

Septembre 2022

# Les impacts du climat et des changements à l'aménagement du territoire sur les risques liés aux tiques

Negar Elmieh, M.H.P., Ph. D.

En partenariat avec le Centre de collaboration nationale en santé environnementale



National Collaborating Centre  
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale  
en santé environnementale

[ccnse.ca](http://ccnse.ca)

## Messages clés

- On retrouve des tiques dans tous les types d'environnements. Elles se trouvent le plus souvent dans les feuilles mortes au sol, dans les hautes herbes et les strates arbustives, de même que le long des lisières des forêts ou à l'intérieur d'habitats végétalisés sous le couvert forestier.
- Le nombre d'endroits où les tiques peuvent survivre et s'épanouir au Canada augmente en raison du réchauffement climatique, de la migration des animaux et de la fragmentation des terres.
- L'accroissement des températures ambiantes en raison du changement climatique est le facteur principal des changements dans les populations de tiques; il s'agit d'un facteur d'accélération de la maturation et de réduction de la mortalité.
- Des éléments de l'environnement bâti comme les jardins résidentiels, les espaces verts, les terrains de jeux et les efforts de préservation de la biodiversité peuvent accroître la surface de distribution des populations de tiques. Il faut donc trouver un juste équilibre entre les nombreux bienfaits qu'apportent la présence de la nature dans l'environnement bâti et l'accroissement du risque d'exposition des humains aux espèces de tiques.
- Le morcellement des forêts (fragmentation des terres par la déforestation et l'urbanisation d'étendues forestières en parcelles plus petites) peut faire augmenter la densité de population des tiques en facilitant le mouvement des populations hôtes.
- Les politiques municipales, provinciales et fédérales ainsi que les pratiques d'aménagement urbain doivent reposer sur des recherches fondées sur des données probantes et des principes de santé environnementale pour réduire au minimum les risques liés aux tiques.

## Introduction

Il est généralement admis que la distribution géographique de nombreuses espèces de tiques est en expansion en raison du réchauffement climatique, de la migration des animaux hôtes et de la fragmentation des terres par la déforestation et l'urbanisation d'étendues forestières en parcelles plus petites<sup>1-4</sup>. Selon les projections climatiques, la distribution des tiques progresserait vers le nord de 35 à

---

55 km par année<sup>3</sup>. Plusieurs espèces de tiques – un arthropode – sont des vecteurs d’une grande variété de pathogènes bactériens, viraux et protozoaires transmissibles à l’humain et à d’autres espèces animales<sup>5, 6</sup>. Alors que la distribution des tiques vectrices augmente au Canada, le potentiel d’exposition aux maladies émergentes transmissibles par les tiques augmente aussi. Le présent document vise à détailler les facteurs environnementaux pouvant contribuer aux risques liés aux tiques. Il s’agit du second document d’une série de quatre portant sur les risques liés à l’exposition aux tiques au Canada. La première revue, intitulée « Tiques au Canada : état des lieux et risques sanitaires » se trouve [ici](#).

## Méthodologie de recherche documentaire

La présente recherche sur les tiques, le changement climatique, les changements à l’aménagement du territoire et l’écologie environnementale se base sur l’étude de publications universitaires et de publications parallèles. Un ensemble de sources anglaises pertinentes a été tiré des bases de données suivantes : Web of Science, PubMed et Google Scholar. Les publications examinées comprennent des publications parallèles et des rapports produits par des établissements universitaires et des gouvernements. Même si la période de recherche allait principalement de l’an 2000 à nos jours, nous avons utilisé quelques publications déterminantes antérieures. Nous avons également ajouté d’autres sources repérées à partir de celles retenues ou qui en faisaient mention.

Pour faire partie de la sélection, les articles, rapports et sites Web devaient traiter des tiques et d’au moins un des sujets suivants : changement climatique, changement à l’aménagement du territoire, morcellement des forêts ou écologie environnementale. Les noms latins et courants des pathogènes et des tiques vectrices ont été inclus dans les recherches. La majorité des publications portaient sur des régions des États-Unis où les tiques sont endémiques depuis bien plus longtemps. Lorsque possible, nous avons mis de l’avant les publications portant sur les provinces et les territoires du Canada. Les publications concernaient principalement la maladie de Lyme; toutefois, les mêmes considérations liées à l’environnement, à l’aménagement du territoire et au climat s’appliqueraient aux autres maladies transmises par les tiques.

Notre sélection définitive inclut 85 sources, chacune analysée et synthétisée par une même évaluatrice. La liste complète des termes recherchés et des résultats est disponible sur demande.

# Résultats

## Environnements naturels accroissant le risque d'exposition aux tiques

Le risque d'exposition aux tiques et potentiellement aux maladies transmises par les tiques est proportionnel au temps qu'une personne passe à l'extérieur dans les habitats favorables aux populations de tiques ou à leurs hôtes. Les tiques ont besoin d'animaux hôtes pour survivre et se reproduire. Même si les tiques sont considérées comme des généralistes et peuvent se nourrir d'une grande diversité d'espèces, les données probantes semblent indiquer que les rongeurs, les oiseaux et les cerfs seraient des hôtes courants pour la reproduction et la migration en Amérique du Nord<sup>7-10</sup>. Tout environnement favorable à ces hôtes peut donc être considéré comme un habitat des tiques.

Les différents types d'habitats influencent le risque d'exposition aux tiques. En Amérique du Nord, on trouve couramment des tiques dans les aires boisées avec des feuilles mortes au sol, les hautes herbes et les strates arbustives, de même que le long des lisières des forêts ou à l'intérieur d'habitats végétalisés sous le couvert forestier<sup>11-16</sup>. Les aires boisées constituent l'habitat optimal pour les tiques, car les feuilles mortes au sol, les hautes herbes et les arbustes créent un microclimat favorable (de petites régions où les caractéristiques climatiques diffèrent des régions voisines) qui les protège des variations de température et des phénomènes météorologiques extrêmes<sup>17</sup>. La couche d'humus (entre la surface du sol et les feuilles mortes) en particulier favorise la survie des tiques durant l'hiver en les protégeant des grands froids<sup>18-22</sup>. Même si l'on peut trouver des tiques dans les forêts de feuillus comme dans les forêts de conifères (voir l'encadré 1), les forêts de feuillus semblent présenter un plus grand risque d'exposition aux tiques en raison d'une plus grande abondance de feuilles mortes au sol<sup>23, 24</sup>. Les troncs d'arbres et les rondins tombés des forêts de feuillus fournissent aussi des habitats favorables, particulièrement pour *Ixodes pacificus*<sup>25</sup>. Les petits terrains boisés, y compris ceux dans les zones résidentielles, peuvent également abriter des tiques; ces dernières se retrouvent fréquemment dans les feuilles mortes au sol et dans la végétation basse le long des écotones des forêts (la zone de transition entre les habitats forestiers et non-forestiers)<sup>9,14,26</sup>. C'est aussi dans cette zone de transition entre les aires naturelles et l'environnement bâti que se trouvent les sentiers où les gens pratiquent souvent des loisirs<sup>9</sup>.

D'autres environnements moins étudiés peuvent aussi offrir des habitats favorables aux tiques. Par exemple, dans le cadre d'une étude récente menée en Californie, des chercheurs ont déterminé que les régions côtières peuplées d'arbustes peuvent constituer un habitat favorable pour les hôtes de tiques et y ont trouvé des tiques porteuses de pathogènes du genre *Borrelia*<sup>27</sup>. Cette découverte met en évidence le biais causé par la recherche de pathogènes transmissibles par les tiques uniquement dans les habitats

classiques d'aires boisées et de prairies, alors qu'en réalité, les tiques peuvent se retrouver dans n'importe quel habitat permettant de soutenir la relation hôte-vecteur<sup>27</sup>. Maintenant que la distribution géographique des tiques est en expansion, il est possible qu'elles s'établissent dans de nouveaux habitats n'ayant jamais été étudiés si les conditions leur sont favorables. Un tel biais pourrait mener à des expositions aux tiques inattendues et fait ressortir le besoin de surveillance pour tous les milieux.

### Encadré 1 : Habitats de feuillus comparativement aux habitats de conifères



*Les habitats de feuillus se composent principalement d'arbres feuillus dont les feuilles tombent chaque année. Les feuilles de ces arbres sont larges et plates, et elles changent de couleur à l'automne, passant du vert au rouge, à l'orange puis au jaune, avant de tomber. C'est ce qui crée une couverture de feuilles mortes au sol. L'érable, le chêne et le bouleau sont des exemples d'arbres feuillus<sup>28</sup>.*



*Les habitats de conifères, qu'on appelle aussi des arbres à feuilles persistantes ou résineux, se composent principalement d'arbres produisant des cônes et des aiguilles. Les feuilles de ces arbres restent vertes toute l'année. Le cèdre, le pin, l'épinette et le sapin sont des exemples de conifères<sup>28</sup>.*

## Considérations relatives à l'environnement bâti influençant les populations de tiques

Le changement des tendances en matière d'aménagement du territoire contribue significativement à l'augmentation des flambées de maladies zoonotiques dans le monde<sup>29</sup>. Des transformations des milieux naturels peuvent créer des habitats favorables aux tiques et à leurs hôtes, et sont liées à une plus forte activité des tiques et à une augmentation potentielle des contacts avec les tiques et des maladies

---

transmises par les tiques<sup>23,30-36</sup>. La densité de population des tiques et leur progression sont influencées principalement par les changements à l'environnement bâti et le morcellement des forêts (fragmentation des étendues forestières en parcelles plus petites, à cause de l'activité humaine).

### *Changements à l'aménagement du territoire*

Même si les milieux naturels sont les habitats principaux des tiques, les changements à l'aménagement du territoire des milieux ruraux, urbains et suburbains, où les gens vivent, travaillent et pratiquent des loisirs, offrent de plus en plus de milieux favorables aux tiques. Les aménagements urbains accélérés dans les aires boisées créent des réseaux de petits terrains boisés (ou des îlots) qui établissent une connectivité écologique avec les habitats naturels environnants, facilitant ainsi la migration des tiques dans les zones résidentielles<sup>7</sup>. Par exemple, les milieux aménagés et dotés d'un couvert forestier offrent un habitat favorable aux tiques et aux animaux hôtes qui empêche le dessèchement des tiques, facilitant ainsi leur survie et leur déplacement vers les zones résidentielles et les espaces verts urbains<sup>7</sup>. Les piles de rondins et de broussailles dans les zones résidentielles, les plantes ornementales et les grands terrains offrent aussi des habitats favorables aux tiques, ce qui accroît le potentiel de contact<sup>7, 26</sup>. Les tiques peuvent également être déplacées sur de longues distances par les oiseaux migrateurs et se disperser dans de nouveaux environnements urbains et suburbains<sup>23, 37</sup>.

Dans le Nord-Est des États-Unis, où *Ixodes scapularis* est endémique, le risque d'exposition aux tiques et aux maladies transmises par les tiques dans les environnements bâtis avec des espaces verts dotés de sentiers avec une végétation abondante et de réserves naturelles associées équivaut à celui du plus haut nombre de cas rapporté dans des environnements naturels pour le reste du pays<sup>38</sup>. Yuan et ses collègues (2020) ont trouvé des tiques porteuses de pathogènes dans des terrains de jeu d'écoles et des parcs de l'État de New York<sup>39</sup>. De telles recherches font ressortir l'expansion des tiques vers des zones endémiques diversifiées et du besoin de programmes de surveillance active des environnements bâtis alors que les contacts avec les tiques deviennent plus fréquents au Canada.

Tous les environnements bâtis ne sont cependant pas favorables aux tiques. Il a été montré que certaines caractéristiques des milieux et certaines pratiques d'aménagement, comme les sols dénudés et la pelouse rase autour des parcs, aident à réduire les populations de tiques<sup>8,15,26,40,41</sup>.

Il y a une tension entre l'objectif d'accroître et de promouvoir la biodiversité et les espaces verts en milieu urbain et celui de réduire les risques d'exposition aux tiques<sup>42</sup>. Il est clair que l'environnement bâti et l'aménagement paysager ont une influence sur les populations de tiques dans les milieux urbains et suburbains, particulièrement si l'on tient compte des pressions exercées pour accroître les espaces verts et les jardins pour les pollinisateurs et par les mouvements de remise à l'état sauvage. De telles initiatives

sont importantes pour les pollinisateurs, les services écosystémiques et les efforts de conservation, et pour appuyer les efforts de la santé publique encourageant les gens à passer du temps en nature et à faire des exercices cardiovasculaires<sup>34,40,43</sup>. Elles peuvent toutefois accroître le risque d'exposition aux tiques et aux maladies transmises par les tiques<sup>44, 45</sup>. La relation n'est pas bien caractérisée; elle est probablement non-linéaire et interdépendante, des facteurs qui font ressortir l'importance d'étudier le problème selon l'approche interdisciplinaire [« Une seule santé »](#)<sup>46</sup>. Ce manque de connaissances mériterait au minimum d'autres recherches alors que les gouvernements municipaux, provinciaux et fédéraux priorisent de plus en plus le développement de parcs et d'autres espaces verts comme les jardins de pollinisateurs.

### *Morcellement des forêts*

La fragmentation des terres et le morcellement des forêts sont causés par la déforestation et l'urbanisation d'étendues forestières en parcelles plus petites<sup>35</sup>. Pendant longtemps, la transition de forêts vers des terres agricoles et la collecte de bois de chauffage dans le Nord-Est des États-Unis a entraîné une réduction de la population de cerfs de Virginie et probablement restreint le déplacement des espèces de tiques. Par la suite, la croissance de la population humaine a entraîné une transition des milieux agricoles vers des milieux suburbains. Cette transformation du paysage a eu pour effet de créer des habitats favorables au cerf de Virginie, ce qui a permis un accroissement des populations, entraînant à son tour un accroissement des populations de tiques<sup>47,48</sup>.

L'ajout de routes et de sentiers dans les aires boisées a créé un réseau de petits terrains boisés, altérant du coup l'écodynamique vecteur-hôte et les modèles spatiaux, ce qui a facilité les mouvements des hôtes le long de nouvelles trajectoires<sup>49,50</sup>. Alors que le morcellement des forêts a de nombreuses répercussions écologiques, la compréhension des interactions entre les tendances humaines et les habitudes de déplacement vecteur-hôte est essentielle lorsque l'on considère l'écologie des hôtes (comme les cerfs et les rongeurs). Le morcellement des forêts peut :

1. **Accroître la densité des populations de cerfs.** Les habitats de lisière créés par le morcellement des forêts sont favorables aux cerfs en raison de l'absence de prédateurs et des possibilités de recherche de nourriture qu'ils offrent l'hiver<sup>51-53</sup>.
2. **Réduire la diversité des espèces.** Le morcellement des forêts entraîne une perte d'habitats, réduisant ainsi la diversité des espèces. Cette réduction engendre à son tour l'accroissement des populations de souris à pattes blanches (une espèce hôte dominante dans les petits terrains boisés et un réservoir compétent de maladies transmises par les tiques)<sup>30,51,52,54,55</sup>. Fait intéressant, il a été montré que la biodiversité des hôtes vertébrés réduit la prévalence d'infections par les nymphes; il

---

y aurait donc une possibilité de réduire la prévalence de maladies transmises par les tiques en appuyant les efforts de préservation de la biodiversité<sup>55, 56</sup>.

3. **Accroître le potentiel d'exposition humaine aux tiques.** Le morcellement des forêts crée plus de possibilités de contacts humains avec les tiques en raison des propriétés résidentielles ou des sentiers sillonnant les habitats de lisière<sup>53</sup>.

Bien qu'il y ait généralement une corrélation positive entre le morcellement des forêts et la densité des tiques et la prévalence des infections transmises par les tiques<sup>30, 57</sup>, les recherches montrent aussi une incidence plus faible de la maladie de Lyme dans les milieux morcelés, malgré des densités de tiques plus élevées, illustrant ainsi l'existence d'autres facteurs contextuels d'exposition humaine<sup>51</sup>. Par exemple, l'écodynamique petits prédateurs / proies du coyote et du renard roux s'est révélée un meilleur prédicteur de la maladie de Lyme à New York que l'abondance de cerfs<sup>58</sup>. D'autres recherches sont nécessaires pour caractériser la relation réelle entre le morcellement des forêts, la diversité des hôtes et les maladies transmises par les tiques dans différents contextes<sup>51,54,57</sup>.

## Populations de tiques et changement climatique

Les effets de l'évolution des priorités en aménagement urbain sur l'expansion des populations de tiques en Amérique du Nord se voient complexifiés et amplifiés par le changement climatique, une tendance qui va en s'amplifiant<sup>1, 59</sup>. Aux États-Unis, on s'attend à ce que le nombre de cas de maladie de Lyme augmente de 20 % d'ici une ou deux décennies en raison du changement climatique<sup>60</sup>. Au Canada, on prévoit que les tiques progresseront vers le nord de 35 à 55 km par année<sup>3</sup>. Toujours en raison du changement climatique, on prévoit aussi un accroissement des températures et une évolution des régimes de précipitations, ce qui pourrait mener à des phénomènes météorologiques extrêmes comme des inondations ou des sécheresses<sup>18, 34</sup>. L'incidence exacte de ces changements sur l'abondance des tiques dépendra du microclimat et de la géographie de tout habitat, et on prévoit qu'elle aura des effets directs et indirects (p. ex., en modifiant les populations hôtes) sur les populations de tiques. D'autres recherches et analyses seront nécessaires pour mieux comprendre les conséquences de ces événements sur l'établissement de populations de tiques dans les milieux et le rétablissement de celles-ci à la suite de phénomènes météorologiques extrêmes.

### *Influences environnementales directes*

Les répercussions du changement climatique sur la température, l'humidité, les précipitations et l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes ont une influence directe sur la distribution géographique des tiques.



---

**Température :** Le cycle de vie et la mortalité des tiques sont influencés par la température.

L'augmentation de la température dans les environnements tempérés et froids peut accélérer la maturation des nymphes ainsi que raccourcir le cycle de vie, accroître les populations de tiques et allonger leur durée d'activité<sup>1,34,61</sup>. Des températures plus élevées peuvent aussi accroître le nombre de jours par année et le nombre d'heures par jour où les tiques peuvent rechercher et acquérir un hôte<sup>18</sup>. Des augmentations de température soutenues peuvent aussi entraîner une expansion vers le nord et l'établissement d'espèces de tiques non indigènes<sup>61-63</sup>. À l'inverse, une augmentation de la température dans des environnements déjà arides peut réduire l'activité des tiques et accroître la mortalité par dessiccation, et ainsi entraîner des changements évolutifs<sup>18,24,34</sup>.

Des variations dans les réponses aux changements de température peuvent être observées selon les espèces de tiques vectrices. Les espèces du genre *Dermacentor* ainsi que *Amblyomma americanum* et *Haemaphysalis longicornis* tolèrent mieux les stress environnementaux et peuvent survivre dans des environnements plus chauds et secs<sup>7, 11</sup>. Même si ces espèces ne sont présentement pas établies au Canada, elles pourraient devenir endémiques en raison du réchauffement climatique soutenu. Les tiques du genre *Ixodes* sont plus sensibles aux variations de l'environnement et préfèrent les habitats plus humides, par exemple sous les feuilles mortes au sol ou le couvert forestier<sup>11</sup>. Les espèces de tiques peuvent aussi adapter leur comportement aux conditions environnementales défavorables en modifiant leurs niveaux d'activité<sup>18</sup>. Par exemple, le taux de mortalité de certaines populations d'*Ixodes scapularis* a augmenté en raison de sécheresses. Pour s'y adapter, elles ont réduit leur niveau d'activité par temps chaud et sec et se sont réfugiées dans la couche d'humus, sous les feuilles mortes au sol, pour réduire la probabilité de dessiccation<sup>18,21,64</sup>. Cette caractéristique leur permet aussi de se protéger des températures froides et de réduire la mortalité, les tiques étant capables de rechercher des habitats isolés (neige, couche d'humus) favorisant la survie hiémale<sup>18, 22</sup>. De tels changements de comportement peuvent accroître ou réduire les cycles de transmission de maladies, tout dépendant du scénario<sup>64</sup>.

**Humidité :** Une humidité relative élevée peut accroître le taux de survie des tiques à des températures plus élevées<sup>65-67</sup>. Cela entraîne un accroissement de l'activité de recherche d'hôtes, menant ainsi à un meilleur succès reproducteur, à une réduction de la mortalité et à un effet sur la densité de population totale<sup>18,21,34,68</sup>. Dans les régions où l'humidité est constamment élevée, la période d'activité des tiques durant la journée se voit prolongée comparativement aux habitats plus secs<sup>24,68,69</sup>. L'humidité relative est aussi extrêmement variable selon le microclimat. Cela entraîne une variabilité spatiale dans les effets de l'humidité sur les populations de tiques<sup>68</sup>.

**Précipitations :** Des précipitations accrues peuvent réduire les niveaux d'activité des tiques et, par conséquent, ralentir le développement des nymphes<sup>1, 34</sup>. Certaines prédictions montrent cependant que

---

les précipitations peuvent favoriser l'établissement de populations endémiques de tiques<sup>3</sup>. D'autres recherches seront nécessaires pour mieux comprendre l'influence des précipitations totales sur les populations de tiques.

**Phénomènes météorologiques extrêmes** : Des phénomènes comme les inondations et les sécheresses peuvent diminuer les populations de tiques en occasionnant une mortalité directe ou une réduction du comportement de recherche d'hôtes, ou en limitant la disponibilité des hôtes<sup>18,19,44,70-72</sup>. Les inondations peuvent recouvrir les habitats des tiques de limon, alors que des températures supérieures à 30 °C peuvent réduire les niveaux d'activité des tiques durant l'été, entraînant une réduction subséquente des niveaux d'activité durant l'automne et l'hiver<sup>44</sup>.

Les changements météorologiques et le réchauffement climatique ont aussi le potentiel d'accroître les habitats favorables dans les terrains canadiens alors que les tiques progressent vers le nord et vers des altitudes plus élevées<sup>1,18,34,73,74</sup>. Même si l'on peut observer une certaine variabilité dans l'influence des facteurs climatiques sur les espèces de tiques et leur cycle de vie, l'accroissement des températures est le prédicteur le plus important de l'établissement des populations de tiques et d'habitats potentiels puisque la température exerce une influence prédominante sur le cycle de vie et la mortalité des tiques<sup>3, 18</sup>. Peu de recherches ont été menées sur l'effet combiné de la température, de l'humidité et des précipitations sur le cycle de vie des tiques<sup>75</sup>. Par exemple, lorsque les températures sont plus élevées et que l'humidité relative est basse, *Ixodes scapularis* recherchera des hôtes à des altitudes plus basses<sup>76</sup>. D'autres recherches seront nécessaires pour mieux comprendre les effets des interactions entre les facteurs climatiques sur les processus populationnels et écologiques.

### *Influences indirectes*

Le changement climatique peut aussi avoir des effets indirects sur l'activité des tiques, car il entraîne des répercussions sur les espèces hôtes en modifiant leurs habitats. Comme ces dernières sont essentielles au cycle de vie des tiques, l'influence indirecte principale s'exercera sur la disponibilité et l'abondance des populations hôtes ainsi que sur l'alternance de l'écodynamique prédateur-proie, qui peuvent toutes être liées aux répercussions du changement climatique sur les habitats<sup>3,18,32,77,78</sup>. Par exemple, les populations de cerfs de Virginie (un hôte connu d'espèces de tiques) se concentraient principalement le long de la frontière sud du Canada, mais on prévoit qu'en raison du changement climatique, leur distribution géographique progressera de 100 km vers le nord le long des corridors riverains, jusque dans la forêt boréale albertaine, au cours des 50 prochaines années<sup>77</sup>.

Les phénomènes météorologiques extrêmes continus (inondations) peuvent réduire les habitats favorables aux tiques (p. ex., les dépôts de limons dégradent les habitats des tiques), diminuer l'activité

---

des tiques et accroître leur mortalité par prédation<sup>18,32,77,79,80</sup>. Ils peuvent aussi modifier les habitudes de déplacement des populations hôtes. De tels phénomènes météorologiques peuvent enfin modifier les aménagements urbains et les comportements des humains dans les habitats des tiques (p. ex., les activités récréatives, la cueillette de champignons et les pique-niques)<sup>78</sup>.

Le véritable impact du changement climatique est difficile à déterminer, considérant les nombreuses permutations possibles des variables dépendant de l'ampleur et du contexte qui influencent les microhabitats<sup>3</sup>. Des recherches montrent que la distribution géographique des tiques est en expansion, mais que les changements dans les densités des tiques et les taux d'infections causées par des agents pathogènes ne sont pas uniformes<sup>81</sup>. Des cartes du risque d'espèces de tiques spécifiques (*Ixodes scapularis*) au Canada suggèrent que des populations endémiques de tiques pourraient s'établir dans les régions du sud du Canada, à l'est des montagnes Rocheuses et plus au nord<sup>82-84</sup>. Ces données fournissent un récit utile pour les initiatives de santé publique. Toutefois, les changements favorisant les climats et les habitats propices ne feront qu'accroître les risques de maladies transmises par les tiques<sup>1</sup>. Par conséquent, d'autres recherches sont justifiées pour prédire avec exactitude le risque posé par les tiques et les maladies transmises par les tiques au Canada et pour mieux comprendre les mouvements migratoires des hôtes, l'établissement des tiques vectrices dans les environnements canadiens et les relations complexes sur les plans épidémiologique et écologique<sup>3,78,85</sup>.

## Résumé

La transformation des paysages, le morcellement des forêts et le changement climatique peuvent accroître les populations de tiques et les risques associés. La transmission de maladies par les tiques fait partie d'un cycle complexe formé de vecteurs, d'animaux hôtes et d'humains; elle est modulée par plusieurs facteurs dépendant du contexte social et écologique. On sait que : 1) l'expansion géographique d'espèces de tiques vers les régions nordiques et leur potentiel de transmettre des maladies continuent de poser un risque au Canada, alors qu'elles progressent vers le nord à une vitesse de 35 à 55 km par année; 2) le changement climatique et les changements des aménagements paysagers (y compris le développement des banlieues, qui entraîne le morcellement des forêts et l'aménagement paysager d'environnements bâtis) offriront de nouveaux habitats favorables aux espèces de tiques<sup>3</sup>. Les plus grands prédictors de l'établissement de populations de tiques dans de nouveaux lieux géographiques sont les facteurs climatiques (particulièrement la température) et la disponibilité de populations hôtes. Considérant que le cycle de vie des tiques dépend d'animaux hôtes pour la survie et la reproduction, il

---

n'est pas surprenant que la distribution géographique de celles-ci soit liée intrinsèquement à l'écologie des hôtes.

Les relations sont toutefois complexes et dépendent d'un large éventail de facteurs sociaux et écologiques qui varient selon le contexte et l'ampleur. D'autres recherches, menées selon une approche interdisciplinaire ou le concept « Une seule santé », devront être menées pour caractériser les influences exercées par le changement climatique, les changements à l'aménagement du territoire et le morcellement des forêts sur la densité des populations de tiques et la prévalence des maladies transmises par les tiques et ainsi mieux comprendre les déplacements des hôtes, l'établissement des tiques vectrices dans les milieux canadiens et les liens épidémiologiques et écologiques complexes. Plus précisément, notons parmi les lacunes en recherche : 1) l'influence des synergies entre les facteurs climatiques sur l'expansion et la survie des espèces de tiques; 2) les effets du morcellement des forêts sur les populations de tiques dans divers contextes écologiques et sociaux; 3) le rôle joué par les efforts d'accroissement de la biodiversité, de conservation et de remise à l'état sauvage dans l'établissement d'habitats favorables aux tiques.

Cette revue réitère aussi l'importance des programmes de surveillance des habitats considérés comme non classiques pour les tiques. L'absence de mesures d'atténuation du changement climatique accentue le besoin pour les gouvernements municipaux, provinciaux et fédéraux de tenir compte des recherches fondées sur des données probantes, de la santé environnementale et des risques associés aux tiques dans les politiques urbaines, les efforts de verdissement urbain, la planification de l'aménagement paysager et les communications en matière de santé. En comprenant quelles caractéristiques des environnements et de l'aménagement paysager sont corrélées à l'abondance de tiques, nous serons mieux renseignés pour planifier et diffuser des messages de santé publique visant à réduire les risques d'exposition aux tiques et la charge de morbidité.

## Remerciements

L'auteure aimerait remercier les membres du personnel du CCNSE suivants : Leah Rosenkrantz, Ph. D., Anne-Marie Nicol, Ph. D., Lydia Ma, Ph. D., et Sarah Henderson, Ph. D., pour leurs conseils dans l'élaboration de cette revue, ainsi que Michele Wiens pour son aide à la recherche documentaire. Elle souhaiterait aussi remercier Stefan Iwasawa, du Centre for Coastal Health (CCH) et du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, et Colin Bates, Ph. D., de l'Université Quest du Canada, qui ont révisé le présent document.

# Références

1. Bouchard C, Dibernardo A, Koffi JK, Wood H, Leighton P, Lindsay L. Tick-borne disease with climate and environmental changes. *Can Commun Dis Rep*. 2019 Apr 4;45(4). Available from: <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a02>.
2. Gage KL, Burkot TR, Eisen RJ, Hayes EB. Climate and vectorborne diseases. *Am J Prev Med*. 2008 Nov;35(5):436-50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.030>.
3. Leighton PA, Koffi JK, Pelcat Y, Lindsay LR, Ogden NH. Predicting the speed of tick invasion: an empirical model of range expansion for the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. *J Appl Ecol*. 2012 Apr;49(2):457-64. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02112.x>.
4. Randolph SE. The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2001 Jul 29;356(1411):1045-56. Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0893>.
5. Pfäffle M, Littwin N, Muders SV, Petney TN. The ecology of tick-borne diseases. *Int J Parasitol*. 2013 Nov;43(12-13):1059-77. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.06.009>.
6. Jongejan F, Uilenberg G. The global importance of ticks. *Parasitology*. 2004;129 Suppl:S3-14. Available from: <https://doi.org/10.1017/s0031182004005967>.
7. Gregory N, Fernandez MP, Diuk-Wasser M. Risk of tick-borne pathogen spillover into urban yards in New York City. *Parasit Vectors*. 2022 Aug 10;15(1):288. Available from: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-022-05416-2>.
8. VanAcker MC, Little EAH, Molaei G, Bajwa WI, Diuk-Wasser MA. Enhancement of risk for Lyme disease by landscape connectivity, New York, New York, USA. *Emerg Infect Dis*. 2019 Jun;25(6):1136-43. Available from: <https://doi.org/10.3201/eid2506.181741>.
9. Lindsay L, Ogden N, Schofield S. Review of methods to prevent and reduce the risk of Lyme disease. *Can Commun Dis Rep*. 2015 Jun 4;41(6):146-53. Available from: <https://doi.org/10.14745/ccdr.v41i06a04>.
10. McCoy KD, Léger E, Dietrich M. Host specialization in ticks and transmission of tick-borne diseases: a review. *Front Cell Infect Microbiol*. 2013 Oct 4;3:57. Available from: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00057>.
11. Tick Talk. Tick facts. [cited 2022 Aug 11]; Available from: <https://ticktalkcanada.com/tick-facts/>.
12. Mansfield KL, Johnson N, Phipps LP, Stephenson JR, Fooks AR, Solomon T. Tick-borne encephalitis virus - a review of an emerging zoonosis. *J Gen Virol*. 2009 Aug;90:1781-94. Available from: <https://doi.org/10.1099/vir.0.011437-0>.
13. National Collaborating Centre for Infectious Diseases. Anaplasmosis. National Collaborating Centre for Infectious Diseases. Winnipeg, MB: NCCID; 2021 [cited 2022]; Available from: <https://nccid.ca/debrief/anaplasmosis/>.
14. Ogden NH, Lindsay LR, Schofield SW. Methods to prevent tick bites and Lyme disease. *Clin Lab Med*. 2015 Dec;35(4):883-99. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cll.2015.07.003>.

15. Lubelczyk CB, Elias SP, Rand PW, Holman MS, Lacombe EH, Smith RP, Jr. Habitat associations of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in Maine. *Environ Entomol.* 2004 Aug 1;33(4):900-6. Available from: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.4.900>.
16. Stafford KC. Tick management handbook. An integrated homeowners, pest control operators, and public health officials for the prevention of tick-associated disease. New Haven, CT: Connecticut Agricultural Experiment Station; 2007. Report No.: 1010. Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11444>.
17. Lindsay L, Mathison S, Barker I, McEwen S, Gillespie T, Surgeoner G. Microclimate and habitat in relation to *Ixodes scapularis* (Acari : Ixodidae) populations on Long Point, Ontario, Canada. *J Med Entomol.* 1999 May;36(3):255-62. Available from: <https://doi.org/10.1093/jmedent/36.3.255>.
18. Ogden N, Ben Beard C, Ginsberg H, Tsao J. Possible effects of climate change on Ixodid ticks and the pathogens they transmit: predictions and observations. *J Med Entomol.* 2021 Jul;58(4):1536-45. Available from: <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa220>.
19. Lindsay LR, Barker IK, Surgeoner GA, McEwen SA, Gillespie TJ, Robinson JT. Survival and development of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) under various climatic conditions in Ontario, Canada. *J Med Entomol.* 1995 Mar 1;32(2):143-52. Available from: <https://doi.org/10.1093/jmedent/32.2.143>.
20. Brunner JL, Killilea M, Ostfeld RS. Overwintering survival of Nymphal *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) under natural conditions. *J Med Entomol.* 2012 Sep 1;49(5):981-7. Available from: <https://doi.org/10.1603/ME12060>.
21. Burtis JC, Sullivan P, Levi T, Oggenfuss K, Fahey TJ, Ostfeld RS. The impact of temperature and precipitation on blacklegged tick activity and Lyme disease incidence in endemic and emerging regions. *Parasit Vectors.* 2016 Nov 25;9(1):606. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1894-6>.
22. Burtis JC, Fahey TJ, Yavitt JB. Survival and energy use of *Ixodes scapularis* nymphs throughout their overwintering period. *Parasitology.* 2019 May;146(6):781-90. Available from: <https://doi.org/10.1017/s0031182018002147>.
23. Bouchard C, Leonard E, Koffi JK, Pelcat Y, Peregrine A, Chilton N, et al. The increasing risk of Lyme disease in Canada. *Can Vet J.* 2015 Jul;56(7):693-9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26130829>.
24. Eisen RJ, Eisen L, Girard YA, Fedorova N, Mun J, Slikas B, et al. A spatially-explicit model of acarological risk of exposure to *Borrelia burgdorferi*-infected *Ixodes pacificus* nymphs in northwestern California based on woodland type, temperature, and water vapor. *Ticks Tick Borne Dis.* 2010 Mar 1;1(1):35-43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2009.12.002>.
25. Lane RS, Mun J, Peribáñez MA, Stubbs HA. Host-seeking behavior of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) nymphs in relation to environmental parameters in dense-woodland and woodland-grass habitats. *J Vector Ecol.* 2007 Dec;32(2):342-57. Available from: [https://doi.org/10.3376/1081-1710\(2007\)32\[342:hboipa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.3376/1081-1710(2007)32[342:hboipa]2.0.co;2).
26. Maupin GO, Fish D, Zultowsky J, Campos EG, Piesman J. Landscape ecology of Lyme disease in a residential area of Westchester County, New York. *Am J Epidemiol.* 1991 Jun 1;133(11):1105-13. Available from: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115823>.

27. Salkeld DJ, Lagana DM, Wachara J, Porter WT, Nieto NC. Examining prevalence and diversity of tick-borne pathogens in questing *Ixodes Pacificus* ticks in California. *Appl Environ Microbiol*. 2021 Jun 11;87(13):e0031921. Available from: <https://doi.org/10.1128/aem.00319-21>.
28. Tree Canada. *Trees of Canada*. Ottawa, ON: Tree Canada; [cited 2022 Nov 4]; Available from: <https://treecanada.ca/resources/trees-of-canada/>.
29. Patz JA, Graczyk TK, Geller N, Vittor AY. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *Int J Parasitol*. 2000 Nov;30(12-13):1395-405. Available from: [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(00\)00141-7](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(00)00141-7).
30. Allan BF, Keesing F, Ostfeld RS. Effect of forest fragmentation on Lyme disease risk. *Conserv Biol*. 2003;17(1):267-72. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01260.x>.
31. Public Health Agency of Canada. *Lyme disease surveillance in Canada: Preliminary annual report 2019*. Ottawa, ON: PHAC; 2022 Jan 28. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/publications/diseases-conditions/lyme-disease-surveillance-report-2019.html>.
32. Simon JA, Marrotte RR, Desrosiers N, Fiset J, Gaitan J, Gonzalez A, et al. Climate change and habitat fragmentation drive the occurrence of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease, at the northeastern limit of its distribution. *Evol Appl*. 2014 Aug;7(7):750-64. Available from: <https://doi.org/10.1111/eva.12165>.
33. McClure M, Diuk-Wasser M. Reconciling the entomological hazard and disease risk in the Lyme disease system. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 May 22;15(5):E1048. Available from: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph15051048>.
34. Ogden N, Lindsay L. Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. *Trends Parasitol*. 2016 Aug;32(8):646-56. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.015>.
35. Society for Conservation Biology. *Forest fragmentation may increase Lyme disease risk*. ScienceDaily. 2003. Available from: <https://www.sciencedaily.com/releases/2003/01/030130081414.htm>.
36. Roome A, Wander K, Garruto RM. Cat ownership and rural residence are associated with Lyme disease prevalence in the northeastern United States. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 May 5;19(9):5618. Available from: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph19095618>.
37. Ogden N, Lindsay L, Hanincova K, Barker I, Bigras-Poulin M, Charron D, et al. Role of migratory birds in introduction and range expansion of *Ixodes scapularis* ticks and of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in Canada. *Appl Environ Microbiol*. 2008 Mar;74(6):1780-90. Available from: <https://doi.org/10.1128/aem.01982-07>.
38. Roome A, Spathis R, Hill L, Darcy JM, Garruto RM. Lyme disease transmission risk: seasonal variation in the built environment. *Healthcare*. 2018 Jul 19;6(3):E84. Available from: <https://doi.org/10.3390%2Fhealthcare6030084>.
39. Yuan Q, Llanos-Soto SG, Gangloff-Kaufmann JL, Lampman JM, Frye MJ, Benedict MC, et al. Active surveillance of pathogens from ticks collected in New York State suburban parks and schoolyards. *Zoonoses Public Health*. 2020 Sep;67(6):684-96. Available from: <https://doi.org/10.1111/zph.12749>.

40. Lerman SB, D'Amico V. Lawn mowing frequency in suburban areas has no detectable effect on *Borrelia* spp. vector *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). PLoS ONE. 2019 Apr 3;14(4):e0214615. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214615>.
41. Duffy DC, Clark DD, Campbell SR, Gurney S, Perello R, Simon N. Landscape patterns of abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) on Shelter Island, New York. J Med Entomol. 1994 Nov;31(6):875-9. Available from: <https://doi.org/10.1093/jmedent/31.6.875>.
42. Aronson MF, Lepczyk CA, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS, et al. Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. Front Ecol Environ. 2017;15(4):189-96. Available from: <https://doi.org/10.1002/fee.1480>.
43. Lerman SB, Contosta AR, Milam J, Bang C. To mow or to mow less: lawn mowing frequency affects bee abundance and diversity in suburban yards. Biol Conserv. 2018 May 1;221:160-74. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.025>.
44. van Oort BEH, Hovelsrud GK, Risvoll C, Mohr CW, Jore S. A mini-review of ixodes ticks climate sensitive infection dispersion risk in the nordic region. Int J Environ Res Public Health. 2020 Aug;17(15):5387. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph17155387>.
45. Millins C, Gilbert L, Medlock J, Hansford K, Thompson DB, Biek R. Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2017 Jun 5;372(1722):20160123. Available from: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0123>.
46. Stephen C. One Health: a primer for environmental public health practice [guidance document]. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health; 2022 Sep 14. Available from: <https://ncceh.ca/documents/guide/one-health-primer-environmental-public-health-practice>.
47. Eisen RJ, Eisen L. The blacklegged tick, *Ixodes scapularis*: an increasing public health concern. Trends Parasitol. 2018 Apr;34(4):295-309. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.12.006>.
48. Spielman A. The emergence of Lyme disease and human babesiosis in a changing environment. Ann N Y Acad Sci. 1994 Dec 15;740:146-56. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1994.tb19865.x>.
49. Talbot B, Slatculescu A, Thickstun CR, Koffi JK, Leighton PA, McKay R, et al. Landscape determinants of density of blacklegged ticks, vectors of Lyme disease, at the northern edge of their distribution in Canada. Sci Rep. 2019 Nov 13;9(1):16652. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-50858-x>.
50. Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cisko P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M, et al. Human risk of infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent, in Eastern United States. Am J Trop Med Hyg. 2012 Feb 1;86(2):320-7. Available from: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0395>.
51. Brownstein JS, Skelly DK, Holford TR, Fish D. Forest fragmentation predicts local scale heterogeneity of Lyme disease risk. Oecologia. 2005 Dec;146(3):469-75. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0251-9>.
52. Barbour AG, Fish D. The biological and social phenomenon of Lyme disease. Science. 1993 Jun 11;260(5114):1610-6. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.8503006>.



53. Frank DH, Fish D, Moy FH. Landscape features associated with Lyme disease risk in a suburban residential environment. *Landscape Ecology*. 1998 Feb 1;13(1):27-36. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007965600166>.
54. Eisen RJ, Piesman J, Zielinski-Gutierrez E, Eisen L. What do we need to know about disease ecology to prevent Lyme disease in the northeastern United States? *J Med Entomol*. 2012 Jan;49(1):11-22. Available from: <https://doi.org/10.1603/ME11138>.
55. LoGiudice K, Ostfeld RS, Schmidt KA, Keesing F. The ecology of infectious disease: effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2003 Jan 21;100(2):567-71. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.0233733100>.
56. Schmidt KA, Ostfeld RS. Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. *Ecology*. 2001 Mar;82(3):609-19. Available from: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0609:BATDEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0609:BATDEI]2.0.CO;2).
57. Killilea ME, Swei A, Lane RS, Briggs CJ, Ostfeld RS. Spatial dynamics of Lyme disease: a review. *Ecohealth*. 2008 Jun;5(2):167-95. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10393-008-0171-3>.
58. Levi T, Kilpatrick AM, Mangel M, Wilmers CC. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2012 Jul 3;109(27):10942-7. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109>.
59. Sonenshine DE. Range expansion of tick disease vectors in North America: implications for spread of tick-borne disease. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Mar;15(3):478. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph15030478>.
60. Dunic I, Severnini E. "Ticking bomb": the impact of climate change on the incidence of Lyme Disease. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2018 Oct 24:5719081. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/5719081>.
61. Bouchard C, Dibernardo A, Koffi J, Wood H, Leighton P, Lindsay L. N Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. *Can Commun Dis Rep*. 2019 Apr 4;45(4):83-9. Available from: <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a02>.
62. Ogden NH, Gachon P. Climate change and infectious diseases: what can we expect? *Can Commun Dis Rep*. 2019 Apr 4;45(4):76-80. Available from: <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a01>.
63. Brownstein JS, Holford TR, Fish D. Effect of climate change on Lyme Disease risk in North America. *Ecohealth*. 2005 Mar;2(1):38-46. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10393-004-0139-x>.
64. Ginsberg HS, Albert M, Acevedo L, Dyer MC, Arsnoe IM, Tsao JI, et al. Environmental factors affecting survival of immature *Ixodes scapularis* and implications for geographical distribution of Lyme disease: the climate/behavior hypothesis. *PLoS ONE*. 2017 Dec 1;12(1). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168723>.
65. Beard CB, Eisen RJ, Barker CM, Garofalo JF, Hahn M, Hayden M, et al. Ch. 5: Vectorborne diseases. Washington, DC: U.S. Global Change Research Program; 2016 Apr 4. Available from: <https://health2016.globalchange.gov/vectorborne-diseases>.
66. Schulze TL, Jordan RA. Meteorologically mediated diurnal questing of *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) nymphs. *J Med Entomol*. 2003 Jul 1;40(4):395-402. Available from: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.4.395>.

67. Estrada-Peña A. Increasing habitat suitability in the United States for the tick that transmits Lyme disease: a remote sensing approach. *Environ Health Perspect*. 2002 Jul;110(7):635-40. Available from: <https://doi.org/10.1289%2Fehp.110-1240908>.
68. Berger KA, Ginsberg HS, Dugas KD, Hamel LH, Mather TN. Adverse moisture events predict seasonal abundance of Lyme disease vector ticks (*Ixodes scapularis*). *Parasit Vectors*. 2014 Apr 14;7:181. Available from: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-7-181>.
69. Eisen RJ, Eisen L, Castro MB, Lane RS. Environmentally related variability in risk of exposure to lyme disease spirochetes in Northern California: effect of climatic conditions and habitat type. *Environ Entomol*. 2003 Oct 1;32(5):1010-8. Available from: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.5.1010>.
70. Bidder LA, Asmussen KM, Campbell SE, Goffigan KA, Gaff HD. Assessing the underwater survival of two tick species, *Amblyomma Americanum* and *Amblyomma maculatum*. *Ticks Tick Borne Dis*. 2019 Jan;10(1):18-22. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.08.013>.
71. Weiler M, Duscher GG, Wetscher M, Walochnik J. Tick abundance: a one year study on the impact of flood events along the banks of the river Danube, Austria. *Exp Appl Acarol*. 2017 Feb;71(2):151-7. Available from: <https://doi.org/10.1007%2Fs10493-017-0114-1>.
72. Ogden NH, Lindsay LR, Beauchamp G, Charron D, Maarouf A, O'Callaghan CJ, et al. Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field. *J Med Entomol*. 2004 Jul 1;41(4):622-33. Available from: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.622>.
73. Clow KM, Leighton PA, Ogden NH, Lindsay LR, Michel P, Pearl DL, et al. Northward range expansion of *Ixodes scapularis* evident over a short timescale in Ontario, Canada. *PLoS ONE*. 2017 Dec 27;12(12):e0189393. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189393>.
74. Ogden N, Bigras-Poulin M, Hanincova K, Maarouf A, O'Callaghan C, Kurtenbach K. Projected effects of climate change on tick phenology and fitness of pathogens transmitted by the North American tick *Ixodes scapularis*. *J Theor Biol*. 2008 Oct 7;254(3):621-32. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2008.06.020>.
75. Ostfeld R, Brunner J. Climate change and *Ixodes* tick-borne diseases of humans. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2015 Apr 5;370(1665). Available from: <https://doi.org/10.1098%2Frstb.2014.0051>.
76. Schulze TL, Jordan RA, Hung RW. Effects of selected meteorological factors on diurnal questing of *Ixodes scapularis* and *Amblyomma Americanum* (Acari: Ixodidae). *J Med Entomol*. 2001 Mar;38(2):318-24. Available from: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.318>.
77. Dawe KL, Boutin S. Climate change is the primary driver of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) range expansion at the northern extent of its range; land use is secondary. *Ecol Evol*. 2016 Sep;6(18):6435-51. Available from: <https://doi.org/10.1002/ece3.2316>.
78. Gray JS, Dautel H, Estrada-Peña A, Kahl O, Lindgren E. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisc Perspect Infect Dis*. 2009:593232. Available from: <https://doi.org/10.1155/2009/593232>.
79. Samish M, Alekseev E. Arthropods as predators of ticks (Ixodoidea). *J Med Entomol*. 2001 Jan;38(1):1-11. Available from: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.1.1>.

- 
80. MacDonald A. Abiotic and habitat drivers of tick vector abundance, diversity, phenology and human encounter risk in southern California. PLoS ONE. 2018 Jul 31;13(7). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201665>.
81. Tuite AR, Greer AL, Fisman DN. Effect of latitude on the rate of change in incidence of Lyme disease in the United States. CMAJ open. 2013 Jan;1(1):E43-7. Available from: <https://doi.org/10.9778/cmajo.20120002>.
82. McPherson M, Garcia-Garcia A, Cuesta-Valero F, Beltrami H, Hansen-Ketchum P, MacDougall D, et al. Expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada inferred from CMIP5 climate projections. Environ Health Perspect. 2017 May;125(5). Available from: <https://doi.org/10.1289/EHP57>.
83. Ogden NH, Maarouf A, Barker IK, Bigras-Poulin M, Lindsay LR, Morshed MG, et al. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. Int J Parasitol. 2006 Jan;36(1):63-70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.08.016>.
84. Prairie Climate Centre. Lyme disease under climate change. Winnipeg, MB: Climate Atlas of Canada; [cited 2022 Sep 29]; Available from: <https://climateatlas.ca/lyme-disease-under-climate-change#:~:text=Longer%20summers%20also%20mean%20a,hosts%20that%20carry%20the%20disease>.
85. Ogden NH, St-Onge L, Barker IK, Brazeau S, Bigras-Poulin M, Charron DF, et al. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. Int J Health Geogr. 2008 May 22;7:24. Available from: <https://doi.org/10.1186/1476-072x-7-24>.

---

## Comment citer ce document

ISBN : 978-1-988234-71-7

---

---

**Pour citer ce document** : Elmieh, N. Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE). *Les impacts du climat et des changements à l'aménagement du territoire sur les risques liés aux tiques*. Vancouver (Colombie-Britannique) : CCNSE, septembre 2022.

---

*Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement. La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.*

---

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2022  
655 W. 12th Av. Vancouver (C.-B.) V5Z 4R4  
contact@ccnse.ca | [www.ccnse.ca](http://www.ccnse.ca)