode de surveillance valide. La méthode de la flanelle, quant à elle, ne peut être utilisée comme première et unique méthode à cause de sa faisabilité limitée. Pour un système d'alerte dont le but est de détecter la présence potentielle de populations établies d'*I. scapularis* comme marqueur de risque de la maladie de Lyme, une approche en plusieurs étapes est recommandée. Dans un premier temps, des données recueillies passivement comme le taux d'incidence d'*I. scapularis* obtenus par la surveillance passive devraient permettre d'identifier une zone où les populations de tiques sont en voie d'établissement. Par la suite, l'utilisation de méthodes plus discriminantes, comme la flanelle au début de la saison des tiques, serait nécessaire pour caractériser le risque à l'échelle des SDR. La proportion de cerfs de Virginie parasités pourrait apporter de l'information complémentaire utile. De futures études devraient explorer l'influence d'autres variables explicatives sur le risque d'établissement d'*I. scapularis*, ainsi que l'amélioration des indicateurs évalués.

1 CONTEXTE

Ixodes scapularis, communément appelé tique à pattes noires ou tique du chevreuil, est un vecteur important de maladies telles que la babébiose, l'anaplasmose et la borréliose de Lyme (*Borrelia burgdorferi*). Cette tique se retrouve dans des forêts d'arbres feuillus; son cycle naturel implique plusieurs hôtes (ex. : souris du genre *Peromyscus*, tamias rayés, cerfs de Virginie). La maladie de Lyme est aujourd'hui la maladie transmise par les arthropodes la plus commune dans l'hémisphère nord. Au Canada, un premier site où une population de tiques *I. scapularis* s'est établie a été reconnu à Long Point en Ontario en 1991. Depuis 1997, une dizaine d'autres ont été identifiés. Ces sites se retrouvent dans le sud de l'Ontario, en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et dans le sud-est du Manitoba (Ogden *et al.*, 2009).

Depuis sa découverte en Amérique du Nord, plusieurs méthodes de surveillance ont été employées pour documenter le risque de maladie de Lyme dans un secteur géographique : la marche (Ginsberg et Curtis, 1989), la flanelle, les pièges à tiques (CO₂) (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992), l'examen de rongeurs (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992), l'examen des cerfs de Virginie (Keefe *et al.*, 2009), la sérologie chez les chiens (Guerra *et al.*, 2001; Falco *et al.*, 1993; Rand *et al.*, 1991; Eng *et al.*, 1988) et la surveillance passive de tiques collectées sur les animaux domestiques et les humains (Rand *et al.*, 2007; Ogden *et al.*, 2006). Ces méthodes ciblent un ou plusieurs éléments du cycle de l'infection: le vecteur (tique), la bactérie, les hôtes naturels et accidentels de la tique (animaux domestiques ou humains) et les animaux réservoirs de la bactérie. L'annexe 1 présente un résumé de ces différentes méthodes.

Les études, dont le but était spécifiquement de comparer entre elles des méthodes de collecte de tiques, ont été menées dans des régions généralement déjà connues comme étant endémiques pour la maladie de Lyme. Elles suggèrent que la technique de la flanelle serait une méthode efficace de collecte de tiques (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992). Cependant, la capture et l'examen de rongeurs permet de détecter les tiques à des niveaux d'infestation plus faible (Ginsberg et Curtis, 1989). Lorsqu'on veut étudier la prévalence de *B. burgdorferi* chez les tiques et le risque de transmission de la maladie, il est préférable d'utiliser des méthodes ciblant les tiques qui cherchent un hôte, car ce sont ces tiques qui sont le plus susceptibles de piquer un humain (Ginsberg et Curtis, 1989). Dans une étude comparant la prévalence de tiques sur les cerfs et l'exposition canine à *B. burgdorferi* (Daniels *et al.*, 1993), la combinaison de ces deux mesures est plus efficace que leur utilisation individuelle pour décrire le risque de maladie de Lyme pour l'humain. La prévalence de tiques augmenterait plus vite que la séroprévalence canine. Une population importante d'*I. scapularis* serait nécessaire pour que la surveillance sérologique puisse détecter une évidence d'exposition canine.

Au Québec, le Laboratoire de santé publique du Québec (LSPQ) de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) gère un programme de surveillance passive du vecteur de la maladie de Lyme depuis 1990 (Ogden *et al.*, 2010). Les tiques recueillies sur les animaux domestiques ou les humains sont identifiées au LSPQ et les tiques de l'espèce *I. scapularis* sont ensuite analysées pour la présence de la bactérie au Laboratoire national

de microbiologie (LNM) de l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Environ 10 % des tiques testées étaient positives pour *B. burgdorferi* (Trudel et Serhir, 2010).

En 2007 et 2008, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), l'INSPQ et l'ASPC ont financé des études pour rechercher la présence des trois stades du vecteur dans le sud-ouest du Québec. Selon Santé Canada (1991), l'identification des trois stades de la tique (larve, nymphe et adulte) pour deux années consécutives dans un lieu donné démontre que la tique se reproduit localement. Pour réaliser ces études, deux méthodes principales ont été employées à grande échelle : la capture et l'examen de petits mammifères (recherche de tiques sur les hôtes) et la technique de la flanelle (recherche de tiques dans l'environnement). Ces mêmes années, une autre méthode a aussi été explorée, soit l'examen de cerfs de Virginie. Un total de 71 sites localisés en Montérégie, en Estrie et à Montréal ont été visités entre mai et octobre à l'aide des deux méthodes principales. En novembre, des cerfs de Virginie ont été examinés dans cinq stations d'enregistrement de la faune pendant la saison de la chasse. Toutes ces activités ont permis d'examiner 2 742 mammifères (2 159 petits mammifères et 583 cerfs de Virginie) et de récolter 1 640 tiques (936 larves, 310 nymphes et 394 adultes) appartenant à l'espèce *I. scapularis* sur les hôtes ou dans l'environnement. Dans l'ensemble, la prévalence de *B. burgdorferi* était faible autant chez les tiques (5 %) que chez les rongeurs (2 %).

Par ailleurs, la détection des anticorps contre l'antigène C6 du *B. burgdorferi* chez les chiens a été introduite au Québec à l'automne 2007. Commercialisée par la compagnie IDEXX, cette sérologie fait partie d'un test de dépistage multiplexe pour quatre maladies bactériennes et parasitaires (IDEXX, 2009). Plusieurs cliniques vétérinaires ont offert ce test en 2008.

Donc, au Québec, quatre méthodes de surveillance peuvent être comparées à la méthode de référence (capture et examen de petits mammifères, en plus de la technique de la flanelle pour la collecte de tiques à la recherche d'un hôte) quant à leur capacité à détecter l'établissement du vecteur de la maladie de Lyme :

1. la collecte par la flanelle des tiques à la recherche d'un hôte;
2. la surveillance passive des tiques soumises au LSPQ;
3. l'examen des cerfs de Virginie abattus par des chasseurs;
4. les tests de dépistage effectués par les vétérinaires sur les chiens.

La validité de ces méthodes (c.-à-d. : leur spécificité et leur sensibilité) ainsi que leur faisabilité doivent être évaluées pour cibler les programmes de surveillance, d'information et de contrôle qui devront être mis en place au Québec. Ces travaux fourniront aussi des données utiles pour les autres provinces canadiennes aux prises avec cette problématique.

2 BUT ET OBJECTIFS

Le but de cette étude est de contribuer au développement d'un système de surveillance et d'alerte du risque d'acquérir la maladie de Lyme. Il s'agit d'identifier ce risque avant qu'une éclosion importante de cas humains ne survienne. Par risque, on entend la présence d'une population établie d'*I. scapularis*.

Les objectifs spécifiques sont d'évaluer la sensibilité et la spécificité des différentes méthodes pour détecter la présence d'une population établie du vecteur comparativement à une méthode de référence, d'évaluer la faisabilité des méthodes et de proposer les méthodes les plus appropriées à utiliser selon les contextes.

3 MÉTHODOLOGIE

La présente étude consiste en une analyse de la validité des différentes méthodes de surveillance réalisée à partir de données existantes. Les sources de données seront décrites, ainsi que l'approche employée pour comparer les méthodes, une approche basée sur l'évaluation de différents indicateurs d'établissement d'*I. scapularis*.

3.1 SOURCES DE DONNÉES

3.1.1 La capture et l'examen de petits mammifères

La capture et l'examen de petits mammifères ont été employés sur 70 des 71 sites visités pendant l'étude de terrain de 2007 et 2008. Les captures ont eu lieu entre mai et septembre. Certains sites ont été visités plusieurs fois. Les données disponibles incluent le nombre de petits mammifères examinés par espèce, le nombre et le stade des différentes espèces de tiques dont *I. scapularis* et la prévalence de *B. burgdorferi* dans les plasmas de rongeurs et chez les tiques. Ogden *et al.* (2010) ont décrit la méthodologie de collecte et d'analyse en laboratoire. La méthodologie a aussi été décrite dans les rapports de l'étude de terrain (Nguon *et al.*, 2009; 2008).

3.1.2 La collecte par la flanelle

Cette méthode a également été employée lors de l'étude de terrain de 2007 et 2008. Le protocole prévoyait que la flanelle soit réalisée au cours de deux saisons : l'été lors de la capture et l'automne. Des conditions météorologiques défavorables et des raisons de faisabilité ont empêché sa réalisation sur certains sites. Certains sites ont été échantillonnés par cette méthode plusieurs fois pendant l'été. Par contre, d'autres sites n'ont pas été échantillonnés par la technique de la flanelle à l'automne. Les données disponibles incluent le nombre et le stade des différentes espèces de tiques, et la prévalence de *B. burgdorferi* chez les tiques. Comme pour la capture et l'examen de petits mammifères, la méthodologie de collecte et d'analyse en laboratoire a été décrite par Ogden *et al.* (2010), et Nguon *et al.* (2009; 2008).

3.1.3 La surveillance passive des tiques collectées sur les animaux et les humains

Le LSPQ maintient un système de surveillance passive des *I. scapularis* soumises volontairement par les cliniques vétérinaires et les services de santé depuis 1990. Pour 2007 et 2008, respectivement 1 040 et 1 757 *I. scapularis* provenant du Québec ont été enregistrés (Institut national de santé publique du Québec, 2009). Près de 75 % de ces tiques proviennent des régions de Montérégie, Estrie et Montréal. Les données disponibles à l'échelle des subdivisions de recensement (SDR) incluent le nombre, l'origine animale ou humaine, le stade, ainsi que la prévalence de *B. burgdorferi* chez ces tiques.

3.1.4 L'examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs

Des cerfs de Virginie abattus par des chasseurs ont été examinés en 2007 et 2008. Les coordonnées géographiques du lieu d'abattage des cerfs permettent d'assigner chaque animal et tique à une SDR. Les données disponibles incluent le nombre de cerfs examinés, le nombre et le stade des différentes espèces de tiques et la prévalence de *B. burgdorferi* chez les *I. scapularis*. La méthodologie de collecte et d'analyse en laboratoire a été décrite par Nguon *et al.* (2009; 2008).

3.1.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

La compagnie IDEXX a donné accès aux résultats des tests de dépistage (SNAP^{MD} 4Dx^{MD}) effectués sur les chiens entre janvier et août 2008. Les données sont agrégées par clinique vétérinaire. Une dizaine de cliniques vétérinaires sont situées dans la région d'étude. Cependant, aucune clinique n'est située en Estrie. Les données incluent le nombre de chiens testés et le nombre de résultat positifs par clinique.

3.2 UNITÉ D'ANALYSE

Dans la présente étude, l'unité d'analyse est une unité géographique, soit la subdivision de recensement (SDR), telle que définie par Statistique Canada. Plusieurs raisons expliquent ce choix. Par exemple, les populations d'*I. scapularis* étant généralement localisées et leur propagation étant lente d'un secteur à l'autre, il est préférable d'avoir une unité géographique de petite taille telle que la SDR.

3.3 DÉFINITION DE CAS

Dans la présente étude, un cas est une SDR ayant au moins une population d'*I. scapularis* établie. Le statut de la SDR est alors dit positif.

3.4 INDICATEURS DE POSSIBILITÉ DE PRÉSENCE D'UNE POPULATION D'*I. SCAPULARIS* ÉTABLIE

Pour chaque méthode de surveillance, différents indicateurs ont été définis pour détecter une SDR positive et feront l'objet de l'évaluation. Ces indicateurs seront comparés au diagnostic posé à l'aide de la méthode de référence (étalon). La comparaison se fait au niveau des SDR. L'approche statistique varie selon la nature des indicateurs qui sont comparés (variables qualitatives ou quantitatives).

3.4.1 La méthode de référence (étalon)

La méthode de référence comprend la capture et l'examen de mammifères, ainsi que la technique de la flanelle en été (avec ou sans celle en automne). Pour déterminer le statut d'une SDR selon la méthode de référence, on se base sur les données obtenues grâce à toutes les visites où il y a eu application de la méthode de référence.

Une SDR est détectée positive lorsqu'il y a au moins une population d'*I. scapularis* établie identifiée sur son territoire par la méthode de référence. Par exemple, si deux sites étaient échantillonnés sur une SDR et qu'un des sites démontrait une population d'*I. scapularis* établie (site positif), la SDR serait dite positive. À l'opposé, une SDR est dite négative lorsqu'aucune population d'*I. scapularis* établie n'a été identifiée par la méthode de référence.

Critères pour déterminer l'établissement d'une population de tiques sur un site

1. Critère basé sur les stades de la tique retrouvés sur le terrain (tableau 1)

Ce critère est inspiré des critères d'établissement d'une population de tiques définis par Santé Canada (1991). S'il y a effectivement une population de tiques établie sur le site échantillonné, on s'attend à la présence de certains stades en fonction du nombre d'années d'échantillonnage, du nombre de visites dans l'année et de la période de la flanelle (été versus automne). Le tableau 1 présente les stades attendus selon ces critères. Si un ou plusieurs des stades attendus n'ont pas été retrouvés, le site est automatiquement classé négatif. Si tous les stades attendus ont été retrouvés, on applique le critère suivant.

2. Critère basé sur l'index de certitude d'établissement d'une population de tiques (Ogden *et al.*, 2010; 2008).

L'index de certitude dépend du nombre de tiques de chacun des stades qui est retrouvé sur le terrain. Il est calculé pour chacune des SDR de la façon suivante :

- présence de larve(s) = + 1 point;
- présence de 3 larves ou plus = + 1 point;
- présence de 10 larves ou plus = + 1 point;
- présence de nymphe(s) = + 1 point;
- présence de 3 nymphes ou plus = + 1 point;
- présence de 10 nymphes ou plus = + 1 point;
- présence d'adulte(s) = + 1 point;
- présence de 3 adultes ou plus = + 1 point;
- présence de 10 adultes ou plus = + 1 point.

L'index a un minimum de 0 (absence d'*I. scapularis*) et un maximum de 9 (10 tiques ou plus de chacun des stades retrouvées sur la SDR).

- a. Si l'index de certitude global calculé sur les 2 années de la période d'étude est de 7 ou plus, le site est classé positif.
- b. Si l'index de certitude est inférieur à 7, mais que seulement 1 visite a été effectuée à chaque année, le site est classé positif lorsque l'index de certitude de chaque année est de 5 ou plus. Autrement, le site est classé négatif.
- c. S'il n'y a eu qu'une seule visite sur une seule année et que l'index de certitude de l'année est de 5 ou plus, le site est classé positif.
- d. Autrement, le site est classé négatif.

Tableau 1 Critères pour déterminer si un site est positif en fonction de l'effort d'échantillonnage

Nombre de visites dans l'année (capture)	Flanelle à l'été	Flanelle à l'automne	Stades identifiés dans l'année ¹
1 visite	Oui ou non	Non	Larve et/ou nymphe
1 visite	Oui ou non	Oui	Larve et/ou nymphe et adulte
2 visites et plus	Oui ou non	Non	Larve et nymphe
2 visites et plus	Oui ou non	Oui	Larve et nymphe et adulte

¹ Si le site a été visité deux années, il faut que ces critères soient respectés les deux années pour conclure qu'il s'agit d'une population établie.

3.4.2 La flanelle

Les données obtenues par la technique de la flanelle ont été classées selon trois périodes de l'année (tableau 2). À chaque période, il y a prédominance d'un stade de la tique. Les périodes ont été déterminées à l'aide de la distribution observée par stade de tous les *I. scapularis* collectés lors de l'étude de terrain (capture et examen de mammifères et technique de la flanelle) (annexe 2). Les indicateurs ont été évalués pour chaque période (flanelle période 1, flanelle période 2, flanelle période 3), ainsi que pour les périodes 1 et 2 combinées (flanelle été).

Tableau 2 Périodes de flanelle retenues pour l'étude

Période	Semaine CDC ¹	Date approximative	Stade prédominant	Saison
1	20 à 31	Mi-mai à fin-juillet	Nymphe	Été
2	32 à 40	Fin-juillet à début-octobre	Larve	Été
3	40 à 47	Début-octobre à mi-novembre	Adulte	Automne

¹ Numéro de semaine selon les Centers for Disease Control and Prevention.

Les indicateurs déterminant la présence de population établie d'*I. scapularis* selon cette méthode sont des variables dichotomiques (SDR positive versus SDR négative) (tableau 3). Pour une période donnée, seule la première flanelle effectuée dans cette période est incluse dans le calcul de l'indicateur. En l'absence de flanelle pour une période donnée, la SDR est exclue des calculs pour cette période.

Tableau 3 Définition des indicateurs de population établie d'*Ixodes scapularis* selon la méthode de la flanelle

Catégorie	Indicateur positif
Indicateur basé sur le nombre d' <i>I. scapularis</i>	Au moins 1 <i>I. scapularis</i>
	Au moins 3 <i>I. scapularis</i>
Indicateur basé sur la présence d'un stade donné	Au moins 1 <i>I. scapularis</i> larve
	Au moins 1 <i>I. scapularis</i> nymphe
	Au moins 1 <i>I. scapularis</i> adulte
	Au moins 3 <i>I. scapularis</i> adulte
Indicateur basé sur l'index de certitude calculé à partir des données de flanelle séparément pour chacune des périodes	Index de certitude de 2 ou plus
	Index de certitude de 3 ou plus

Dans les SDR où deux sites ont été échantillonnés, les données d'un seul site ont été utilisées pour le calcul des valeurs des indicateurs de population établie d'*I. scapularis*. Cette situation survient dans deux SDR (Farnham et Saint-Bruno-de-Montarville). Dans la première SDR, lors de l'étude sur le terrain, un des sites avait été choisi aléatoirement et l'autre avait été échantillonné pour la raison qu'il y avait eu plusieurs cas suspects de maladie de Lyme. Le site sélectionné pour calculer les valeurs des indicateurs de la technique de la flanelle est celui qui avait été sélectionné aléatoirement à l'origine. Dans le cas de la deuxième SDR, les deux sites avaient été sélectionnés aléatoirement au départ. Ainsi, un des deux sites a été choisi au hasard pour représenter les données de flanelle de cette SDR.

3.4.3 La surveillance passive

Contrairement à la flanelle, les indicateurs de la surveillance passive sont des variables quantitatives. Ils sont calculés pour chaque SDR à partir des données fournies par le Laboratoire de santé publique du Québec (INSPQ) et le Laboratoire national de microbiologie (ASPC). Pour les fins de la présente étude, étant donné qu'il y a eu une augmentation exponentielle des soumissions à partir de 2004 (Ogden *et al.*, 2010), seules les données de 2004 à 2008 ont été sélectionnées. Trois périodes ont été considérées : 2004 à 2008, 2004 à 2006 et 2007 à 2008. Les indicateurs ont été évalués pour chacune de ces périodes.

Tableau 4 Définition des indicateurs de population établie d'*Ixodes scapularis* selon la surveillance passive

Catégorie	Indicateur	Calcul
<i>I. scapularis</i> soumis	Nombre cumulatif d' <i>I. scapularis</i> soumis	
	Taux d'incidence d' <i>I. scapularis</i> soumis par 100 000 personnes-années	Nombre d' <i>I. scapularis</i> soumis/(population humaine de la SDR x nombre d'années) x 100 000
Soumissions d' <i>I. scapularis</i>	Nombre cumulatif de soumissions	
	Taux d'incidence de soumissions par 100 000 personnes-années	Nombre de soumissions/(population humaine de la SDR x nombre d'années) x 100 000

3.4.4 Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs

Les indicateurs tirés de la surveillance des cerfs de Virginie sont aussi des variables quantitatives. Trois indicateurs ont été définis et ont été calculés pour chacune des SDR où au moins un cerf de Virginie a été abattu.

Tableau 5 Définition des indicateurs de population établie d'*Ixodes scapularis* à partir de l'examen des cerfs de Virginie

Indicateur	Calcul
Proportion de cerfs parasités	Nombre de cerfs de Virginie parasités par au moins un <i>I. scapularis</i> /Nombre de cerfs de Virginie examinés
Taux d'infestation des cerfs	Nombre d' <i>I. scapularis</i> /Nombre de cerfs de Virginie examinés
Taux d'infestation des cerfs parasités	Nombre d' <i>I. scapularis</i> /Nombre de cerfs de Virginie parasités par au moins un <i>I. scapularis</i>

3.4.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

Les indicateurs, calculés à partir des résultats des tests de dépistage SNAP^{MD} 4Dx^{MD} faits chez les chiens, sont aussi des variables quantitatives. Deux indicateurs ont été définis pour cette méthode de surveillance. Ils ont été calculés pour chacune des SDR pour lesquelles des données étaient disponibles.

Tableau 6 Définition des indicateurs de population d'*Ixodes scapularis* selon les sérologies faites chez les chiens

Indicateur	Calcul
Nombre brut de chiens sérologiquement positifs	
Proportion de chiens sérologiquement positifs	Nombre de chiens sérologiquement positifs/ Nombre de chiens testés

3.5 ÉVALUATION DES MÉTHODES

3.5.1 La méthode de référence (étalon)

La fréquence de SDR négatives et positives a été calculée et une carte présentant les 68 SDR selon leur statut a été produite.

3.5.2 La flanelle

Des tableaux de contingence entre le diagnostic (positif ou négatif) de chacun des indicateurs et le statut de la SDR déterminé par la méthode de référence ont été produits. L'association entre les paires de variables (indicateur et méthode de référence) a été évaluée à l'aide du test exact de Fisher. Lorsque l'association est statistiquement significative, la sensibilité et la spécificité ont été calculées à partir des tableaux de

contingence. Des cartes choroplèthes ont été produites pour les indicateurs présentant la meilleure sensibilité et la meilleure spécificité.

3.5.3 La surveillance passive

Des statistiques descriptives ont été générées pour les indicateurs d'établissement d'une population d'*I. scapularis* selon cette méthode. La corrélation entre ces indicateurs et le statut de la SDR déterminé par la méthode de référence a été évaluée par le coefficient de corrélation de Spearman. Une carte choroplèthe de distribution spatiale de l'indicateur ayant le coefficient de corrélation le plus élevé a été produite.

3.5.4 Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs

Les mêmes procédures effectuées pour évaluer la surveillance passive ont été appliquées.

3.5.5 Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

Des statistiques descriptives ont été générées. Aucune analyse de corrélation n'a été effectuée étant donné le faible nombre de SDR pour lesquelles des données étaient disponibles.

3.5.6 La comparaison entre les méthodes

Pour comparer les différentes méthodes entre elles, l'indicateur présentant les meilleures caractéristiques a été sélectionné pour chacune des méthodes. Dans le but de mettre en place un système d'alerte, on recherche une sensibilité élevée. Pour cette raison, l'indicateur ayant la sensibilité la plus élevée et valide parmi les indicateurs de la flanelle a été sélectionné en premier. Puis, pour la méthode de la surveillance passive et l'examen des cerfs de Virginie, les indicateurs ayant le coefficient de corrélation le plus élevé ont été sélectionnés. Comme il s'agit de variables quantitatives, un seuil a été déterminé pour obtenir une sensibilité semblable à celle de l'indicateur sélectionné pour la flanelle. Ensuite, la spécificité et la proportion de SDR négatives selon la méthode de référence mais détectées positives selon l'indicateur de la méthode évaluée (SDR faussement positives) ont été calculées. Les valeurs prédictives d'un résultat positif et négatif ont aussi été calculées. Donc, la comparaison des méthodes s'est faite sur les valeurs de spécificité et les proportions de SDR faussement positives pour un même niveau de sensibilité.

3.6 LOGICIELS UTILISÉS

Les analyses statistiques ont été générées à l'aide de SAS^{MD} 9.1.3; le graphique à l'annexe 2 a été créé à l'aide de Microsoft^{MD} Office Excel 2003; les manipulations géographiques des données et les cartes choroplèthes ont été réalisées à l'aide d'Arc GIS^{MD} 9.

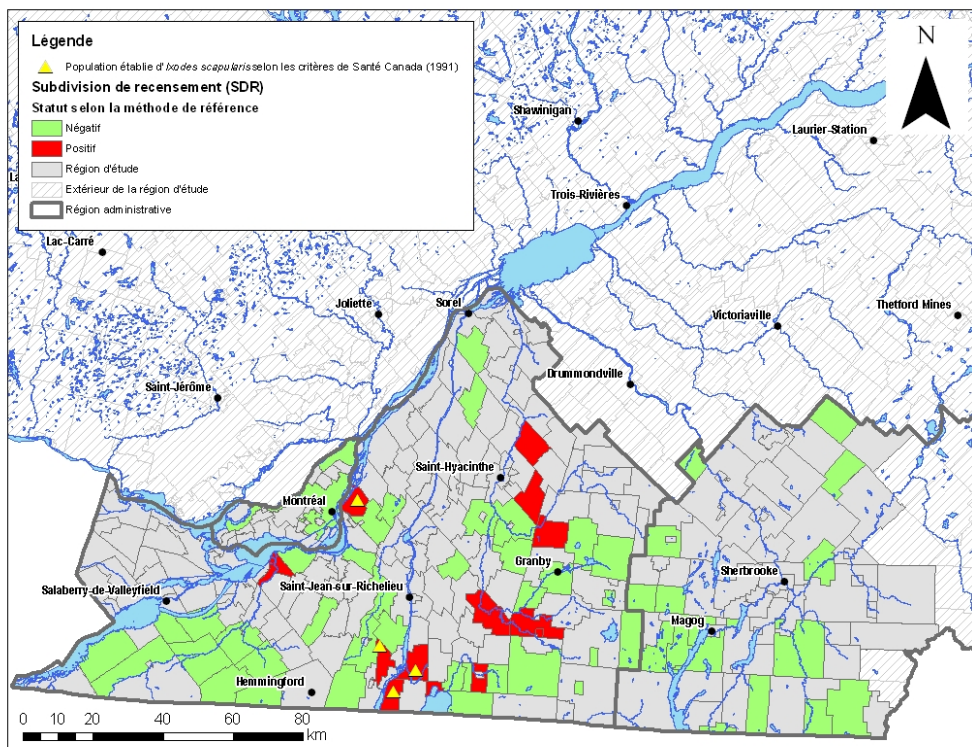
4 RÉSULTATS

4.1 LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE (ÉTALON)

Une analyse descriptive des données de capture et d'examen des mammifères et de la technique de la flanelle a été effectuée par Nguon *et al.* (2009; 2008). Au total 71 sites ont été échantillonnés. Parmi ceux-ci, des mammifères ont été capturés sur 70 sites. Le site sans capture a été exclu de la présente étude. Selon le premier critère basé sur les stades retrouvés, 48 sites ont été classés comme négatifs. Les 22 sites restants ont été soumis au deuxième critère. Selon le critère 2a, neuf sites sont positifs parce qu'ils avaient un index de certitude d'au moins sept. Aucun site n'est positif selon le critère 2b et cinq sites sont positifs selon le critère 2c. Ainsi, nous avons un total de 14 (20 %) sites positifs et 56 (80 %) sites négatifs. Parmi les sites positifs, neuf ont été visités une première fois en 2007, dont huit ont été revisités trois fois l'année suivante, et cinq ont été visités une première et seule fois en 2008.

Puisque les deux sites de la SDR de Saint-Bruno-de-Montarville sont négatifs, cette SDR a été classée négative. Par contre, puisque les deux sites de la SDR de Farnham sont positifs, cette SDR a été classée positive. En résumé, selon la méthode de référence et basé sur une taille d'échantillonnage de 68 SDR, nous avons 13 SDR positives (19 %) et 55 SDR négatives (81 %) (figure 1). Les SDR positives sont toutes localisées en Montérégie. Parmi ces SDR positives se retrouvent les quatre sites de l'étude de terrain où *I. scapularis* est confirmé établi selon les critères de Santé Canada (1991).

Figure 1 : Distribution spatiale des subdivisions de recensement (SDR) selon leur statut déterminé par la méthode de référence et localisation des sites où une population d'*Ixodes scapularis* est établie selon les critères de Santé Canada



4.2 LA FLANELLE

Les tableaux de contingence entre le statut des SDR déterminé par la méthode de référence et celui déterminé par les différents indicateurs de la flanelle ainsi que les résultats des tests exacts de Fisher sont disponibles à l'annexe 3. Les sensibilités et spécificités obtenues sont présentées dans le tableau 7. Le nombre de SDR incluses dans les calculs dépend de la disponibilité des données à chacune des périodes.

Tableau 7 Sensibilité et spécificité des indicateurs de population établie d’*Ixodes scapularis* en fonction de la période d’échantillonnage de la flanelle

Catégorie d’indicateur	Indicateur (nombre de SDR)	Période (Nombre de sites)			
		1 (n = 30)	2 (n = 39)	3 (n = 42)	1 + 2 (n = 61)
Nombre d’Is	> = 1 Is	Se : 87,5 Sp : 72,7	Se : 63,6 Sp : 89,3	Se : 100 Sp : 71,9	Se : 69,2 Sp : 81,3
	> = 3 Is	Se : 62,5 Sp : 86,4	Se : 54,6 Sp : 92,9	Se : 70,0 Sp : 87,5	Se : 46,2 Sp : 89,6
Stade	> = 1 Is L	N.S.	Se : 54,6 Sp : 92,9	N.S.	Se : 30,8 Sp : 93,8
	> = 1 Is N	Se : 62,5 Sp : 90,9	Se : 54,6 Sp : 92,9	N.S.	Se : 53,9 Sp : 91,7
	> = 1 Is A	Se : 62,5 Sp : 86,4	N.S.	Se : 100 Sp : 71,9	Se : 30,8 Sp : 93,8
	> = 3 Is A	N.S.	N.S.	Se : 70,0 Sp : 90,6	N.S.
Index de certitude	IC > = 2	Se : 62,5 Sp : 86,4	Se : 54,6 Sp : 92,9	Se : 70,0 Sp : 87,5	Se : 46,2 Sp : 89,6
	IC > = 3	Se : 62,5 Sp : 95,5	Se : 45,5 Sp : 96,4	Se : 40,0 Sp : 96,9	Se : 46,2 Sp : 95,8

Légende :

Is : *Ixodes scapularis*

L : Larve

N : Nymphe

A : Adulte

IC : Index de certitude

Se : Sensibilité (%)

Sp : Spécificité (%)

N.S. : Spécificité et sensibilité non calculées, car association statistiquement non significative (Test exact de Fisher)

La sensibilité pour l’indicateur « nombre d’*I. scapularis* d’au moins 1 » pour la période 1 étant la plus élevée, une carte choroplèthe de la distribution spatiale de la fréquence d’*I. scapularis* collectés lors de la période 1 a été produite (figure 2). Nous observons que parmi les SDR positives selon la méthode de référence, presque toutes ont au moins un *I. scapularis*. De plus, il y a proportionnellement plus de SDR avec un nombre élevé d’*I. scapularis* parmi les SDR positives que parmi les SDR négatives.

À l’opposé, l’indicateur ayant la plus grande spécificité est celui de « l’index de certitude d’au moins 3 » à la période 1. Une carte choroplèthe de la distribution spatiale de l’index de certitude a été produite (figure 3). Les constats faits à partir de cette carte sont semblables à ceux de la carte précédente. Il est à noter que 38 SDR n’ont pas de données de flanelle pour la période 1, dont cinq SDR positives et 33 SDR négatives.

Figure 2 : Nombre d'*Ixodes scapularis* collectés à l'aide de la flanelle lors de la période 1 par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence

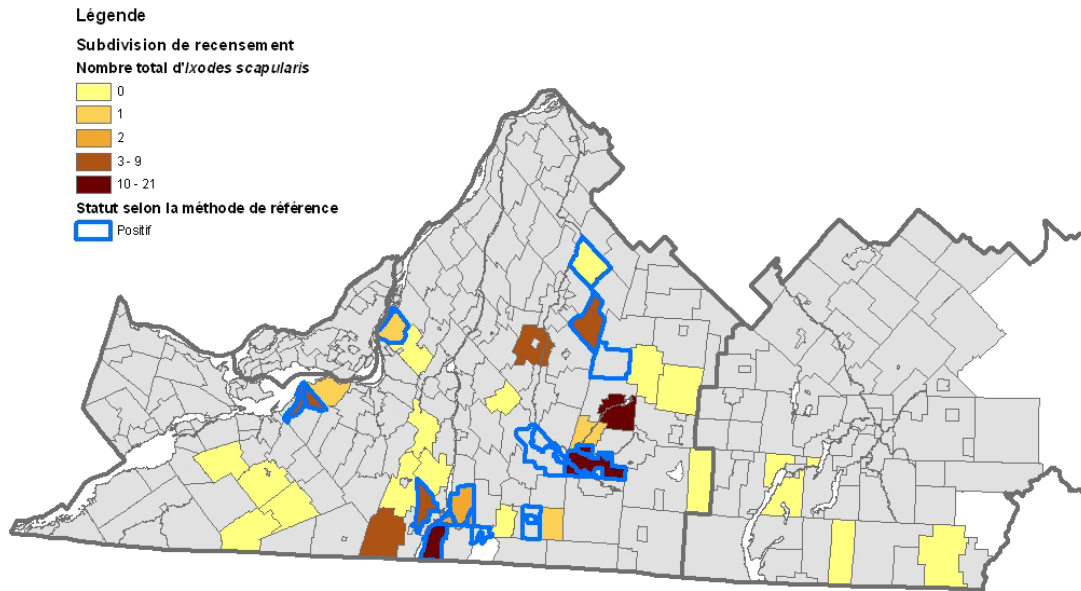
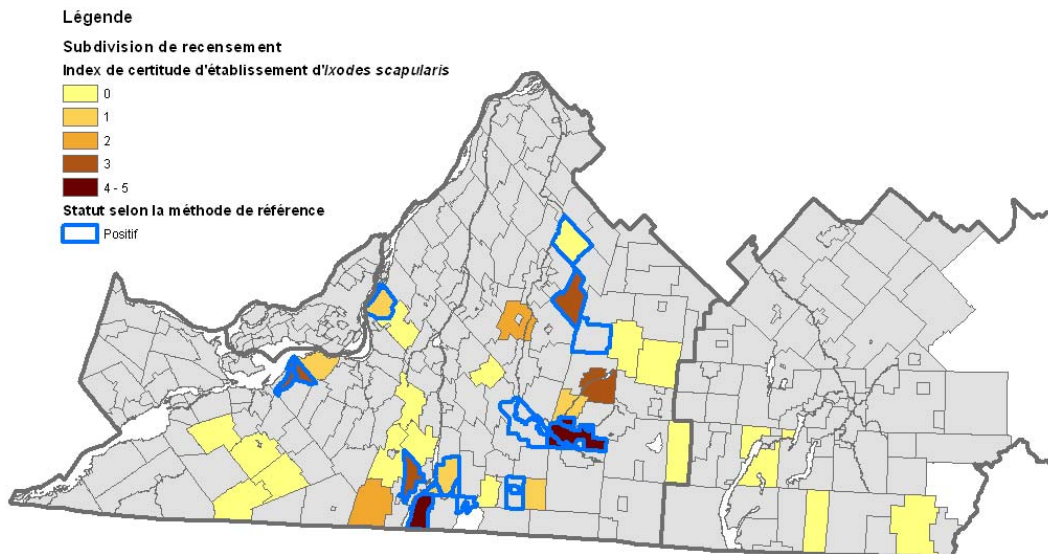


Figure 3 : Index de certitude d'établissement d'*Ixodes scapularis* calculé à partir des données collectées à l'aide de la flanelle lors de la période 1 par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence



4.3 LA SURVEILLANCE PASSIVE

La description des données est présentée dans le tableau 8 pour la période 2004 à 2008. La médiane et le minimum de chacun des indicateurs sont toujours plus élevés pour les SDR positives comparativement aux SDR négatives. Par contre, il est intéressant de noter que le maximum des indicateurs « nombre cumulatif d'*I. scapularis* » et « nombre cumulatif de soumissions d'*I. scapularis* » est plus élevé pour les SDR négatives. Ceci n'est cependant pas vrai pour les indicateurs de taux d'incidence qui tiennent compte de la population.

Tableau 8 Description des indicateurs d'une population d'*Ixodes scapularis* selon la surveillance passive pour la période 2004 à 2008, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives

Groupe	Indicateur	N	Médiane	Minimum	Maximum	Étendue
Toutes les SDR	Nombre cumulatif d' <i>I. scapularis</i>	68	4,5	0,0	159,0	159,0
	Nombre cumulatif de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	68	4,5	0,0	159,0	159,0
	Taux d'incidence d' <i>I. scapularis</i>	67	38,0	0,0	402,3	402,3
	Taux d'incidence de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	67	38,0	0,0	337,9	337,9
SDR négatives (méthode de référence)	Nombre cumulatif d' <i>I. scapularis</i>	55	4,0	0,0	159,0	159,0
	Nombre cumulatif de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	55	4,0	0,0	159,0	159,0
	Taux d'incidence d' <i>I. scapularis</i>	54	30,6	0,0	201,5	201,5
	Taux d'incidence de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	54	30,1	0,0	176,3	176,3
SDR positives (méthode de référence)	Nombre cumulatif d' <i>I. scapularis</i>	13	8,0	1,0	101,0	100,0
	Nombre cumulatif de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	13	6,0	1,0	90,0	89,0
	Taux d'incidence d' <i>I. scapularis</i>	13	71,4	14,5	402,3	387,7
	Taux d'incidence de soumissions d' <i>I. scapularis</i>	13	54,9	14,1	337,9	323,8

Légende :

Is : *Ixodes scapularis*

N : Nombre de subdivision de recensements

Le tableau 9 présente la corrélation entre la méthode de référence et les indicateurs d'une population établie d'*Ixodes scapularis* selon les données de surveillance passive à l'échelle des SDR. Pour tous les indicateurs, la période 2007-2008 présente le coefficient le plus élevé alors que la corrélation n'est jamais significative pour la période 2004-2006.

Tableau 9 Coefficient de corrélation de Spearman entre le statut des subdivisions de recensement (SDR) selon la méthode de référence et les indicateurs d'une population établie d'*Ixodes scapularis* selon les données de surveillance passive

Indicateur	N	Coefficient de corrélation de Spearman	Probabilité
Nombre cumulatif d'Is 2004-2008	68	0,23908	0,0496
Nombre cumulatif d'Is 2004-2006	68	0,05190	0,6743
Nombre cumulatif d'Is 2007-2008	68	0,29192	0,0157
Nombre cumulatif de soumissions d'Is 2004-2008	68	0,23812	0,0505
Nombre cumulatif de soumissions d'Is 2004-2006	68	0,05190	0,6743
Nombre cumulatif de soumissions d'Is 2007-2008	68	0,28135	0,0201
Taux d'incidence d'Is 2004-2008	67	0,37041	0,0020
Taux d'incidence d'Is 2004-2006	67	0,08898	0,4740
Taux d'incidence d'Is 2007-2008	67	0,41189	0,0005
Taux d'incidence de soumissions d'Is 2004-2008	67	0,35469	0,0032
Taux d'incidence de soumissions d'Is 2004-2006	67	0,08898	0,4740
Taux d'incidence de soumissions d'Is 2007-2008	67	0,38824	0,0012

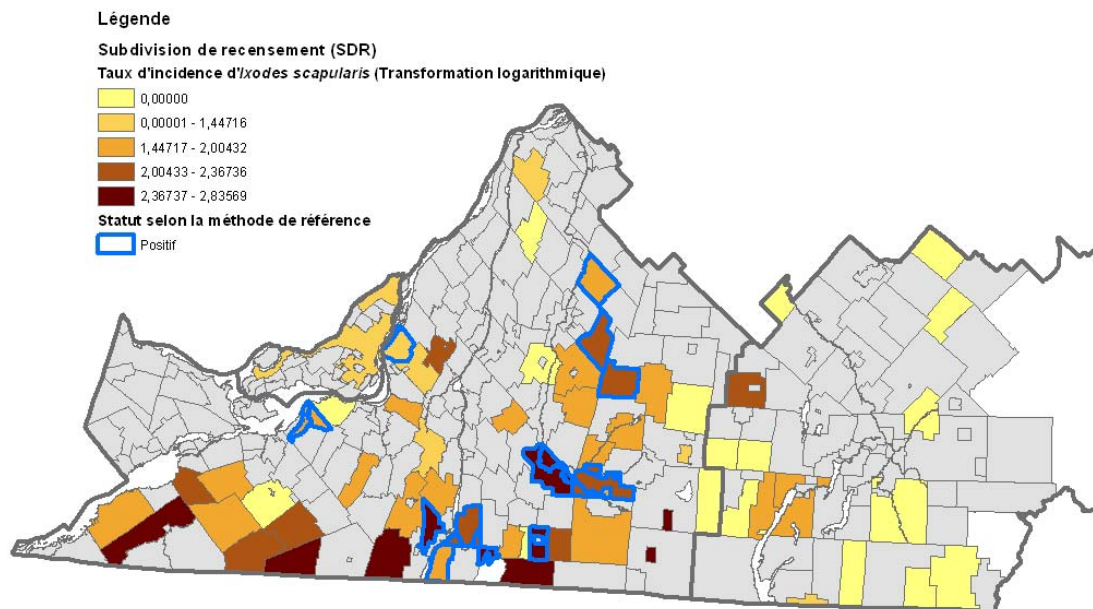
Légende :

Is : *Ixodes scapularis*

N : Nombre de subdivision de recensement

La corrélation étant plus forte pour l'indicateur « taux d'incidence d'*I. scapularis* 2007-2008 », une carte choroplèthe de distribution de cet indicateur a été produite (figure 4). Nous observons qu'en Estrie, cet indicateur est plutôt faible et qu'aucune SDR positive selon la méthode de référence ne s'y trouve. En Montérégie, à l'est de la rivière Richelieu, la plupart des SDR ayant des taux d'incidence d'*I. scapularis* élevés sont des SDR positives selon la méthode de référence. Cette corrélation n'est pas observée à l'ouest de la rivière Richelieu où deux des trois SDR positives selon la méthode de référence ont des taux d'incidence plutôt faibles et plusieurs SDR négatives ont des taux élevés. Plus spécifiquement, les taux d'incidence semblent faibles dans le secteur de la rive sud du Fleuve Saint-Laurent, un secteur plutôt urbain, alors qu'il y a deux SDR positives selon la méthode de référence.

Figure 4 : Taux d'incidence d'*Ixodes scapularis* par 100 000 personnes-années en 2007-2008 (transformation logarithmique des données) par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence



La surveillance passive détecte très peu les stades immatures. À partir des 68 SDR de l'étude, entre 2004 et 2008, seulement une larve et 17 nymphes ont été soumises, alors que 972 adultes l'ont été. Parmi les 13 SDR positives selon la méthode de référence, les premières tiques immatures détectées par le programme de surveillance passive n'ont été rapportées qu'en 2008 et ce, dans seulement deux SDR. L'une des SDR avait une nymphe en 2008, alors que l'autre avait une larve et 13 nymphes. Il est à noter que la surveillance passive avait aussi détecté une nymphe sur une SDR négative en 2007 et deux autres sur deux SDR négatives en 2008.

4.4 LES CERFS DE VIRGINIE ABATTUS PAR LES CHASSEURS

Une analyse descriptive des données provenant de l'examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs a été effectuée par Nguon *et al.* (2009; 2008). Les cerfs de Virginie examinés provenaient de 34 des 68 SDR (50 %) à l'étude, menant à la recherche de tiques sur 240 animaux. Les *I. scapularis* retrouvés ont été collectés sur 42 cerfs de Virginie (17,5 %) chassés sur 19 SDR (56 %) (Figure 5). Il n'y a aucun cerf de Virginie parasité en Estrie. Plusieurs cerfs de Virginie examinés ont été abattus dans des SDR ne faisant pas partie des SDR sélectionnées pour l'étude. De plus, la distribution spatiale des cerfs examinés est plutôt hétérogène. Il ne semble pas y avoir de différence dans les statistiques de localisation et de dispersion (médiane, minimum, maximum et étendue) entre le groupe des SDR négatives et le groupe des SDR positives selon la méthode de référence (tableau 10).

Figure 5 : Distribution spatiale des cerfs de Virginie parasités et non parasités examinés en 2007 et 2008

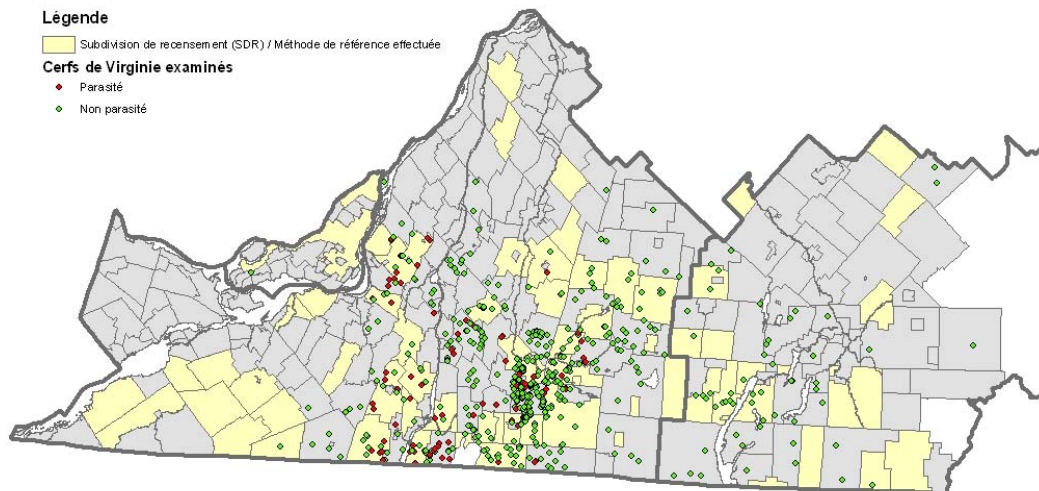


Tableau 10 Description des indicateurs d'une population établie d'*Ixodes scapularis* selon les données provenant des cerfs de Virginie, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives

Groupe	Indicateur	N	Médiane	Minimum	Maximum	Étendue
Toutes les SDR	Proportion de cerfs parasités (%)	34	7,5	0,0	66,7	66,7
	Taux d'infestation des cerfs	34	0,1	0,0	4,4	4,4
	Taux d'infestation des cerfs parasités	19	2,0	1,0	11,0	10,0
SDR négative s (méthode de référence)	Proportion de cerfs parasités (%)	25	0,0	0,0	62,5	62,5
	Taux d'infestation des cerfs	25	0,0	0,0	4,4	4,4
	Taux d'infestation des cerfs parasités	12	2,0	1,0	11,0	10,0
SDR positive s (méthode de référence)	Proportion de cerfs parasités (%)	9	50,0	0,0	66,7	66,7
	Taux d'infestation des cerfs	9	0,5	0,0	3,0	3,0
	Taux d'infestation des cerfs parasités	7	1,5	1,0	6,0	5,0

Légende :

N : Nombre de subdivision de recensements

Parmi les trois indicateurs d'une population établie d'*I. scapularis* testés, seule la proportion de cerfs parasités est positivement corrélée à la méthode de référence ($\rho : 0,38793$, $p : 0,0234$) (Tableau 11). Dans la figure 6, nous observons qu'une seule des neuf SDR positives selon la méthode de référence n'a aucun cerf parasité. Cependant, plusieurs SDR dont la proportion de cerfs parasités est d'au moins 21 % sont négatives selon la méthode de référence, alors que certaines SDR dont la proportion est plus faible sont positives.

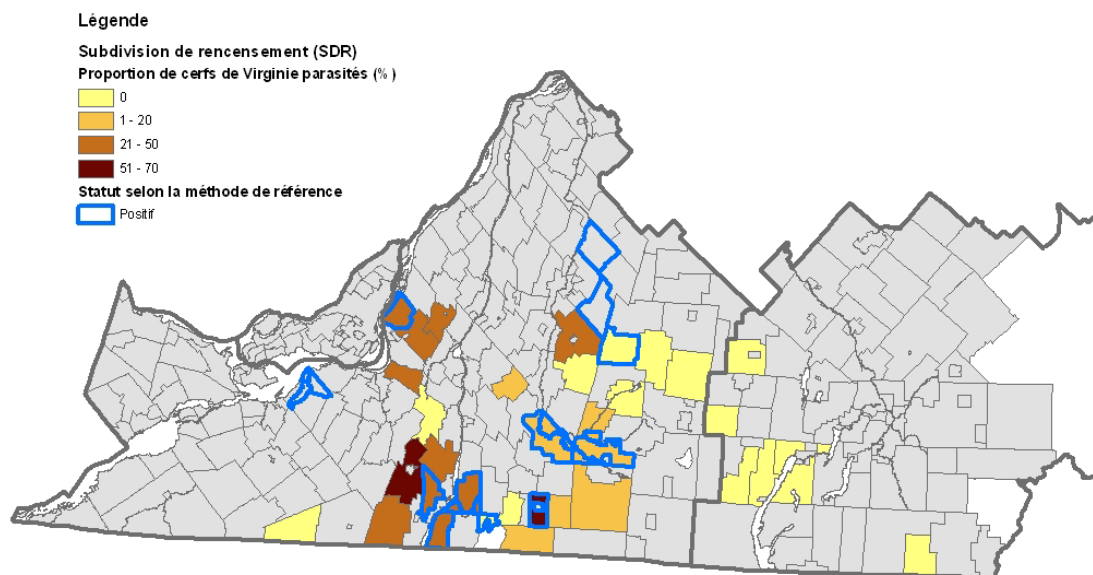
Tableau 11 Coefficient de corrélation de Spearman entre le statut des subdivisions de recensement (SDR) selon la méthode de référence et les indicateurs d'une population établie d'*Ixodes scapularis* selon les données provenant des cerfs de Virginie

Indicateur	N	Coefficient de corrélation de Spearman	Probabilité
Proportion de cerfs parasités (%)	34	0,38793	0,0234
Taux d'infestation des cerfs	34	0,25586	0,1441
Taux d'infestation des cerfs parasités	19	-0,07066	0,7738

Légende :

N : Nombre de subdivision de recensements

Figure 6 : Proportion de cerfs de Virginie parasités par subdivision de recensement (SDR) et sélection des SDR positives selon la méthode de référence



4.5 LE DÉPISTAGE DE LA MALADIE DE LYME CHEZ LES CHIENS

Parmi les 68 SDR à l'étude, seulement cinq ont des données de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens. Les statistiques de dispersion des indicateurs sont présentées dans le tableau 12. Sur ces cinq SDR, 3 177 chiens ont été testés, dont 79,6 % proviennent des deux SDR situées sur l'île de Montréal. La proportion de chiens positifs par SDR se situe entre 0,0 % (0 chien sur 120 à Longueuil) et 1,2 % (2 chiens sur 172 à Châteauguay). Ces deux SDR sont détectées positives par la méthode de référence. Les trois autres SDR qui sont négatives se situent entre ces valeurs.

Tableau 12 Description des indicateurs d'une population établie d'*Ixodes scapularis* selon les données de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens en 2008, regroupant toutes les subdivisions de recensement (SDR), les SDR négatives et les SDR positives

Groupe	Indicateur	N	Médiane	Minimum	Maximum	Étendue
Toutes les SDR	Nombre de chiens positifs	5	2	0	6	6
	Proportion de chiens positifs (%)	5	0,5	0	1,2	1,2
SDR négatives (méthode de référence)	Nombre de chiens positifs	3	3	2	6	4
	Proportion de chiens positifs (%)	3	0,5	0,2	0,6	0,4
SDR positives (méthode de référence)	Nombre de chiens positifs	2	--	0	2	2
	Proportion de chiens positifs (%)	2	--	0	1,2	1,2

Légende :

N : Nombre de subdivision de recensement

-- : Non applicable

4.6 LA COMPARAISON ENTRE LES MÉTHODES

L'indicateur de la flanelle avec la sensibilité la plus élevée est la collecte d'au moins un *I. scapularis* à la période 1. Sa sensibilité est de 88 % et sa spécificité est de 73 %. Dans l'ensemble des SDR négatives (22) selon la méthode de référence, six (27 %) ont été détectées faussement positives par cet indicateur de la flanelle (tableau 13A). Pour obtenir une sensibilité semblable, le seuil du taux d'incidence d'*I. scapularis* soumis à la surveillance passive doit être de 80 pour 100 000 personnes-années. À ce seuil, le pourcentage de SDR négatives mais détectées faussement positives par l'indicateur augmente légèrement (33 %) et sa spécificité diminue légèrement (67 %) (tableau 13B) comparativement à l'indicateur de la flanelle.

Quant à l'examen des cerfs de Virginie, il est impossible d'évaluer les différentes caractéristiques pour une sensibilité d'environ 88 %, car les données disponibles manquent de variabilité. En utilisant un seuil de 10 % de cerfs parasités, la sensibilité de la méthode est de 78 %, la spécificité, de 64 % et 36 % des SDR négatives sont détectées faussement positives (tableau 13C). Parmi les SDR positives selon la méthode de référence, le seul autre seuil plus bas que 10 % est celui de 0 %. À un seuil plus sensible de 0 % de cerfs parasités, la sensibilité est de 100 %, la spécificité de 0 % et 100 % des SDR négatives sont détectées faussement positives, faisant de ce seuil, un seuil inutile à des fins de comparaison et de surveillance.

Tableau 13 Comparaison de la spécificité, des valeurs prédictives et de la proportion de subdivisions de recensement (SDR) faussement positives entre chaque méthode

A. Flanelle/Nombre d'*Ixodes scapularis* à la période 1 > = 1

		Étalon		Total	
		Négatif	Positif		
Indicateur	Négatif	16	1	17	VPN : 94,1 %
	Positif	6	7	13	VPP : 53,8 %
	Total	22	8	30	
		Sp : 72,7 %	Se : 87,5 %		
		SDR faussement positives : 27,3 %			

B. Surveillance passive/Taux d'incidence d'*Ixodes scapularis* soumis par 100 000 personnes-années, 2007-2008 > = 80

		Étalon		Total	
		Négatif	Positif		
Indicateur	Négatif	36	2	38	VPN : 94,7 %
	Positif	18	11	29	VPP : 37,9 %
	Total	54	13	67	
		Sp : 66,7 %	Se : 84,6 %		
		SDR faussement positives : 33,3 %			

C. Cerfs de Virginie/% de cerfs parasités par *Ixodes scapularis* > = 10

		Étalon		Total	
		Négatif	Positif		
Indicateur	Négatif	16	2	18	VPN : 88,9 %
	Positif	9	7	16	VPP : 43,8 %
	Total	25	9	34	
		Sp : 64,0 %	Se : 77,8 %		
		SDR faussement positives : 36,0 %			

Légende :

Sp : Spécificité

Se : Sensibilité

VPN : Valeur prédictive négative

VPP : Valeur prédictive positive

5 DISCUSSION

La présente étude cherche à identifier la ou les méthodes qui pourraient être employées pour détecter l'établissement de populations de tiques à l'échelle des SDR. Pour ce faire, elle a évalué la validité de différentes méthodes (flanelle, surveillance passive, examen de cerfs de Virginie et dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens) en assumant que la capture et l'examen de petits mammifères combinés à la flanelle constituaient la méthode de référence (méthode étalon). Contrairement à plusieurs autres études, nous comparons les caractéristiques des méthodes dans un contexte d'établissement d'*I. scapularis* et d'émergence de la maladie de Lyme plutôt que dans une zone déjà reconnue comme endémique. À notre connaissance, les études comparant explicitement des méthodes entre elles sont peu nombreuses. Parmi celles-ci, nous retrouvons les études de Daniels *et al.* (1993), Falco et Fish (1992), Ginsberg *et al.* (1989). De plus, ces études ne comparaient pas nécessairement entre elles toutes les méthodes de surveillance de l'établissement d'*I. scapularis* que nous avons évaluées ici.

La méthode de référence utilisée a permis de classer les 68 SDR situées en Montérégie, en Estrie et à Montréal en deux catégories selon l'établissement ou non d'une population d'*I. scapularis*. Il est à noter que le risque considéré dans cette étude est évalué par la présence potentielle d'une population indigène d'*I. scapularis*. La présence de *B. burgdorferi* chez les tiques ou les rongeurs n'a pas été prise en compte puisque cet agent infectieux s'installe seulement lorsque le vecteur est déjà bien établi dans un secteur.

Le nombre de SDR incluses dans les analyses varie d'une méthode à l'autre, ce qui peut faire varier la précision de la sensibilité, de la spécificité et du coefficient de corrélation. On a assumé que la surveillance passive couvrait toutes les SDR et un nombre de tiques égal à zéro a été attribué aux SDR pour lesquelles il n'y avait pas eu de soumission de tique. Pour sa part, la couverture de la flanelle variait selon la saison : période 1 (n = 30), période 2 (n = 39), période 3 (n = 42). Quant à l'examen des cerfs de Virginie abattus par les chasseurs, il couvrait seulement 34 des 68 SDR à l'étude. Toutefois, nous croyons qu'un biais de sélection est peu probable étant donné la façon dont les sites et les stations d'enregistrement ont été choisis et l'ordre dans lequel ils ont été visités (Nguon *et al.*, 2009; 2008). Enfin, seulement cinq SDR disposaient de résultats pour les tests de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens.

La flanelle

La sensibilité de 100 % observée avec deux indicateurs de la flanelle d'automne (nombre d'*I. scapularis* d'au moins 1 et nombre d'adulte d'au moins 1) était attendue. Rappelons que les périodes 1, 2 et 3 de la flanelle correspondent respectivement à la présence prépondérante dans l'environnement des nymphes, des larves et des adultes. Pour qu'une SDR soit incluse dans l'analyse de la méthode de la flanelle à la période 3, une flanelle d'automne devait obligatoirement avoir été effectuée. Contrairement aux périodes 1 et 2 où les tiques comptabilisées pour la méthode de référence proviennent de l'examen de petits mammifères et de la flanelle, la méthode de référence à la période 3 n'inclut que des tiques provenant de la flanelle, qui est en fait la méthode qu'on veut évaluer. Par conséquent, les sensibilités de 100 % obtenues pour les indicateurs ≥ 1 *I. scapularis* et ≥ 1 adulte

I. scapularis lors de la période 3 ne peuvent être comparées directement à celles obtenues lors des autres périodes.

D'autres indicateurs de la flanelle se démarquent par une sensibilité supérieure à 85 % (nombre d'*I. scapularis* d'au moins 1 à la période 1) et une spécificité supérieure à 95 % (index de certitude d'au moins 3 pour toutes les périodes). Toutefois, les indicateurs de la période 2 et des périodes 1 et 2 combinées semblent moins utiles, car même si leurs spécificités sont bonnes, leurs sensibilités sont presque toujours inférieures à 65 %. La faible sensibilité des indicateurs de la période 2 est peut-être due au fait que, sur un site donné, les larves sont moins dispersées dans l'environnement, se regroupant parfois en amas. Elles sont aussi plus difficiles à identifier sur la flanelle que les nymphes ou les adultes. La flanelle était passée pendant 3 personnes-heures lors de chaque visite; une durée plus grande aurait peut-être été nécessaire pour trouver les larves sur un plus grand nombre de sites et augmenter la sensibilité des indicateurs de la période 2.

Pour obtenir une sensibilité raisonnable de détecter la présence d'une population établie d'*I. scapularis*, les seuils des indicateurs évalués ont été fixés à un niveau plutôt bas. Dans un secteur où la tique est en émergence, l'examen des hôtes détecte des tiques immatures à des niveaux plus faibles que la flanelle (Ginsberg *et al.*, 1989) contrairement aux régions endémiques pour la maladie de Lyme où la flanelle détecte les nymphes en fréquence plus élevée et les larves en fréquence semblable à l'examen des hôtes (Falco et Fish, 1992). Le désavantage d'utiliser un seuil faible est le nombre de résultats faussement positifs. Selon les données de notre étude, 27 % des SDR négatives selon la méthode étalon sont détectées positives par l'indicateur du nombre d'*I. scapularis* supérieur ou égal à 1. La proportion de faux positifs diminuerait à 14 % si ce seuil était augmenté à 3 tiques. Par contre, la sensibilité passerait de 88 % à 63 %, ce qui est trop faible pour un système d'alerte.

La surveillance passive

Les statistiques de corrélation entre les indicateurs de la surveillance passive et le statut des SDR conduisent à deux constats intéressants. Tout d'abord, autant pour les indicateurs basés sur le nombre d'*I. scapularis* que sur le nombre de soumissions, leur corrélation avec le statut d'une SDR est toujours plus forte lorsque la population humaine est considérée (indicateur de taux d'incidence). Deuxièmement, les indicateurs calculés avec les données de surveillance passive de 2007 et 2008 sont corrélés avec la méthode de référence alors que ceux de la période de 2004-2006 ne le sont pas. Les indicateurs 2004-2008 sont toutefois corrélés significativement, avec des valeurs légèrement plus faibles. De plus, des indicateurs de tendance, comme le rapport entre le taux d'incidence 2007-2008 et le taux d'incidence 2004-2006 ont été testés, mais ont montré des corrélations significatives plus faibles que celles des taux d'incidence 2007-2008 présentées dans le tableau 9 (données non montrées).

Comme dans le programme de surveillance passive du Maine (Rand *et al.*, 2007), on a, au Québec, noté une augmentation lente du nombre d'*I. scapularis* soumis annuellement et ce, pendant une longue période, suivie d'une augmentation marquée sur une période de quelques années seulement (Institut national de santé publique du Québec, 2009). Une

association entre la fréquence de nymphes *I. scapularis* soumise et les cas de maladie de Lyme a été démontrée non seulement dans le Maine, mais aussi dans l'ensemble de la Nouvelle-Angleterre (Rand *et al.*, 2007). Jusqu'à présent, la surveillance passive au Québec identifie peu de stades immatures (Institut national de santé publique du Québec, 2009) et la corrélation avec le statut positif ou négatif d'établissement d'une population d'*I. scapularis* dans une SDR demeure faible. Cette observation s'explique en partie par la présence de tiques adultes issues de la migration des oiseaux et non d'une population indigène de tiques. La présence de nymphes pourrait constituer un indicateur plus spécifique pour la détection de SDR positives et davantage corrélé au statut de la SDR. Cependant, attendre la soumission de nymphes à la surveillance passive retarderait probablement la détection du statut positif d'une SDR donnée dans le contexte d'émergence qui prévaut au Québec. Rappelons que les activités de terrain ont confirmé la présence d'une population établie d'*I. scapularis* sur quatre sites en 2007 et 2008 (Nguon *et al.*, 2009 ; 2008), alors que la surveillance passive y a détecté une seule nymphe en 2008.

Ogden *et al.* (2010; 2006) suggèrent également que la surveillance passive permet d'identifier une zone à risque d'établissement des populations de tiques. Selon ces auteurs, certains indicateurs, comme la baisse de la proportion de tiques positives pour *B. burgdorferi*, sont associés à ce phénomène. La baisse dans la proportion de tiques positives serait attribuable à une dilution de la bactérie lorsque les tiques commencent à se multiplier sur un territoire. Nos analyses suggèrent qu'un taux d'incidence d'*I. scapularis* soumis dans les deux dernières années supérieur ou égal à 80 par 100 000 personnes-années serait un indicateur de sensibilité acceptable pour la détection de SDR positives avant que la maladie de Lyme ne devienne endémique dans un secteur.

Les indicateurs de surveillance passive peuvent probablement être améliorés. En effet, c'est lorsqu'on ajuste pour la population (taux d'incidence) que les corrélations sont les plus fortes. Toutefois, la figure 4 suggère que, même après cet ajustement, la méthode manque de sensibilité en milieu urbain et de spécificité en milieu rural. La prise en compte de la densité des cliniques vétérinaires et des différences entre les milieux urbains et ruraux (ex. : promenade des chiens dans les parcs ou dans les forêts) pourrait peut-être bonifier les indicateurs.

Les cerfs de Virginie abattus par les chasseurs

Parmi les indicateurs basés sur les cerfs de Virginie, la proportion d'animaux parasités est le seul qui soit corrélé avec le statut de SDR positive selon la méthode de référence. Comme la surveillance passive, cette méthode semble utile pour identifier une zone à risque, mais moins performante pour cibler des SDR précises. Cela s'explique, en partie, par la nature de la méthode qui consiste à examiner des cerfs dans des stations d'enregistrement. Cette approche cible une ou plusieurs zones de chasse, et la sélection des SDR d'intérêt ne peut être faite qu'au moment de l'analyse. Alors qu'environ 600 cerfs provenant de plus de 75 SDR différentes ont été examinés en 2007 et 2008, seulement 240 animaux chassés sur 34 SDR ont pu être inclus dans l'analyse. De plus, la durée de l'examen et la technique employée ont une influence sur la sensibilité de la méthode. Selon R. Lindsay, une durée d'observation plus longue ou une autre technique comme l'examen répété de la tête de l'animal conservée par les chercheurs auraient permis d'identifier davantage de cerfs

parasités (communication personnelle, 2009). Par exemple, Daniels *et al.* (1993) ont examiné les cerfs de Virginie pendant cinq minutes chacun. Dans la présente étude, nous avons favorisé l'augmentation du nombre de cerfs examinés et la collaboration des chasseurs au détriment du temps accordé à l'examen de chaque cerf. Il faut également considérer que la proportion de cerfs parasités peut être biaisée par le délai entre l'abattage et l'examen, car plus l'animal est mort depuis longtemps, plus il y a de chance que certaines tiques se soient détachées. Cet impact est toutefois minimisé si le nombre de cerfs échantillonnés est élevé (Keefe *et al.*, 2009).

On peut se demander si la densité des cerfs de Virginie, telle que calculée pour le Québec par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, ne serait pas un indicateur du risque d'établissement dans le contexte québécois. L'utilité de ces données, actuellement disponibles à une échelle de 10 km², pourrait être évaluée dans une prochaine étude.

Les tests de dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

Selon plusieurs études (Guerra *et al.*, 2001; Lindenmayer *et al.*, 1991), les analyses sérologiques des chiens sont une méthode de surveillance sensible du risque de maladie de Lyme, notamment parce que les chiens passent plus de temps à l'extérieur que les humains et ont un risque plus élevé d'exposition aux tiques dans leur environnement local. De plus, dans l'étude de Guerra *et al.* (2001), la séroprévalence des chiens au niveau des comtés était corrélée positivement avec l'incidence de maladie de Lyme humaine et l'abondance d'*I. scapularis* telle que déterminée par la surveillance passive des tiques. Contrairement à ces études, les données que nous avons analysées sont trop limitées pour tirer des conclusions.

Deux raisons majeures peuvent expliquer cette difficulté à évaluer le potentiel des tests de dépistage effectués chez les chiens comme méthode de surveillance en contexte d'émergence. Tout d'abord, dans l'ensemble, il y a très peu d'échantillons positifs, soit seulement 0,6 % des chiens testés. Ces sérologies positives devraient permettre d'identifier les régions à risque pour les piqûres de tiques porteuses de *B. burgdorferi*. Or, au stade actuel, *I. scapularis* est en voie d'établissement dans le sud-ouest du Québec et la proportion de tiques infectées est encore faible (Nguon *et al.*, 2009; 2008). La faible proportion de chiens positifs concorde avec les travaux de Hamer *et al.* (2009) et Daniels *et al.* (1993) qui suggèrent que les chiens ne sont probablement pas des sentinelles efficaces lorsque la densité de tiques est faible. Il faudrait répéter les analyses dans quelques années lorsque la prévalence de la séropositivité chez le chien sera plus élevée. Deuxièmement, il y a un biais de mauvaise classification évident lié au géoréférencage inadéquat des données. En effet, seule l'adresse de la clinique vétérinaire était disponible, la SDR de résidence du chien était inconnue. Les données des chiens se retrouvaient donc concentrées dans les SDR des cliniques vétérinaires, alors que leur distribution réelle était probablement davantage dispersée. Avoir les SDR de résidence aurait permis de classer chaque chien plus près de son lieu d'exposition, augmentant ainsi la validité de cette méthode.

La comparaison entre les méthodes

Les forces et les faiblesses des quatre méthodes évaluées sont présentées à l'annexe 4. À cause de sa faisabilité limitée à grande échelle, il est évident que la méthode de la flanelle ne peut être utilisée comme première et unique méthode de surveillance pour détecter la présence de population établie d'*I. scapularis*. De plus, pour le moment, le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens n'est pas une alternative valide.

Pour un système d'alerte dont le but est de détecter la présence potentielle de populations établies d'*I. scapularis* dans les SDR comme marqueur de risque de la maladie de Lyme, une approche en plusieurs étapes est recommandée. Dans un premier temps, des données recueillies passivement comme le taux d'incidence d'*I. scapularis* obtenus par la surveillance passive devraient permettre d'identifier une zone où les populations de tiques sont en voie d'établissement. Cette étape préliminaire est déjà bien documentée dans la littérature québécoise (Ogden *et al.*, 2010; 2006). Le calcul du taux d'incidence pourrait se baser sur les deux dernières années disponibles. L'examen des cerfs de Virginie et le calcul de la proportion d'animaux parasités serait une alternative intéressante. Les caractéristiques (sensibilité, spécificité, valeurs prédictives) de cette méthode ressemblent à celles de la surveillance passive. Ainsi, si les données de surveillance passive semblent incomplètes, il serait utile de combiner avec les résultats de l'examen de cerfs de Virginie lors de la première étape. Par la suite, l'utilisation de méthodes plus discriminantes, comme la flanelle en début (mai à juillet) et en fin (octobre et novembre) de saison, serait nécessaire pour caractériser le risque à l'échelle des SDR.

De futures études devraient explorer, à l'aide d'analyses multivariées, l'influence d'autres variables explicatives sur le risque d'établissement d'*I. scapularis* (ex. : densité de cerfs de Virginie, proximité des cours d'eau, type de végétation, altitude), ainsi que l'amélioration des indicateurs testés ici. Par exemple, des ajustements supplémentaires pourraient rendre les indicateurs de la surveillance passive plus discriminants à l'échelle des SDR. Les étapes d'identification des secteurs à risque pourraient être revues à la suite de ces travaux.

RÉFÉRENCES

- Anderson JF, Johnson RC, Magnarelli LA, Hyde FW. 1985. *Identification of Endemic Foci of Lyme Disease: Isolation of Borrelia burgdorferi from feral rodents and ticks (Dermacentor variabilis)*. Journal of Clinical Microbiology. 22 (1) : 36-38.
- Daniels TJ, Fish D, Levine JF, Greco MA, Eaton AT, Padgett PJ, LaPointe DA. 1993. *Canine Exposure to Borrelia burgdorferi and Prevalence of Ixodes dammini (Acari: Ixodidae) on Deer as a Measure of Lyme Disease Risk in the Northeastern United States*. Journal of Medical Entomology. 30 (1) : 171-178.
- Eng TR, Wilson ML, Spielman A, Lastavica CC. 1988. *Greater Risk of Borrelia burgdorferi Infection in Dogs Than in People*. The Journal of Infectious Diseases. 158 (6) : 1410-1411.
- Falco RC, Fish D. 1992. *A comparison of methods for sampling the deer tick, Ixodes dammini, in a Lyme disease endemic area*. Experimental & Applied Acarology. 14 : 165-173.
- Falco RC, Smith HA, Fish D, Mojica BA, Bellinger MA, Harris HL, Hechemy KE. 1993. *The Distribution of Canine Exposure to Borrelia burgdorferi in a Lyme-Disease Endemic Area*. American Journal of Public Health. 83 (9) : 1305-1310.
- Ginsberg HS, Ewing CP. 1989. *Comparison of Flagging, Walking, Trapping, and Collecting from Hosts as Sampling Methods for Northern Deer Ticks, Ixodes dammini, and Lone-Star Ticks, Amblyomma americanum (Acari : Ixodidae)*. Experimental & Applied Acarology. 26 (3) : 313-322.
- Hamer SA, Tsao JI, Walker ED, Mansfield LS, Foster ES, Hickling GJ. 2009. *Use of tick survey and serosurveys to evaluate pet dogs as a sentinel species for emerging Lyme disease*. American Journal of Veterinary Research. 70 (1) : 49-56.
- Keefe LM, Moro MH, Vinasco J, Hill C, Wu CC, Raizman ER. 2009. *The Use of Harvested White-Tailed Deer (Odocoileus virginianus) and Geographic Information System (GIS) Methods to Characterize Distribution and Locate Spatial Clusters of Borrelia burgdorferi and Its Vector Ixodes scapularis in Indiana*. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. 9 (6) : 671-680.
- IDEXX. 2009. *Wellness Screening for Vector-borne Disease, The SNAP® 4Dx® Test Clinical Reference Guide*. URL : http://www.idexx.com/pubwebresources/pdf/en_us/smallanimal/snap/4dx/snap-4dx-clinical-reference-guide.pdf. Page Internet consultée le 1^{er} mars 2010.
- Institut national de santé publique du Québec. 2009. STATLABO, Statistiques d'analyses du Laboratoire de santé publique du Québec. 8 (10) : 1-10.
- Lindenmayer JM, Marshall D, Onderdonk AB. 1991. *Dogs as Sentinels for Lyme Disease in Massachusetts*. American Journal of Public Health. 81 (11) : 1448-1455.
- Nguon S, Milord F, Ogden N, Trudel L, Lindsay R, Bouchard C. 2008. *Étude épidémiologique sur les zoonoses transmises par les tiques dans le sud-ouest du Québec – Rapport de l'année 2007*. Institut national de santé publique du Québec. 64 pages. En attente de publication.

Nguon S, Milord F, Ogden N, Trudel L, Lindsay R, Bouchard C. 2009. Étude épidémiologique sur les zoonoses transmises par les tiques dans le sud-ouest du Québec – Rapport de l'année 2008. Institut national de santé publique du Québec. 45 pages. En attente de publication.

Ogden NH, Trudel L, Artsob H, Barker IK, Beauchamp G, Charron DF, Drebot MA, Galloway TD, O'Handley R, Thompson RA, Lindsay LR. 2006. *Ixodes scapularis* ticks collected by passive surveillance in Canada: analysis of geographic distribution and infection with Lyme borreliosis agent *Borrelia burgdorferi*. *Journal of Medical Entomology*. 43:600-609.

Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF, Francis CM, Heagy A, Lindsay LR, Maarouf A, Michel P, Milord F, O'Callaghan CJ, Trudel L, Thompson RA. 2008. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. *International Journal of Health Geographics*. 22:24.

Ogden NH, Lindsay R, Morshed M, Sockett PN, Artsob H. 2009. The emergence of Lyme disease in Canada. *Canadian Medical Association Journal*. 180 (12) : 1221-1224.

Ogden NH, Bouchard C, Kurtenbach K, Margos G, Lindsay LR, Trudel L, Nguon S, Milord F. 2010. *Active and passive surveillance, and phylogenetic analysis of Borrelia burgdorferi elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada*. *Environmental Health Perspectives* :- . doi:10.1289/ehp.0901766.

Rand PW, Smith RP, Lacombe EH. 1991. *Canine Seroprevalence and the Distribution of Ixodes dammini in Area of Emerging Lyme Disease*. *American Journal of Public Health*. 81 (10) : 1331- 1334.

Rand PW, Lacombe EH, Dearborn R, Cahill B, Elia S, Lubelczyk CB, Beckett GA, Smith RP. 2007. *Passive Surveillance, in Maine, an Area Emergent for Tick-Borne Diseases*. *Journal of Medical Entomology*. 44 (6) : 1118-1129.

Santé Canada. 1991. *Consensus Conference on Lyme Disease*. *Canadian Medical Association Journal*. 144 : 1627-1632.

Trudel L, Serhir B. 2010. *Maladie de Lyme*. Institut national de santé publique du Québec. 8 pages.

ANNEXE 1

MÉTHODES DE SURVEILLANCE EMPLOYÉES POUR DOCUMENTER LE RISQUE DE LA MALADIE DE LYME DÉCRITES DANS LA LITTÉRATURE

MÉTHODES DE SURVEILLANCE EMPLOYÉES POUR DOCUMENTER LE RISQUE DE MALADIE DE LYME DÉCRITES DANS LA LITTÉRATURE

Plusieurs méthodes de surveillance ont été employées pour documenter le risque de maladie de Lyme dans un secteur géographique : la marche (Ginsberg et Curtis, 1989), la flanelle, les pièges à tiques (CO₂), l'examen de rongeurs (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992), l'examen des cerfs de Virginie (Keefe *et al.*, 2009), la sérologie chez les chiens (Guerra *et al.*, 2001; Falco *et al.*, 1993; Rand *et al.*, 1991; Eng *et al.*, 1988) et la surveillance passive de tiques collectées sur les animaux domestiques et les humains (Rand *et al.*, 2007; Ogden *et al.*, 2006). Ces méthodes ciblent un ou plusieurs éléments du cycle de l'infection : le vecteur (tique), la bactérie, les hôtes naturels et accidentels de la tique (animaux domestiques ou humains) et les animaux réservoirs de la bactérie.

La marche

Pour cette méthode de collecte, il suffit aux investigateurs habillés de coton de couleur tan de marcher dans le secteur boisé (Ginsberg et Curtis, 1989). Les tiques sont collectées sur les vêtements à intervalle régulier. La distance parcourue par les investigateurs est notée afin de calculer le nombre de tiques collectées par unité de distance.

La collecte par la flanelle

Deux techniques peuvent être utilisées (Ginsberg et Curtis, 1989) : drapeau de coton que l'on remue dans la litière et la végétation et drap que l'on traîne au sol. La première technique vise à collecter des tiques dans la litière et la végétation au niveau du sol, alors que la deuxième vise à collecter des tiques sur la litière et dans la végétation un peu plus haute.

Les pièges à tiques

Ces pièges contiennent un morceau de glace sèche et du ruban adhésif dont le côté collant est libre (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992). Les tiques sont attirées par le CO₂ libérées par la glace sèche, se déplacent vers le piège et demeurent collées au ruban adhésif. Les pièges sont examinés à tous les jours. Il s'est avéré que cette méthode était plus efficace pour collecter *Amblyoma americanum*, une tique qui se déplace plus rapidement qu'*I. scapularis* (Ginsberg et Curtis, 1989).

La capture et l'examen de rongeurs

L'examen de rongeurs suit une procédure laborieuse. Des pièges à capture vivante avec appât sont déposés sur une certaine superficie, le plus souvent en rangée, séparés par une distance régulière l'un de l'autre (Ginsberg et Curtis, 1989; Falco et Fish, 1992). Les rongeurs, le plus souvent des souris, sont prélevés le lendemain matin et sont examinés minutieusement afin de collecter les tiques. Anderson *et al.* (1985) ont suggéré que l'identification de *B. burgdorferi* dans les tissus de souris à pattes blanches et de tamias rayés (principalement la rate et les reins) est une méthode convenable pour identifier les régions endémiques pour *B. burgdorferi*.

L'examen des cerfs abattus par les chasseurs

L'examen de cerfs de Virginie se fait généralement dans des stations d'enregistrement durant la période de la chasse (Keefe *et al.* 2009). Il se fait sur des cerfs morts. La localisation géographique de l'abattage est généralement fournie par le chasseur. Cette méthode permet de collecter beaucoup de tiques adultes en peu de temps. Cependant, le temps entre l'abattage et l'examen du cerf biaise les récoltes de tiques étant donné que les tiques se détachent de l'animal après sa mort. De plus, le déplacement quotidien des cerfs étant grand, cette méthode est imprécise quant à la localisation des sites d'établissement des populations de tiques.

Le dépistage de la maladie de Lyme chez les chiens

Le premier cas canin de maladie de Lyme a été rapporté en 1984 (Falco *et al.*, 1993). Les chiens auraient un plus grand risque d'infection à *B. burgdorferi* que les humains (Eng *et al.*, 1988). Étant donné que les anticorps contre *B. burgdorferi* persistent longtemps chez le chien et son exposition potentielle aux tiques à l'extérieur, il pourrait être une sentinelle efficace de la maladie (Guerra *et al.*, 2001). Cependant, la plupart des études à ce sujet se sont déroulées dans des régions où la maladie de Lyme est endémique (Hamer *et al.*, 2009). La surveillance de la maladie de Lyme par la sérosurveillance canine est suggérée par plusieurs auteurs (Guerra *et al.*, 2001; Falco *et al.*, 1993; Rand *et al.*, 1991; Eng *et al.*, 1988). Une étude au Wisconsin a démontré une corrélation positive au niveau régional entre la séroprévalence canine et le taux d'incidence de maladie de Lyme chez les humains, ainsi que l'abondance de tiques *I. scapularis* (Guerra *et al.*, 2001). Dans le comté de Westchester (New York), la séroprévalence canine de 49,2 % était semblable à d'autres régions endémiques aux États-Unis (Falco *et al.*, 1993). Cependant, la distribution géographique de la séroprévalence à l'intérieur même du comté était hétérogène, allant de 17,3 % au sud à 67,3 % dans le nord. Cette variation spatiale correspondait au gradient des cas humains de maladie de Lyme, allant de 18 cas confirmés par 100 000 personnes au sud à 214 par 100 000 dans le nord. Dans le Maine, la distribution géographique de la séroprévalence canine qui coïncidait avec la distribution des tiques collectées sur le terrain a permis d'identifier des régions à risque avant que les cas humains acquis localement ne soient rapportés (Rand *et al.*, 1991). L'utilisation de la surveillance sérologique des chiens pour prédire la distribution du risque de maladie de Lyme pour les humains semble avoir ses limites. Dans une étude menée au Michigan, où des populations d'*I. scapularis* sont récemment reconnues comme étant établies, la séroprévalence canine à *B. burgdorferi* était très faible, suggérant que les chiens ne sont probablement pas des sentinelles efficaces lorsque la densité de tiques est faible (Hamer *et al.*, 2009).

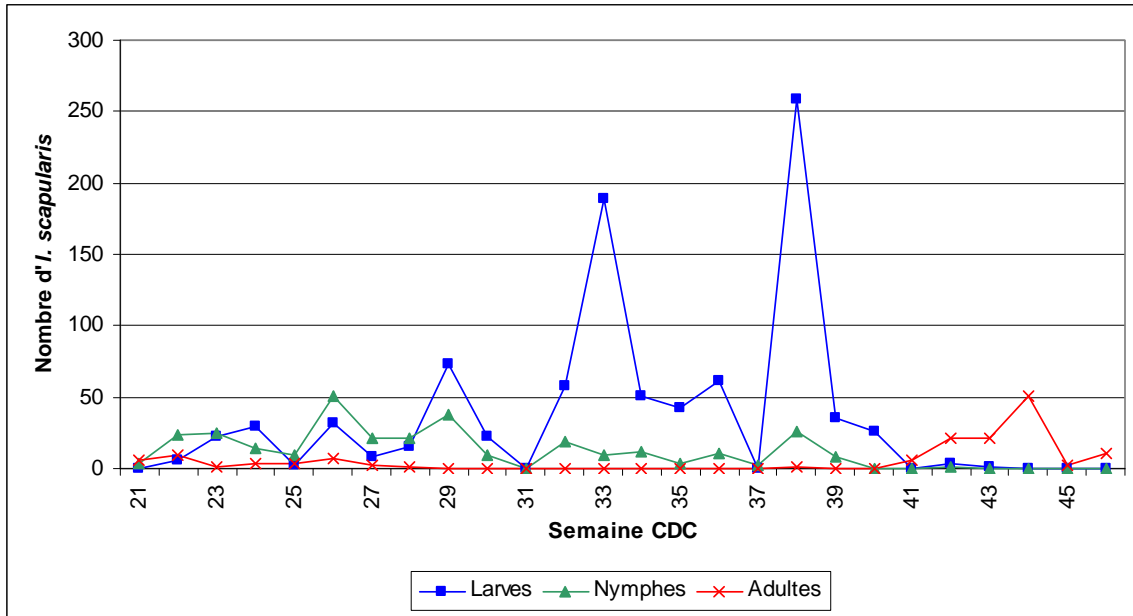
La surveillance passive des tiques collectées sur les animaux et les humains

Selon Hamer *et al.* (2009), la surveillance des tiques seraient un moyen plus efficace que la sérosurveillance canine pour prédire l'émergence d'*I. scapularis* et l'augmentation subséquente du risque de maladie de Lyme pour les humains et les chiens. Dans une analyse récente, Ogden *et al.* (2010) ont démontré que l'établissement de populations de tiques est associé, par effet de dilution, à une baisse de la proportion de tiques positives pour *B. burgdorferi*.

ANNEXE 2

**DISTRIBUTION TEMPORELLE DE LA FRÉQUENCE
D'*IXODES SCAPULARIS* COLLECTÉS PAR STADE, 2007-2008**

**DISTRIBUTION TEMPORELLE DE LA FRÉQUENCE D'*Ixodes scapularis* COLLECTÉS PAR
STADE, 2007-2008**



ANNEXE 3

**TABLEAUX DE CONTINGENCE ENTRE LES RÉSULTATS DU
STATUT DES SUBDIVISIONS DE RECENSEMENT (SDR) OBTENUS
PAR LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE ET CEUX OBTENUS
PAR LA FLANELLE, SELON LES PÉRIODES**

TABLEAUX DE CONTINGENCE ENTRE LES RÉSULTATS DU STATUT DES SUBDIVISIONS DE RECENSEMENT (SDR) OBTENUS PAR LA MÉTHODE DE RÉFÉRENCE ET CEUX OBTENUS PAR LA FLANELLE, SELON LES PÉRIODES

Période 1 (n = 30)

A. > = 1 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 1 / s	Négatif	16	1	17
	Positif	6	7	13
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0094

B. > = 3 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 3 / s	Négatif	19	3	22
	Positif	3	5	8
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0159

C. > = 1 *I. scapularis* larve

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 1 L	Négatif	21	6	27
	Positif	1	2	3
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,1655

D. > = 1 *I. scapularis* nymphe

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 1 N	Négatif	20	3	23
	Positif	2	5	7
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0067

E. > = 1 *I. scapularis* adulte

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 1 A	Négatif	19	3	22
	Positif	3	5	8
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0159

F. Index de certitude > = 2

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 2	Négatif	20	3	23
	Positif	2	5	7
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0159

G. Index de certitude > = 3

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I Λ = 3	Négatif	21	3	24
	Positif	1	5	6
Total		22	8	30

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0021

Période 2 (n = 39)

A. > = 1 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I A = 1	Négatif	25	4	29
	Positif	3	7	10
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0018

B. > = 3 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I B = 3	Négatif	26	5	31
	Positif	2	6	8
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0030

C. > = 1 *I. scapularis* larve

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I C = 1	Négatif	26	5	31
	Positif	2	6	8
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0030

D. > = 1 *I. scapularis* nymphe

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I D = 1	Négatif	26	5	31
	Positif	2	6	8
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0030

E. > = 1 *I. scapularis* adulte

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I E = 1	Négatif	28	11	39
	Positif	0	0	0
Total		0	0	39

Probabilité (test exact de Fisher) : .

F. Index de certitude > = 2

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I F = 2	Négatif	26	5	31
	Positif	2	6	8
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0030

G. Index de certitude > = 3

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I G = 3	Négatif	27	6	33
	Positif	1	5	6
Total		28	11	39

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0041

Période 3 (n = 42)

A. > = 1 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 1 / s	Négatif	23	0	23
	Positif	9	10	19
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0001

B. > = 3 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 3 / s	Négatif	28	3	31
	Positif	4	7	11
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0011

C. > = 1 *I. scapularis* larve

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 1 L	Négatif	31	8	39
	Positif	1	2	3
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,1359

D. > = 1 *I. scapularis* nymphe

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 1 N	Négatif	31	10	41
	Positif	1	0	1
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 1,0000

E. > = 1 *I. scapularis* adulte

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 1 A	Négatif	23	0	23
	Positif	9	10	19
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0001

F. Index de certitude > = 2

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 2	Négatif	28	3	31
	Positif	4	7	11
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0011

G. Index de certitude > = 3

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 3	Négatif	31	6	37
	Positif	1	4	5
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0082

I. > = 3 *I. scapularis* adultes

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
Ic > = 3 A	Négatif	29	3	32
	Positif	3	7	10
Total		32	10	42

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0001

Période 1 + 2 (n = 61)

A. > = 1 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I A = 1	Négatif	39	4	43
	Positif	9	9	18
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0010

B. > = 3 *I. scapularis*

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I B = 3	Négatif	43	7	50
	Positif	5	6	11
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0079

C. > = 1 *I. scapularis* larve

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I C = 1	Négatif	45	9	54
	Positif	3	4	7
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0319

D. > = 1 *I. scapularis* nymphe

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I D = 1	Négatif	44	6	50
	Positif	4	7	11
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0001

E. > = 1 *I. scapularis* adulte

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I E = 1	Négatif	45	9	54
	Positif	3	4	7
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0319

F. Index de certitude > = 2

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I F = 2	Négatif	43	7	50
	Positif	5	6	11
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0079

G. Index de certitude > = 3

		Étalon		Total
		Négatif	Positif	
I G = 3	Négatif	46	7	53
	Positif	2	6	8
Total		48	13	61

Probabilité (test exact de Fisher) : 0,0001

ANNEXE 4

**VALIDITÉ ET FAISABILITÉ DE CHAQUE MÉTHODE
DE SURVEILLANCE D'*IXODES SCAPULARIS* SELON
LES INDICATEURS ÉVALUÉS, DANS UNE RÉGION
OÙ LA MALADIE DE LYME EST ÉMERGENT**

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Flanelle Nombre d'<i>I. scapularis</i> > 1 en période 1	Sensibilité	Moyenne (88 %) <i>Cette méthode est celle dont la sensibilité est la plus élevée parmi les méthodes évaluées et elle est semblable à celle de la surveillance passive.</i>	
	Spécificité		Faible (73 %) <i>Bien que sa spécificité soit faible, cette méthode est celle dont la spécificité est la plus élevée parmi les méthodes évaluées.</i>
	Gestion et besoins en ressources humaines et matérielles (ex. : transport)		Gestion imposante et beaucoup de ressources demandées <i>Cette méthode nécessite de la main d'œuvre dédiée uniquement à la collecte de tiques dans l'environnement, un grand travail de sollicitation pour obtenir le droit d'échantillonner sur des terrains privés, du travail de géographes pour une sélection convenable des sites et beaucoup de déplacement.</i>
	Rendement du nombre de tiques collectées par rapport au temps et argent investi	Bon pour la collecte de stades immatures <i>Cette méthode permet d'obtenir le nombre le plus élevé d'<i>I. scapularis</i> de stades immatures parmi les méthodes évaluées.</i>	

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Flanelle Nombre d'<i>I. scapularis</i> > = 1 en période 1	Stade obtenu	Période 1 : Surtout les stades immatures (larve et nymphe), mais aussi des adultes <i>En période 2, nous obtenons surtout des larves et en période 3, des adultes.</i>	
	Espèce de tiques obtenue		Plusieurs <i>En ordre décroissant de fréquence si nous considérons l'ensemble des périodes : Haemaphysalis leporis-palustris (42,7 %), Dermacentor albipictus (36,1 %), Ixodes scapularis (20,0 %) et autres</i>
	Couverture à grande échelle		Mauvaise
	Couverture à petite échelle	Excellente <i>Une recherche intensive de tiques se fait sur de petites superficies.</i>	
	Précision de la localisation de la provenance des tiques	Excellente <i>Il y a possibilité de prendre des coordonnées géographiques du lieu d'échantillonnage à l'aide d'un GPS.</i>	
	Information obtenue	Reflet de la situation dans l'environnement (collecte de tiques à la recherche d'un hôte) <i>L'évaluation du risque pour un humain d'être infecté par B. burgdorferi est possible, car cette méthode est une bonne méthode de collecte de nymphes à la recherche d'un hôte.</i>	

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Surveillance passive</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Taux d'incidence d'<i>I. scapularis</i> soumis par 100 000 personnes-années > = 80</p>	Sensibilité	Moyenne (85 %) <i>La sensibilité de cette méthode est semblable à celle de la flanelle.</i>	
	Spécificité		Faible (67 %) <i>La spécificité de cette méthode est semblable à celle de l'examen des cerfs de Virginie.</i>
	Gestion et besoins en ressources humaines et matérielles (ex. : transport)	Faible gestion et peu de ressources demandées <i>Cette méthode nécessite surtout la collaboration des vétérinaires et des médecins.</i>	
	Rendement du nombre de tiques collectées par rapport au temps et argent investi	Bon	
	Stade obtenu	Surtout le stade adulte	Mauvaise méthode pour obtenir des stades immatures dans un contexte d'émergence
	Espèce de tiques obtenue	Plusieurs <i>I. scapularis est souvent au 1^{er} ou 2^e rang de l'espèce soumise la plus fréquemment.</i>	
	Couverture à grande échelle	Bonne <i>Le programme de surveillance passive rejoint l'ensemble du Québec. Cependant, elle peut dépendre de la motivation des vétérinaires et médecins selon les régions.</i>	
	Couverture à petite échelle		Pauvre <i>Nous ne pouvons avoir de connaissance sur la distribution spatiale d'<i>I. scapularis</i> sur de petite surface.</i>
Précision de la localisation de la provenance des tiques		Moyenne <i>L'information est disponible au niveau de la SDR seulement.</i>	

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
<p style="text-align: center;">Surveillance passive Taux d'incidence d'<i>I. scapularis</i> soumis par 100 000 personnes-années > = 80</p>	<p style="text-align: center;">Information obtenue</p>	<p>Reflet de la situation dans les environnements à risque pour l'humain</p> <p><i>Les tiques proviennent probablement de lieux où il y a un risque d'exposition plus élevé à cause d'une activité accrue des humains et de leurs animaux domestiques dans leur environnement local.</i></p>	<p>Basée seulement sur les soumissions volontaires de tiques</p>

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Cerfs de Virginie Proportion de cerfs parasités > = 10 %	Sensibilité		Faible (78 %) <i>Cette méthode est celle dont la sensibilité est la plus faible parmi les méthodes évaluées.</i>
	Spécificité		Faible (64 %) <i>Cette méthode est celle dont la spécificité est la plus faible parmi les méthodes évaluées, mais elle est tout de même semblable à celle de la surveillance passive.</i>
	Gestion et besoins en ressources humaines et matérielles (ex. : transport)	Faible gestion et peu de ressources demandées <i>Cette méthode nécessite de la main d'œuvre dédiée uniquement à la collecte de tiques, mais seulement pour quelques journées, et du déplacement seulement pour se rendre à quelques stations d'enregistrement de la faune.</i>	
	Rendement du nombre de tiques collectées par rapport au temps et argent investi	Bon <i>Plusieurs tiques sont collectées en l'espace de quelques jours seulement.</i>	
	Stade obtenu	Seulement le stade adulte	
	Espèce de tiques obtenue	<i>I. scapularis</i> , rarement d'autres espèces	
	Couverture à grande échelle	Moyenne <i>Dans l'ensemble, les cerfs de Virginie examinés proviennent d'un large territoire. Cependant, cette méthode est limitée aux régions où il y a beaucoup de chasse. Ceci dépend de l'intérêt de la région portée par les chasseurs et du nombre de permis de chasse accordés par le ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec.</i>	
	Couverture à petite échelle		Pauvre <i>Nous ne pouvons avoir de connaissance sur la distribution spatiale d'<i>I. scapularis</i> sur de petite surface.</i>

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d’Ixodes scapularis selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Cerfs de Virginie <i>Proportion de cerfs parasités > = 10 %</i>	Précision de la localisation de la provenance des tiques		Moyenne <i>Il est possible d’accorder individuellement une localisation géographique à chaque tique. La localisation de la provenance des tiques est basée sur le géoréférencage du lieu approximatif d’abattage de l’animal fourni par le chasseur. Par contre, le lieu de provenance de la tique est d’autant plus approximatif puisque le cerf peut se déplacer sur une certaine distance après l’acquisition de la tique.</i>
	Information obtenue	Reflet de la situation de l’environnement, là où il y a potentiel de reproduction des tiques	Mauvaise évaluation du risque pour un humain d’être infecté par <i>B. burgdorferi</i> <i>La recherche de l’agent infectieux est difficile chez les tiques ayant déjà pris un repas sanguin sur un cerf de Virginie.</i>

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Dépistage de maladie de Lyme chez les chiens	Sensibilité		Non évaluée
	Spécificité		Non évaluée
	Gestion et besoins en ressources humaines et matérielles (ex. : transport)	Gestion facile et peu de ressources <i>Les données sont disponibles tant que la compagnie IDEXX consent à fournir ses données.</i>	
	Rendement du nombre de tiques collectées par rapport au temps et argent investi		Non évalué
	Stade obtenu	Possibilité de nymphe ou adulte <i>Une sérologie positive indique que l'animal a probablement été piqué par une nymphe ou un adulte.</i>	
	Espèce de tiques obtenue	Possibilité d' <i>I. scapularis</i> <i>Une sérologie positive indique que l'animal a probablement été piqué par un <i>I. scapularis</i>.</i>	
	Couverture à grande échelle		Pauvre <i>Il y a une concentration d'échantillons dans certains secteurs, surtout en milieu urbain, probablement à cause du nombre élevé de cliniques vétérinaires.</i>
	Couverture à petite échelle		Pauvre <i>Nous ne pouvons avoir de connaissance sur la distribution spatiale d'<i>I. scapularis</i> sur de petite surface.</i>
	Précision de la localisation de la provenance des tiques		Pauvre <i>Le géoréférencage se fait à partir de la clinique vétérinaire ayant effectué le test. De plus, il y a possibilité de voyage et cette information est inconnue.</i>

Validité et faisabilité de chaque méthode de surveillance d'*Ixodes scapularis* selon les indicateurs indiqués, dans une région où la maladie de Lyme est émergente (suite)

Méthode	Point	Force	Faiblesse
Dépistage de maladie de Lyme chez les chiens	Information obtenue	<p>Reflet de l'environnement à risque pour l'humain</p> <p><i>Les chiens positifs se sont probablement fait piquer dans des lieux où il y a un risque d'exposition plus élevé à cause d'une activité accrue des humains et de leurs animaux domestiques dans leur environnement local.</i></p>	<p>Moment inconnu d'acquisition de la tique.</p> <p><i>Une sérologie positive n'indique qu'une exposition à <i>B. burgdorferi</i> à un moment donné, mais n'indique pas quand. De plus, une sérologie négative n'indique pas que le chien ne s'est jamais fait piquer par <i>I. scapularis</i>.</i></p>

