



# Évaluation du risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec

AVIS SCIENTIFIQUE



# Évaluation du risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec

**AVIS SCIENTIFIQUE**

**Direction des risques biologiques et de la santé au travail**

**Juin 2016**

## **AUTEURS**

Anne-Marie Lowe, M. Sc.

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

Anne Fortin, M.D., M. Sc.

Consultante au Département des Capacités globales, Alerte et Action, Organisation mondiale de la Santé  
Vice-présidence à la valorisation scientifique et à la communication, Institut national de santé publique du Québec

Richard Trudel, Ph. D., consultant en entomologie

Institut national de santé publique du Québec

Christian Renaud, M.D.

Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine, Département de microbiologie et immunologie, Université de Montréal

Louise Normandin, Ph. D.

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

Christian Therrien, Ph. D.

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

## **RÉDACTRICE**

Anne-Marie Lowe, M. Sc.

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

## **AVEC LA COLLABORATION DE**

Nicholas H. Ogden, B.V. Sc., D. Phil.

Laboratoire national de microbiologie de Saint-Hyacinthe, Agence de la santé publique du Canada

Yen-Giang Bui, M.D.

Comité consultatif québécois sur la santé des voyageurs, Institut national de santé publique du Québec

## **MISE EN PAGE**

Lyne Théorêt

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

*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 – 2<sup>e</sup> trimestre 2016

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN : 978-2-550-76118-1 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2016)

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes :

- Alejandra Irace-Cima, Anne Kimpton, Ariane Adam-Poupart, Louise Valiquette et Marlène Mercier de l'équipe centrale<sup>1</sup> du Comité scientifique sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques de l'Institut national de santé publique du Québec;
- Marie-Andrée Leblanc, Bureau de surveillance et de vigie, ministère de la Santé et des Services sociaux;
- Colette Gaulin, Direction de la protection de la santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux;
- Julie Soucy, Direction générale adjointe de la santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux;
- Germain Lebel, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec;
- Fiona Hunter, Département des sciences biologiques, Brock University (Ontario);
- Richard Falco, New York State Department of Health, Vector Ecology Laboratory, New York (États-Unis);
- Ilia Rochlin, Division of Vector Control, Suffolk County Department of Public Works, New York (États-Unis);
- Kim Payette-Chapleau, Vice-présidence à la valorisation scientifique et aux communications, Institut national de santé publique du Québec;
- Caroline Quach, Centre universitaire de santé McGill;
- Marc Dionne, Direction des risques biologiques et de la santé au travail, Institut national de santé publique du Québec.

---

<sup>1</sup> À noter que les auteurs du présent document Anne-Marie Lowe et Louise Normandin font également partie de l'équipe centrale du Comité scientifique sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques.



## Table des matières

Liste des tableaux.....	V
Liste des figures.....	V
Glossaire.....	VII
Liste des sigles et acronymes.....	IX
Faits saillants.....	1
Sommaire.....	3
<b>1 Introduction.....</b>	<b>7</b>
1.1 Contexte.....	7
1.2 Réponse du Québec.....	8
<b>2 Méthodologie.....</b>	<b>11</b>
2.1 Colliger les données afin de réaliser un portrait de la situation.....	11
2.2 Mettre sur pied un groupe d'experts.....	11
2.3 Évaluer le risque en fonction de la question et de sa portée.....	12
<b>3 Portrait de l'infection, de la transmission vectorielle et autres modes de transmission.....</b>	<b>15</b>
3.1 L'infection par le virus Zika.....	15
3.2 Transmission vectorielle du virus Zika.....	18
3.3 Autres modes de transmission du virus.....	27
<b>4 Évaluation du risque.....</b>	<b>29</b>
4.1 Clarification de la question et de la portée de l'évaluation du risque.....	29
4.2 Le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika au Québec.....	30
4.3 Le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika à moyen et à long terme au Québec.....	33
4.4 Perception du risque.....	37
<b>5 Conclusion et recommandations.....</b>	<b>39</b>
<b>6 Références.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexe 1 Domaines d'expertises et mandat du Groupe d'experts.....</b>	<b>51</b>
<b>Annexe 2 Lien causal entre la microcéphalie et l'infection à virus Zika.....</b>	<b>55</b>
<b>Annexe 3 Autres complications.....</b>	<b>61</b>



## Liste des tableaux

Tableau 1	Températures moyennes, minimales et maximales de 2004 à 2015 pour certaines régions socio-sanitaires (RSS) du sud du Québec .....	25
Tableau 2	Éléments permettant de clarifier la portée de l'évaluation du risque .....	29
Tableau 3	Catégories de probabilité d'éclosion d'arboviroses transmises par moustiques des CDC .....	32
Tableau 4	Variabes identifiées par un groupe d'experts de l'INSPQ (2013) pour soutenir l'analyse de risque d'introduction d'un agent pathogène au Québec et information propre au virus Zika .....	35

## Liste des figures

Figure 1	Pays et territoires des Amériques où des cas autochtones d'infection à virus Zika ont été confirmés, 2015-2016 (28 avril 2016).....	15
Figure 2	Cycle de transmission du virus Zika.....	19
Figure 3	Distribution des régions dont la température est favorable au développement de populations d' <i>Ae. aegypti</i> (A) et <i>Ae. albopictus</i> (B) .....	22
Figure 4	Prédictions des données climatiques favorables pour <i>Ae. albopictus</i> .....	23



## Glossaire

**Climat** : Synthèse des conditions météorologiques dans une région donnée, caractérisée par des statistiques à long terme (valeurs moyennes, variances, probabilités de valeurs extrêmes, etc.) des éléments météorologiques dans cette région<sup>2</sup>[1].

**Évaluation du risque** : Processus de détermination de la probabilité et des conséquences d'un danger, dans une période et une population définies, et conséquemment le risque que pose ce danger pour la population[2].

**Maladie exotique** : Maladie pour laquelle aucune circulation virale n'a été détectée dans l'environnement, que ce soit auprès d'un vecteur ou d'un hôte[3].

**Menace à la santé** : Correspond à la présence au sein de la population d'un agent biologique, chimique ou physique susceptible de causer une épidémie si la présence de cet agent n'est pas contrôlée selon la *Loi sur la santé publique*. En général, elle concorde avec un risque important pour la santé[4].

**Niveaux de risque** : Le risque peut être classé en « niveaux de risque », définis tel que : degré d'intensité (faible, moyen ou élevé, etc.) attribué à un risque en fonction de l'évaluation de la probabilité et de l'importance (gravité et ampleur) de ses conséquences. Le niveau de risque peut être évalué à l'aide d'une matrice de risque, outil graphique à deux dimensions (probabilité et conséquences). Le niveau de risque devrait idéalement être accompagné d'une appréciation de la fiabilité qu'on attribue à son estimation sur la base de la qualité de la preuve[4].

**Période d'incubation extrinsèque** : Temps requis pour qu'un moustique puisse transmettre un virus, selon une température donnée[5].

**Probabilité** : Niveau estimé d'apparition d'une conséquence négative sur la santé. Cette estimation peut être quantitative (pourcentage, nombre possible de cas, etc.) ou qualitative (rare, probable, presque certain, etc.). La probabilité globale d'un risque à la santé s'estime en considérant les probabilités associées à différentes étapes de la chaîne de risque, notamment la probabilité d'apparition du danger; la probabilité d'exposition au danger et la probabilité d'observer des effets négatifs sur la santé d'une population après exposition au danger[4].

**Risque** : Conséquences négatives sur la santé de la population et la probabilité d'observer ces conséquences à la suite d'une exposition à un agent dangereux[4].

**Température seuil** : Température minimale d'incubation requise afin de permettre le développement du virus à l'intérieur d'un vecteur hôte[6].

---

<sup>2</sup> La source originale citée par Ouranos est : Vocabulaire météorologique international, OMM - N° 182 (climate).



## Liste des sigles et acronymes

Ae.	<i>Aedes</i>
ARN	Acide ribonucléique
ASPC	Agence de la santé publique du Canada
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CHK	Chikungunya
Cx.	<i>Culex</i>
DDsX	Date du début des symptômes
ECDC	European Centers for Disease Control
É.-U.	États-Unis
I.C.	Intervalle de confiance
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
Km	Kilomètre
LSPQ	Laboratoire de santé publique du Québec
MADO	Maladie à déclaration obligatoire
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PAHO	Organisation panaméricaine de la Santé
PIE	Période d'incubation extrinsèque
RCP	Representative Concentration Pathway
RSS	Région socio-sanitaire
RT-PCR	Real-time polymerase chain reaction
SEREMI	Surveillance, évaluation du risque et contrôle des maladies infectieuses
SGB	Syndrome de Guillain-Barré
VNO	Virus du Nil occidental



## Faits saillants

- Le virus Zika a émergé dans les Amériques en 2015 et connaît une expansion géographique importante. Actuellement, le virus se transmet localement dans 35 pays des Caraïbes, de l'Amérique centrale et du Sud.
- L'infection à virus Zika est bénigne : 70 à 80 % des cas ne présentent aucun symptôme, 20 % présentent de la fièvre et des éruptions cutanées accompagnées d'arthralgie et de myalgie, de conjonctivite, de céphalées, de douleurs rétro-orbitaires et de fatigue.
- L'infection à virus Zika peut engendrer des complications neurologiques, notamment le syndrome de Guillain-Barré.
- L'infection à virus Zika occasionne des anomalies congénitales chez la femme enceinte, qui se manifestent notamment par des microcéphalies chez les nouveau-nés.
- L'infection à virus Zika se transmet par les moustiques du genre *Aedes*: en Amérique, *Ae. aegypti* est le vecteur principal et *Ae. albopictus* est un vecteur potentiel. Ces vecteurs sont actuellement absents au Québec.
- Le virus Zika a besoin d'une température seuil se situant entre 22 et 26 °C pour se répliquer chez *Ae. aegypti* pendant une durée de 15 jours ou de plus de 27 °C pour se répliquer chez *Ae. albopictus* pendant une semaine. Il est peu probable que les températures estivales actuelles du Québec permettent l'atteinte de la période d'incubation extrinsèque.
- Le risque de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est conséquemment négligeable actuellement.
- Le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec à moyen terme est évalué comme étant faible. Des conditions favorables sont cependant présentes pour craindre l'émergence et la transmission vectorielle du virus Zika à long terme pour les raisons suivantes :
  - L'humain étant un réservoir du virus, des voyageurs venant de pays endémiques pourraient le transporter au Québec par voie aérienne;
  - Des populations établies du moustique vecteur *Ae. albopictus* ont été documentées dans des États américains limitrophes au Québec;
  - Le climat du sud du Québec pourrait être favorable à l'introduction d'*Ae. Albopictus*;
  - Il existe une probabilité d'introduction ponctuelle de spécimens adultes de moustiques vecteurs et du virus Zika dans la province.
- L'Institut national de santé publique du Québec poursuit une veille scientifique sur les sujets et questions complémentaires à la présente évaluation de risque.
- Au plan des recommandations :
  - L'élaboration d'un plan de surveillance entomologique pérenne qui permettrait d'élargir les objectifs de surveillance entomologique;
  - L'ajout de l'infection à virus Zika à la liste des maladies à déclaration obligatoire et de la surveillance des cas humains par les médecins et les laboratoires;
  - La réalisation d'études sur la capacité d'*Ae. Albopictus* à survivre au climat du sud de la province.



## Sommaire

Les premiers cas d'infection à virus Zika ont été documentés dans les Amériques en 2014 sur l'île de Pâques. L'introduction s'est fait sur le continent (Amérique du Sud) en 2015, plus précisément au Brésil. Par la suite, l'épidémie s'est rapidement propagée à d'autres pays d'Amérique du Sud, d'Amérique centrale et dans des îles des Caraïbes.

L'infection à virus Zika est bénigne : 70 à 80 % des cas ne présentent aucun symptôme, 20 % présentent de la fièvre et des éruptions cutanées accompagnées d'arthralgie et de myalgie, de conjonctivite, de céphalées, de douleurs rétro-orbitaires et de fatigue.

Le 1<sup>er</sup> février 2016, l'Organisation mondiale de la Santé a déclaré que l'augmentation des cas de microcéphalie et d'autres troubles neurologiques documentés au Brésil était une urgence de santé publique à portée internationale, principalement dû au caractère inattendu de la situation et au manque de connaissances à ce sujet.

Il est maintenant confirmé que l'infection à virus Zika peut se compliquer du syndrome de Guillain-Barré et occasionne des anomalies congénitales chez la femme enceinte, qui se manifestent notamment par des microcéphalies chez les nouveau-nés.

Les vecteurs impliqués dans la transmission du virus Zika sont des moustiques de la famille des Culicidés. Les femelles, suite à un repas sanguin sur un hôte animal ou humain porteur du virus, acquièrent le virus, qui se réplique et peut ensuite être transmis à un animal réservoir. Dans le cas de la transmission dans les Amériques, il n'y a pas de réservoir animal connu; toutefois, la virémie élevée chez les humains infectés en fait le réservoir principal dans des environnements urbains.

La température est l'un des facteurs qui influencent la transmission de zoonoses à transmission vectorielle le plus fréquemment investigué et quantifié, notamment pour son impact sur la survie des vecteurs et sur la dynamique des virus eux-mêmes. Dans les Amériques, le principal vecteur ayant la compétence de transmettre le virus Zika est *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* a aussi ce potentiel. Contrairement à *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* a été en mesure au cours des dernières décennies d'augmenter considérablement son aire de distribution et d'envahir la plupart des continents. Ainsi, il existe actuellement des souches de régions tropicales et de régions tempérées de l'espèce *Ae. albopictus*.

Bien que certaines régions plus tempérées ne soient pas favorables à l'établissement de populations de moustiques vecteurs du virus Zika, il ne faut pas écarter la possibilité d'y retrouver des populations de ces vecteurs de façon saisonnière accidentelle. Les Centers for Disease Control and Prevention des États-Unis estiment que la distribution potentielle d'*Ae. albopictus* s'étend jusque dans les États limitrophes au Québec, soit le Vermont, New York et New Hampshire. Au Québec, les données de surveillance entomologique actuellement disponibles ne permettent pas d'identifier de façon extensive la composition des populations de moustiques de la province à l'extérieur des zones urbaines.

Le temps requis pour qu'un moustique puisse transmettre le virus Zika (ainsi que tout autre virus à transmission vectorielle) est défini par la période d'incubation extrinsèque, selon une température donnée. Les connaissances au sujet de la période d'incubation extrinsèque pour le virus Zika ne sont pas abondantes, car peu d'études ont été réalisées à ce jour sur ce virus. Il est probable que le temps requis pour qu'un moustique vecteur puisse transmettre le virus Zika soit entre 7 et 15 jours à des températures variant entre 22 et 29 °C. La température seuil du virus Zika n'est actuellement pas

connue, mais sur la base des informations disponibles, il est probable qu'elle se situe à environ 25 °C.

Il est peu probable que les températures estivales du Québec permettent l'atteinte de la période d'incubation extrinsèque du virus Zika, suivant l'hypothèse que cette période nécessite de 7 à 15 jours au cours de laquelle la température se maintiendrait au-dessus de 22 °C. En effet, pendant les mois de juillet à août des années 2004 à 2015, la température moyenne rapportée la plus élevée était de 26,3 °C (minimum 16,9 °C, maximum 36,0 °C; écart-type 3,3 °C; région sociosanitaire de la Montérégie).

Outre l'influence de la température, il existe des risques de mutation chez les vecteurs du virus Zika et chez le virus lui-même, tel que vu chez le virus Chikungunya et le virus du Nil occidental. De telles mutations pourraient favoriser le développement de ces organismes à notre latitude, la maintenance d'un cycle zoonotique et un potentiel épidémique.

L'hypothèse a été soulevée que d'autres espèces d'*Aedes* qu'*Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* et d'autres genres de moustiques pourraient être vecteurs du virus Zika dans les Amériques, comme les *Culex*.

D'autres modes de transmission du virus ont été documentés, notamment par transmission sexuelle, transplacentaire, périnatale, via le lait maternel et par transfusion sanguine.

Au Québec, afin de documenter scientifiquement le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec, une veille scientifique et une évaluation rapide du risque ont été réalisées par l'unité Surveillance, évaluation du risque et contrôle des maladies infectieuses de l'Institut national de santé publique du Québec.

La question et la portée de l'évaluation du risque ont été définies de la sorte : Quelle est la probabilité, actuelle, à moyen et à long terme, pour la population du Québec (incluant les femmes enceintes), d'être exposée au virus Zika par transmission vectorielle lors d'une piqûre de moustique? Ce risque pourrait potentiellement se traduire chez la population infectée par des symptômes légers ou des troubles neurologiques, tel qu'un syndrome de Guillain-Barré, ou par des anomalies congénitales chez le fœtus ou le nouveau-né de femmes enceintes infectées (microcéphalies et autres anomalies congénitales).

Le risque actuel (en référence aux connaissances en date de publication du présent avis au sujet des moustiques vecteurs et des conditions climatiques du Québec) de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est négligeable. Ce résultat est principalement dû à l'absence de populations établies des espèces de moustiques vecteurs et au fait que le climat actuel n'est pas favorable à l'émergence et à l'amplification du virus.

Le risque d'émergence et de transmission du virus Zika au Québec à moyen terme est évalué comme étant faible. Des conditions favorables sont toutefois présentes pour craindre l'émergence et la transmission vectorielle du virus Zika à long terme : 1) l'une des espèces de moustiques vecteurs, *Ae. albopictus*, s'est adaptée à des températures tempérées et a connu ces dernières années une expansion géographique importante, progressant jusqu'au nord-est des États-Unis dans des États limitrophes au Québec 2) des modèles climatiques qualifiés de conservateurs prédisent que le climat appréhendé pour un horizon de 2011-2040 permettrait l'introduction d'*Ae. albopictus* dans le sud du Québec 3) la température seuil d'environ 25 °C pourrait être atteinte pour la durée de la période d'incubation du virus au sud du Québec en raison des changements climatiques.

S'ajoutent à ces conditions favorables le fait que des mutations du virus sont possibles, qui pourrait s'adapter à des vecteurs indigènes au Québec ou à des conditions de température seuil plus basse. De telles modifications pourraient engendrer l'accélération de l'introduction du virus ainsi que sa transmission.

Le risque d'acquisition de la maladie est cependant présent pour la population québécoise se rendant dans les pays où une transmission locale est documentée ou via le sperme d'un homme infecté lors de relations sexuelles non protégées. Des recommandations ont été émises par d'autres instances, notamment le Comité consultatif québécois en santé des voyageurs de l'Institut national de santé publique du Québec et le ministère de la Santé et des Services sociaux à cet effet.

Il sera important d'en apprendre plus sur la composition des populations de moustiques établies dans le sud du Québec, notamment afin de détecter la présence de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées. Les résultats de recherche à venir au sujet de la compétence vectorielle pour le virus Zika d'espèces de moustiques indigènes au Canada permettront de moduler le risque. Des études sur le virus lui-même permettront aussi de détecter la survenue d'éventuelles mutations qui augmenteraient sa capacité à se transmettre.



# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

---

Le virus Zika est un arbovirus transmis aux humains par la piqûre de moustiques du genre *Aedes*. Des cas de transmission interhumaine ont aussi été rapportés (transmission sexuelle)[7, 8]. Ce virus appartient au genre des Flavivirus, comme celui de la dengue et celui du Nil occidental (VNO). Dans 70 % à 80 % des infections à virus Zika, les cas s'avèrent asymptomatiques. Lorsqu'ils sont symptomatiques, les symptômes de la maladie sont habituellement bénins et durent de 2 à 7 jours. Ils se caractérisent principalement par de la fièvre, des douleurs articulaires, des maux de tête, une conjonctivite et des éruptions cutanées. Ces symptômes sont similaires à ceux causés par le virus de la dengue[7].

Découvert en Ouganda en 1947, le virus Zika est à l'origine d'éclotions en Afrique et en Asie. Il s'est ensuite propagé dans le Pacifique sur l'île de Yap en Micronésie (2007)[9], en Polynésie française (2013)[10] et dans d'autres Îles du Pacifique (2012-2014)[11]. En 2014, une transmission autochtone a été documentée sur l'île de Pâques (Chili) et en mai 2015, la transmission du virus a été confirmée au Brésil[12]. Depuis, il est à l'origine d'épidémies dans les Amériques[7].

En août 2015, les autorités de santé publique du Brésil ont signalé une augmentation du nombre de cas de syndromes de Guillain-Barré (SGB). En octobre 2015, un nombre anormalement élevé de cas de microcéphalie dans les États du nord-est brésilien a été rapporté[13]. Devant l'ampleur de la situation, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a déclaré le 1<sup>er</sup> février 2016 que l'augmentation des cas de microcéphalie et d'autres troubles neurologiques constituait une urgence de santé publique à portée internationale[14], principalement en lien avec le caractère inattendu de la situation et le manque de connaissances à ce sujet[15].

Depuis octobre 2015, le Brésil a rapporté 7 150 cas suspects de microcéphalie ou autres malformations congénitales du système nerveux central dans les régions où circule le virus, parmi lesquels 1 168 cas ont été associés à des infections congénitales[16]. Les évidences scientifiques ont été cumulées au fil des mois et il y a désormais un consensus scientifique à propos du lien causal entre le virus Zika et les cas de microcéphalie et de SGB[16, 17, 18].

L'infection par le virus Zika se propage rapidement dans les pays des Amériques où les populations de moustiques vecteurs sont établies. En date du 28 avril 2016, des transmissions autochtones ont été identifiées dans 35 pays des Amériques et des Caraïbes[19]. Des cas acquis à l'étranger ont également été déclarés au Canada, notamment au Québec.

## 1.2 Réponse du Québec

---

Dans ce contexte, plusieurs acteurs nationaux du réseau de la santé du Québec se sont mobilisés pour assurer des fonctions complémentaires à la lutte internationale contre l'épidémie d'infections à virus Zika :

- 1) **Surveillance** : Le Laboratoire de santé publique du Québec (LSPQ) de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) signale les personnes infectées par le virus Zika aux autorités de santé publique régionales, qui communiquent avec elles pour documenter les manifestations de la maladie et le lieu d'acquisition; le Bureau de surveillance et de vigie du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) du Québec déclare les cas à l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), qui les rapporte à l'Organisation panaméricaine de la Santé (PAHO).
- 2) **Recommandations préventives auprès des voyageurs à destination des pays où il y a de la transmission locale** : Le Comité consultatif québécois sur la santé des voyageurs de l'INSPQ publie des bulletins d'information sur le virus Zika qui incluent des recommandations destinées au réseau de la santé publique et de la santé-voyage, afin que l'information soit partagée avec les voyageurs à risque d'être exposés au virus.
- 3) **Prévention auprès de la population vulnérable (femmes enceintes) et prise en charge clinique des cas** : La Direction générale des services de santé et médecine universitaire du MSSS s'est adjoint la collaboration de médecins conseils du Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine pour élaborer des recommandations destinées aux professionnels de la santé qui ont comme clientèle la population vulnérable au virus Zika.
- 4) **Prévention de la transmission par transfusion sanguine** : Héma-Québec a ajouté un nouveau critère d'admissibilité pour les donneurs de sang, c'est-à-dire qu'une personne ayant séjourné à une destination autre que la portion continentale des États-Unis (É.-U.) ou en Europe devra attendre 21 jours après son retour au Canada pour faire un don de sang. Cette mesure vise à prévenir les risques liés au virus Zika, mais également à des virus similaires tels que les virus de la dengue et Chikungunya (CHK).

Le 27 novembre 2015, le LSPQ de l'INSPQ a émis une note destinée aux responsables des laboratoires de microbiologie, aux médecins microbiologistes-infectiologues et aux coordonnateurs techniques des laboratoires afin de les sensibiliser à l'émergence du virus Zika dans les Amériques[20].

Le 21 janvier 2016, dans le cadre d'une rencontre du Comité scientifique sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques de l'INSPQ, l'unité Surveillance, évaluation de risque et contrôle des maladies infectieuses (SERCFMI) de la Direction des risques biologiques et de la santé au travail de l'INSPQ a présenté un état de situation au MSSS au sujet de la situation épidémiologique inquiétante qui démontrait une augmentation de l'incidence des cas de microcéphalie et autres complications neurologiques associées aux infections par le virus Zika au Brésil. L'unité SERCFMI, dans son rôle de soutien à la prise de décision aux autorités québécoises de santé publique, a par la suite agi à deux niveaux : la mise sur pied d'une veille scientifique permettant de colliger des données cliniques et épidémiologiques (incluant l'élaboration d'un topo de veille scientifique partagé aux décideurs) et l'élaboration d'une démarche d'évaluation de risque.

Cette démarche d'évaluation de risque a comme objectif de répondre à l'une des quatre questions<sup>3</sup> identifiées par l'ASPC pour évaluer le risque posé par le virus Zika[21] : Quel est le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika?

Un avis scientifique portant sur l'évaluation de l'émergence possible du virus CHIKV et du risque de transmission vectorielle au Québec a été publié par l'INSPQ en 2014 à la demande du MSSS[22]. Certaines informations tirées de cet avis ont été utiles pour les autorités de santé publique afin d'évaluer sommairement le risque posé par le virus Zika, étant donné que ces deux arbovirus ont en commun un mode de transmission vectoriel et les mêmes vecteurs principaux (contenu détaillé dans la section 3.2 du présent document). Toutefois, certaines particularités liées à l'infection par le virus Zika lui sont uniques et doivent donc faire l'objet d'une évaluation du risque qui lui est propre. Les informations au sujet de l'infection à virus Zika sont détaillées dans la section 3.1 et les autres modes de transmission sont présentés dans la section 3.3.

Le présent avis scientifique fait donc état de la démarche entreprise, des données probantes disponibles au sujet du danger (le virus Zika) et de l'exposition à ce danger (modes de transmission du virus), ainsi que des résultats de l'évaluation du risque.

Cette évaluation de risque s'inscrit dans une démarche globale de gestion des risques en santé publique.

---

<sup>3</sup> Les trois autres questions sont les suivantes : Quel est le risque de microcéphalies et autres troubles neurologiques associés à l'infection à virus Zika? Quel est le risque d'infection à virus Zika pour les voyageurs à destination des pays où il y a de la transmission locale? Quel est le risque de transmission par voie sexuelle et hématogène?



## 2 Méthodologie

La réalisation d'une évaluation rapide du risque est recommandée lorsqu'un événement aigu est déjà rapporté et que des décisions pour prendre action doivent être prises rapidement. Elle peut être répétée plus d'une fois au cours d'un même événement, selon l'évolution de la situation[2].

L'approche d'évaluation du risque du présent avis scientifique a été basée sur deux méthodologies complémentaires. D'une part, sur des démarches non spécifiques à l'évaluation du risque d'arboviroses, soit celles du Cadre de référence sur la gestion des risques en santé publique au Québec de l'INSPQ[4] et du Guide pour l'évaluation rapide du risque d'événements aigus de santé publique de l'OMS[2]. D'autre part, sur des démarches spécifiques à l'évaluation du risque d'arboviroses, soit celles des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) des É.-U.[23] et d'un groupe d'experts *ad hoc* de l'unité SERCMI de l'INSPQ[3].

Les étapes suivantes sont donc inspirées de ces démarches.

### 2.1 Colliger les données afin de réaliser un portrait de la situation

---

Afin de soutenir l'évaluation rapide du risque, une revue de littérature sommaire a été réalisée afin de colliger les données sur l'infection par le virus Zika (caractéristiques du virus, tests de laboratoire disponibles, symptômes et complications potentielles, épidémiologie dans les Amériques), sur la transmission vectorielle et sur les autres modes de transmission (sexuelle, transfusion sanguine, transplacentaire, périnatale, lait maternel).

La base de données PubMed a été consultée, ainsi que des documents de référence provenant de la littérature grise et de certains sites Web d'organisations internationales de santé (ex. : OMS, PAHO, CDC, European Centers for Disease Control [ECDC], ASPC). Les recherches incluaient des articles publiés en français et en anglais. Comme il existe peu de littérature sur le virus Zika, le mot-clé utilisé pour la recherche fut « Zika ».

Une veille scientifique a aussi été mise sur pied à partir des mêmes sources documentaires et selon le même mot-clé afin de compléter les informations au fur et à mesure de l'évolution de la situation.

Ces informations ont donc permis de dresser un portrait de la situation permettant d'orienter les étapes subséquentes, présenté à la section 3.

### 2.2 Mettre sur pied un groupe d'experts

---

Le portrait de la situation a permis d'orienter le choix des experts à inclure au groupe. Ceux-ci ont été identifiés afin de réunir des expertises multidisciplinaires et complémentaires au sujet des maladies infectieuses transmises par les moustiques, de l'évaluation de risque et afin d'optimiser les connaissances sur la situation spécifique aux épidémies d'infections à virus Zika. Les domaines d'expertises représentés au sein du groupe, le nom des professionnels et le mandat du groupe sont présentés à l'annexe 1.

## 2.3 Évaluer le risque en fonction de la question et de sa portée

---

L'évaluation du risque vise à estimer les conséquences sur la santé d'une population exposée à un danger et la probabilité d'observer ces conséquences. Elle permet également d'identifier l'agent s'il n'est pas déjà connu, les sources et les causes du risque[4].

La clarification de l'énoncé de risque a été faite en premier lieu. Cet énoncé de risque se base sur des éléments précis, soit : population, milieu/lieu, temps, événement, agent, source, circonstances d'exposition et conséquences[4]. Les informations propres à la situation épidémique du virus Zika permettant de clarifier l'énoncé de risque ont été documentées au tableau 2 (section 4).

L'évaluation du risque en fonction de la question et de sa portée se divise en quatre étapes :

- 1) Identifier les effets;
- 2) Estimer l'exposition;
- 3) Analyser le contexte;
- 4) Estimer le risque.

Suivant ces quatre étapes, les symptômes et les complications associés à l'infection à virus Zika ont d'abord été documentés. L'évaluation de l'exposition au danger (au virus Zika), s'est faite en estimant qualitativement la probabilité d'exposition de la population à des piqûres de moustiques infectés. Il a été établi que cette probabilité d'exposition pouvait être actuelle (en référence aux connaissances en date de publication du présent avis au sujet des moustiques vecteurs et des conditions climatiques du Québec) et future (moyen et long terme). Les groupes potentiellement exposés ont été identifiés ainsi que les groupes susceptibles d'acquérir l'infection et de développer les complications associées. Les informations au sujet de la présence et de l'introduction de moustiques vecteurs du virus Zika au Québec ont été documentées. Finalement, le contexte épidémiologique a été analysé.

Pour mener à bien la présente évaluation du risque, il a été jugé suffisant de ne tenir compte que des évidences écologiques et épidémiologiques et de n'utiliser que des indicateurs de danger et d'exposition. Des indicateurs de vulnérabilité et de capacité de réponse n'ont donc pas été pris en compte dans la démarche<sup>4</sup>.

La démarche d'évaluation rapide du risque d'éclosion de maladies infectieuses à transmission vectorielle issue des lignes directrices sur les programmes de surveillance des arbovirus des CDC a été utilisée[23]. La documentation de certaines informations est incluse afin de soutenir la démarche, notamment au sujet :

- Des populations de moustiques : est-ce que les vecteurs sont présents?
- Du taux d'infection d'un virus chez les moustiques : est-ce qu'une activité virale localisée est observée?
- Du risque à la population humaine : y a-t-il de l'activité vectorielle dans des zones peuplées?

Les catégories de probabilité d'éclosion d'arboviroses transmises par moustiques des CDC ont été reprises au tableau 3 (section 4).

---

<sup>4</sup> L'OMS, dans les rapports techniques sur l'évaluation du risque du virus Zika pour la région africaine et pour la région européenne attribuait un risque à chaque pays de ces régions afin de les comparer entre elles. Des indicateurs de vulnérabilité et de capacité de réponse de ces pays ont été inclus dans ces démarches(24, 25).

De plus, la démarche développée par un groupe d'experts *ad hoc* de l'unité SERCMI de l'INSPQ au sujet de l'analyse de risque d'introduction d'agents pathogènes au Québec a été reprise[3]. Ces travaux de recherche menés en 2013 fournissent des modèles pratiques de surveillance des maladies vectorielles, notamment pour l'introduction et l'établissement de nouveaux vecteurs invasifs et d'agents pathogènes exotiques et des maladies vectorielles se propageant depuis les É.-U. ou l'Amérique centrale par le déplacement naturel des vecteurs ou des animaux hôtes. Sept variables<sup>5</sup> ont été définies par ce groupe pour soutenir l'analyse du risque d'introduction d'un agent pathogène au Québec et une huitième a été ajoutée pour les besoins des présents travaux :

- 1) L'humain est un réservoir;
- 2) Endémicité au sein d'un pays avec un nombre élevé de voyageurs arrivant au Québec par voie aérienne;
- 3) Endémicité aux É.-U.;
- 4) Endémicité au sein d'États américains adjacents au Québec;
- 5) Réservoir aviaire possible;
- 6) Circulation de l'agent pathogène en zone tempérée-froide;
- 7) Présence de réservoirs potentiels au Québec;
- 8) Présence de vecteurs potentiels au Québec.

Ces huit variables ont été prises en compte pour évaluer le risque futur (moyen et long terme) d'émergence et de transmission du virus Zika au Québec (tableau 4, section 4).

---

<sup>5</sup> Ces variables ont notamment permis d'élaborer un modèle permettant de hiérarchiser une liste de maladies transmises par les moustiques d'intérêt en termes d'émergence et d'importance chez les voyageurs. L'infection à virus Zika en faisait partie, mais ne se situait pas à ce moment au haut des priorités en termes de maladies vectorielles exotiques d'intérêt pour l'humain. La sévérité et l'impact relatif de la maladie n'étaient pas pris en compte dans ce modèle.





Les CDC ont analysé le génome des virus retrouvés chez des personnes infectées au Guatemala et à Puerto Rico. Les résultats de ces études ont démontré que les séquences génétiques des virus retrouvés chez ces individus font partie de la lignée asiatique et sont étroitement reliées aux souches récemment isolées au Brésil (2015) et en Polynésie française (2013)[28].

Les taux d'attaque du virus Zika estimés par différentes études traduisent la facilité avec laquelle ce virus peut se propager et infecter les humains de populations immunologiquement naïves. Une étude rétrospective des données de séroprévalence et de surveillance liées à l'éclosion survenue en Polynésie française en 2013 a permis d'estimer le taux d'attaque du virus Zika à 66 % (I.C. 95 % : 62-70 %)[30]. Sur l'île de Yap en Micronésie, le taux d'attaque de l'éclosion de 2007 a été estimé être de 73 % (I.C. 95 % : 68-77 %)[31]. À titre comparatif, des études de séroprévalence ont permis d'évaluer le taux d'attaque du virus CHIKV à 63 % sur l'île Grande Comore[32] et à 75 % dans la population de l'île Lamu au Kenya[33]. Toutefois, lorsque seuls les cas symptomatiques ont été analysés dans une population immunologiquement naïve (enfants âgés entre 2 et 14 ans au Nicaragua), le taux d'attaque était inférieur, soit de 2,9 % (I.C. 95 % : 2,3-3,4 %)[34].

### 3.1.2 CARACTÉRISTIQUES DU VIRUS

Le virus Zika est un Flavivirus appartenant au groupe des arbovirus. Il est transmis par la piqûre de moustiques, comme le virus de la dengue, le VNO et le virus de la fièvre jaune. Il s'agit d'un virus enveloppé, à ARN simple brin. Le mécanisme d'infection de cellules épithéliales humaines a été étudié *in vitro* avec une souche du virus isolée d'un cas humain lors de l'épidémie en Polynésie française[35]. Plus spécifiquement, cette étude a démontré que les fibroblastes, kératinocytes et cellule dendritiques immatures de l'épiderme humain étaient permissives à l'infection par le virus Zika. Pour établir un lien entre l'infection au virus Zika et les problèmes neurologiques associés, des chercheurs ont démontré qu'une souche de virus Zika (MR766) pouvait infecter des cellules précurseurs de neurones humains. Cette même étude a révélé que le virus Zika interférait avec le cycle cellulaire des neurones précurseurs et augmentait considérablement la mort cellulaire[36].

### 3.1.3 SYMPTÔMES ET COMPLICATIONS

Alors que le tableau clinique associé au virus Zika paraissait initialement anodin (éruption cutanée, faible fièvre, conjonctivite, fatigue, arthralgie, douleurs rétro-orbitaires) et d'évolution favorable, deux types de complications neurologiques plus sévères ont été associées à l'infection : des malformations du système nerveux central chez le fœtus ou le nourrisson (principalement la microcéphalie) et le SGB. L'accumulation de données probantes par le biais de récentes études a permis d'établir un lien causal entre l'infection par le virus Zika et les cas de microcéphalie, ainsi qu'avec le SGB (voir annexe 2 pour plus de détails sur ces deux complications). Le virus Zika s'ajoute donc à la liste des infections pouvant avoir des conséquences neurologiques.

En janvier 2016, les CDC rapportaient que le Brésil avait déclaré approximativement quarante fois plus de cas de microcéphalies que le taux de base pour ce pays qui se chiffrait environ à 0,2 % d'atteinte dans la population des naissances[37]. En analysant rétrospectivement les données de l'éclosion survenue en 2013-2014 en Polynésie française, Cauchemez *et al.* ont calculé qu'une femme infectée par le virus Zika durant le premier trimestre de sa grossesse avait un risque de 1 % de donner naissance à un enfant microcéphale (95/10 000 femmes infectées)[30]. À titre comparatif, l'incidence de la microcéphalie est habituellement de 2/10 000 naissances, soit cinquante fois moins[30]. Les cas de microcéphalies peuvent avoir différentes étiologies infectieuses soit une infection congénitale par le cytomegalovirus, le virus de la rubéole, le virus Herpès simplex ou par le parasite *Toxoplasma gondii*. De plus, des facteurs génétiques, environnementaux, sociaux ou des

substances tératogènes s'ajoutent à liste des facteurs pouvant induire un syndrome de microcéphalie.

À ces deux types de complications s'ajoutent également des lésions oculaires chez les nouveau-nés microcéphales (voir annexe 3 pour plus de détails).

### 3.1.4 SURVEILLANCE

La surveillance des cas d'infections à virus Zika est réalisée dans le cadre de l'application du Règlement sanitaire international par PAHO, qui a sollicité la collaboration des pays des Amériques dans la déclaration des cas. Contrairement aux É.-U.[38], l'infection à virus Zika n'est pas une maladie à déclaration obligatoire (MADO) au Québec<sup>6</sup>.

Au Canada, le Réseau canadien de surveillance des anomalies congénitales est basé sur les données d'hospitalisation de l'Institut canadien d'information sur la santé. Ces données de surveillance incluent les cas de microcéphalie, mais n'incluent pas encore les données du Québec. Au Québec, le fichier Med-ECHO comptabilise les cas identifiés (Julie Soucy, communication personnelle 23 février 2016).

#### 3.1.4.1 Tests de laboratoire et déclaration des cas

Compte tenu des symptômes similaires causés par les virus de la dengue, CHIK et Zika et de leur coendémicité, les tests de laboratoire sont nécessaires pour établir le diagnostic final.

Les CDC et l'ASPC ont émis des recommandations en lien avec le diagnostic de laboratoire pour le virus Zika. Ces recommandations précisent, entre autres, les analyses diagnostiques à effectuer en fonction du contexte clinique (phase aiguë ou convalescente). Le LSPQ a adapté ces recommandations. En date du 20 avril 2016[39].

Les tests de laboratoire sont réservés pour :

- les personnes symptomatiques de retour de voyage d'une région endémique pour le virus Zika;
- les femmes enceintes asymptomatiques de retour de voyage d'une région endémique pour le virus Zika;
- les bébés avec microcéphalie dont la mère a voyagé dans une région endémique pour le virus Zika.

Les types de tests recommandés sont :

- En fonction de la date du début des symptômes (DDSx) et la date de prélèvement des échantillons :
  - Phase aiguë ( $\leq 14$  jours DDSx) : détection du virus (ARN génomique);
  - Phase convalescence ( $\geq 7$  jours DDSx) : détection de anticorps (IgM et neutralisants);
  - Femme enceinte asymptomatique ( $\geq 4$  semaines après le retour de voyage) : détection des anticorps (IgM et neutralisants).

---

<sup>6</sup> Il avait été recommandé par l'INSPQ dans l'avis scientifique sur l'Évaluation de l'émergence possible du virus Chikungunya et du risque de transmission vectorielle au Québec de faire de cette dernière infection, ainsi que de la dengue, des MADO(22).

Les caractéristiques de performance des tests sérologiques ne sont pas connues lorsqu'ils sont utilisés pour le dépistage chez la femme enceinte asymptomatique. Le médecin traitant doit donc expliquer à sa patiente les limites de ces tests et les longs délais associés aux épreuves de confirmation.

Selon la déclaration Public Health Emergencies of International Concern et les critères International Health Regulation, l'ASPC recommande que tous les cas confirmés en laboratoire soient déclarés aux autorités de santé publique provinciale et fédérale[40].

#### 3.1.4.2 Cas d'infections au Québec

En date du 2 mai 2016, le Bureau de surveillance et de vigilie du MSSS rapportait seize cas d'infections à virus Zika acquises lors de séjours dans des pays des Amériques où il y a de la transmission locale du virus (Brésil : 1 cas, Colombie : 2 cas, El Salvador : 2 cas, Haïti : 7 cas, Martinique : 3 cas, Nicaragua : 1 cas) (Marie-Andrée Leblanc, communication personnelle, 2 mai 2016). Aucun signalement de cas d'infection n'avait été fait auparavant au Québec et aucun cas d'infection à virus Zika n'a été acquis localement au Québec.

## 3.2 Transmission vectorielle du virus Zika

---

Les données probantes de cette section permettent de documenter l'exposition au danger et son contexte, plus spécifiquement l'exposition vectorielle au virus Zika. Bien que la présente évaluation du risque ne concerne que la transmission vectorielle, il a été convenu de documenter brièvement les autres modes de transmission du virus dans le cadre du portrait de la situation (section 3.3).

Les vecteurs impliqués dans la transmission du virus Zika sont des diptères (moustiques) de la famille des Culicidés. Les femelles, suite à un repas sanguin sur un hôte animal ou humain porteur du virus, acquièrent le virus, qui se réplique et peut ensuite être transmis à un animal réservoir[41].

Le cycle naturel du virus Zika en Afrique implique des moustiques vecteurs et des hôtes vertébrés, notamment des primates africains[42, 41]. En Asie, un cycle de transmission sylvatique n'a pas encore été identifié[43]. La figure 2 illustre les cycles de transmission sylvatique et urbain du virus Zika[43]. D'autres sources ont identifié des anticorps anti-Zika dans quelques mammifères, tels que des zèbres et des éléphants[44, 45], ainsi que chez des rongeurs au Pakistan. Dans le cas de la transmission dans les Amériques, il n'y a pas de réservoir animal connu[7]; toutefois, la virémie élevée chez les humains infectés en fait le réservoir principal dans des environnements urbains[43].

Figure 2 Cycle de transmission du virus Zika

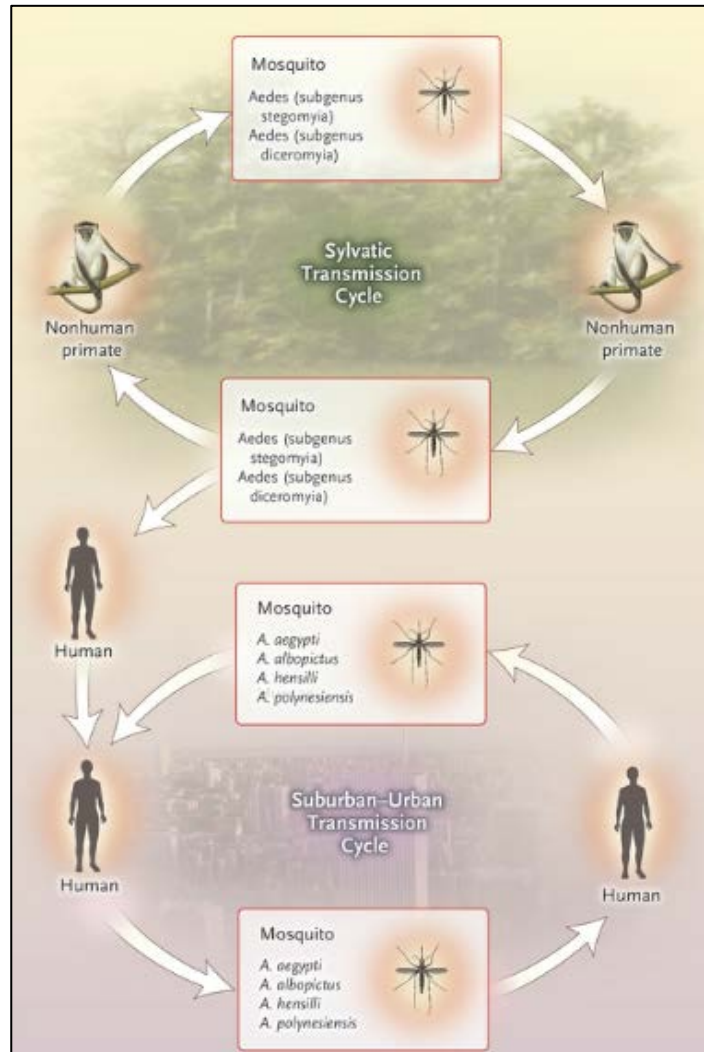


Figure utilisée avec l'autorisation de Lyle R. Petersen. Tirée de l'article Zika virus de Lyle R. Petersen, Denise J. Jamieson, Ann M. Powers, *et al.* 21 avril 2016, vol. 374, no. 16. The New England Journal of Medicine[43] Copyright © (2016) Massachusetts Medical Society, reproduit avec la permission du Massachusetts Medical Society.

Les facteurs liés au risque de transmission vectorielle du virus Zika sont fonction de la compétence de ses vecteurs et de leur distribution, laquelle est tributaire de conditions climatiques favorables à leur développement. Les informations au sujet de l'introduction d'un nouvel agent pathogène ou d'un nouveau vecteur invasif sur le territoire sont donc essentielles pour évaluer le risque d'introduction de cette maladie exotique au Québec[3].

L'entrée d'un nouvel agent pathogène au Québec peut se faire via un vecteur, un animal ou un humain infecté par le biais de transport aérien, maritime ou terrestre. Les agents pathogènes voyagent également de façon naturelle par le biais d'oiseaux migrateurs et par la remontée d'animaux ou vecteurs depuis les É.-U. Afin de détecter la présence d'un nouvel agent pathogène ou d'un vecteur invasif sur un territoire, il est nécessaire de connaître les conditions environnementales au sens large favorisant la circulation d'agents pathogènes au sein de la zone d'intérêt[3].

Certaines régions, de par leur localisation géographique, leurs infrastructures ou leurs conditions climatiques, sont plus à risque d'introduction et d'émergence de maladies vectorielles. La réceptivité d'un territoire correspond aux conditions environnementales qui favorisent la transmission d'un agent pathogène. L'entrée d'un nouvel agent pathogène ou d'un vecteur dépend aussi de la vulnérabilité du territoire, c'est-à-dire de la proximité de zones où une arbovirose est présente, de l'afflux fréquent d'individus ou de groupes infectés, ou encore, de l'afflux d'arthropodes infectés. Les zones vulnérables à l'entrée d'un vecteur ou d'un nouvel agent pathogène sont les points d'entrée sur le territoire et comprennent : les ports, les aéroports, les gares, les stations frontalières ainsi que les entrepôts de produits d'importation (pneus usagés, végétaux, etc.)[3].

Entre mai et juillet 2012, plus de 64 000 voyageurs sont arrivés au Canada, en majorité aux aéroports de Toronto et de Montréal, en provenance de pays où la présence de populations établies d'espèces de moustiques vecteurs pour le virus Zika a été documentée, comme les Caraïbes et l'Amérique du Sud[46].

### 3.2.1 VECTEURS ET IMPACT DU CLIMAT SUR LEUR RÉPARTITION ACTUELLE

Plusieurs espèces d'*Aedes* ont été impliquées dans la transmission du virus Zika. Ce virus a notamment été isolé à partir d'*Ae. africanus*, *Ae. apicoargenteus*, *Ae. luteocephalus*, *Ae. aegypti*, *Ae. vitattus* et *Ae. furcifer*. *Ae. hensilii* était l'espèce de moustique prédominante sur l'île de Yap lors de l'éclosion d'infections à virus Zika en 2007, mais le virus n'a jamais été détecté chez cette espèce au cours de l'éclosion[8, 47]. La capacité d'*Ae. aegypti* à transmettre le virus Zika à des souris et à des singes en laboratoire a été démontrée [48, 49].

*Ae. aegypti* semble être le vecteur principal en Asie, était le vecteur principal suspecté lors de l'éclosion en Polynésie française[8] et semble être le principal vecteur ayant la compétence de transmettre le virus Zika dans les Amériques[50, 51, 11]. Le fait qu'*Ae. aegypti* favorise l'humain pour compléter ses repas de sang, qu'il en pique plusieurs pendant un même repas, que sa piqûre n'est presque pas perceptible et qu'il partage son environnement avec les habitations humaines lui confère une capacité vectorielle élevée[43].

Étant donné le rôle joué par *Ae. albopictus* dans une éclosion au Gabon en 2007, sa large distribution dans les États américains et l'absence de restriction de Zika pour une espèce spécifique d'*Aedes* indique qu'*Ae. albopictus* pourrait servir de vecteur aux É.-U.[8]. Récemment, PAHO a rapporté la première détection du virus Zika chez cette espèce en Amérique (moustiques capturés dans l'environnement au Mexique, État de San Luis Potosi)[52]. Cette hypothèse est soutenue par les résultats de l'étude de Chouin-Carneiro *et al.*, qui ont démontré que les souches d'*Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* impliquées dans la transmission du virus Zika dans différents pays des Amériques auraient un potentiel de transmission similaire. Fait inusité, l'habileté de ces vecteurs à transmettre le virus en conditions de laboratoire était plus faible qu'il n'aurait été possible de le croire initialement, suggérant l'implication d'autres facteurs expliquant la propagation rapide du virus au cours de l'épidémie actuelle dans les Amériques (ex. : importante population immunologiquement naïve pour le virus Zika, densité élevée de moustiques piqueurs d'humains)[53].

*Ae. albopictus* est retrouvé en milieu urbain et naturel. Sa capacité à coloniser des gîtes artificiels dans des régions habitées, incluant des pneus et des contenants dans des environnements péri-domestiques, favorisent son établissement à proximité des humains[54]. Ce moustique est l'espèce la plus invasive au monde[55, 54], établi sur plusieurs continents incluant l'Amérique du Nord, jusque dans le nord-est des É.-U. Là où *Ae. albopictus* s'établit, il peut agir comme un vecteur additionnel de virus endémiques, notamment les virus de la dengue et CHIKV, mais aussi le VNO et le virus de l'encéphalite équine de l'est[56, 54].

La température est l'un des facteurs qui influencent la transmission de maladies infectieuses à transmission vectorielle le plus fréquemment investigué et quantifié, notamment pour son impact sur la survie des vecteurs et sur la dynamique des virus eux-mêmes[57]. Contrairement à *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* a été en mesure au cours des dernières décennies d'augmenter considérablement son aire de distribution et d'envahir la plupart des continents. Des réponses évolutives en lien avec différents habitats colonisés ont permis la modification de caractéristiques génétiques afin de lui permette de s'adapter à différents régimes climatiques. Ainsi, il existe actuellement des souches de régions tropicales et de régions tempérées de l'espèce *Ae. albopictus* [58, 59, 60].

Voici ce qui caractérise les différentes souches :

- **Souche de régions tropicales** : absence de diapause; se développe en continue; exigence plus élevée en terme de température de développement, limitant sa distribution géographique.
- **Souche de régions tempérées** : présence de diapause (dormance hivernale) au stade d'œuf lorsque la température et la photopériode atteignent un certain seuil; œufs résistants à la dessiccation, favorisant le transport accidentel de cette espèce.

Cette espèce a ainsi su s'adapter à des environnements tempérés grâce à la tolérance au froid des œufs en diapause (à des températures non favorables à la survie des adultes) qui favorise l'expansion internationale de cette espèce de moustiques[57, 54, 43, 61]. La survie des œufs de la souche tempérée d'*Ae. albopictus* à des températures hivernales en Indiana (É.-U.) a été démontrée[62]. Au cours de cette étude, 78 % des œufs de la souche tempérée avaient survécu dans des pneus entre le 4 novembre 1990 et le 28 avril 1991, soit entre 28 °C et -19 °C. Les auteurs ont observé que ni la température minimum absolue, ni la température moyenne des mois de janvier et février n'étaient corrélées à la survie hivernale de la souche tempérée d'*Ae. albopictus*. L'hypothèse a été émise que le couvert neigeux jouerait un rôle isolant qui favorise la survie des œufs d'un hiver à un autre[62]. D'un autre côté, une étude réalisée dans le nord-est de l'État du Connecticut (É.-U.) a démontré l'introduction de spécimens d'*Ae. albopictus* dans un dépôt de recyclage de pneus, mais malgré un établissement saisonnier (entre août et octobre) dans les boisés avoisinants au dépôt, cette espèce n'a pas semblé survivre à l'hiver, ce qui lui aurait permis de s'établir[63].

Aucune information n'est disponible quant à la capacité de survie des œufs d'*Ae. albopictus* au cours des températures hivernales spécifiques au Québec. Le consortium Ouranos a toutefois documenté qu'au cours des mois de décembre à février des années 1971 à 2000, la température moyenne dans le sud du Québec était de -9,5 °C (écart-type de 1,6 °C)[64]. C'est dans la région de l'Outaouais que la température moyenne la plus basse a été relevée entre 2004 et 2015 parmi les régions du sud du Québec. La moyenne pour cette période était de -4 °C (minimum -25,6 °C, maximum 17,9 °C; écart-type 6,5 °C) (Germain Lebel, communication personnelle, 7 avril 2016). De plus, Trudel *et al.* ont rapporté qu'une température constante de 0 °C a été maintenue dans l'humus du sol sous un couvert neigeux de 120 cm pendant les mois de janvier et février 1998 (région du Saguenay, Québec), permettant la survie d'œufs de la pyrale des cônes du sapin (*Dioryctria abietivorella*) aux températures froides de l'hiver québécois[65]. Il n'est donc pas improbable que sous un couvert neigeux adéquat, les œufs en diapause de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées puissent survivre aux températures hivernales du Québec.

Au Canada, des spécimens d'*Ae. albopictus* adultes ont été capturés en été en Ontario en 2005 et 2012[66] et au Québec en 2005, à proximité de l'aéroport de Montréal (ces captures ont eu lieu au mois d'août à la semaine CDC 34 [deux spécimens] et 37 [deux spécimens])[22]. Toutefois, la survie d'adultes durant les mois d'hiver selon les conditions climatiques actuelles des latitudes telles que

celles du Québec ne serait pas probable, car il est connu qu'ils ne peuvent survivre à des températures inférieures à 9 °C[57, 67].

La souche d'*Ae. albopictus* des régions tempérées est celle que l'on retrouve actuellement à des latitudes plus nordiques en Amérique du Nord. Une étude réalisée au Japon fait état que la distribution de cette espèce se situerait au sud des zones géographiques où la température moyenne annuelle est supérieure à 11 °C et la température moyenne du mois de janvier est supérieure à -2 °C[68], ce qui n'est pas le cas au Québec. La figure 3 illustre les régions dont la température est actuellement favorable au développement de populations d'*Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* dans les Amériques. Les conclusions indiquent que le Québec ne fait pas partie des régions ciblées[57].

**Figure 3** Distribution des régions dont la température est favorable au développement de populations d'*Ae. aegypti* (A) et *Ae. albopictus* (B)

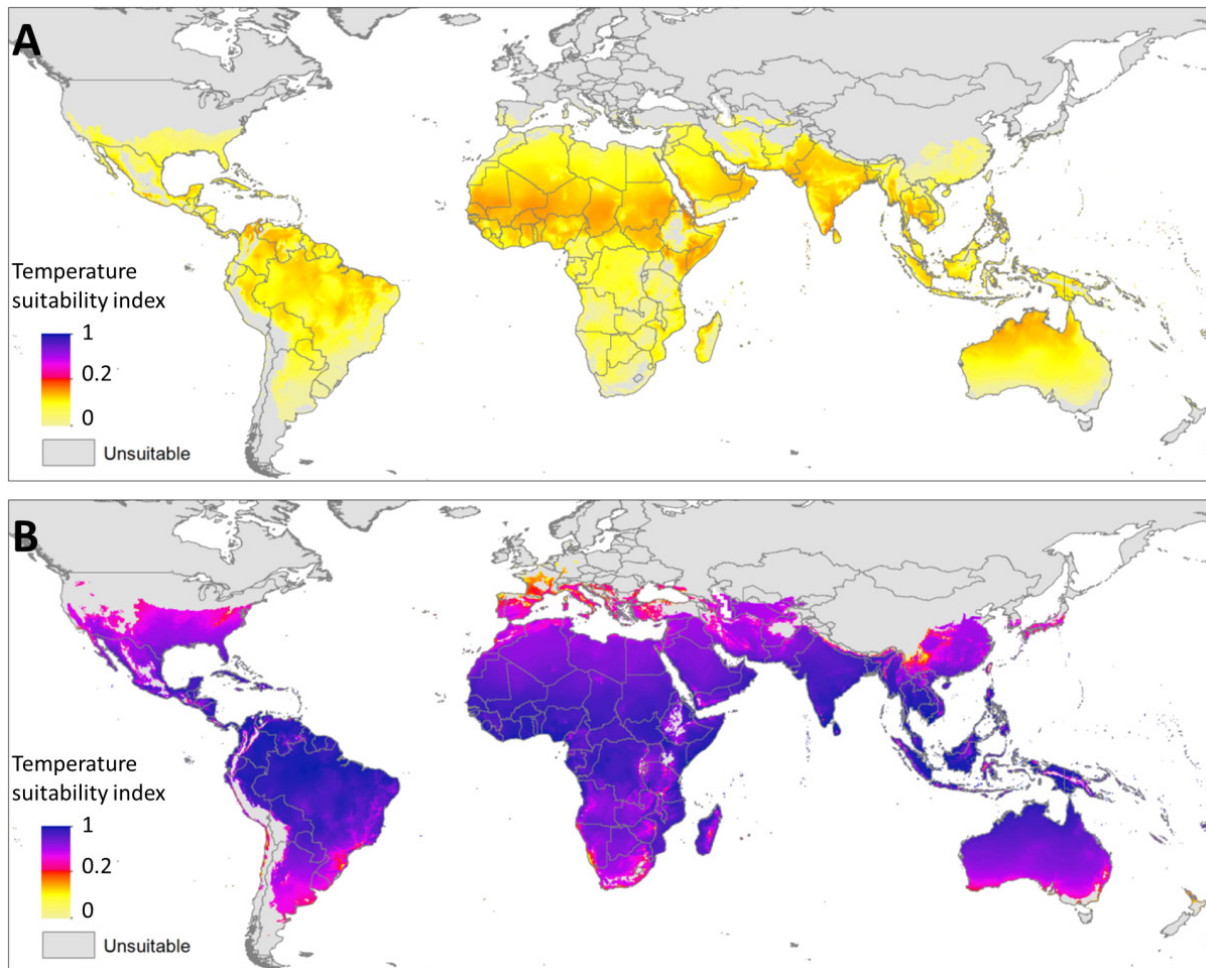


Figure utilisée avec l'autorisation de Oliver J. Brady. Tirée de l'article Global Temperature Constraints on *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* Persistence and Competence for Dengue Virus Transmission de Oliver J. Brady, N. Golding, D.M. Pigott, *et al.* 22 juillet 2014, vol. 7, no. 338. Parasites & Vectors[57]. Cet article est publié par BioMed Central Ltd, distribué sous les termes de la Creative Commons Attribution License qui permet une utilisation sans restriction.

Par contre, le risque d'expansion géographique d'*Ae. albopictus* selon des indicateurs plus complexes basés sur les données climatiques actuelles reliées à la survie de cette espèce (température, précipitations et capacité de survie à l'hiver) et appréhendées a été modélisé par Ogden *et al.* Le scénario le moins conservateur indique que le climat actuel (prenant en compte les données climatiques de 1989-2010) serait favorable à l'établissement de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées vers le nord jusque dans les régions de la côte Atlantique, le sud de l'Ontario, du Québec et des Maritimes (figure 4, cartes c))[54].

**Figure 4** Prédiction des données climatiques favorables pour *Ae. albopictus*

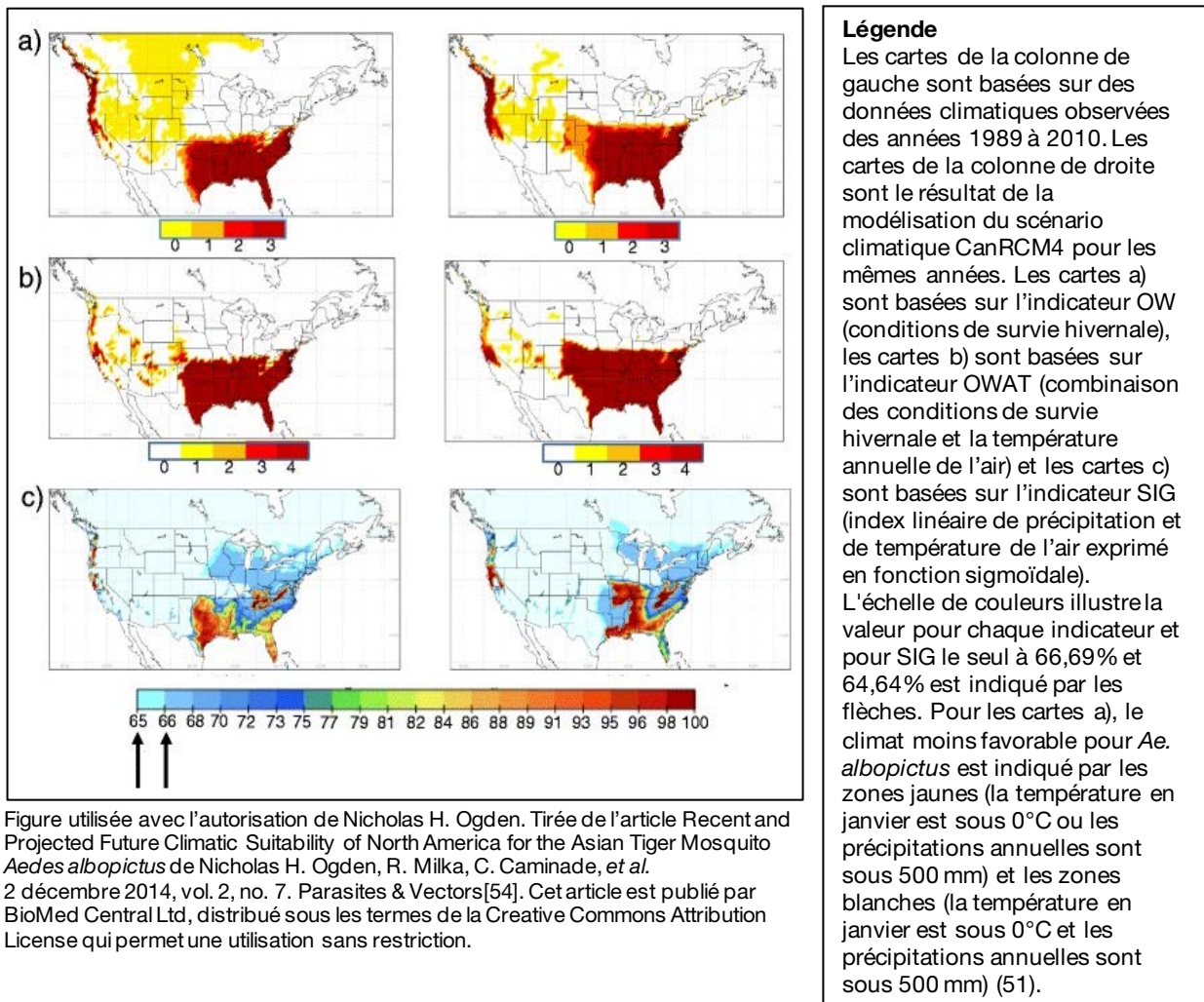


Figure utilisée avec l'autorisation de Nicholas H. Ogden. Tirée de l'article Recent and Projected Future Climatic Suitability of North America for the Asian Tiger Mosquito *Aedes albopictus* de Nicholas H. Ogden, R. Milka, C. Caminade, *et al.* 2 décembre 2014, vol. 2, no. 7. Parasites & Vectors[54]. Cet article est publié par BioMed Central Ltd, distribué sous les termes de la Creative Commons Attribution License qui permet une utilisation sans restriction.

Les projections les plus conservatrices de la limite nord de la distribution d'*Ae. albopictus* pour 2041-2070 réalisées dans cette même étude incluent le sud de l'Ontario, le Québec et les Maritimes. Les scénarios les moins conservateurs prédisent quant à eux une expansion beaucoup plus importante pour 2011-2040 et 2041-2070, allant jusqu'à 1 000 km à l'intérieur du Canada[54].

Bien que l'établissement de populations de moustiques vecteurs du virus Zika soit questionnable dans les régions au climat plus tempéré, il ne faut pas écarter la possibilité d'y retrouver des populations de vecteurs de façon saisonnière accidentelle tel que rapporté par Andreades dans l'étude du Connecticut (É.-U.)[63]. L'importance de ce type de populations est soulignée par

Monaghan *et al.* dans leur étude dans laquelle ils ont cartographié les États américains où des populations d'*Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* se sont établies (c'est-à-dire dans la majorité du sud des É.-U.) et les endroits où ces vecteurs peuvent être retrouvés de façon saisonnière accidentelle, sans qu'il n'y ait nécessairement de populations établies. La saisonnalité varie selon les conditions météorologiques locales et peut fournir une mesure du potentiel de transmission du virus Zika. Selon ces auteurs, plusieurs villes de la côte Est américaine (la plus au nord étant New York) seraient à risque de transmission vectorielle du virus Zika, dû à la présence estivale de populations d'*Ae. aegypti* et au nombre élevé de voyageurs arrivant par avion à partir de pays d'Amérique centrale ou des Caraïbes[69].

L'importation accidentelle de moustiques *Ae. albopictus* a été documentée en Europe, notamment aux Pays-Bas, en Italie et en Allemagne. Aux Pays-Bas, une telle introduction ne s'est pas soldée en l'établissement de populations de ce moustique[70]; toutefois, il apparaît que les conditions climatiques actuelles seraient favorables à la survie hivernale des œufs en diapause de la souche de régions tempérées indiquant la vulnérabilité de ce pays face à l'établissement du vecteur[71]. Une telle situation est retrouvée en Italie, où *Ae. albopictus* a colonisé la plupart des régions du pays[67] et en Allemagne, où des populations établies ont été retrouvées en 2015 dans le sud-ouest du pays[72].

Les données de surveillance entomologique des É.-U. définissent de façon théorique la limite nord des populations de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées et d'*Ae. aegypti*. Les CDC estiment que la distribution potentielle d'*Ae. albopictus* s'étend jusque dans les États limitrophes au Québec, soit le Vermont, New York et New Hampshire[73]. Toutefois, il est important de noter que cette surveillance n'est pas systématique dans l'espace et dans le temps, pouvant introduire un biais de faux-négatifs dans les données[54]. À titre d'exemple, il semble que les comtés situés au nord de la ville de New York ne font pas une surveillance entomologique de routine, mais il est documenté que des moustiques adultes d'*Ae. albopictus* y ont été capturés occasionnellement durant des mois d'été (Richard Falco, communication personnelle, 19 mars 2016).

Au Québec, les données de surveillance entomologique actuellement disponibles ne permettent pas d'identifier de façon extensive la composition des populations de moustiques de la province, puisque la surveillance entomologique n'a été réalisée que le cadre des plans d'intervention gouvernementaux pour la protection de la population contre le VNO (ex. : plan d'intervention 2013-2015[74]). Les données entomologiques issues de cette surveillance entomologique en 2015 faisaient état que sur un total de 169 073 moustiques capturés, le groupe d'espèces *Culex pipiens/restuans* représentait 9,9 % des captures. L'espèce *Ae. vexans* représentait 58,0 % des captures. Les autres espèces des genres *Aedes* (*Ae. vexans*, *Ae. japonicus* et *Ae. cinereus*) et *Ochlerotatus* représentaient 16,8 % des captures, les autres spécimens (15,2 %) étant des espèces appartenant à d'autres genres (principalement *Coquillettia*, *Anopheles*, *Culex* et *Culiseta*)[75].

*Ae. albopictus* a été identifié comme étant le principal vecteur invasif exotique à considérer au Québec par un groupe d'experts *ad hoc* de l'INSPQ[3]. Cela permettrait de raffiner l'évaluation de la probabilité d'introduction relative de certains agents pathogènes. Ces informations ne permettraient toutefois pas de prédire la compétence vectorielle de ces vecteurs, ni des vecteurs locaux pour le virus Zika.

### 3.2.2 COMPÉTENCE VECTORIELLE

Tel que présenté à la section précédente, pour qu'il y ait transmission du virus Zika à une population pour une région donnée, il doit d'abord y avoir présence de vecteurs compétents. Afin de permettre une transmission efficace d'un virus entre un moustique vecteur et un hôte vertébré, plusieurs facteurs doivent être idéalement respectés[76]. En ce qui a trait à l'espèce vectrice hôte, sa compétence est considérée comme unique et caractéristique à chaque paire de virus-vecteur[77]. Des conditions environnementales appropriées doivent être présentes au moment de ces événements.

Pour le virus Zika, ainsi que pour tout autre virus à transmission vectorielle, le temps requis pour qu'un moustique puisse transmettre ce virus est défini par la période d'incubation extrinsèque (PIE), selon une température donnée. Si cette température d'incubation est trop basse, le cycle viral est interrompu et le virus reste en phase dormante dans le vecteur[5].

Les connaissances au sujet de la PIE pour le virus Zika chez les moustiques vecteurs ne sont pas abondantes, car peu d'études ont été réalisées à ce jour sur ce virus. Dans une étude menée en conditions de laboratoire en 1956 par Boorman *et al.*, il a été observé que la PIE du virus Zika chez *Ae. aegypti* serait de plus de 15 jours lorsque la température ambiante varie entre 22 et 26 °C[48, 78]. D'autres études plus récentes menées en laboratoire ont permis de maintenir des femelles *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* à des températures constantes de 27 et 29 °C, respectivement, afin de permettre l'achèvement de la PIE en dedans d'une semaine[79, 49]. Chouin-Carneiro *et al.* ont récemment évalué la compétence vectorielle des espèces de moustiques *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* retrouvées dans les Caraïbes (Martinique, Guadeloupe), en Amérique du Nord (sud des É.-U.) et en Amérique du sud (Brésil, Guyane française) pour le génotype asiatique du virus Zika actuellement en circulation. Ils estiment qu'une PIE de 14 jours est requise pour qu'*Ae. albopictus* puisse transmettre le virus Zika à une température constante de 28 °C ( $\pm 1$  °C) (sans précision de la souche, *i.e.* zones tempérées vs tropicales)[53]. Ainsi, il est probable que le temps requis pour qu'un moustique vecteur puisse transmettre le virus Zika soit entre 7 et 15 jours à des températures variant entre 22 et 29 °C. La température seuil du virus Zika n'est actuellement pas connue, mais sur la base des informations disponibles, il est probable qu'elle se situe à environ 25 °C (opinion d'experts). Cette estimation pourrait être conservatrice, puisque le seuil de température propice aux éclosions du virus CHIKV est fixé à 20 °C[54, 80, 81].

Il est peu probable que les températures estivales du Québec permettent l'atteinte de la PIE du virus Zika, suivant l'hypothèse qu'elle nécessite de 7 à 15 jours à une température au-dessus de 22 °C. En effet, pendant les mois de juillet à août des années 2004 à 2015, c'est en Montérégie que la température moyenne rapportée était la plus élevée, soit 26,3 °C (minimum 16,9 °C, maximum 36,0 °C; écart-type 3,3 °C) (tableau 1).

**Tableau 1** Températures moyennes, minimales et maximales de 2004 à 2015 pour certaines régions socio-sanitaires (RSS) du sud du Québec

RSS	Température moyenne (°C)	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Écart-type (°C)
Outaouais (RSS-07)	25,2	13,9	36,3	3,7
Estrie (RSS-05)	25,2	14,0	33,3	3,4
Montréal (RSS-06)	26,0	17,1	35,0	3,2
Montérégie (RSS-16)	26,3	16,9	36,0	3,3

Les vagues de chaleur représentent des périodes au cours desquels les moyennes mobiles sur trois jours de la température maximale et de la température minimale observées aux stations météorologiques de référence atteignent les seuils de chaleur extrême définis par l'Institut national de recherche scientifique et l'INSPQ[82]. Les seuils de température pour définir une vague de chaleur extrême varient d'une RSS à l'autre. Par exemple, à Montréal et en Montérégie, le seuil minimal de chaleur extrême est 20 °C et le seuil maximal est de 33 °C. Au cours des cinq dernières années, 37 vagues de chaleur ont été rapportées au Québec et c'est en Outaouais qu'on a dénombré le plus grand nombre de vagues de chaleur extrême (au nombre de huit) entre les mois de mai à septembre des années 2010-2015 (seuil minimal : 18 °C, seuil maximal : 31 °C) (Germain Lebel, communication personnelle, 7 avril 2016). C'est donc dire qu'il n'existe qu'une faible probabilité que la température se maintienne pendant plusieurs jours consécutifs (ex. : entre 7 et 15 jours) au-delà d'un seuil minimal de 22 °C.

Or, les différents scénarios climatiques projettent une augmentation de la température moyenne pour un horizon de 2020 dans le sud du Québec pour les mois de juin à août de +1,0 à +1,8 °C (RCP 4,5) et +1,0 à +2,0 °C (RCP 8,5). Le sommaire des valeurs observées dans le sud du Québec pour la période 1971-2000 indique que la température moyenne pour les mois de juin à août était de 17,6 °C (écart-type de 0,8 °C). Pour un horizon de 2050, les valeurs projetées selon divers scénarios climatiques sont +1,6 à +3,3 °C (RCP 4,5) et +2,2 à +4,5 °C (RCP 8,5). De plus, de fortes augmentations dans la durée des vagues de chaleur sont projetées, ainsi que dans la fréquence de nuits chaudes (température minimale > 20 °C)[64]. Cela pourrait favoriser les conditions requises pour l'atteinte de la PIE du virus Zika au Québec à long terme.

Outre l'influence de la température, il existe des risques de mutation chez les vecteurs du virus Zika et le virus lui-même, lesquelles pourraient favoriser le développement de ces organismes à notre latitude, la maintenance d'un cycle zoonotique et un potentiel épidémique[8]. Une étude portant sur l'évolution moléculaire du virus Zika a identifié plusieurs sites au cœur du génome viral qui subissent une forte pression sélective négative, suggérant une possibilité de mutations[83]. À cet effet, le VNO a connu des pressions évolutives suite à son introduction en Amérique du Nord en 1999 afin de s'adapter aux conditions environnementales; en 2001, une mutation permettant de diminuer la PIE est survenue, faisant passer le temps d'incubation du VNO chez les moustiques vecteurs de 8 à 5 jours[84]. Cela a favorisé l'implantation de cette maladie à transmission vectorielle en sol nord-américain. De plus, une mutation dans le gène de l'enveloppe du virus CHIKV (A226V) a favorisé la compétence vectorielle d'*Ae. albopictus* pour ce virus, permettant au virus de se transmettre et de se répliquer plus efficacement chez ce nouveau vecteur[85].

Finalement, l'hypothèse a été soulevée que d'autres espèces d'*Aedes* qu'*Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* et d'autres genres de moustiques pourraient être vecteurs du virus Zika dans les Amériques. La présence du virus Zika a déjà été rapportée chez une espèce de *Culex* (*Cx. perfuscus*) capturé dans une zone agricole du Sénégal[86]. Une étude est en cours au Brésil au sujet de la compétence vectorielle pour le virus Zika du moustique *Cx. quinquefasciatus*, vingt fois plus commun qu'*Ae. aegypti* dans ce pays. Déjà, une capacité à l'infection et à la dissémination du virus dans ses glandes salivaires ont été démontrées[87]. La question a aussi été soulevée au Canada, à savoir si des moustiques indigènes ont une compétence vectorielle pour le virus Zika, notamment ceux capables de transmettre d'autres flavivirus (ex. : *Culex pipiens/restuans*, *Ae. vexans*, *Ae. japonicus*). Des études sont actuellement en cours à ce sujet (Fiona Hunter, communication personnelle, 24 février 2016). Les résultats de ces études auront un écho pour le Québec, puisque ces espèces de moustiques y sont présentes.

### 3.3 Autres modes de transmission du virus

---

#### 3.3.1 TRANSMISSION SEXUELLE

Les informations sur la possibilité de transmission sexuelle du virus Zika reposent sur quelques cas de transmission de la part d'hommes à leur partenaire[78, 88, 89]. Le premier cas de transmission sexuelle a été rapporté en 2008 aux É.-U. Un scientifique individu de retour du Sénégal a transmis le virus Zika à son épouse qui n'avait pas voyagé alors que le virus n'était pas présent aux É.-U.[78]. Récemment, une personne a été infectée par le virus suite à un rapport sexuel avec un conjoint ayant acquis l'infection durant un voyage au Venezuela (premier cas connu d'acquisition locale du virus Zika durant cette épidémie)[90]. Depuis, plusieurs cas ont été documentés. Les CDC indiquent que ces nouveaux cas d'infection suggèrent que la transmission sexuelle est plus probable que précédemment considérée et ont publié une alerte à la santé[91].

Par ailleurs, le génome du virus Zika a été isolé dans le sperme d'un individu infecté lors de l'épidémie du virus Zika en Polynésie française plus de deux semaines après la fin des symptômes. Cet individu présentait des signes d'hématospermie[92]. Récemment, le sperme d'un individu atteint de symptômes fébriles et d'éruption cutanée a été testé positif pour le virus Zika 62 jours après le début des symptômes. Ces données indiquent la présence prolongée du virus dans le sperme et par conséquent la possibilité d'une transmission sexuelle prolongée du virus[93]. À ce jour, aucune donnée sur la transmission sexuelle du virus à partir de cas asymptomatiques n'a été documentée[95].

#### 3.3.2 TRANSFUSION SANGUINE

Étant donné la transmission hématogène d'autre flavivirus, la probabilité est élevée qu'une telle transmission soit possible pour le virus Zika[43]. De plus, lors de l'éclosion du virus Zika en Polynésie française, 42 donneurs de sang ont été testés positifs pour le virus Zika sur 1 505 donneurs, soit 2,8 %[96]. Ces donneurs étaient asymptomatiques au moment du don de sang. Récemment au Brésil, un cas confirmé d'infection par le virus Zika transmis par transfusion sanguine à partir d'un donneur asymptomatique a été signalé[21].

#### 3.3.3 TRANSPLACENTAIRE ET PÉRINATALE

De plus en plus d'études démontrent le potentiel de transmission du virus Zika de la mère au fœtus durant la grossesse. La présence de l'ARN du virus dans le liquide amniotique de mères dont les fœtus avaient des anomalies congénitales cérébrales (détectées par échographie) a été démontrée[97, 98, 99]. L'ARN et des antigènes du virus ont été identifiés dans les tissus du cerveau et dans le placenta de nourrissons nés avec une microcéphalie et décédés peu après la naissance et dans des tissus de fausse-couches[100, 99]. La transmission périnatale du virus Zika a été documentée pour la première fois par Besnard *et al.* lors de l'éclosion du virus Zika en Polynésie française. Lors de cette épidémie, deux cas de transmission périnatale avaient été décrits. Ces transmissions aux nouveau-nés sont probablement survenues par la transmission transplacentaire ou durant l'accouchement[101].

### 3.3.4 LAIT MATERNEL

Lors de l'épidémie en Polynésie française, le génome viral du virus Zika a été détecté dans les échantillons du lait maternel de deux mères chez qui une transmission périnatale a été documentée[101]. Cela soulève une probabilité de transmission du virus lors de l'allaitement. Même si les investigations réalisées n'ont pas permis d'isoler le virus dans le lait, les auteurs considèrent que la transmission du virus Zika doit être considérée étant donné que la transmission par le lait maternel a été documentée pour le virus de la dengue[102] et le VNO[103]. Les CDC rapportent qu'à ce jour, aucun cas d'infection par le virus Zika n'a été rapporté chez les nourrissons lors d'allaitement maternel[104].

## 4 Évaluation du risque

### 4.1 Clarification de la question et de la portée de l'évaluation du risque

Dès le début de la démarche, la question et la portée de l'évaluation du risque ont été clarifiées. À la lumière des données probantes disponibles, il a été convenu de limiter la question à l'émergence et la transmission vectorielle du virus Zika au Québec.

Quant à la portée de l'évaluation du risque, elle a été établie sur la base des éléments retrouvés au tableau 2, adapté du cadre de gestion des risques de l'INSPQ.

**Tableau 2 Éléments permettant de clarifier la portée de l'évaluation du risque**

Éléments	Informations propres à la menace et au contexte évalué
Population	Population du Québec, avec une attention particulière à la population vulnérable (femmes enceintes et en âge de procréer).
Milieu, lieu	Toutes les régions du Québec, avec une attention particulière aux régions du sud de la province (limitrophes aux États du nord-est américain).
Temps	Risque actuel et risque à moyen et à long terme.
Agent	Virus Zika.
Événement	Émergence ponctuelle saisonnière du virus et sa transmission vectorielle.
Source	Moustiques vecteurs infectés.
Circonstance d'exposition	Émergence ponctuelle saisonnière : introduction du virus par des cas humains infectés à partir de pays où il y a de la transmission; introduction du virus par des moustiques infectés ayant voyagé dans des pneus, par voie aérienne (avion); présence d'espèces de moustiques locales compétentes pour le virus; migration ou introduction d'espèces vectrices.  Transmission vectorielle : exposition par des piqûres de moustiques d'espèces vectrices locales ou introduites et établies; établissement de cycles de réplication virale.
Conséquences	Infection asymptomatique (80 % des cas), infection symptomatique (20 % des cas), potentiel de complications neurologiques chez la personne infectée (SGB) ou chez le fœtus ou le nouveau-né (microcéphalie et autres anomalies congénitales).

De façon plus précise, la question et la portée de l'évaluation du risque sont définies de la sorte :

« Quelle est la probabilité, actuelle, à moyen et à long terme, pour la population du Québec (incluant les femmes enceintes et en âge de procréer), d'être exposée au virus Zika par transmission vectorielle lors d'une piqûre de moustique? Ce risque pourrait potentiellement se traduire chez la population infectée par des symptômes légers ou des troubles neurologiques plus graves, tel qu'un SGB, ou par des anomalies congénitales chez le fœtus ou le nouveau-né de femmes enceintes infectées (microcéphalies et autres anomalies congénitales). »

## 4.2 Le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika au Québec

Considérant que l'humain est un réservoir du virus Zika en environnement urbain, le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika dépend essentiellement de la présence de moustiques potentiellement vecteurs du virus et de leur capacité à transmettre le virus (c'est-à-dire la compétence vectorielle de ces moustiques, la densité de leur population, leurs hôtes préférés pour les repas de sang, le taux de piqûres et la survie de la population de ces moustiques)[105].

La caractérisation du risque actuel de transmission du virus Zika au Québec est basée sur les données écologiques de la section 3 qui ont permis de répondre aux questions suivantes en termes de probabilités :

### 1) Est-ce que les espèces de moustiques vecteurs du virus Zika présents en Amérique du Nord sont aussi présents au Québec (i.e. *Ae. aegypti* et souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées)?

Les données entomologiques disponibles au Québec ne permettent pas de faire état de populations établies d'espèces de moustiques reconnues comme étant des vecteurs du virus Zika, tel *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*, ou encore, d'en documenter la présence saisonnière.

Les CDC estiment que la distribution d'*Ae. albopictus* s'étend désormais jusque au milieu d'États américains limitrophes au Québec, soit le Vermont, New York et le New Hampshire.

La distribution géographique d'*Ae. aegypti* est moins nordique, soulevant moins d'inquiétude pour le Québec.

La surveillance entomologique n'est pas effectuée de façon continue dans l'espace et dans le temps dans les États américains limitrophes au Québec, soulevant ainsi l'hypothèse d'un faux-négativisme dans les données de surveillance entomologique. Étant donné le contexte dans lequel la surveillance entomologique est réalisée au Québec (plans d'intervention gouvernementaux pour protéger la santé de la population contre le VNO), il est donc incertain si ces moustiques sont présents à la frontière.

La présence de spécimens adultes d'*Ae. albopictus* a été documentée en 2005 à l'aéroport international de Montréal, confirmant le potentiel d'introduction par avion de cette espèce et mettant en évidence leur capacité de survie pendant les mois les plus chauds de l'année.

Or, les adultes ne peuvent survivre à des températures inférieures à 9 °C. Les données de températures disponibles pour le sud du Québec indiquent qu'entre les mois de décembre à février (1971-2000), la température moyenne était de -9,5 °C (écart-type de 1,6 °C). C'est dans

À la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime :

- qu'il est probable que des spécimens adultes d'*Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* soient introduits accidentellement au Québec et qu'ils survivent en été;
- qu'il est très peu probable que l'espèce *Ae. aegypti* ait actuellement la capacité de s'établir de façon saisonnière au Québec ;
- qu'il est peu probable que la souche d'*Ae. albopictus* de zones tempérées ait actuellement la capacité de s'établir de façon saisonnière au Québec ;
- qu'il ne peut statuer sur la probabilité de survie des œufs de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées en hiver;
- qu'il est très peu probable qu'il y ait actuellement des populations établies de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées au Québec.

la région de l'Outaouais que la température moyenne la plus basse des régions du sud du Québec a été relevée (2004-2015), soit -4 °C (minimum -25,6 °C, maximum 17,9 °C; écart-type 6,5 °C). Les températures hivernales sont nettement inférieures au seuil de survie des adultes de la souche d'*Ae. albopictus* des régions tempérées.

Étant donné l'hypothèse d'un rôle isolant du couvert neigeux sur la capacité de survie des œufs d'*Ae. albopictus* et la démonstration d'une température constante de 0 °C dans l'humus du sol sous un couvert neigeux de 120 cm (janvier-février 1998), il existe une probabilité théorique de survie au Québec si jamais des œufs étaient pondus, mais plus d'informations sont requises.

## 2) Est-ce que des moustiques indigènes du Québec ont actuellement une compétence vectorielle pour le virus Zika?

L'hypothèse a été soulevée que d'autres espèces d'*Aedes* et d'autres genres de moustiques communs joueraient un rôle dans la transmission vectorielle du virus Zika, notamment les *Culex*.

Le virus Zika a été détecté chez *Cx. perfuscus* au Sénégal.

Une espèce de *Culex* présente au Brésil, *Cx. quinquefasciatis*, a une capacité d'infection à virus Zika et peut disséminer le virus dans ses glandes salivaires.

Des espèces de moustiques ayant la compétence de transmettre des flavivirus sont présentes au Québec (*Cx. pipiens/restuans*, *Ae. vexans*).

La compétence vectorielle à Zika des espèces de *Culex* ainsi que d'autres espèces de moustiques indigènes du Québec (ex. : *Ae. japonicus*) est inconnue.

Devant le peu d'informations disponibles, le groupe d'experts :

- ne peut statuer sur la probabilité que des moustiques indigènes du Québec aient une compétence vectorielle pour le virus Zika.

## 3) Est-ce que le climat actuel du Québec est favorable pour l'atteinte de la période d'incubation extrinsèque du virus Zika chez les moustiques vecteurs présents en Amérique du Nord?

Les données probantes disponibles indiquent que la PIE du virus Zika se situerait entre 7 et 15 jours à des températures variant entre 22 et 29 °C.

La température seuil du virus Zika n'est actuellement pas connue, mais il est probable qu'elle se situe à environ 25 °C (opinion d'experts).

La définition des vagues de chaleur extrêmes au Québec implique que ponctuellement pendant les mois estivaux, les températures prévues pour trois jours consécutifs ne

A la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime :

- que bien que la température dans le sud du Québec monte au-delà de la température seuil estimée pour Zika, il est très peu probable qu'advenant la présence accidentelle saisonnière de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées au Québec, le

baissent pas sous 18-20 °C la nuit et montent à 31-33 °C le jour.

Par contre, afin de compléter la PIE, la température seuil du virus doit être maintenue de façon constante ou du moins pendant un cumul de degrés-jours suffisants.

climat actuel permette l'atteinte de la PIE requise par ce moustique pour amplifier suffisamment le virus et le transmettre.

Les réponses aux trois questions précédentes permettent d'alimenter les catégories de probabilité d'éclosion d'arboviroses transmises par les moustiques définies par les CDC (tableau 3). La probabilité d'éclosion d'arboviroses sous-entend une transmission soutenue par les moustiques.

**Tableau 3** Catégories de probabilité d'éclosion d'arboviroses transmises par moustiques des CDC

Catégorie	Probabilité d'éclosion	Définition
0	Négligeable ou nulle*	Absence de populations établies de moustiques vecteurs; climat non favorable pour l'émergence du virus (température seuil trop élevée, période d'incubation extrinsèque difficilement atteignable même en été).
1	Éloignée	Saisonnier (printemps, été ou automne); vecteurs adultes actifs mais non abondants; température ambiante qui ne satisfait pas au développement viral chez les vecteurs.
2	Possible	Abondance focale de vecteurs adultes; température adéquate pour une incubation extrinsèque; séroconversion chez des hôtes sentinelles.
3	Probable	Vecteurs adultes abondants dans plusieurs régions; plusieurs isolements du virus chez des hôtes enzootiques ou chez un cas confirmé (humain ou équin); conditions optimales pour une incubation extrinsèque et la survie du vecteur; ces phénomènes surviennent tôt dans la saison normale d'activité virale.
4	Éclosion en cours	Plusieurs cas confirmés chez les humains.

\* Le groupe d'experts considère les termes « négligeable » et « nulle » comme étant synonyme. Ainsi, afin de faciliter la compréhension générale des résultats de la présente évaluation du risque, seul le terme « négligeable » sera utilisé pour définir la catégorie 0.

À la lumière des données probantes et des connaissances actuelles des experts, principalement dû au fait que la présence de populations établies des moustiques vecteurs présents en Amérique du Nord (*i.e.* *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*) n'a pas été documentée au Québec, la probabilité actuelle d'éclosion du virus Zika au Québec serait catégorisé 0, soit « négligeable ». En conséquent, le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est négligeable.

### 4.3 Le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika à moyen et à long terme au Québec

---

En termes d'émergence du virus Zika au Québec à moyen et à long terme, la présente évaluation du risque réfère à une émergence ponctuelle saisonnière, c'est-à-dire au cours des mois les plus chauds de l'année et non pas à une émergence menant à l'endémicité.

L'introduction du virus Zika au Québec pourrait survenir via l'importation accidentelle de moustiques infectés ou par l'arrivée d'humains virémiques. La caractérisation du risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est basée principalement sur des données écologiques et épidémiologiques qui ont permis de répondre aux questions suivantes en termes de probabilité :

#### 1) Quelle est la probabilité d'introduction de moustiques vecteurs du virus Zika au Québec à moyen et long terme?

Des spécimens adultes d'*Ae. albopictus* ont déjà été introduits ponctuellement au Québec par voie aérienne (par avion) et capturés à l'aéroport international de Montréal, mettant en évidence leur capacité à survivre au Québec au cours des mois les plus chauds.

Un grand nombre de voyageurs arrivent à l'aéroport international de Montréal en été, en provenance de pays où la présence de populations établies d'espèces de moustiques vecteurs pour le virus Zika a été documentée, comme les Caraïbes et l'Amérique du Sud. Des moustiques vecteurs peuvent donc être introduits de la sorte.

Des populations établies de la souche d'*Ae. albopictus* des régions tempérées ont été documentées dans des États américains limitrophes au sud du Québec. Cela laisse présager une probabilité d'introduction par voie terrestre, par exemple, par les activités de camionnage.

Des modèles climatiques prédisent que la limite géographique de survie d'*Ae. albopictus* pourrait atteindre le sud du Québec à moyen terme, soit dans les prochaines décennies (2011-2040).

Le sud du Québec serait actuellement une zone vulnérable pour l'introduction d'espèces de moustiques ayant la compétence vectorielle pour transmettre le virus Zika.

À la lumière de ces connaissances, le groupe d'experts estime :

- qu'il est probable que des moustiques vecteurs du virus Zika soient introduits au Québec non seulement par voie aérienne (par avion), mais aussi par voies maritime et terrestre.

## 2) Quelle est la probabilité d'établissement de populations de moustiques vecteurs à moyen et long terme?

L'espèce *Ae. aegypti* n'est pas acclimatée aux climats tempérés.

La souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées est acclimatée à des températures plus froides.

Les œufs de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées entrent en dormance l'hiver. Leur survie aux conditions hivernales du Québec est inconnue. Étant donnée l'hypothèse d'un rôle isolant du couvert neigeux sur la capacité de survie des œufs d'*Ae. albopictus* et la démonstration d'une température constante de 0 °C dans l'humus du sol sous 120 cm de neige (janvier-février 1998), il existe une probabilité théorique de survie au Québec si jamais des œufs étaient pondus.

La survie des œufs générerait le potentiel de produire des générations subséquentes l'été suivant, tel que rapporté dans certains pays d'Europe.

Certains modèles climatiques prédisent que le climat actuel basé sur le climat des années 1981 à 2010 pourrait permettre l'établissement d'*Ae. albopictus* jusque dans le sud du Québec.

À la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime :

- qu'il est très peu probable qu'*Ae. aegypti* s'établisse dans le sud du Québec à moyen et à long terme;
- qu'il est peu probable que la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées s'établisse dans le sud du Québec à moyen et long terme;
- qu'il serait plus probable d'observer l'établissement temporaire de populations de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées pendant les mois d'été au cours desquels des températures supérieures à 9 °C sont observées;
- que ces constats pourraient changer dans un contexte de changements climatiques et d'acclimatation éventuelle du vecteur.

## 3) Quelle est la probabilité que des moustiques indigènes au Québec développent une compétence vectorielle pour le virus Zika?

On ne connaît pas la compétence vectorielle à Zika des moustiques indigènes du Québec, notamment ceux capables de transmettre d'autres flavivirus.

Toutefois, la capacité de certaines espèces de moustiques indigènes et établies au Québec à transmettre le virus Zika pourrait être modifiée suite à des mutations dans leur génome ou encore suite à des mutations du virus lui-même.

Devant le peu d'informations disponibles et l'incertitude à ce sujet, le groupe d'experts :

- ne peut statuer sur la probabilité que des moustiques indigènes du Québec développent une compétence vectorielle pour le virus Zika.

## 4) Quelle est la probabilité d'introduction du virus Zika au Québec à moyen et à long terme?

Le risque d'introduction du virus Zika dépend de certains éléments présentés au tableau 4. Les informations spécifiques au virus Zika y sont présentées; le fait que l'humain soit un réservoir et que le virus soit endémique au sein de pays d'où proviennent un nombre élevé de voyageurs arrivant au Québec par voie aérienne accentuent la probabilité d'introduction du virus Zika au Québec.

**Tableau 4 Variables identifiées par un groupe d'experts de l'INSPQ (2013) pour soutenir l'analyse de risque d'introduction d'un agent pathogène au Québec et information propre au virus Zika**

Variables	Information propre au virus Zika
1) L'humain est un réservoir	Oui
2) Endémicité au sein d'un pays avec un nombre élevé de voyageurs arrivant au Québec par voie aérienne	Oui (Caraïbes, Amérique centrale, Amérique du Sud)
3) Endémicité aux É.-U.	Puerto Rico (géographiquement situé en Amérique centrale)
4) Endémicité au sein d'États américains adjacents au Québec	Non
5) Réservoir aviaire possible	Inconnu
6) Circulation de l'agent pathogène en zone tempérée-froide	Non
7) Présence de réservoirs potentiels au Québec.	Inconnu
8) Génotype et évolution du génome viral	Le virus Zika en Amérique appartient à la lignée asiatique. Il est phylogénétiquement similaire aux souches isolées lors de l'épidémie en Polynésie française de 2013-2014. À ce jour, il n'y a pas de mutations décrites chez les souches du virus Zika en Amérique.

En complément au tableau 4, la réponse à la question 4) a été soutenue par des éléments issus du portrait de la situation.

La surveillance des cas humains d'infections à virus Zika fait état que ce virus a déjà été introduit au Québec par des voyageurs infectés lors de séjours dans des pays où il y a de la transmission.

En termes d'introduction du virus au Québec par des moustiques infectés qui auraient voyagé dans des pneus ou par avion, aucune information ne documente ce genre d'introduction actuellement. Toutefois, le fait que des spécimens adultes d'*Ae. albopictus* aient été capturés à l'aéroport international de Montréal en 2005 indique qu'il y a une probabilité d'introduction ponctuelle du virus Zika de cette façon.

À la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime :

- qu'il est probable qu'une introduction ponctuelle et accidentelle du virus Zika survienne au Québec à moyen et à long terme par le biais de voyageurs infectés et de moustiques infectés;
- qu'il est très peu probable que le virus, s'il est introduit ponctuellement et accidentellement, s'amplifie suffisamment chez le réservoir humain pour soutenir une transmission vectorielle à moyen et long terme.

### 5) Quelle est la probabilité que le climat futur du Québec à moyen et à long terme favorise l'atteinte de la période d'incubation extrinsèque chez des moustiques vecteurs?

La PIE du virus Zika se situerait entre 7 et 15 jours à des températures variant entre 22 et 29 °C.

La température seuil du virus Zika n'est actuellement pas connue, mais se situerait à environ 25 °C (opinion d'experts).

La température moyenne des mois de juin à août des années 1971 à 2000 dans le sud du Québec était de 17,6 °C (écart-type : 0,8 °C).

C'est en Montérégie que la température moyenne des mois de juillet et août des années 2004 à 2015 était la plus élevée, soit 26,3 °C (minimum 16,9 °C, maximum 36,0 °C; écart-type : 3,3 °C).

Les modèles climatiques canadiens donnent une bonne idée du climat futur. Pour le Québec, il est prédit que la température augmentera pour toutes les saisons. Les différents scénarios climatiques projettent une augmentation de la température moyenne des mois de juin à août, dans le sud du Québec pour un horizon de 2020, de +1,0 à +1,8 °C (RCP 4,5) et +1,0 à +2,0 °C (RCP 8,5); pour un horizon de 2050, l'augmentation serait de +1,6 à 3,3 °C (RCP 4,5) et +2,2 à +4,5 °C (RCP 8,5).

De fortes augmentations dans la durée des vagues de chaleur sont projetées, ainsi que dans la fréquence des nuits chaudes (dont la température minimale est supérieure à 20 °C).

Les simulations de changements climatiques ne prédisent pas si la température future permettra d'atteindre la PIE, advenant la présence de populations d'espèces de moustiques compétents pour le virus Zika et d'un réservoir amplifiant le virus.

Des mutations pourraient survenir dans le génome du virus Zika et pourraient diminuer sa PIE, tel que vu chez le VNO.

À la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime :

- qu'il est très peu probable qu'advenant la présence accidentelle saisonnière de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées au Québec et d'un réservoir amplifiant le virus, le climat à moyen terme (ex. : 2020) permette l'atteinte de la PIE requise par ce moustique pour amplifier suffisamment le virus et le transmettre;
- qu'il est peu probable qu'advenant la présence accidentelle saisonnière de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées au Québec et d'un réservoir amplifiant le virus, le climat à long terme (ex. : 2050) permette l'atteinte de la PIE requise par ce moustique pour amplifier suffisamment le virus et le transmettre.

À la lumière de ces informations, le groupe d'experts estime que selon les catégories des CDC présentées au tableau 3, la probabilité d'éclosion d'infections à virus Zika à moyen terme est « éloignée ». En l'occurrence, le risque à moyen terme d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est faible.

Or, certaines conditions favorables à l'émergence et à la transmission vectorielle du virus Zika sont présentes au Québec (l'humain est un réservoir, le virus Zika est endémique au sein de pays avec un nombre élevé de voyageurs arrivant au Québec par voie aérienne, des populations établies du

moustique vecteur *Ae. albopictus* ont été documentées dans des États américains limitrophes au Québec, le climat du sud du Québec pourrait être favorable à l'introduction d'*Ae. albopictus*, il existe une probabilité d'introduction ponctuelle de spécimens adultes d'*Ae. albopictus* et du virus Zika). Bien que les modèles climatiques canadiens prédisent une augmentation de la température au Québec pour toutes les saisons, il est impossible de prédire quel sera le risque à long terme d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec.

#### 4.4 Perception du risque

---

Bien que le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika au Québec soit caractérisé comme étant négligeable et que le risque à moyen terme d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec soit caractérisé comme étant faible, certaines particularités de la situation épidémiologique rehaussent la perception du risque, notamment dû à l'importance des conséquences du risque :

- L'infection à virus Zika est bénigne chez la majorité des cas, toutefois, certaines complications sévères peuvent survenir et engendrer un fardeau significatif sur la personne affectée, sa famille, la société et les soins de santé des pays affectés, notamment :
  - Un nombre important des anomalies congénitales associées aux infections par le virus Zika chez les femmes enceintes (dont les microcéphalies) ont le potentiel d'engendrer un impact sur la société et sur les soins de santé à long terme. Ces complications influencent la perception du risque de la population et des intervenants de la santé.
  - Toute personne atteinte par l'infection à virus Zika peut présenter des complications sévères, dont le SGB. Toutefois, le fardeau engendré par cette complication sur la société et sur les soins de santé des pays affectés est moindre.
- La majorité des Québécois n'a jamais été exposée au virus Zika et n'a donc pas d'immunité développée contre ce virus. L'introduction du virus dans une telle population pourrait avoir des conséquences épidémiques importantes en termes de propagation de l'infection.

Une transmission soutenue du virus Zika au Québec est peu probable. Il est difficile d'estimer l'impact que pourrait avoir une telle transmission sur le nombre de cas de microcéphalies dans un contexte d'éclosion tel que rapporté en Polynésie française. Il peut toutefois être éclairant de projeter les données disponibles sur l'ensemble des naissances du Québec, afin de comparer l'impact des infections congénitales à virus Zika avec d'autres maladies ou anomalies neurologiques fréquentes affectant le nouveau-né.

Advenant un taux d'attaque au Québec similaire au taux d'attaque de 73 % décrit sur l'île de Yap en Micronésie ou le taux de 66 % modélisé par Cauchemez *et al.*, l'impact serait important dans la population générale en termes du nombre d'individus infectés, mais la majorité des cas ne développeraient pas de symptômes. La proportion d'anomalies fœtales estimée par Cauchemez *et al.* chez les femmes enceintes infectées par le virus Zika est de 1 %. Le Brésil a rapporté environ 40 fois plus de microcéphalies par rapport au taux de base, représentant environ 0,2 % d'atteinte dans la population des naissances. Par rapport au pourcentage de base des cas de microcéphalie chez les nouveau-nés au Québec (approximativement 0,04 %) (Nathalie Auger, communication personnelle, 12 mai 2016) qui entraîne environ 36 naissances microcéphales par année (nombre de naissances en 2014 : 87 700), les anomalies congénitales causées par l'infection à virus Zika en situation épidémique (approximativement 0,2-0,66 %) entraîneraient 175-578 naissances neurologiquement anormales dans la population québécoise par année.

Le même exercice peut-être fait afin d'estimer l'impact que pourrait avoir une transmission soutenue du virus Zika au Québec sur le nombre de cas de SGB dans un contexte d'éclosion tel que rapporté en Polynésie française.

Pour l'année 2015, 1 708 cas de SGB ont été notifiés sur l'ensemble du territoire brésilien représentant une augmentation d'environ 19 % comparativement à l'année 2014 (1 439 cas de SGB)[106]. Une étude menée par l'INSPQ couvrant la période du 13 octobre 2009 au 31 mars 2010 a démontré que le taux d'incidence du SGB 1-3 dans la population québécoise âgée de 6 mois ou plus a été de 1,96/100 000 personnes-année et le taux était de 2,29/100 000 personnes-année en incluant les cas de niveau 4[107]. Une augmentation de 19 % donnerait un taux de 2,73/100 000 personnes-année (SGB 1-4), faisant passer le nombre de base estimé être de 188 à 224 (population du Québec en 2014 : 8 215 millions).

Ces informations sont présentées dans un contexte d'une éventuelle transmission vectorielle du virus Zika, bien que peu probable. Or, elles sont aussi importantes à prendre en considération en regard du mode de transmission sexuelle du virus qui pourrait être à la source d'une propagation locale de l'infection. Toutefois, de telles réflexions sortent des objectifs du présent avis.

## 5 Conclusion et recommandations

Les résultats de la présente évaluation du risque sont spécifiques à la population et à la réalité climatique du Québec. Le risque actuel de transmission vectorielle du virus Zika au Québec est négligeable, tandis que le risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec à moyen terme est faible.

À ce jour, diverses organisations de santé publique ont publié les résultats d'évaluation du risque associé à l'infection à virus Zika, incluant le risque de transmission vectorielle de ce virus, notamment l'ASPC (population cible : Canada)[21], Santé publique Ontario (population cible : Ontario)[108], Public Health England (population cible : Royaume-Uni)[109], l'ECDC (population cible : pays de l'Union européenne)[110] et l'OMS (populations cibles : pays africains et européens)[24, 25]. Les résultats de la présente évaluation du risque vont dans le même sens que ceux destinés à d'autres régions du globe similaires au Québec en terme de réalité climatique et de présence (et absence) d'espèces de moustiques vecteur du virus Zika, soit le reste du Canada (risque très faible), l'Ontario (risque faible) et le Royaume-Uni (risque très faible)[21, 108, 109].

Pour qu'il y ait transmission vectorielle du virus Zika, les conditions de développement d'un vecteur compétent ainsi que les conditions favorables à l'incubation extrinsèque du virus doivent être respectées. Il est aussi possible que d'autres facteurs contribuent à la propagation rapide du virus Zika, tel la naïveté immunologique de la population pour ce virus et la densité élevée de populations de moustiques piqueurs d'humains[53].

Des conditions favorables sont présentes pour craindre l'émergence et la transmission vectorielle du virus Zika à long terme :

- 1) L'une des espèces de moustiques vecteurs, *Ae. albopictus* s'est adaptée à des températures tempérées et a connu ces dernières années une expansion géographique importante, progressant jusqu'au nord-est des É.-U. dans des États limitrophes au Québec.
- 2) Des modèles climatiques qualifiés de conservateurs prédisent que le climat appréhendé pour un horizon de 2011-2040 permettrait l'introduction d'*Ae. albopictus* dans le sud du Québec.
- 3) La température seuil estimée de 25 °C pourrait être atteinte pour la durée de la période d'incubation du virus au sud du Québec en raison des changements climatiques.

S'ajoute la possibilité de survenue de mutations chez le virus qui pourrait s'adapter à des vecteurs indigènes au Québec ou à une température seuil plus basse. De telles modifications pourraient engendrer l'accélération de l'introduction du virus ainsi que sa transmission.

Le risque d'acquisition de la maladie est cependant présent pour la population québécoise se rendant dans les pays où une transmission locale est documentée ou via le sperme d'un homme infecté lors de relations sexuelles non protégées. Des recommandations ont été émises par d'autres instances, notamment le Comité consultatif québécois en santé des voyageurs de l'INSPQ et le MSSS à cet effet[111, 112].

La principale limite de cette évaluation du risque demeure l'hétérogénéité des connaissances en termes de surveillance entomologique, tant au Québec que dans les provinces et États américains voisins. Il sera donc important d'en apprendre plus sur la composition des populations de moustiques du sud du Québec, notamment afin de détecter la présence de la souche d'*Ae. albopictus* de régions tempérées. Les résultats de recherche à venir au sujet de la compétence vectorielle pour le virus Zika d'espèces de moustiques indigènes au Canada permettront aussi de

moduler le risque. Des études sur le virus lui-même permettront aussi de détecter la survenue d'éventuelles mutations qui augmenteraient sa capacité à se transmettre.

Dans les circonstances, il est recommandé :

- 1) D'élaborer un plan de surveillance entomologique pérenne à moyen et long terme qui permettrait d'élargir les objectifs de surveillance entomologique<sup>7</sup> afin de documenter les espèces de moustiques établies dans le sud du Québec. Des stations entomologiques pourraient être positionnées aux points d'entrée de la province (ex. : aéroports, ports) et dans des agglomérations situées au sud de la province. Le fait de répéter cette surveillance en continue permettrait de documenter toute augmentation du nombre d'individus capturés ou encore l'établissement de populations.
- 2) De reprendre la recommandation 3 de l'avis scientifique Évaluation de l'émergence possible du virus CHIK et du risque de transmission vectorielle au Québec et d'y ajouter l'infection à virus Zika (« l'INSPQ recommande l'ajout de l'infection par le virus CHIK et par le virus de la dengue à la liste des maladies à déclaration obligatoire et de la surveillance des cas humains par les médecins et les laboratoires, dans le but de mieux suivre l'évolution dans le temps de cette maladie vectorielle »).
- 3) De maintenir la veille scientifique mise sur pied pour les fins des présents travaux, en portant une attention particulière à la publication des résultats des travaux réalisés par deux équipes de chercheurs canadiens (l'équipe de Fiona Hunter de l'Université Brock en Ontario et l'équipe de Robbin Lindsay du Laboratoire national de microbiologie) afin d'en apprendre plus sur la compétence vectorielle d'espèces indigènes du Canada actuellement impliquées dans la transmission d'autres flavivirus, incluant l'espèce nouvelle introduite au Canada, *Ae. Japonicus*.
- 4) De réaliser des études qui permettraient d'augmenter les connaissances locales sur des sujets telle la capacité d'*Ae. albopictus* à survivre au climat du sud de la province, notamment en ce qui a trait à la survie des œufs sous un couvert neigeux.

Selon l'évolution de la situation et au besoin, cette évaluation rapide du risque pourra être mise à jour.

---

<sup>7</sup> Le plan de surveillance entomologique 2016 produit par l'INSPQ à la demande du MSSS inclut l'objectif de documenter l'espèce de moustiques *Ae. albopictus* dans les endroits à risque d'introduction, notamment le sud du Québec (Louise Normandin, communication personnelle, 16 mai 2016).

## 6 Références

1. Ouranos. Pôle d'innovation sur la climatologie régionale [Internet]. Ouranos. [cited 2016 May 20]. Available from: <https://ouranos.ca/>
2. WHO. Rapid risk assessment of acute public health events [Internet]. 2012 [cited 2016 May 19]. 40 p. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70810/1/WHO\\_HSE\\_GAR\\_ARO\\_2012.1\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70810/1/WHO_HSE_GAR_ARO_2012.1_eng.pdf)
3. Institut national de santé publique du Québec. Modèles pratiques de surveillance des maladies à transmission vectorielle dans le cadre des changements climatiques et écologiques. Dernière version: mars 2014 (travaux non publiés).
4. Institut national de santé publique du Québec. La gestion des risques en santé publique au Québec : cadre de référence | INSPQ - Institut national de santé publique du Québec [Internet]. Montréal; 2016 [cited 2016 May 17]. 87 p. Available from: <https://www.inspq.qc.ca/publications/2106>
5. Black WC, Bennett KE, Gorrochótegui-Escalante N, Barillas-Mury CV, Fernández-Salas I, de Lourdes Muñoz M, *et al.* Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*. *Arch Med Res.* 2002 Aug;33(4):379–88.
6. Reisen WK, Fang Y, Martinez VM. Effects of temperature on the transmission of west nile virus by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 2006 Mar;43(2):309–17.
7. WHO. Zika virus [Internet]. WHO. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/en/>
8. Plourde AR, Bloch EM. A Literature Review of Zika Virus. *Emerging Infect Dis.* 2016 Jul 15;22(7).
9. Lanciotti RS, Kosoy OL, Laven JJ, Velez JO, Lambert AJ, Johnson AJ, *et al.* Genetic and serologic properties of Zika virus associated with an epidemic, Yap State, Micronesia, 2007. *Emerging Infect Dis.* 2008 Aug;14(8):1232–9.
10. Cao-Lormeau V-M, Roche C, Teissier A, Robin E, Berry A-L, Mallet H-P, *et al.* Zika virus, French polynesia, South pacific, 2013. *Emerging Infect Dis.* 2014 Jun;20(6):1085–6.
11. Musso D, Nilles EJ, Cao-Lormeau V-M. Rapid spread of emerging Zika virus in the Pacific area. *Clin Microbiol Infect.* 2014 Oct;20(10):O595–6.
12. PAHO WHO. Zika virus infection and Zika fever: Frequently asked questions [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2016 [cited 2016 May 26]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9183:2015-preguntas-frecuentes-virus-fiebre-zika&Itemid=41711&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9183:2015-preguntas-frecuentes-virus-fiebre-zika&Itemid=41711&lang=en)
13. Pan American Health Organization / World Health Organisation. Epidemiological Alert Increase of microcephaly in the northeast of Brazil 17 November 2015 [Internet]. 2015 [cited 2016 May 20]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&Itemid=270&gid=32636&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32636&lang=en)

14. WHO. WHO Director-General summarizes the outcome of the Emergency Committee regarding clusters of microcephaly and Guillain-Barré syndrome [Internet]. WHO. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2016/emergency-committee-zika-microcephaly/en/>
15. Heymann DL, Hodgson A, Sall AA, Freedman DO, Staples JE, Althabe F, *et al.* Zika virus and microcephaly: why is this situation a PHEIC? *The Lancet*. 2016 Feb;387(10020):719–21.
16. WHO. ZIKA VIRUS MICROCEPHALY AND GUILLAIN-BARRÉ SYNDROME SITUATION REPORT [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/205505/1/zikasitrep\\_21Apr2016\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/205505/1/zikasitrep_21Apr2016_eng.pdf?ua=1)
17. Centers for Disease Control and Prevention. CDC concludes Zika causes microcephaly and other birth defects [Internet]. 2016 [cited 2016 May 17]. Available from: <http://www.cdc.gov/media/releases/2016/s0413-zika-microcephaly.html>
18. Rasmussen SA, Jamieson DJ, Honein MA, Petersen LR. Zika Virus and Birth Defects - Reviewing the Evidence for Causality. *N Engl J Med*. 2016 Apr 13;
19. Pan American Health Organization / World Health Organization. Regional Zika Epidemiological Update (Americas) - 19 May 2016 [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11599&Itemid=41691&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11599&Itemid=41691&lang=en)
20. INSPQ. Virus Zika - Émergence du virus Zika dans les Amériques [Internet]. 2015 [cited 2016 May 20]. Available from: <https://www.inspq.qc.ca/lspq/nouvelles/virus-zika>
21. Agence de la santé publique du Canada. Évaluation rapide du risque : Le risque associé au virus Zika pour les Canadiens (première mise à jour) [Internet]. 2016. Available from: <http://canadiensensante.gc.ca/publications/diseases-conditions-maladies-affections/risks-zika-virus-risques/index-fra.php>
22. Morgan C, Back C, Samuel O, Therrien C, Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques et de la santé au travail, *et al.* Évaluation de l'émergence possible du virus Chikungunya et du risque de transmission vectorielle au Québec: avis scientifique [Internet]. 2015 [cited 2016 Mar 3]. Available from: <http://www.deslibris.ca/ID/247043>
23. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for arbovirus surveillance programs in the United States [Internet]. Colorado; p. 81. Available from: [http://www.cdc.gov/ncezid/dvbd/pdf/arboguid\\_508.pdf](http://www.cdc.gov/ncezid/dvbd/pdf/arboguid_508.pdf)
24. WHO. Zika virus risk assessment in the WHO African region - A technical report [Internet]. 2016. 18 p. Available from: [file:///C:/Users/norlou01/Pictures/Downloads/zika-risk-assessment-in-who-african-region-\(220216\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/norlou01/Pictures/Downloads/zika-risk-assessment-in-who-african-region-(220216)%20(2).pdf)
25. WHO. Zika virus - Technical report [Internet]. 2016 [cited 2016 May 19]. Available from: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0003/309981/Zika-Virus-Technical-report.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/309981/Zika-Virus-Technical-report.pdf?ua=1)
26. Dick GWA, Kitchen SF, Haddock AJ. Zika virus. I. Isolations and serological specificity. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 1952 Sep;46(5):509–20.

27. Alera MT, Hermann L, Tac-An IA, Klungthong C, Rutvisuttinunt W, Manasatienkij W, *et al.* Zika virus infection, Philippines, 2012. *Emerging Infect Dis.* 2015 Apr;21(4):722–4.
28. Lanciotti RS, Lambert AJ, Holodniy M, Saavedra S, Signor LDCC. Phylogeny of Zika Virus in Western Hemisphere, 2015. *Emerging Infect Dis.* 2016 May;22(5):933–5.
29. HCSP. Prise en charge médicale des personnes atteintes par le virus Zika [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2015 Jul [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=517>
30. Cauchemez S, Besnard M, Bompard P, Dub T, Guillemette-Artur P, Eyrolle-Guignot D, *et al.* Association between Zika virus and microcephaly in French Polynesia, 2013–15: a retrospective study. *Lancet.* 2016 Mar 15;
31. Duffy MR, Chen T-H, Hancock WT, Powers AM, Kool JL, Lanciotti RS, *et al.* Zika virus outbreak on Yap Island, Federated States of Micronesia. *N Engl J Med.* 2009 Jun 11;360(24):2536–43.
32. Sergon K, Yahaya AA, Brown J, Bedja SA, Mlindasse M, Agata N, *et al.* Seroprevalence of Chikungunya virus infection on Grande Comore Island, union of the Comoros, 2005. *Am J Trop Med Hyg.* 2007 Jun;76(6):1189–93.
33. Sergon K, Njuguna C, Kalani R, Ofula V, Onyango C, Konongoi LS, *et al.* Seroprevalence of Chikungunya (CHIKV) infection on Lamu Island, Kenya, October 2004. *Am J Trop Med Hyg.* 2008;78(2):333–7.
34. Balmaseda A, Gordon A, Gresh L, Ojeda S, Saborio S, Tellez Y, *et al.* Clinical Attack Rate of Chikungunya in a Cohort of Nicaraguan Children. *Am J Trop Med Hyg.* 2016 Feb 3;94(2):397–9.
35. Hamel R, Dejarnac O, Wichit S, Ekchariyawat P, Neyret A, Luplertlop N, *et al.* Biology of Zika Virus Infection in Human Skin Cells. *J Virol.* 2015 Sep;89(17):8880–96.
36. Tang H, Hammack C, Ogden SC, Wen Z, Qian X, Li Y, *et al.* Zika Virus Infects Human Cortical Neural Progenitors and Attenuates Their Growth. *Cell Stem Cell* [Internet]. 2016 Mar 4 [cited 2016 Mar 8];0(0). Available from: <http://www.cell.com/article/S1934590916001065/abstract>
37. Schuler-Faccini L, Ribeiro EM, Feitosa IML, Horovitz DDG, Cavalcanti DP, Pessoa A, *et al.* Possible Association Between Zika Virus Infection and Microcephaly - Brazil, 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2016;65(3):59–62.
38. CDC. Zika virus in the United States [Internet]. [cited 2016 Mar 4]. Available from: <http://www.cdc.gov/zika/geo/united-states.html>
39. INSPQ. Mise à jour des recommandations pour le diagnostic de laboratoire de l'infection par le virus Zika (version 3) [Internet]. 2016. Available from: [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/inspq/lettre\\_annonce\\_zika\\_version\\_3.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/inspq/lettre_annonce_zika_version_3.pdf)
40. Comité RLSPC-Zika. Proposal for zika virus reporting in Canada. Document inédit. 9 février;
41. Iosifidis S, Mallet H-P, Leparc Goffart I, Gauthier V, Cardoso T, Herida M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. *Med Mal Infect.* 2014 Jul;44(7):302–7.

42. Wolfe ND, Kilbourn AM, Karesh WB, Rahman HA, Bosi EJ, Cropp BC, *et al.* Sylvatic transmission of arboviruses among Bornean orangutans. *Am J Trop Med Hyg.* 2001 Jun;64(5-6):310–6.
43. Petersen LR, Jamieson DJ, Powers AM, Honein MA. Zika Virus. *N Engl J Med.* 2016 Apr 21;374(16):1552–63.
44. Fagbami AH. Zika virus infections in Nigeria: virological and seroepidemiological investigations in Oyo State. *J Hyg (Lond).* 1979 Oct;83(2):213–9.
45. Darwish MA, Hoogstraal H, Roberts TJ, Ahmed IP, Omar F. A sero-epidemiological survey for certain arboviruses (Togaviridae) in Pakistan. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1983;77(4):442–5.
46. Khan K, Bogoch I, Brownstein JS, Miniota J, Nicolucci A, Hu W, *et al.* Assessing the origin of and potential for international spread of chikungunya virus from the Caribbean. *PLoS Curr.* 2014;6.
47. Hayes EB. Zika virus outside Africa. *Emerging Infect Dis.* 2009 Sep;15(9):1347–50.
48. Boorman JP, Porterfield JS. A simple technique for infection of mosquitoes with viruses; transmission of Zika virus. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1956 May;50(3):238–42.
49. Li MI, Wong PSJ, Ng LC, Tan CH. Oral Susceptibility of Singapore *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) to Zika Virus. Turell MJ, editor. *PLoS Neglected Tropical Diseases.* 2012 Aug 28;6(8):e1792.
50. Wong P-SJ, Li MI, Chong C-S, Ng L-C, Tan C-H. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse): A Potential Vector of Zika Virus in Singapore. Turell MJ, editor. *PLoS Neglected Tropical Diseases.* 2013 Aug 1;7(8):e2348.
51. Bogoch II, Brady OJ, Kraemer MUG, German M, Creatore MI, Kulkarni MA, *et al.* Anticipating the international spread of Zika virus from Brazil. *The Lancet.* 2016 Jan;387(10016):335–6.
52. PAHO. Zika - Epidemiological Update 21 April 2016 [Internet]. [cited 2016 May 20]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&Itemid=270&gid=34243&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=34243&lang=en)
53. Chouin-Carneiro T, Vega-Rua A, Vazelle M, Yebakima A, Girod R, Goindin D, *et al.* Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. *PLoS Negl Trop Dis.* 2016 Mar;10(3):e0004543.
54. Ogden NH, Milka R, Caminade C, Gachon P. Recent and projected future climatic suitability of North America for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. *Parasites & Vectors* [Internet]. 2014 Dec [cited 2016 Mar 4];7(1). Available from: <http://www.parasitesandvectors.com/content/7/1/532>
55. European Centre for Disease Prevention and Control, editor. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Stockholm: ECDC [u.a.]; 2012. 95 p. (ECDC technical report).
56. Benedict MQ, Levine RS, Hawley WA, Lounibos LP. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2007;7(1):76–85.

57. Brady OJ, Golding N, Pigott DM, Kraemer MUG, Messina JP, Reiner Jr RC, *et al.* Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites & Vectors*. 2014;7(1):338.
58. Lounibos, Escher RL, Lourenço-de-Oliveira R. Asymmetric evolution of photoperiodic diapause in temperate and tropical invasive populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 96(4):512–8.
59. Urbanski J, Mogi M, O'Donnell D, DeCotiis M, Toma T, Armbruster P. Rapid Adaptive Evolution of Photoperiodic Response during Invasion and Range Expansion across a Climatic Gradient. *The American Naturalist*. 2012 Apr;179(4):490–500.
60. Tran A, L'Ambert G, Lacour G, Benoît R, Demarchi M, Cros M, *et al.* A Rainfall- and Temperature-Driven Abundance Model for *Aedes albopictus* Populations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2013 Apr 26;10(5):1698–719.
61. Leisnham PT, Towler L, Juliano SA. Geographic Variation of Photoperiodic Diapause but Not Adult Survival or Reproduction of the Invasive Mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in North America. *Ann Entomol Soc Am*. 2011 Nov;104(6):1309–18.
62. Hanson SM, Craig GB. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs: field survivorship during northern Indiana winters. *J Med Entomol*. 1995 Sep;32(5):599–604.
63. Andreadis TG. Failure of *Aedes albopictus* to overwinter following introduction and seasonal establishment at a tire recycling plant in the northeastern USA. *J Am Mosq Control Assoc*. 2009 Mar;25(1):25–31.
64. Ouranos. Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec [Internet]. Édition 2015. Montréal, Québec; 2015 [cited 2016 May 19]. 415 p. Available from: <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/2016/02/SyntheseRapportfinal.pdf>
65. Trudel R, Bauce É, Guertin C, Cabana J. Diapause induction and overwintering stage in the fir coneworm (Lepidoptera: pyralidae). *The Canadian Entomologist*. 1999 Dec;131(06):779–86.
66. Ontario Agency for Health Protection and Promotion (Public Health Ontario). Vector-borne diseases 2014 summary report. [Internet]. Toronto, ON: Queen's Printer for Ontario; 2015 [cited 2016 May 18]. 22 p. Available from: [https://www.publichealthontario.ca/fr/eRepository/Vector\\_Borne\\_Diseases\\_Summary\\_Report\\_2014.pdf](https://www.publichealthontario.ca/fr/eRepository/Vector_Borne_Diseases_Summary_Report_2014.pdf)
67. Roiz D, Rosà R, Arnoldi D, Rizzoli A. Effects of temperature and rainfall on the activity and dynamics of host-seeking *Aedes albopictus* females in northern Italy. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2010 Oct;10(8):811–6.
68. Kobayashi M, Nihei N, Kurihara T. Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by geographical information system. *J Med Entomol*. 2002 Jan;39(1):4–11.
69. Monaghan AJ, Morin CW, Steinhoff DF, Wilhelmi O, Hayden M, Quattrochi DA, *et al.* On the Seasonal Occurrence and Abundance of the Zika Virus Vector Mosquito *Aedes Aegypti* in the Contiguous United States. *PLoS Curr*. 2016;8.
70. Scholte E-J, Dijkstra E, Blok H, De Vries A, Takken W, Hofhuis A, *et al.* Accidental importation of the mosquito *Aedes albopictus* into the Netherlands: a survey of mosquito distribution and the presence of dengue virus. *Med Vet Entomol*. 2008 Dec;22(4):352–8.

71. Takumi K, Scholte E-J, Braks M, Reusken C, Avenell D, Medlock JM. Introduction, scenarios for establishment and seasonal activity of *Aedes albopictus* in The Netherlands. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2009 Apr;9(2):191–6.
72. Pluskota B, Jöst A, Augsten X, Stelzner L, Ferstl I, Becker N. Successful overwintering of *Aedes albopictus* in Germany. *Parasitol Res.* 2016 Apr 26;
73. CDC. Surveillance and control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the United States [Internet]. [cited 2016 Apr 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/chikungunya/pdfs/surveillance-and-control-of-aedes-aegypti-and-aedes-albopictus-us.pdf>
74. MSSS D des communications du ministère de la S et des S. Plan d'intervention gouvernemental 2013-2015 pour la protection de la population contre le virus du Nil occidental [Internet]. Québec: Santé et Services sociaux Québec; 2013 [cited 2016 May 18]. Available from: <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3288807>
75. Normandin L. Surveillance de l'infection par le virus du Nil occidental au Québec. en préparation.
76. Lambrechts L, Failloux A-B. Vector biology prospects in dengue research. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2012 Dec;107(8):1080–2.
77. Vega-Rua A, Zouache K, Girod R, Failloux A-B, Lourenco-de-Oliveira R. High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. *Journal of Virology.* 2014 Jun 1;88(11):6294–306.
78. Foy BD, Kobylinski KC, Chilson Foy JL, Blitvich BJ, Travassos da Rosa A, Haddock AD, *et al.* Probable non-vector-borne transmission of Zika virus, Colorado, USA. *Emerging Infect Dis.* 2011 May;17(5):880–2.
79. Diagne CT, Diallo D, Faye O, Ba Y, Faye O, Gaye A, *et al.* Potential of selected Senegalese *Aedes* spp. mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit Zika virus. *BMC Infectious Diseases* [Internet]. 2015 Dec [cited 2016 Mar 4];15(1). Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/15/492>
80. Fischer D, Thomas SM, Suk JE, Sudre B, Hess A, Tjaden NB, *et al.* Climate change effects on Chikungunya transmission in Europe: geospatial analysis of vector's climatic suitability and virus' temperature requirements. *International Journal of Health Geographics.* 2013;12(1):51.
81. Ogden NH, Lindsay L, Coulthart. Existe-t-il un risque de transmission du virus du Ciikungunya au Canada? RMTTC [Internet]. 2015 Jan 8 [cited 2016 May 20];41-01. Available from: <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmttc/15vol41/dr-rm41-01/comment-fra.php>
82. Lebel G, Bustinza R, Institut national de santé publique du Québec, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec: bilan de la saison estivale 2012. [Montréal]: Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique Québec; 2013.
83. Faye O, Freire CCM, Iamarino A, Faye O, de Oliveira JVC, Diallo M, *et al.* Molecular evolution of Zika virus during its emergence in the 20(th) century. *PLoS Negl Trop Dis.* 2014;8(1):e2636.
84. Brault AC. Changing patterns of West Nile virus transmission: altered vector competence and host susceptibility. *Veterinary Research.* 2009 Mar;40(2):43.

85. Tsetsarkin KA, Vanlandingham DL, McGee CE, Higgs S. A Single Mutation in Chikungunya Virus Affects Vector Specificity and Epidemic Potential. *PLoS Pathogens*. 2007;3(12):e201.
86. Diallo D, Sall AA, Diagne CT, Faye O, Faye O, Ba Y, *et al.* Zika virus emergence in mosquitoes in southeastern Senegal, 2011. *PLoS ONE*. 2014;9(10):e109442.
87. Prada P. Research indicates another common mosquito may be able to carry Zika. Reuters [Internet]. 2016 Mar 3 [cited 2016 May 20]; Available from: <http://www.reuters.com/article/us-health-zika-brazil-idUSKCN0W52AW>
88. Hills SL, Russell K, Hennessey M, Williams C, Oster AM, Fischer M, *et al.* Transmission of Zika Virus Through Sexual Contact with Travelers to Areas of Ongoing Transmission - Continental United States, 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(8):215–6.
89. Venturi G, Zammarchi L, Fortuna C, Remoli ME, Benedetti E, Fiorentini C, *et al.* An autochthonous case of Zika due to possible sexual transmission, Florence, Italy, 2014. *Euro Surveill*. 2016;21(8).
90. McCarthy M. Zika virus was transmitted by sexual contact in Texas, health officials report. *BMJ*. 2016 Feb 4;i720.
91. Centers for Disease Control and Prevention. Update: Interim guidelines for prevention of sexual transmission of Zika virus - United States, 2016 [Internet]. Available from: <http://emergency.cdc.gov/han/han00388.asp>
92. Musso D, Roche C, Robin E, Nhan T, Teissier A, Cao-Lormeau V-M. Potential sexual transmission of Zika virus. *Emerging Infect Dis*. 2015 Feb;21(2):359–61.
93. Atkinson B, Hearn P, Afrough B, Lumley S, Carter D, Aarons EJ, *et al.* Detection of Zika Virus in Semen. *Emerging Infectious Diseases* [Internet]. 2016 May [cited 2016 Mar 4];22(5). Available from: [http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/5/16-0107\\_article.htm](http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/5/16-0107_article.htm)
94. Atkinson B, Hearn P, Afrough B, Lumley S, Carter D, Aarons EJ, *et al.* Detection of Zika Virus in Semen. *Emerging Infectious Diseases* [Internet]. 2016 May [cited 2016 Mar 4];22(5). Available from: [http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/5/16-0107\\_article.htm](http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/5/16-0107_article.htm)
95. CDC. Zika and Sexual Transmission [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/zika/transmission/sexual-transmission.html>
96. Musso D, Nhan T, Robin E, Roche C, Bierlaire D, Zisou K, *et al.* Potential for Zika virus transmission through blood transfusion demonstrated during an outbreak in French Polynesia, November 2013 to February 2014. *Euro Surveill*. 2014;19(14).
97. Calvet G, Aguiar RS, Melo ASO, Sampaio SA, de Filippis I, Fabri A, *et al.* Detection and sequencing of Zika virus from amniotic fluid of fetuses with microcephaly in Brazil: a case study. *Lancet Infect Dis*. 2016 Feb 17;
98. Oliveira Melo AS, Malinge G, Ximenes R, Szejnfeld PO, Alves Sampaio S, Bispo de Filippis AM. Zika virus intrauterine infection causes fetal brain abnormality and microcephaly: tip of the iceberg? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2016 Jan;47(1):6–7.
99. Meaney-Delman D, Hills SL, Williams C, Galang RR, Iyengar P, Hennenfent AK, *et al.* Zika Virus Infection Among U.S. Pregnant Travelers - August 2015-February 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(8):211–4.

100. Martines RB, Bhatnagar J, Keating MK, Silva-Flannery L, Muehlenbachs A, Gary J, *et al.* Notes from the Field: Evidence of Zika Virus Infection in Brain and Placental Tissues from Two Congenitally Infected Newborns and Two Fetal Losses - Brazil, 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2016;65(6):159–60.
101. Besnard M, Lastere S, Teissier A, Cao-Lormeau V, Musso D. Evidence of perinatal transmission of Zika virus, French Polynesia, December 2013 and February 2014. *Euro Surveill.* 2014;19(13).
102. Barthel A, Gourinat A-C, Cazorla C, Joubert C, Dupont-Rouzeyrol M, Descloux E. Breast milk as a possible route of vertical transmission of dengue virus? *Clin Infect Dis.* 2013 Aug;57(3):415–7.
103. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Possible West Nile virus transmission to an infant through breast-feeding--Michigan, 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2002 Oct 4;51(39):877–8.
104. CDC. Transmission & Risk - Zika virus [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/zika/transmission/index.html>
105. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment. Zika virus disease epidemic: potential association with microcephaly and Guillain-Barré syndrome. Third update, 23 February 2016. Stockholm: ECDC; 2016.
106. WHO. ZIKA VIRUS MICROCEPHALY AND GUILLAIN-BARRÉ SYNDROME SITUATION REPORT 17 MARCH 2016 [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204633/1/zikasitrep\\_17Mar2016\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204633/1/zikasitrep_17Mar2016_eng.pdf)
107. De Wals P, De Serres G, Deceuninck G, Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques et de la santé au travail. Risque de survenue du syndrome de Guillain-Barré à la suite de l'administration de vaccins pandémiques A(H1N1) durant l'automne 2009 dans la province de Québec rapport de recherche [Internet]. [Montréal, Qué.]: Direction des risques biologiques et de la santé au travail, Institut national de santé publique Québec; 2013 [cited 2016 May 17]. Available from: <http://site.ebrary.com/id/10681543>
108. Public Health Ontario. Rapid risk assessment : Zika virus Second update: May 5, 2016. 5 May 201625.
109. Public Health England. Qualitative assessment of the risk that Zika virus presents to the UK population [Internet]. 2016 [cited 2016 May 19]. Available from: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/520878/Zika\\_virus\\_risk\\_assessment\\_v2.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/520878/Zika_virus_risk_assessment_v2.pdf)
110. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment. Zika virus disease epidemic: potential association with microcephaly and Guillain-Barré syndrome. Second update, 8 February 2016. Stockholm: ECDC; 2016.
111. INSPQ. Surveillance des actualités en santé des voyageurs [Internet]. [cited 2016 May 20]. Available from: <https://www.inspq.qc.ca/sante-voyage/surveillance>
112. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Virus Zika - Information pour les professionnels de la santé [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/zika/>

113. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment. Zika virus disease epidemic: potential association with microcephaly and Guillain-Barré syndrome (first update). Stockholm: ECDC; 2016.
114. WHO. Épidémiologie et manifestations cliniques potentiellement associées à l'infection à virus Zika: mise à jour mondiale. Relevé épidémiologique hebdomadaire. 2016 février;91(7):73–81.
115. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment. Zika virus epidemic in the Americas: potential association with microcephaly and Guillain-Barré syndrome - 10 December 2015. Stockholm: ECDC; 2015.
116. Pan American Health Organization / World Health Organisation. Epidemiological Alert Neurological syndrome, congenital malformations, and Zika virus infection. Implications for public health in the Americas 1 December 2015 [Internet]. 2015 [cited 2016 May 20]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&Itemid=270&gid=32405&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32405&lang=en)
117. Mlakar J, Korva M, Tul N, Popović M, Poljšak-Prijatelj M, Mraz J, *et al.* Zika Virus Associated with Microcephaly. *N Engl J Med.* 2016 Feb 10;
118. Oehler E, Watrin L, Larre P, Leparc-Goffart I, Lastere S, Valour F, *et al.* Zika virus infection complicated by Guillain-Barre syndrome--case report, French Polynesia, December 2013. *Euro Surveill.* 2014;19(9).
119. Mallet H-P, Vial A-L, Musso D. Bilan de l'épidémie à virus Zika en Polynésie française, 2013-2014. *Bulletin d'informations sanitaires, épidémiologiques et statistiques.* 2015;13:1–8.
120. Cao-Lormeau V-M, Blake A, Mons S, Lastère S, Roche C, Vanhomwegen J, *et al.* Guillain-Barré Syndrome outbreak associated with Zika virus infection in French Polynesia: a case-control study. *The Lancet* [Internet]. 2016 Mar [cited 2016 Mar 3]; Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673616005626>
121. CDC. Zika and Guillain-Barré Syndrome [Internet]. 2016 [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/zika/about/gbs-qa.html>
122. Ventura CV, Maia M, Bravo-Filho V, Góis AL, Belfort R. Zika virus in Brazil and macular atrophy in a child with microcephaly. *Lancet.* 2016 Jan 16;387(10015):228.
123. Ventura CV, Maia M, Ventura BV, Linden VVD, Araújo EB, Ramos RC, *et al.* Ophthalmological findings in infants with microcephaly and presumable intra-uterus Zika virus infection. *Arq Bras Oftalmol.* 2016 Feb;79(1):1–3.
124. De Paula Freitas B, de Oliveira Dias JR, Prazeres J, Sacramento GA, Ko AI, Maia M, *et al.* Ocular Findings in Infants With Microcephaly Associated With Presumed Zika Virus Congenital Infection in Salvador, Brazil. *JAMA Ophthalmol.* 2016 Feb 9;
125. Jampol LM, Goldstein DA. Zika Virus Infection and the Eye. *JAMA Ophthalmol.* 2016 Feb 9;
126. Alpert SG, Ferguson J, Noël LP. Intrauterine West Nile virus: ocular and systemic findings. *Am J Ophthalmol.* 2003 Oct;136(4):733–5.
127. CDC. Facts about Microcephaly [Internet]. [cited 2016 May 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/ncbddd/birthdefects/microcephaly.html>

128. Carteaux G, Maquart M, Mekontso Dessap A, Bedet A, Contou D, Brugières P, *et al.* Zika Virus Associated with Meningoencephalitis. *New England Journal of Medicine*. 2016 Mar 9;0(0):null.
129. Mécharles S, Herrmann C, Poullain P, Tran T-H, Deschamps N, Mathon G, *et al.* Acute myelitis due to Zika virus infection. *Lancet*. 2016 Mar 3;

## **Annexe 1**

### **Domaines d'expertises et mandat du Groupe d'experts**



**Domaines d'expertises** représentés au sein du groupe :

- Entomologie (Richard Trudel);
- Santé publique (incluant l'évaluation du risque infectieux) (Anne Fortin, Anne-Marie Lowe, Louise Normandin);
- Microbiologie-infectiologie (Christian Renaud);
- Microbiologie et tests diagnostiques de laboratoire (Christian Therrien).

**Le mandat général** du groupe d'experts est de soutenir l'unité SERCMI dans son évaluation du risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec.

**Le mandat spécifique** du groupe d'experts est de :

- Revoir les évidences scientifiques soutenant l'avis sur l'« Évaluation de l'émergence possible du virus CHIKV et du risque de transmission vectorielle au Québec »;
- Par leurs expertises respectives, mettre en lumière d'autres situations préoccupantes à risque reliées à l'infection par le virus Zika;
- Assurer une revue de littérature;
- Réaliser l'évaluation de risque;
- Proposer des orientations et des pistes de réflexions à la lumière de l'évaluation rapide du risque du présent avis scientifique;
- Rédiger, commenter ou mettre à jour le présent avis scientifique.

Des consultations d'experts ont été réalisées les 4, 11 et 25 février, ainsi que le 10 mai 2016. Le groupe d'experts s'est adjoint la collaboration d'un médecin-conseil du CCQSV et d'un expert du Laboratoire national de microbiologie de l'ASPC. Une version préliminaire du document a circulé auprès de membres de l'équipe centrale du CSZACC de l'INSPQ, d'une professionnelle en communication de l'INSPQ et du directeur des Risques biologiques et de la santé au travail de l'INSPQ afin de recueillir leurs commentaires. La version finale de cet avis scientifique a été revue par les experts susmentionnés.



## **Annexe 2**

**Lien causal entre la microcéphalie  
et l'infection à virus Zika**



## **Historique des données probantes permettant l'établissement du lien causal entre la microcéphalie et l'infection à virus Zika**

Jusqu'à la fin octobre 2015, le virus Zika n'avait pas été décrit comme responsable de microcéphalies ou d'autres anomalies congénitales du nouveau-né. L'épidémie décrite antérieurement sur l'île de Yap, en 2007, était localisée sur un territoire faiblement peuplé (7 391 habitants) et le nombre de cas d'infection par le virus Zika était limité à 49 cas confirmés et 59 cas probables[31].

En octobre 2015, le ministère de la santé brésilien a rapporté une augmentation inhabituelle des cas de microcéphalie<sup>8</sup> chez des nouveau-nés de l'État de Pernambuco, situé au nord-est du Brésil. Du début de l'année jusqu'au 11 novembre 2015, 141 cas de microcéphalies avaient été détectés dans cet État alors que la moyenne annuelle est de 10 cas. Une situation similaire avait également été observée dans les États de Paraíba, Rio Grande do Norte et Piauí. Cette augmentation des cas de microcéphalie dans le nord-est du Brésil a été notifiée dans une alerte épidémiologique émise par l'OMS/PAHO le 17 novembre 2015[13].

Suite à l'alerte du Brésil, les autorités sanitaires de la Polynésie française ont effectué une analyse rétrospective des naissances de 2014 et 2015 faisant suite à l'épidémie de Zika survenue en 2013-2014. Une augmentation des cas annuels de malformations du système nerveux central chez les fœtus et les nourrissons a été rapportée, passant de 1 cas à 17 cas. Parmi les différentes malformations du système nerveux central qui ont été observées chez 12 des 17 cas, on note la microcéphalie, une destruction de la structure cérébrale, une hypoplasie cérébelleuse, une agénésie du corps calleux et une ventriculomégalie >10 mm au premier trimestre. Ces résultats ont conduit à des interruptions médicales de grossesse dans 9 cas[113].

En date du 26 février 2016, le ministère de la santé brésilien avait notifié 5 640 cas suspects de microcéphalies ou de malformation du système nerveux central suggérant une infection congénitale, dont 120 décès. Parmi ces 5 079 cas suspects, 462 avaient été confirmés comme étant des cas de microcéphalie d'étiologie inconnue, dont 41 présentaient une infection par le virus Zika confirmée en laboratoire. Il avait été établi que 765 de ces cas suspects n'étaient pas des cas de microcéphalie, tandis que 3 852 cas continuaient de faire l'objet d'enquête[114]. Par comparaison, entre 2001 et 2014, une moyenne annuelle de 163 cas avait été rapportée au Brésil[19]. Des rapports de ce ministère mentionnaient que les cas de microcéphalie avaient augmenté d'un facteur approximatif de 20 chez les nouveau-nés, ce qui indiquait une association possible entre la microcéphalie congénitale et une infection au virus Zika durant la grossesse[115].

L'augmentation du nombre de cas de microcéphalies et d'embryofoetopathies observés au Brésil et en Polynésie française coïncidait temporellement avec les épidémies du virus Zika survenues dans ces pays.

En novembre 2015, à la suite de l'identification de l'ARN du virus Zika par réaction en chaîne par polymérase après transcription inverse (RT-PCR) sur des prélèvements de liquide amniotique de deux femmes enceintes dont les fœtus avaient été diagnostiqués comme souffrant de microcéphalie par échographie prénatale[98], ainsi que l'identification de l'ARN du virus dans plusieurs tissus corporels, y compris le cerveau, chez un nourrisson atteint de microcéphalie décédé pendant la période néonatale immédiate ainsi que dans le tissu placentaire provenant d'avortement précoce[100], de nouvelles alertes concernant une possible association entre la microcéphalie et

---

<sup>8</sup> Circonférence crânienne inférieure de deux écart-types conformément à la norme Q02 de l'OMS.

l'infection au virus Zika ont été déclenchées par le Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies[115] et par l'Organisation panaméricaine de la Santé[116].

Schuler-Faccini *et al.*[37] ont rapporté que le ministère de la santé du Brésil a mis en place un groupe de travail afin d'examiner l'association possible entre la microcéphalie et l'infection par le virus Zika durant la grossesse, ainsi qu'un registre des nouveaux cas de microcéphalie et des résultats des grossesses chez les femmes soupçonnées d'avoir été infectées par la virus durant leur grossesse. Ces auteurs mentionnent que parmi un groupe de 35 nourrissons atteints de microcéphalie et nés entre août et octobre 2015 et signalés au registre, les mères de tous les enfants avaient vécu dans les régions affectées par le virus ou voyagé dans ces régions durant leur grossesse. En tout, 26 (74 %) mères avaient signalé une éruption cutanée durant le premier (n = 21) ou le second (n = 5) trimestre de leur grossesse. Vingt-cinq (71 %) des nourrissons souffraient de microcéphalie sévère, 17 (49 %) présentaient au moins une anomalie neurologique et, parmi les 27 enfants ayant fait l'objet d'études d'imagerie, tous présentaient des anomalies. Par ailleurs, des calcifications cérébrales généralisées ont été notées.

Par la suite, l'évidence d'un lien entre une infection au virus Zika et la microcéphalie a été décrite. En effet, l'ARN viral et les antigènes ont été détectés dans le cerveau de deux nouveau-nés atteints de microcéphalies et décédés dans les heures suivant leur naissance. Seuls les tissus du cerveau ont testé positifs par RT-PCR. Des changements histopathologiques étaient limités au cerveau et incluaient entre autres des calcifications du parenchyme, une dégénérescence cellulaire et une nécrose[100]. Une étude de cas publiée par des chercheurs slovènes renforce la thèse d'un lien causal entre la microcéphalie et l'infection au virus Zika. En effet, le virus Zika a été trouvé dans le tissu cérébral d'un fœtus dont la mère avait été infectée par le virus à la treizième semaine de grossesse. Après des échographies normales réalisées aux semaines 14 et 20 de gestation, celle menée à 29 semaines a montré que le fœtus, jusque-là normal, présentait les premiers signes d'anomalies du système nerveux central. Une échographie réalisée à la 32<sup>e</sup> semaine a confirmé un retard de croissance intra-utérin et une microcéphalie avec des calcifications au niveau du cerveau et du placenta. Suite à l'interruption médicale de grossesse, une analyse RT-PCR a révélé que le virus était présent dans le cerveau du fœtus par immunofluorescence indirecte, RT-PCR et microscopie électronique, mais absent de tout autre organe, suggérant ainsi un neurotropisme élevé du virus. Par ailleurs, le génome complet du virus trouvé dans le cerveau a été séquencé[117].

Le 26 février 2016, les CDC publiaient un avis sur les cas de femmes enceintes habitant les É.-U. et étant infectées par le virus Zika. Neuf patientes ayant présenté des symptômes suite à un voyage dans une région endémique ont été identifiées dont six ont été exposées pendant le premier trimestre. Parmi ces six patientes, deux ont présenté une mort fœtale précoce, deux ont exécuté un arrêt volontaire de grossesse, un nourrisson est né avec microcéphalie et une grossesse est toujours en cours. Parmi les femmes enceintes exposées pendant le deuxième ou le troisième trimestre, deux enfants sont nés sans signe d'anomalie et une grossesse est toujours en cours[99].

Depuis, le lien de causalité entre l'infection au virus Zika durant la grossesse et la microcéphalie a été confirmé par les CDC le 13 avril 2016[18, 17].

### **Historique des données probantes permettant l'établissement du lien causal entre le SGB et l'infection au virus Zika**

En novembre 2013, des cas de SGB ont été observés lors de l'épidémie d'infection par le virus Zika en Polynésie française survenue en 2013-2014 dans un contexte d'une cocirculation des virus de la dengue et du Zika. Notamment, une femme a développé une paresthésie à l'extrémité des quatre membres, une faiblesse musculaire, une tetraparésie prédominante dans les membres inférieurs, une

myalgie diffuse et une paralysie faciale bilatérale mais asymétrique. Ces symptômes avaient été précédés sept jours auparavant de myalgie, de fièvre, d'éruptions cutanées et de conjonctivite évoquant une infection au virus Zika[118].

Durant cette épidémie, 42 cas de SGB sont survenus sur une période de quatre mois alors que la Polynésie française n'enregistre habituellement que cinq cas de SGB par an en moyenne. De ces cas, 37 étaient consécutifs à un tableau évocateur d'infection au virus Zika (ECDC, 24 novembre; [119]. Cette association spatio-temporelle décrite pour la première fois entre les cas d'infections due au virus Zika et la survenue de complications neurologiques à type de SGB suggérait que le virus Zika était à l'origine de ces complications[119]. Par la suite, une étude cas-témoin a été menée sur les 42 cas de SGB. Les résultats de l'étude renforçaient le lien de causalité entre une infection par le virus Zika, prouvée par des marqueurs sérologiques, et la survenue du SGB. Lors de l'épidémie survenue en Polynésie française, le risque de développer un SGB était estimé à 2,4 cas pour 10 000 infections par le virus Zika[120].

En juillet 2015, les autorités sanitaires brésiliennes ont diagnostiqué des syndromes neurologiques chez 76 patients ayant eu une histoire récente d'infection au virus Zika. Parmi ces patients, 42 (55 %) ont été diagnostiqués du SGB dont 62 % (26/42) avaient présenté des symptômes consistants au virus Zika. Cinq patients présentaient d'autres syndromes neurologiques, 4 ont été éliminés tandis que 25 patients demeuraient sous investigations[116, 110]. Pour l'année 2015, 1 708 cas de SGB ont été notifiés sur l'ensemble du territoire brésilien représentant une augmentation d'environ 19 % comparativement à l'année 2014 (1 439 cas de SGB)[16].

Dans le cadre des épidémies actuellement en cours depuis octobre 2015, huit pays ou territoires<sup>9</sup> ont rapporté une recrudescence du nombre de cas de SGB avec au moins un cas de SGB dont l'infection au virus Zika est confirmée en laboratoire. Cinq pays ou territoires<sup>10</sup> n'ont pas rapporté d'augmentation de l'incidence du SGB mais ont rapporté au moins un cas de SGB avec une infection au virus Zika confirmée en laboratoire.

Les CDC ont mené des études pour évaluer le lien entre le SGB et le virus Zika[121].

---

<sup>9</sup> Brésil, Colombie, République Dominicaine, El Salvador, Polynésie française, Honduras, Suriname, Vénézuéla.

<sup>10</sup> Guinée française, Haïti, Martinique, Panama et Puerto Rico.



## **Annexe 3**

### **Autres complications**



### **Autres complications (lésions oculaires et complications neurologiques ou auto-immunes)**

Outre la microcéphalie et les anomalies du système nerveux central, Ventura *et al.* [122, 123] ont rapporté, en janvier 2016, les premiers cas documentés de lésions oculaires chez des nourrissons microcéphales nés de mères infectées par le virus Zika durant le premier ou le second trimestre de leur grossesse. Sur 10 nourrissons microcéphales évalués, les lésions oculaires comprenaient des anomalies maculaires dans 15 yeux (75 %) et des anomalies du nerf optique dans 9 yeux (45 %). Aucune lésion ophtalmique n'a été rapportée chez les mères et celles-ci n'ont pas rapporté de symptômes oculaires durant leur grossesse [123].

Une seconde étude a évalué une série de cas de lésions oculaires observées chez les nourrissons microcéphales associée à une infection intra-utérine du virus Zika. Dans cette série de cas, 23 des 29 mères (80 %) ont rapporté des signes et symptômes associés avec une infection au virus Zika durant leur grossesse. Des 29 enfants examinés (58 yeux), des anomalies oculaires étaient présentes dans 17 yeux (29,3 %) chez 10 enfants (35 %) dont 7 avaient des anomalies bilatérales. La lésion oculaire la plus fréquente était un aspect tacheté de l'épithélium pigmentaire rétinien et une atrophie choriocoréographique dans 11 des 17 yeux (64,7 %), suivi d'une anomalie du nerf optique dans 8 yeux (47,1 %) [124].

En février 2016, Jampol et Goldstein (2016) mentionnaient que les infections congénitales au virus Zika ne sont pas encore bien décrites et il est difficile de savoir si les lésions oculaires se produisent en l'absence de microcéphalie [125].

Il avait été rapporté que par analogie avec ce qui a été observé pour le virus du Nil occidental, qui est aussi un flavivirus, des anomalies ophtalmiques peuvent être possibles puisque des cicatrices choriocoréographiques ont déjà été documentées lors de la transmission intra-utérine du virus [126]. Depuis, le lien de causalité entre l'infection au virus Zika durant la grossesse a non seulement été confirmé pour la microcéphalie mais aussi pour des problèmes de vision [127].

Par ailleurs, lors de l'épidémie survenue en Polynésie française, une trentaine d'individus ont été hospitalisés pour des complications neurologiques ou auto-immunes possiblement liées à une infection antérieure due au virus Zika. Il s'agissait entre autres d'encéphalites, de méningo-encéphalites, de purpura thrombopénique immunologique, de névrite optique et de myélite [119]. Par ailleurs, une autre étude a montré que le virus a causé une méningoencéphalite chez un patient âgé de 81 ans. Le virus a été détecté dans le liquide céphalo-rachidien par RT-PCR [128].

En Guadeloupe, une étude a montré que le virus Zika a causé une myélite aiguë chez une patiente âgée de 15 ans auparavant en bonne santé en raison de la présence du virus dans le liquide céphalo-rachidien 9 jours après le début des signes cliniques. Les auteurs indiquent que ce cas renforce l'hypothèse du caractère neurotropique du virus [129].



services maladies infectieuses santé services  
et innovation microbiologie toxicologie prévention des maladies chroniques  
santé au travail innovation santé au travail impact des politiques publiques  
impact des politiques publiques développement des personnes et des communautés  
promotion de saines habitudes de vie recherche services  
santé au travail promotion, prévention et protection de la santé impact des politiques  
sur les déterminants de la santé recherche et innovation services de laboratoire et diagnostic  
recherche surveillance de l'état de santé de la population

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