

L'information contenue dans cette fiche facilite
l'utilisation optimale des outils cartographiques.

Définition	La zone climatique favorable à la transmission du virus du Nil occidental (VNO) par <i>Culex pipiens</i> met en évidence le territoire où la température moyenne saisonnière mesurée était propice à la transmission du VNO au Québec selon les données de température d'une réanalyse météorologique de 1989 à 2018.
Utilisation et interprétation	Cette zone est celle où le climat, en termes de température moyenne saisonnière, est considéré favorable à la transmission du VNO par <i>Cx. pipiens</i> (l'un des principaux vecteurs*) (1-4). Elle permet de visualiser le territoire où il y avait une probabilité plus élevée de transmission du VNO, car les températures favorables à la survie des moustiques et à la réplication du virus étaient atteintes. Cependant, il est possible que la zone climatique favorable identifiée en utilisant la limite thermique minimale de 14 °C représente une surestimation du territoire affecté comparé aux températures optimales (23,7 °C à 24,5 °C) nécessaires à la transmission du VNO par <i>Cx. pipiens</i> (1,2). La transmission du VNO n'est pas systématique dans une zone où le climat est favorable, car la circulation du virus à long terme nécessite également la présence de <i>Cx. pipiens</i> et des hôtes* du VNO dans l'environnement. Un moustique doit s'être nourri du sang d'un oiseau infecté pour devenir porteur du VNO (5,6). Par la suite, il peut infecter différents hôtes (ex. : oiseaux, chevaux, humains) en les piquant (6-8). De plus, l'environnement local doit également être favorable à la survie et la reproduction de ces vecteurs. Dans les zones urbaines, <i>Cx. pipiens</i> est particulièrement abondant, car les infrastructures humaines lui fournissent des habitats artificiels idéaux, ce qui reflète son adaptation aux environnements anthropiques (9,10). Ces habitats privilégiés se trouvent à proximité de points d'eau naturels ou artificiels (ex. : étangs ou récipients), où les eaux stagnantes lui offrent des conditions idéales pour sa reproduction, souvent en proximité des populations humaines ou aviaires (9,10). <i>* Pour plus d'informations sur le cycle de transmission du VNO, consultez https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/cartes/moustiques.</i>
Méthode de calcul	Deux études ont développé des modèles mécanistes à partir des caractéristiques de <i>Cx. pipiens</i> et du VNO afin de déterminer l'influence de la température sur la transmission du virus par ce vecteur. Shocket et coll. 2020 ont fixé la température médiane inférieure de transmission par <i>Cx. pipiens</i> à 16,8 °C (IC95 % : 14,9 °C - 17,8 °C), tandis que Di Pol et coll. 2022 ont estimé qu'il n'y a pas de transmission sous 14 °C par <i>Cx. pipiens</i> en Europe (1,2). Ces limites thermiques sont considérées plus conservatrices que 23,7 °C à 24,5 °C, lesquelles correspondent aux températures optimales nécessaires à la transmission du VNO par <i>Cx. pipiens</i> (1,2). À noter que ces études utilisent des caractéristiques de <i>Cx. pipiens</i> provenant d'analyses réalisées avec des moustiques de New York et de Pennsylvanie au début de l'émergence du VNO aux États-Unis (3,4). Plus spécifiquement, Kilpatrick et coll. 2008 ont montré qu'une faible transmission du VNO par <i>Cx. pipiens</i> pouvait se produire entre 14 °C et 15 °C (3). Le groupement de <i>Cx. pipiens/restuans</i> est utilisé au Québec pour les deux principaux vecteurs (<i>Cx. pipiens</i> et <i>Cx. restuans</i>), en raison de leurs similitudes morphologiques, qui rendent difficile leur distinction fiable sans analyses moléculaires. Par conséquent, des analyses statistiques ont été réalisées pour explorer les relations entre les températures et les lots de <i>Cx. pipiens/restuans</i> échantillonnés au Québec, afin de sélectionner et de valider un indicateur thermique, comprenant sa limite (14 °C ou 15 °C) ainsi que sa période d'activité (voir le rapport méthodologique pour plus d'informations). Pour ce projet, l'indicateur thermique statistiquement significatif et adapté au contexte québécois défini ci-dessous a été utilisé : Une zone climatique favorable à la transmission du VNO par <i>Culex pipiens</i> est définie par une température moyenne saisonnière (calculée d'avril à septembre) supérieure ou égale à 14 °C. Les températures moyennes saisonnières ont été calculées pendant la période d'activité du VNO (c.-à-d. d'avril à septembre) en additionnant les températures maximales et minimales quotidiennes, puis en les divisant par deux (11). Les températures moyennes saisonnières ont été mesurées pour l'ensemble du Québec sur la période de 1989 à 2018 selon les données de température provenant de la Réanalyse canadienne de Surface, un produit généré avec un modèle de prévision météorologique, sur une grille de 10 km x 10 km, dans lequel des observations sont assimilées (11,12).

	Une validation visuelle de la zone climatique favorable basée sur les données historiques a été effectuée en utilisant les lots de <i>Cx. pipiens/restuans</i> positifs qui ont été échantillonnés au Québec par la surveillance entomologique de 2003-2006 et 2011-2023.
Unité de mesure	Zone climatique favorable à la transmission du VNO par <i>Culex pipiens</i> + Température moyenne saisonnière calculée d'avril à septembre $\geq 14^{\circ}\text{C}$ (Pour connaître la valeur de température moyenne saisonnière, cliquez sur un pixel de la couche).
Ventilation (Indicateurs dérivés)	Selon le territoire : + Grille de 10 km x 10 km projetée en NAD 83 Québec Lambert (EPSG:32198).
Sources d'information	+ Observations climatiques fournies par Ouranos Pour plus d'informations sur l'ensemble de données utilisées, consultez : Gasset N, Fortin V, Dimitrijevic M, Carrera M, Bilodeau B, Muncaster R, et al. A 10km North American precipitation and land-surface reanalysis based on the GEM atmospheric model. Hydrology and Earth System Sciences. 2021;25(9):4917–45. Repéré à https://hess.copernicus.org/articles/25/4917/2021/hess-25-4917-2021.pdf
Historique des données	+ Relevés de température : 1989-2018.
Information complémentaire	+ Rapport méthodologique + Page web + Données Québec
Limites des données	La zone climatique favorable à la transmission du VNO a été définie à partir de la température moyenne saisonnière calculée d'avril à septembre de la période de 1989 à 2018. La température moyenne saisonnière pourrait avoir augmenté depuis cette période et être actuellement plus élevée sur le territoire. Les températures moyennes saisonnières ont été mesurées pour l'ensemble du Québec en utilisant des données de température de la réanalyse météorologique sur la période d'étude. Il peut exister des variations locales (microclimat) qui augmenteraient ou diminueraient la température moyenne saisonnière calculée durant la période d'activité du VNO. Seules les limites thermiques favorables à la transmission du VNO par <i>Cx. pipiens</i> (l'un des principaux vecteurs) ont été prises en compte pour le calcul de la zone climatique favorable au Québec, ce qui représente les températures nécessaires pour la survie de ce vecteur et la réplication du virus. Cependant, il existe d'autres vecteurs* potentiels du virus au Québec, comme <i>Culex restuans</i>, <i>Aedes vexans</i> et <i>Coquilleltidia perturbans</i>, dont les conditions thermiques favorables nécessaires à leur transmission du VNO ne sont pas clairement définies. Il est ainsi possible que la zone climatique réelle de transmission du VNO au Québec soit plus étendue que celle représentée sur les cartes. D'autres facteurs climatiques et écologiques que ceux pris en compte dans la zone climatique favorable à la transmission du VNO influencent la circulation virale et la transmission du virus par <i>Cx. pipiens</i> (ex. : les précipitations, l'utilisation du sol, la proximité des eaux stagnantes et les types d'hôtes* présents). L'ajout de ces facteurs à la zone climatique favorable à la transmission du VNO permettrait d'affiner l'analyse et de visualiser des territoires où il y avait une probabilité plus élevée de transmission du virus pendant la période de 1989-2018. Il est à noter que la transmission du VNO chez l'humain n'est pas systématique dans une zone climatique favorable, car un individu doit être exposé à un moustique infecté pour contracter le virus. <i>* Pour plus d'informations sur le cycle de transmission du VNO, consultez https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/cartes/moustiques.</i>
Références	- Shocket MS, Verwillow AB, Numazu MG, Slamani H, Cohen JM, El Moustaid F, et coll. Transmission of West Nile and five other temperate mosquito-borne viruses peaks at temperatures between 23°C and 26°C. eLife. 2020;9:e58511. Repéré à https://doi.org/10.7554/eLife.58511 - Di Pol G, Crotta M, Taylor RA. Modelling the temperature suitability for the risk of West Nile Virus establishment in European <i>Culex pipiens</i> populations. Transboundary and Emerging Diseases. 2022;69(5). Repéré à https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.14513 - Kilpatrick AM, Meola MA, Moudy RM, Kramer LD. Temperature, viral genetics, and the transmission of West Nile virus by <i>Culex pipiens</i> mosquitoes. PLoS Pathogens. 2008;4(6):e1000092. Repéré à https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000092 - Dohm DJ, O'Guinn ML, Turell MJ. Effect of environmental temperature on the ability of <i>Culex pipiens</i> (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. Journal of Medical Entomology. 2002;39(1):221–5. Repéré à https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.1.221 - Rochlin I, Faraji A, Healy K, Andreadis TG. West Nile virus mosquito vectors in North America. Journal of Medical Entomology. 2019;56(6):1475–90. Repéré à https://doi.org/10.1093/jme/tjz146

6.

Taieb L, Ludwig A, Ogden NH, Lindsay RL, Iranpour M, Gagnon CA, et coll. Bird species involved in West Nile Virus epidemiological cycle in southern Québec. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(12):4517. Repéré à <https://doi.org/10.3390/ijerph17124517>

7.

Rocheleau JP, Michel P, Lindsay LR, Drebot M, Dibernardo A, Ogden NH, et coll. Emerging arboviruses in Quebec, Canada: assessing public health risk by serology in humans, horses and pet dogs. Epidemiology & Infection. 2017;145(14):2940–48. Repéré à <https://doi.org/10.1017/S0950268817002205>

8.

Root J, Bosco-Lauth AM. West nile virus associations in wild mammals: An update. Viruses. 2019;11(5):459. Repéré à <https://doi.org/10.3390/v11050459>

9.

Ludwig A, Zheng H, Vrbova L, Drebot MA, Iranpour M, Lindsay RL. Increased risk of endemic mosquito-borne diseases in Canada due to climate change. Canada Communicable Disease Report. 2019;45(4):91–7. Repéré à <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a03>

10.

Peach DAH, Matthews BJ. The invasive mosquitoes of Canada: An entomological, medical, and veterinary review. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2022;107(2):231–44. Repéré à <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0167>

11.

Ouranos - Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques. Température : Changements projetés [Internet]. 2024. Repéré à <https://www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/temperatures-changements-projetes>

12.

Gasset N, Fortin V, Dimitrijevic M, Carrera M, Bilodeau B, Muncaster R, et coll. A 10km North American precipitation and land-surface reanalysis based on the GEM atmospheric model. Hydrology and Earth System Sciences. 2021;25(9):4917–45. Repéré à <https://hess.copernicus.org/articles/25/4917/2021/hess-25-4917-2021.pdf>

Dernière version2025-07-09

Fiche rédigée par

Kirsten Crandall, conseillère scientifique spécialisée
Geneviève Germain, conseillère scientifique
Miarisoa Rindra Rakotoarinia, conseillère scientifique
Direction des risques biologiques

Révisée par

Karl Forest-Bérard, conseiller scientifique
Secrétariat général, affaires publiques, communication et transfert des connaissances
Antoine Saint-Amand, conseiller scientifique spécialisé
Matthieu Tandonnet, conseiller scientifique
Nathalie Gravel, conseillère scientifique
Bureau d'information et d'études en santé des populations

Ce projet est financé par le
gouvernement du Québec dans le cadre
du Plan pour une économie verte 2030