

## Bulletin de l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques

VOLUME 2 – NUMÉRO 1

Juin 2019

L'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques (Observatoire) a comme mission de rapprocher la science en matière de zoonoses et les décideurs de politiques publiques. Il vise à anticiper et prioriser les enjeux associés aux zoonoses afin de soutenir la gestion des risques et l'adaptation aux changements climatiques. Pour ce faire, l'Observatoire rallie la santé humaine, la santé animale et les sciences de l'environnement et remplit des mandats d'expertise, de veille scientifique, de transfert de connaissances et de réseautage.

[www.inspq.qc.ca/zoonoses/observatoire](http://www.inspq.qc.ca/zoonoses/observatoire)

### Sommaire

Comment les changements climatiques influencent-ils la transmission des zoonoses au Québec?	2
Changements climatiques au Québec, quels sont-ils?	2
Quels sont les impacts de la variabilité du climat et des aléas météorologiques ou climatiques sur les zoonoses au Québec?	3
Nouvelles	8

### Résumé

L'influence potentielle des changements climatiques sur l'émergence des zoonoses souligne l'importante complexité des mécanismes qui lient les aléas météorologiques et la variabilité du climat à leurs impacts sur la santé humaine. Ces changements climatiques surviennent en parallèle à d'autres changements globaux (vieillesse, urbanisation, immigration, mondialisation) qui influencent les hôtes, les vecteurs et les pathogènes, ainsi que leurs interactions à l'interface humain-animal-environnement. Ce bulletin présente une brève introduction aux principaux changements climatiques en cours et attendus au Québec, ainsi qu'une courte synthèse des mécanismes connus ou suspectés qui lient les changements climatiques à la transmission des zoonoses prioritaires par l'Observatoire (38, 39). Cette synthèse est basée sur la compréhension actuelle des liens complexes entre les conditions météorologiques, les facteurs climatiques et l'épidémiologie des zoonoses.

## Comment les changements climatiques influencent-ils la transmission des zoonoses au Québec?

Les changements climatiques, la perte de la biodiversité et la dégradation des sols sont quelques-uns des risques environnementaux qui menacent la santé humaine à l'échelle planétaire et qui viennent s'ajouter à la multitude de problèmes complexes auxquels la santé publique doit faire face. Des scientifiques ont décrit qu'entre 1940 et 2000, 335 maladies humaines ont émergé et 60 % d'entre elles sont zoonotiques (43). Ces maladies zoonotiques émergentes exercent une pression sur les améliorations de l'état de santé et de la qualité de vie atteintes par l'humanité au cours des derniers siècles. Pour renverser la tendance, il est nécessaire de comprendre quels sont les facteurs, en particuliers climatiques, qui influencent l'émergence des zoonoses.

## Changements climatiques au Québec, quels sont-ils?

Au Québec, les observations météorologiques indiquent que des augmentations significatives de la température moyenne sont survenues durant les dernières décennies (68). Depuis 1971, un allongement de la saison de croissance<sup>A</sup> est noté alors que la longueur de la saison de gel tend à diminuer. Le nombre de nuits et de jours frais ainsi que la durée des vagues de froid diminuent, alors que le nombre de nuits et de jours chauds ainsi que la durée des vagues de chaleur augmentent. De ce fait, une tendance à la hausse de la quantité de précipitations annuelles sur le Québec est notée depuis les dernières décennies avec d'importantes disparités saisonnières et régionales (68). Les changements dans les extrêmes se montrent eux aussi très variables sur le territoire.

## À venir : hausse des températures et des précipitations extrêmes

Les projections climatiques futures suggèrent le même type de changements dans les moyennes et la longueur des saisons. Par exemple, une hausse de 10 à 30 jours de la longueur de la saison de croissance sur l'horizon 2050 est attendue lorsque comparée au passé récent (68). Les valeurs extrêmes de température tendent, quant à elles, à augmenter plus que les valeurs moyennes, ce qui aurait pour conséquence d'entraîner de fortes hausses des températures extrêmes estivales avec des incidences directes sur les vagues de chaleur (68). Les projections du climat futur suggèrent aussi des tendances à la hausse des précipitations sur l'ensemble de la province sur une base annuelle (68). Encore une fois, des nuances sont à prévoir selon les saisons et les régions, l'hiver et le printemps étant caractérisés par des hausses alors que la direction du changement des cumuls de précipitations estivaux et automnaux varie d'une région à l'autre (68). Le consensus sur les valeurs extrêmes des précipitations est quant à lui probant. En effet, des hausses significatives des précipitations abondantes et extrêmes sont attendues pour toutes les régions du Québec (68).

## Sécheresses, changement dans le couvert neigeux et diminution de la glace

En plus des fortes hausses de températures et des précipitations abondantes et extrêmes attendues, les sécheresses, le changement dans le couvert neigeux et la diminution de la glace sont quelques-uns des changements climatiques et phénomènes résultants qui pourront influencer la transmission des zoonoses à travers divers mécanismes. Une synthèse des changements observés et projetés pour ces paramètres climatiques au Québec ont été publiés par Ouranos (68).

<sup>A</sup> La saison de croissance est la période durant laquelle les conditions météorologiques sont propices à la croissance des végétaux. La durée de la saison de croissance est limitée par divers facteurs, comme la température de l'air, le nombre de jours de gel, la pluviosité et les heures de clarté (<https://www.mcan.gc.ca/forets/changements-climatiques/changements-forestiers/18471>).

## DÉFINITIONS

**+** Les **changements climatiques** sont caractérisés par des variations de l'état du climat, lesquels peuvent être décelés par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité et qui persistent pendant une longue période, généralement des décennies ou plus (30). Ces changements sont dus soit à des causes naturelles ou soit à des causes attribuables aux activités humaines.

Les **variations de l'état moyen du climat** et de ses autres paramètres statistiques (écarts types, extrêmes), aussi appelées variabilité du climat, se produisent à diverses échelles temporelles (saison, année, décennie, siècle) (14). Ainsi, certains hivers sont plus froids que d'autres et les précipitations totales diffèrent d'une décennie à l'autre (14). La variabilité du climat peut être due à des processus naturels (courant El Niño, éruption volcanique) ou encore à des facteurs anthropiques (émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique).

Les **aléas météorologiques et les aléas climatiques** sont associés à des phénomènes extrêmes ou graves (tempête, pluie diluvienne, inondation, canicule) causés par la variabilité naturelle du climat ou par l'augmentation des gaz à effet de serre d'origine anthropique. Toutefois, les aléas météorologiques se produisent à l'échelle de quelques journées alors que les aléas climatiques se démarquent par un signal sur plusieurs années.

## Quels sont les impacts de la variabilité du climat et des aléas météorologiques ou climatiques sur les zoonoses au Québec?

L'augmentation continue des températures moyennes dans le sud du Canada est probablement une des causes de l'émergence de la maladie de Lyme (voir l'encadré). L'impact des changements climatiques sur d'autres zoonoses au Québec est moins bien connu.

Par contre, plusieurs études ont montré un lien entre les conditions météorologiques et/ou les facteurs climatiques (essentiellement les précipitations et la température) d'une part et l'épidémiologie des zoonoses et/ou leurs effets sur la santé humaine d'autre part (voir l'exemple d'une éclosion de *campylobactérose* dans l'encadré). Ces liens suggèrent que les changements climatiques peuvent avoir des impacts sur plusieurs zoonoses au Québec.

## RÔLE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS L'ÉMERGENCE DE LA MALADIE DE LYME

**+** La maladie de Lyme est en augmentation au Québec et au Canada depuis le début de la décennie. En seulement six ans, dix fois plus de cas de maladie de Lyme ont été déclarés aux directions régionales de santé publique du Québec, passant de 32 cas en 2011 à 329 cas en 2017<sup>B</sup>. Pour l'instant, les régions les plus touchées sont l'Estrie et la Montérégie avec des incidences respectives de 26,1 par 100 000 habitants et de 7,3 par 100 000 habitants<sup>1</sup>.

La rapidité de l'émergence de la maladie de Lyme pourrait en partie s'expliquer par le fait que l'augmentation de la température améliore les conditions nécessaires à la survie, au développement et à la reproduction des tiques vectrices de la maladie de Lyme, prolonge la période d'activité des tiques (recherche d'hôtes intensifiée et saison d'activité plus longue) et donc la durée d'exposition des humains aux tiques (5).

Une étude démontre que les tiques pourraient gagner entre 35 et 55 km dans leur distribution géographique chaque année au Canada (51). D'autres études soulignent que leur expansion est déterminée en grande partie par le réchauffement du climat, entraînant un problème de santé publique d'envergure pour le Canada et en particulier pour le Québec (5, 20, 44, 67).

## RÔLE POSSIBLE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DANS LA SURVENUE D'UNE ÉCLOSION DE GASTRO-ENTÉRITE AIGÛE

**+** Durant l'été 2018, une éclosion de gastro-entérite aigüe (GEA), incluant 8 cas déclarés de *campylobactérose*, est survenue chez des résidents d'une municipalité de 2 321 habitants distribués sur un territoire agro-industriel (présence d'animaux de ferme, de fumiers et de terres agricoles) de la région de Chaudière-Appalaches (37).

L'enquête épidémiologique de type cohorte populationnelle rétrospective a permis de constater que la consommation de l'eau potable de la ville augmente de 18 fois le risque d'être atteint par un épisode de GEA. De plus, l'enquête a montré que des conditions météorologiques et de loisirs ont une relation temporelle et une plausibilité biologique avec le déclenchement de l'éclosion. Des pluies abondantes (entre 7, 8 et 19 mm/jour) et des vagues de chaleur (entre 30,5 et 33,6 °C/jour durant quatre jours consécutifs) ont précédé la semaine du pic de l'éclosion. Elles coïncident avec l'ouverture des jeux d'eaux de la municipalité et d'un événement public (tire de tracteurs) qui ont attiré la participation de la majorité des résidents de la municipalité. Ces facteurs ont pu jouer un rôle amplificateur dans l'exposition de la population à un réseau de distribution d'eau potable sans système de désinfection et dont la vulnérabilité et la contamination ont été mises en évidence.

Des limites méthodologiques (ressources disponibles), microbiologiques (des pathogènes entériques sont souvent fastidieux à isoler), de surveillance (pas toutes les GEA sont à déclaration obligatoire) ont empêché de confirmer par des critères plus solides une hypothèse d'association entre l'éclosion et les conditions météorologiques. Cependant, ces résultats sont compatibles avec des études qui ont exploré le lien entre les changements climatiques et les éclosions de GEA et de *campylobactérose* (18, 61, 78, 80).

**Auteurs :** Soto J<sup>1</sup>, Barakat M<sup>1</sup>, Drolet M-J<sup>2</sup>, Lessard J<sup>2</sup>, Lambert J<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Institut national de santé publique du Québec

<sup>2</sup> Direction de santé publique, CISSS de Chaudière-Appalaches

<sup>B</sup> Infocentre de santé publique de l'Institut national de santé publique du Québec, extraction du 20 février 2019.

Le **tableau 1** présente les principaux mécanismes connus ou suspectés permettant d'expliquer les impacts des changements climatiques à travers la variabilité du climat et les aléas météorologiques ou climatiques sur les pathogènes zoonotiques, les hôtes animaux, les vecteurs et les humains. Ces mécanismes sont détaillés pour les 14 zoonoses priorisées par l'Observatoire (38,

39). Les liens documentés ou suspectés entre le climat et la santé humaine au regard de ces zoonoses sont également présentés. L'ensemble de ces changements pourront avoir un impact sur l'incidence des zoonoses avec des effets synergiques ou antagonistes.

**Tableau 1 Principaux mécanismes documentés liant les aléas météorologiques et la variabilité du climat à la transmission des zoonoses prioritaires par l'Observatoire et exemples d'effets avérés ou suspectés sur la santé humaine**

Principaux mécanismes liant le climat aux différents maillons de la chaîne de transmission des zoonoses		Exemples d'effets sur la santé humaine	
Mécanismes généraux	Exemples		
Augmentation significative de la température	Augmentation/diminution de la survie des pathogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution de la survie de <i>Campylobacter</i> dans l'eau de surface, les effluents, les sols amendés et le sol en environnement urbain (35,42,79,81).</li> <li>Diminution de la survie de <i>Salmonella</i> et <i>Escherichia coli</i> vérocytotoxigène (E. coli VT) dans le sol et les eaux de surface (24,35,36).</li> <li>Augmentation possible de la contamination par des organismes se multipliant à de basses températures (au-dessus du point de congélation), comme <i>Listeria</i>, attribuable aux températures plus douces en hiver et à la diminution des périodes de gel (77).</li> <li>Diminution de la survie de <i>Coxiella burnetii</i> (C. burnetii) dans le sol (22).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pic saisonnier marqué en été du taux d'incidence de la campylobactériose, associé avec la température moyenne ambiante (2). Le rôle des augmentations à court terme de la température ainsi que les principaux mécanismes responsables de la saisonnalité ne sont pas clairement démontrés (48).</li> <li>Augmentation de l'incidence de cryptosporidiose au milieu de l'été (8,40,49).</li> <li>Augmentation du pic estival dans l'incidence de la salmonellose, associée de façon récurrente avec des températures plus chaudes durant les mois d'été (23,56,91).</li> <li>Augmentation de l'incidence d'infections à E. coli pathogène associée à une augmentation de la température ambiante (1,69).</li> <li>Précocité et plus grande intensité de la grippe saisonnière si la température moyenne de l'hiver précédent a été plus élevée (83).</li> <li>Expansion spatio-temporelle des cas de maladie de Lyme et de maladies transmises par les moustiques chez les humains : plus de régions touchées et plus longues périodes à risque d'exposition (5,28,55).</li> </ul>
	Augmentation/diminution de la prolifération des pathogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution de la période d'incubation intrinsèque d'arbovirus tels que le virus du Nil occidental (VNO) et le virus de l'encéphalite équine de l'Est (virus de l'EEE) chez le vecteur moustique (accélération de leur vitesse de réplication) (55,57,67).</li> <li>Augmentation possible de la croissance de certains pathogènes, incluant E. coli et <i>Salmonella</i>, car les températures plus chaudes, surtout en hiver, peuvent favoriser une charge plus importante de micro-organismes et de nutriments dans les systèmes d'eau potable, favorisant la croissance d'un biofilm à l'intérieur des systèmes de distribution, ce qui pourrait favoriser leur présence (53).</li> <li>Augmentation du taux de germination des spores de <i>Clostridium botulinum</i> et de la production de toxine botulinique dans l'environnement (70).</li> </ul>	
	Modification de la distribution et des dynamiques de populations des vecteurs et des hôtes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration des conditions de survie et de reproduction des vectrices de <i>Borrelia burgdorferi</i> (B. burgdorferi), conduisant à une accélération de leur cycle de vie avec une expansion vers le nord (4,11,17,64,65,66,67) et une augmentation de leur abondance (27).</li> <li>Augmentation de l'activité des tiques vectrices de B. burgdorferi, résultant d'un comportement accru de recherche d'hôtes et entraînant une activité saisonnière plus longue (31,67).</li> <li>Modification de l'aire de distribution des rongeurs et des cerfs (6,52,73,75), hôtes réservoirs pour B. burgdorferi, ainsi que leur abondance et leur activité (44,57,75).</li> <li>Accélération du développement de stades immatures des moustiques vecteurs d'arbovirus, tels que le VNO et le virus de l'EEE, conduisant à une augmentation de leur taux de reproduction et une augmentation exponentielle de leurs populations (3,54).</li> <li>Augmentation de la densité de mouches domestiques, un vecteur potentiel de <i>Campylobacter</i> pour les humains et les volailles (réservoir important) (33,72).</li> <li>Augmentation de l'abondance des oiseaux d'eau, les réservoirs naturels des virus influenza A, ce qui peut augmenter le risque de transmission inter espèces (oiseaux-oiseaux et oiseaux-humain) (25,32,84).</li> <li>Modification de la distribution, de la composition et des comportements migratoires des oiseaux sauvages résultant en une redistribution des virus influenza chez les populations d'oiseaux (31,84).</li> <li>Augmentation de la densité et de l'aire de répartition des rats laveurs, réservoirs du virus de la rage, du fait de conditions climatiques plus clémentes (hiver moins long et rigoureux), qui favorisent une meilleure disponibilité alimentaire (38,50).</li> <li>Augmentation possible des épidémies à Hantavirus puisque les températures élevées pourraient favoriser l'abondance et la survie des rongeurs réservoirs (16,46,71).</li> </ul>	

**Tableau 1 Principaux mécanismes documentés liant les aléas météorologiques et la variabilité du climat à la transmission des zoonoses prioritaires par l'Observatoire et exemples d'effets avérés ou suspectés sur la santé humaine (suite)**

Principaux mécanismes liant le climat aux différents maillons de la chaîne de transmission des zoonoses		Exemples d'effets sur la santé humaine
Mécanismes généraux	Exemples	
Augmentation de la température (suite)	<p>Changement des habitudes/comportements humains favorisant ou diminuant l'exposition aux pathogènes, hôtes/ vecteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la fréquence et la durée des baignades en eaux récréatives : la baignade en eau récréative a été identifiée comme un facteur de risque pour l'infection par <i>Campylobacter</i> (19).</li> <li>Prolongation de la période de comportements alimentaires à risque (59) : les repas au barbecue ont été identifiés comme un facteur de risque pour l'infection par <i>Campylobacter</i> (19).</li> <li>Augmentation des activités extérieures tôt au printemps et tard en automne, port de vêtements courts favorisant l'exposition aux piqûres de tiques et de moustiques, vecteurs de <i>B. burgdorferi</i>, du VNO et du virus de l'EEE (5,55).</li> </ul>	
	<p>Augmentation de la dispersion des pathogènes (lessivage ou dispersion directe, débordements d'eau par les ouvrages de surverse, infiltrations dans l'eau des puits)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la détection de <i>Campylobacter</i> dans les eaux récréatives et les eaux de rivière, associée avec l'augmentation des précipitations (34,41,59).</li> <li>Augmentation du risque de contamination par <i>Listeria</i> dans les piscicultures suivant des événements de précipitation (58).</li> <li>Augmentation du risque de dispersion directe de <i>Listeria</i> du sol vers les plantes cultivées pendant des événements de pluie (35).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation du taux d'incidence de la <i>campylobactériose</i> associé avec les précipitations moyennes, l'humidité et les événements de précipitations extrêmes (35,47,76,81,88).</li> <li>Augmentation de l'incidence de la <i>cryptosporidiose</i> (10,40,49).</li> <li>Augmentation du nombre de cas déclarés de giardiase (12,29).</li> <li>Les précipitations, et plus particulièrement les événements pluvieux intenses pourraient augmenter les niveaux de contamination des eaux potables et des eaux à vocation récréative, affectant par conséquent l'incidence de certaines maladies entériques, incluant la salmonellose (86) et les infections à <i>E. coli</i> (63).</li> </ul>
	<p>Diminution de l'efficacité des traitements par augmentation de la turbidité des eaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la dispersion des matières en suspension dans les eaux de surface, causée par les fortes précipitations, réduisant l'inactivation solaire survenant dans ces eaux, ce qui augmente la survie de pathogènes dans l'eau comme <i>Cryptosporidium</i> et <i>Giardia</i> (89).</li> </ul>	
<p>Modification de la distribution et des dynamiques de populations des vecteurs et des hôtes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la prévalence des hantavirus associée avec l'augmentation des précipitations et la croissance dans l'abondance des rongeurs (21,60); des hivers doux et des périodes de sécheresse suivies de pluies abondantes semblent faire augmenter de façon marquée les populations de rongeurs (13).</li> <li>Meilleure disponibilité des habitats propices à la ponte et au développement des moustiques vecteurs d'arbovirus, tel que documenté pour le VNO (55,87,90).</li> <li>Augmentation de l'abondance des oiseaux d'eau, les réservoirs naturels des virus influenza A, ce qui peut augmenter le risque de transmission inter espèces (oiseaux-oiseaux et oiseaux-humain) (25,32,84).</li> <li>Modification de la distribution, de la composition et des comportements migratoires des oiseaux sauvages résultant en une redistribution des virus influenza chez les populations d'oiseaux (32,84).</li> </ul>		
<p>Augmentation de la survie des pathogènes dans des sols humides</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meilleure survie de <i>E. coli</i>, <i>Salmonella</i> et <i>Listeria</i>, associée à un sol mal drainé et humide (35).</li> </ul>		

**Tableau 1 Principaux mécanismes documentés liant les aléas météorologiques et la variabilité du climat à la transmission des zoonoses prioritaires par l'Observatoire et exemples d'effets avérés ou suspectés sur la santé humaine (suite)**

Principaux mécanismes liant le climat aux différents maillons de la chaîne de transmission des zoonoses			Exemples d'effets sur la santé humaine
Mécanismes généraux	Exemples		
Sécheresse et vent	Dispersion par aérosol des pathogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la dispersion par aérosol des poussières contaminées par <i>C. burnetii</i> (dispersion sur plus de 15 km dans des conditions favorables) (15,82).</li> <li>Augmentation du risque qu'une ferme de bovins laitiers (réservoirs) soit infectée par <i>C. burnetii</i>, associée à la force des vents et aux températures élevées (62).</li> </ul>	
	Modification des dynamiques de populations des vecteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absence de sites de ponte et de gîtes larvaires pour les moustiques vecteurs d'arbovirus, tel que documenté pour le VNO (55,87,90).</li> </ul>	
	Augmentation de la dispersion des pathogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des longues périodes de sécheresse entraînent une modification des propriétés hydrophobiques du sol, ce qui peut mener à un ruissellement plus important lors de fortes pluies et augmenter ainsi le transport de bactéries pathogènes dans les eaux de surface comme <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> (7).</li> </ul>	
Changement couvert neigeux et diminution de la glace de mer	Modification de la distribution et des dynamiques de populations des hôtes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modification de la transmission du virus de la rage du renard par la déstabilisation des ressources alimentaires et la capacité de mouvement du principal réservoir, le renard arctique (26,45,74).</li> <li>Compétition avec le renard roux et risque d'incursion du virus de la rage du renard vers le sud (26,45,74).</li> </ul>	

## Nouvelles

### Un livre et une formation sur les changements climatiques et la santé

---

Des experts de l'INSPQ (Dr Pierre Gosselin, Céline Campagna et Ray Bustinza) et de l'Institut national de la recherche scientifique (Diane Bélanger), en collaboration avec Melissa Sant'Ana de l'INSPQ ont publié en février 2019 un livre portant sur les incidences des changements climatiques sur la santé : Changements climatiques et santé. Prévenir, soigner et s'adapter. <https://www.pulaval.com/produit/changements-climatiques-et-sante-prevenir-soigner-et-s-adapter>

Tous les contenus scientifiques se retrouvent également au cœur d'une formation en ligne de type MOOC. <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:inspq+117001+session01/about>

### Flash Vigie : éclosion de toxoplasmose et bulletin sur la maladie de Lyme, le virus du Nil occidental et les autres arboviroses

---

Le Flash Vigie du mois de mars dernier revient sur le signalement de décembre 2018 de toxoplasmose liée à la consommation de viande de chevreuil insuffisamment cuite. [http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/flashvigie/FlashVigie\\_vol14\\_no3.pdf](http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/flashvigie/FlashVigie_vol14_no3.pdf)

Pour le mois de juin, le Flash Vigie présente les bilans de la saison 2018 pour la surveillance et les interventions en lien avec la maladie de Lyme et les maladies transmises par les moustiques. <http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000052/>

### Lancement d'un site web d'indicateurs climatiques

---

Un nouveau site web réalisé en collaboration par le Centre canadien de services climatiques, le Centre de Recherche Informatique de Montréal et Ouranos est maintenant en ligne. Il présente divers indicateurs climatiques en climat actuel et futur, pour tout le Canada. <https://donneesclimatiques.ca/>

### Conférences Web en épidémiologie de terrain

---

La communauté de pratique en épidémiologie de terrain (CP-EPITER) travaille actuellement sur sa prochaine programmation de conférences Web qui sera annoncée en septembre.

Pour en savoir plus sur la CP-EPITER : <https://www.inspq.qc.ca/epidemiologie-de-terrain/communaute-de-pratique-en-epidemiologie-de-terrain>

### Deux numéros du RMTC sur les changements climatiques et les maladies infectieuses

---

Le Relevé des maladies transmissibles au Canada (RMTC), une publication bilingue et libre d'accès revue par un comité de lecture portant sur la prévention et le contrôle des maladies infectieuses, a publié en avril et mai 2019 deux numéros portant sur les changements climatiques et les maladies infectieuses, plus spécifiquement sur les défis qui y sont liés, ainsi que les solutions novatrices qui peuvent s'y rattacher. Un article décrivant l'Observatoire écrit par ses membres y est publié. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/rapports-publications/releve-maladies-transmissibles-canada-rmtc.html>

## Références

- Acquaotta F, Ardissino G, Fratianni S, Perrone M, 2017. Role of climate in the spread of shiga toxin-producing *Escherichia coli* infection among children. *International Journal of Biometeorology* 61(9): 1647-1655.
- Allard R, Plante C, Garnier C, Kosatsky T, 2011. The reported incidence of campylobacteriosis modelled as a function of earlier temperatures and numbers of cases, Montreal, Canada, 1990-2006. *International Journal of Biometeorology* 55: 353-360.
- Alto BW, Juliano SA, 2001. Temperature effects on the dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) populations in the laboratory. *Journal of Medical Entomology* 38(4):548-556.
- Bouchard C, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR, Bélanger D, Ogden NH, 2011. Associations between *Ixodes scapularis* ticks and small mammal hosts in a newly endemic zone in southeastern Canada: implications for *Borrelia burgdorferi* transmission. *Ticks and Tick-borne Diseases* 2(4):183-190.
- Bouchard C., Dibernardo A, Koffi J, Wood H, Leighton PA, Lindsay LR, 2019. Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. *Canada Communicable Disease Report* (sous presse).
- Bouchard C, Leighton PA, Beauchamp G, Nguon S, Trudel L, Milord F, Lindsay LR, Bélanger D, Ogden NH, 2013. Harvested white-tailed deer as sentinel hosts for early establishing *Ixodes scapularis* populations and risk from vector-borne zoonoses in southeastern Canada. *Journal of Medical Entomology* 50(2):384-393.
- Boxall ABA, Hardy A, Beulke S, Boucard T, Burgin L, Falloon PD, Haygarth PM, Hutchinson T, Kovats RS, Leonardi G, Levy LS, Nichols G, Parsons SA, Potts L, Stone D, Topp E, Turley DB, Walsh K, Wellington EMH, Williams RJ, 2009. Impacts of climate change on indirect human exposure to pathogens and chemicals from agriculture. *Environmental Health Perspectives* 117(4): 508-514.
- Brankston G, Boughen C, Ng V, Fisman D, Sargeant JM, Greer AL, 2018. Assessing the impact of environmental exposures and *Cryptosporidium* infection in cattle on human incidence of cryptosporidiosis in Southwestern Ontario, Canada. *PLoS One* 13(4): e0196573.
- Briand S, Ouhoumanne N, Thivierge K, 2018. Faits saillants 2018. Cartographie du risque d'acquisition de la maladie de Lyme. Québec : Institut national de santé publique du Québec.
- Britton E, Hales S, Venugopal K, Baker MG, 2010. The impact of climate variability and change on cryptosporidiosis and giardiasis rates in New Zealand. *Journal of water and health* 8(3): 561-571.
- Brownstein JS, Holford TR, Fish D, 2005. Effect of climate change on Lyme disease risk in North America. *Ecohealth* 2(1):38-46.
- Cacciò SM, Thompson RCA, McLauchlin J, Smith HV, 2005. Unravelling *Cryptosporidium* and *Giardia* epidemiology. *Trends in Parasitology* 21(9) : 430-437.
- Charron D, Fleury M, Lindsay LR, Ogden N, Schuster CJ, 2008. Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Santé et changements climatiques: évaluations des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada 196-224.
- Charron I, 2016. Guide sur les scénarios climatiques : Utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation, Édition 2016. Ouranos, 94 p.
- Clark NJ, Soares Magalhaes RJ, 2018. Airborne geographical dispersal of Q fever from livestock holdings to human communities: a systematic review and critical appraisal of evidence. *BMC Infectious Diseases* 18, 218.
- Clement J, Vercauteren J, Verstraeten WW, Ducoffre G, Barrios JM, Vandamme AM, Maes P, Van Ranst M, 2009. Relating increasing hantavirus incidences to the changing climate: the mast connection. *International Journal of Health Geographics* 8:1.
- Clow KM, Leighton PA, Ogden NH, Lindsay LR, Michel P, Pearl DL, Jardine CM, 2017. Northward range expansion of *Ixodes scapularis* evident over a short timescale in Ontario, Canada. *PLoS One* 12(12):e0189393.
- Curriero FC, Patz JA, Rose JB, Lele S, 2001. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health* 91(8):1194-1199.
- David J, Pollari F, Pintar K, Nesbitt A, Butler A, Ravel A, 2017. Do contamination of and exposure to chicken meat and water drive the temporal dynamics of *Campylobacter* cases? *Epidemiology and Infection* 145(15): 3191-3203.
- Ebi KL, Ogden NH, Semenza JC, Woodward A, 2017. Detecting and Attributing Health Burdens to Climate Change. *Environmental health perspectives* 125(8): 085004.
- Engelthaler DM, Mosley DG, Cheek JE, Levy CE, Komatsu KK, Etestad P, Davis T, Tanda DT, Miller L, Frampton JW, Porter R, Bryan RT, 1999. Climatic and environment patterns associated with hantavirus pulmonary syndrome, Four Corners region, United States. *Emerging Infectious Diseases* 5: 87-94.
- Evstigneeva AS, Ul'yanova TY, Tarasevich IV, 2007. The survival of *Coxiella burnetii* in soils. *Eurasian Soil Science* 40(5):565-568.
- Fleury M, Charron DF, Holt JD, Allen OB, Maarouf AR, 2006. A time series analysis of the relationship of ambient temperature and common bacterial enteric infections in two Canadian provinces. *International Journal of Biometeorology* 50(6): 385-391.
- Flint KP, 1987. The long-term survival of *Escherichia coli* in river water. *Journal of Applied Bacteriology* 63(3): 261-270.
- Forcey GM, Linz GM, Thogmartin WE, Bleier WJ, 2007. Influence of land use and climate on wetland breeding birds in the Prairie Pothole region of Canada. *Canadian Journal of Zoology* 85: 421-436.
- Fuglei E, Ims RA, 2008. Global warming and effects on the arctic fox. *Science Progress* 91.175-191.
- Gasmi S, Bouchard C, Ogden NH, Adam-Poupart A, Pelcat Y, Rees EE, Milord F, Leighton AP, Lindsay RL, Kokki JK, Thivierge K, 2018. Evidence for increasing densities and geographic ranges of tick species of public health significance other than *Ixodes scapularis* in Quebec, Canada. *PLoS One* 13(8):e0201924.
- Gasmi S, Ogden NH, Ripoche M, Leighton PA, Lindsay RL, Nelder MP, Rees E, Bouchard C, Vrbova L, Rusk R, Russell C, Pelcat Y, Mechai S, Kotchi S-O, Koffi JK, 2019. Detection of municipalities at-risk of Lyme disease using passive surveillance of *Ixodes scapularis* as an early signal: A province-specific indicator in Canada. *PLoS One* 14(2): e0212637.

29. Gaurier L, Soto J, Barakat M, 2018. Le mystère de la giardiose : une étude descriptive de la situation québécoise. JASP 2018. 4-5 décembre 2018, Montréal, Québec. Cahier des communications affichées.
30. GIEC, 2014. Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.
31. Gilbert L, Aungier J, Tomkins JL, 2014. Climate of origin affects tick (*Ixodes ricinus*) host-seeking behavior in response to temperature: implications for resilience to climate change? Ecology and Evolution 4(7):1186-1198.
32. Gilbert M, Slingenbergh J, Xiao X, 2008. Climate change and avian influenza. Revue Scientifique et Technique 27(2): p.459-466.
33. Gill C, Bahrndorff S, Lowenberger C, 2017. *Campylobacter jejuni* in *Musca domestica*: An examination of survival and transmission potential in light of the innate immune responses of the house flies. Insect Science 24: 584-598.
34. Guy RA, Arsenault J, Kotchi SO, Gosselin-Theberge M, Champagne MJ, Berthiaume P, 2018. *Campylobacter* in recreational lake water in southern Quebec, Canada: presence, concentration, and association with precipitation and ruminant farm proximity. Journal of Water and Health 16: 516-529.
35. Hellberg RS, Chu E, 2016. Effects of climate change on the persistence and dispersal of foodborne bacterial pathogens in the outdoor environment: A review. Critical Reviews in Microbiology 42(4):548-572.
36. Ibrahim EME, El-Liethy MA, Abia ALK, Hemdan BA, Shaheen MN, 2019. Survival of *E. coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium*, *HAdV2* and *MNV-1* in river water under dark conditions and varying storage temperatures. Science of The Total Environment 648: 1297-1304.
37. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), 2018. Rapport d'enquête épidémiologique – Éclosion à *Campylobacter* et de gastroentérite aiguë - RSS 12. DSPublique, CISSS Chaudière-Appalaches 69p.
38. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et Université de Montréal (UdeM), 2017. [Portrait des zoonoses prioritaires par l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques en 2015](#). Montréal 104 p.
39. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et Université de Montréal (UdeM), 2017. [Priorisation des zoonoses au Québec dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques à l'aide d'un outil d'aide à la décision multicritère](#). Montréal 59 p.
40. Jagai JS, Castronovo DA, Monchak J, Naumova EN, 2009. Seasonality of Cryptosporidiosis: a meta-analysis approach. Environmental Research 109(4): 465-478.
41. Jokinen CC, Edge TA, Koning W, Laing CR, Lapen DR, Miller J, Mutschall S, Scott A, Taboada EN, Thomas JE, Topp E, Wilkes G, Gannon VP, 2012. Spatial and temporal drivers of zoonotic pathogen contamination of an agricultural watershed. Journal of Environmental Quality 41: 242-252.
42. Jones NR, Millman C, van der Es M, Hukelova M, Forbes KJ, Glover C, Haldenby S, Hunter PR, Jackson K, O'Brien SJ, Rigby D, Strachan NJC, Williams N, Lake IR, Consortium E, 2017. Novel sampling method for assessing human-pathogen interactions in the natural environment using boot socks and citizen scientists, with application to *Campylobacter* seasonality. Applied and Environmental Microbiology 83.
43. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P, 2008. Global trends in emerging infectious diseases. Nature 451:990.
44. Kilpatrick AM, Dobson ADM, Levi T, Salkeld DJ, Swee A, Ginsberg HS, Kjemtrup A, Padgett KA, Jensen PM, Fish D, Ogden NH, Diuk-Wasser MA, 2017. Lyme disease ecology in a changing world: consensus, uncertainty and critical gaps for improving control. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 372:1722.
45. Kim B I, Blanton JD, Gilbert A, Castrodale L, Hueffer K, Slate D, Rupprecht CE, 2014. A conceptual model for the impact of climate change on fox rabies in Alaska, 1980-2010. Zoonoses and Public Health 61:72-80.
46. Klempa B, 2009. Hantaviruses and climate change. Clinical Microbiology and Infection 15: 518-523.
47. Kuhn KG, Nielsen EM, Molbak K, Ethelberg S, 2018. Epidemiology of campylobacteriosis in Denmark 2000-2015. Zoonoses and Public Health 65: 59-66.
48. Lake IR, Gillespie IA, Bentham G, Nichols GL, Lane C, Adak GK, Threlfall EJ, 2009. A re-evaluation of the impact of temperature and climate change on foodborne illness. Epidemiology and Infection 137: 1538-1547.
49. Lal A, Baker MG, Hales S, French NP, 2013. Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. Trends in Parasitology 29 (2):83-90.
50. Larivière S, 2004. Range expansion of raccoons in the Canadian prairies: review of hypotheses. BioOne: 955-963.
51. Leighton PA, Koffi JK, Pelcat Y, Lindsay LR, Ogden NH, 2012. Predicting the speed of tick invasion: an empirical model of range expansion for the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. Journal of Applied Ecology 49: 457-464.
52. Levi T, Kilpatrick AM, Mangel M, Wilmers CC, 2012. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109(27):10942-10947.
53. Levin RB, Epstein PR, Ford TE, Harrington W, Olson E, Reichard EG, 2002. U.S. drinking water challenges in the twenty-first century. Environmental Health Perspectives 110(suppl 1): 43-52.
54. Lindgren E, 2012. Mapping climate change vulnerabilities to infectious diseases in Europe. Environmental Health Perspectives 120(3):385-392.
55. Ludwig A, Zheng H, Vrbova, L, Drebot MA, Iranpour M, Lindsay LR, 2019. Increased risk of endemic mosquito-borne diseases in Canada due to climate change. Canada Communicable Disease Report (sous presse).
56. Luma A, Anwar AH, S. RR, 2014. Effects of Climate Change on Salmonella Infections. Foodborne Pathogens and Disease 11(12): 974-980.

57. Mallya S, Sander B, Roy-Gagnon MH, Taljaard M, Jolly A, Kulkarni MA, 2018. Factors associated with human West Nile virus infection in Ontario: a generalized linear mixed modelling approach. *BMC Infectious Diseases* 18(1):141.
58. Miettinen H, Wirtanen G, 2006. Ecology of *Listeria spp.* in a fish farm and molecular typing of *Listeria monocytogenes* from fish farming and processing companies. *International Journal of Food Microbiology* 112: 138–146.
59. Milazzo A, Giles LC, Zhang Y, Koehler AP, Hiller JE, Bi P, 2017. Factors influencing knowledge, food safety practices and food preferences during warm weather of Salmonella and Campylobacter cases in South Australia. *Foodborne Pathogens and Disease* 14: 125-131.
60. Mills JN, Ksiazek TG, Peters CJ, Childs JE, 1999. Long-term studies of hantavirus reservoir populations in the southwestern United States: a synthesis. *Emerging Infectious Diseases* 5:135–142.
61. Nichols G, Lane C, Asgari N, Verlander NQ, Charlett A, 2009. Rainfall and outbreaks of drinking water related disease and in England and Wales. *Journal of Water Health* 7(1):1-8.
62. Nusinovici S, Frössling J, Widgren S, Beaudeau F, Lindberg A, 2015. Q fever infection in dairy cattle herds: Increased risk with high wind speed and low precipitation. *Epidemiology and Infection* 143(15): 3316-3326.
63. O'Dwyer J, Morris Downes M, Adley CC, 2015. The impact of meteorology on the occurrence of waterborne outbreaks of vero cytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC): A logistic regression approach. *Journal of Water and Health* 14: 39-46.
64. Ogden NH, Barker IK, Francis CM, Heagy A, Lindsay LR, Hobson KA, 2015. How far north are migrant birds transporting the tick *Ixodes scapularis* in Canada? Insights from stable hydrogen isotope analyses of feathers. *Ticks and tick-borne diseases* 6(6):715-720.
65. Ogden NH, Bigras-Poulin M, O'Callaghan CJ, Barker IK, Lindsay LR, Maarouf A, Smoyer-Tomic KE, Waltner-Toews D, Charron D, 2005. A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick *Ixodes scapularis*. *International Journal of Parasitology* 35(4):375-389.
66. 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* 118(7):909-914.
67. Ogden NH, L. Robbin Lindsay, 2016. Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. *Trends in Parasitology* 32 (8): 646-656.
68. Ouranos, 2015. Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Evolution climatique au Québec. Edition 2015. Montreal, Quebec : Ouranos, 114 p.
69. Paredes-Paredes M, Okhuysen PC, Flores J, Mohamed JA, Padda RS, Gonzalez-Estrada A, Haley CA, Carlin LG, Nair P, DuPont HL, 2011. Seasonality of diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes in the US students acquiring diarrhea in Mexico. *Journal of Travel Medicine* 18(2): 121-125.
70. Parkinson AJ, Evengård B, 2009. Climate change, its impact on human health in the Arctic and the public health response to threats of emerging infectious diseases. *Global Health Action* 2.
71. Prist PR, Uriarte M, Fernandes K, Metzger JP, 2017. Climate change and sugarcane expansion increase Hantavirus infection risk. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11(7): e0005705.
72. Royden A, Wedley A, Merga J, Rushton S, Hald B, Humphrey T, Williams N, 2016. A role for flies (Diptera) in the transmission of *Campylobacter* to broilers? *Epidemiology and Infection* 144(15):3326-3334.
73. Roy-Dufresne E, Logan T, Simon JA, Chmura GL, Millien V, 2013. Poleward expansion of the white-footed mouse (*Peromyscus leucopus*) under climate change: implications for the spread of Lyme disease. *PLoS One* 8(11):e80724.
74. Simon A, Bélanger D, Leighton PA, 2014. La rage dans les populations de renards au nord du 55e parallèle et les effets potentiels des changements climatiques. Institut national de santé publique du Québec. p. 25.
75. Simon JA, Marrotte RR, Desrosiers N, Fiset J, Gaitan J, Gonzalez A, Koffi JK, Lapointe FJ, Leighton PA, Lindsay LR, Logan T, Milord F, Ogden NH, Rogic A, Roy-Dufresne E, Suter D, Tessier N, Millien V, 2014. Climate change and habitat fragmentation drive the occurrence of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease, at the northeastern limit of its distribution. *Evolutionary Applications* 7(7):750-764.
76. Soneja S, Jiang C, Romeo Upperman C, Murtugudde R, S Mitchell C, Blythe D, Sapkota AR, Sapkota A, 2016. Extreme precipitation events and increased risk of campylobacteriosis in Maryland, U.S.A. *Environmental Research* 149:216-221.
77. Strawn LK, Fortes ED, Bihn EA, Nightingale KK, Gröhn YT, Worobo RW, Wiedmann M, Bergholze PW, 2013. Landscape and meteorological factors affecting prevalence of three food-borne pathogens in fruit and vegetable farms. *Applied and Environmental Microbiology* 79(2): 588-600.
78. Thomas KM, Charron DF, Waltner-Toews D, Schuster C, Maarouf AR, Holt JD, 2006. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975 - 2001. *International Journal of Environmental Health Research* 16(3):167-80.
79. Thomas C, Hill DJ, Mabey M, 1999. Evaluation of the effect of temperature and nutrients on the survival of *Campylobacter spp.* in water microcosms. *Journal of Applied Microbiology* 86 :1024-1032.
80. Thomas MK, Majowicz SE, Sockett PN, Fazil A, Pollari F, Doré K, Flint JA, Edge VL, 2006. Estimated numbers of community cases of illness due to Salmonella, Campylobacter and verotoxigenic *Escherichia coli*: pathogen-specific community rates. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 7(4):229-234.
81. Tirado M, Clarke R, Jaykus L, McQuatters-Gollop A, Frank J, 2010. Climate change and food safety: A review. *Food Research International* 43(7):1745–1765.
82. Tissot-Dupont H, 2009. Climat, environnement et infections respiratoires, *Médecine et Maladies Infectieuses* 39 (3): 200-202.
83. Towers S, Chowell G, Hameed R, Jastrebski M, Khan M, Meeks J, Mubayi A, Harris G, 2013. Climate change and influenza: the likelihood of early and severe influenza seasons following warmer than average winters. *PLoS Currents* 5.
84. Vandegrift KJ, Sokolow SH, Daszak P, Kilpatrick AM, 2010. Ecology of avian influenza viruses in a changing world. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1195:113-128.

85. Van Leuken JP, Swart AN, Droogers P, van Pul A, Heederik D, Havelaar AH, 2016. Climate change effects on airborne pathogenic bioaerosol concentrations: a scenario analysis. *Aerobiologia (Bologna)* 32: 607-617.
86. Wang P, Goggins WB, Chan EYY, 2018. Associations of Salmonella hospitalizations with ambient temperature, humidity and rainfall in Hong Kong. *Environment International* 120: 223-230.
87. Wang J, Ogden N, Zhu H, 2011. The impact of weather conditions on *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae) abundance: a case study in Peel Region. *Journal of Medical Entomology* 48(2):468-475.
88. Weisent J, Seaver W, Odoi A, Rohrbach B, 2014. The importance of climatic factors and outliers in predicting regional monthly campylobacteriosis risk in Georgia, USA. *International Journal of Biometeorology* 58:1865-1878.
89. Williamson CE, Madronich S, Lal A, Zepp RG, Lucas RM, Overholt EP, Rose KC, Schladow SG, Lee-Taylor J, 2017. Climate change-induced increases in precipitation are reducing the potential for solar ultraviolet radiation to inactivate pathogens in surface waters. *Scientific Reports* 7(1): 13033.
90. Yoo EH, Chen D, Diao C, Russell C, 2016. The effects of weather and environmental factors on West Nile virus mosquito abundance in Greater Toronto area. *Earth Interactions* 20(3):1-22.
91. Zhang Y, Bi P, Hiller JE, 2010. Climate variations and Salmonella infection in Australian subtropical and tropical regions. *Science of The Total Environment* 408(3): 524-530.

# Bulletin de l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques

## AUTEURS

Geneviève Germain, M. Sc.  
Julio Soto, M.D., Ph.D.

Direction des risques biologiques et de la santé au travail

Audrey Simon, Ph. D.

Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Julie Arsenault, D.M.V., M. Sc., Ph. D.

Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Geneviève Baron, M.D., M. Sc.

CIUSSS de l'Estrie

Catherine Bouchard, D.M.V., Ph. D.

Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada ;  
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Diane Chaumont, M. Sc.

Scénarios et services climatiques, Ouranos

Patricia Turgeon, D.M.V., Ph. D.

Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada ;  
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

## AVEC LA COLLABORATION DE

Anne-Marie Lowe, M. Sc.,

Anciennement co-coordonnatrice de l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques à l'Institut national de santé publique du Québec, actuellement à la Direction de la prévention et du contrôle des maladies infectieuses, Agence de la santé publique du Canada

## SOUS LA COORDINATION DE

Anne Kimpton, Chef d'unité scientifique

## MISE EN PAGE

Judith Degla, agente administrative

Direction des risques biologiques et de la santé au travail

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](mailto: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<sup>e</sup> trimestre 2019  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN : 978-2-550-84478-5 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2019)

Financé par le Fonds vert du Gouvernement du Québec.

N<sup>o</sup> de publication : 2565