

Surveillance entomologique des arbovirus transmis par les moustiques dans un contexte de changements climatiques au Québec

AVIS ET RECOMMANDATIONS

MARS 2025

AVIS SCIENTIFIQUE

AUTRICES ET AUTEUR

Miarisoa Rindra Rakotoarinia, conseillère scientifique
Bouchra Bakhiyi, conseillère scientifique
Ariane Adam-Poupart, conseillère scientifique spécialisée
Alejandra Irace-Cima, médecin-conseil
Direction des risques biologiques
Institut national de santé publique du Québec
Christian Therrien, spécialiste clinique en biologie médicale
Laboratoire de santé publique du Québec
Antoinette Ludwig, chercheure scientifique
Laboratoire National de Microbiologie
Agence de la santé publique du Canada

SOUS LA COORDINATION DE

Ariane Adam-Poupart, coordonnatrice professionnelle
Anne Kimpton, chef d'unité scientifique
Direction des risques biologiques

COLLABORATION

Karl Forest-Bérard, conseiller scientifique
Secrétariat général

GROUPE D'EXPERTS SUR LES MALADIES INFECTIEUSES TRANSMISES PAR LES MOUSTIQUES

Alejandra Irace-Cima, médecin-conseil
Direction des risques biologiques
Institut national de santé publique du Québec
Antoinette Ludwig, chercheure scientifique
Laboratoire national de microbiologie
Agence de la santé publique du Canada
Christian Therrien, spécialiste clinique en biologie médicale
Laboratoire de santé publique du Québec
Institut national de santé publique du Québec
Christian Renaud, directeur médical en microbiologie
Héma-Québec
Gabrielle Dimitri-Masson, médecin vétérinaire
Direction de la santé animale
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation du Québec

Isabelle Dusfour, entomologiste médicale indépendante
France

Louise Lambert, médecin-conseil (membre jusqu'en
octobre 2023)

Direction des risques biologiques
Institut national de santé publique du Québec

Marie-France Beaudet, médecin-conseil (membre jusqu'à
octobre 2024)

Direction de la santé publique de la Capitale-Nationale
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Najwa Ouhoummane, conseillère scientifique spécialisée
(membre jusqu'à août 2024)

Direction des risques biologiques
Institut national de santé publique du Québec

Stéphane Lair, professeur titulaire
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal
Centre québécois pour la santé des animaux sauvages

Stéphanie Jodoin, Agente de planification, de
programmation et de recherche (membre jusqu'à novembre
2024)

Direction de la vigie sanitaire
Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

RÉVISION

Cassi Bergeron-Caron, conseillère scientifique
Noémie Savard, médecin-conseil
Direction des risques biologiques

Les réviseuses ont été conviées à apporter des
commentaires sur la version préfinale de ce document et
en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu
final.

Les autrices, l'auteur et les réviseuses ont dûment rempli
leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de
conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été
relevée.

MISE EN PAGE

Linda Cléroux, agente administrative
Direction des risques biologiques

*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 écrivant un courriel à :
droits.dauteur.inspq@inspq.qc.ca.*

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

Dépôt légal – 2^e trimestre 2025
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-555-01156-4 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2025)

AVANT-PROPOS

L'Institut national de santé publique du Québec est le centre d'expertise et de référence en matière de santé publique au Québec. Sa mission est de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux dans sa mission de santé publique. L'Institut a également comme mission, dans la mesure déterminée par le mandat que lui confie le ministre, de soutenir Santé Québec, la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James et les établissements, dans l'exercice de leur mission de santé publique.

La collection *Avis et recommandations* rassemble sous une même bannière une variété de productions scientifiques qui apprécient les meilleures connaissances scientifiques disponibles et y ajoutent une analyse contextualisée recourant à divers critères et à des délibérations pour formuler des recommandations.

Le présent avis scientifique porte sur des propositions de surveillance entomologique des principales espèces de moustiques vectrices d'arbovirus dans un contexte de changements climatiques au Québec.

Ce rapport a été réalisé grâce à un financement du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. Ce document s'adresse aux autorités de santé publique.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES FIGURES	V
GLOSSAIRE	VI
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	VIII
MESSAGES CLÉS.....	1
SOMMAIRE	2
1 MISE EN CONTEXTE	1
2 OBJECTIFS DU PROJET.....	3
3 STRATÉGIE DE SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE DES MOUSTIQUES VECTEURS D'ARBOVIRUS ENDÉMIQUES AU QUÉBEC.....	4
3.1 Méthodologie	4
3.1.1 Synthèse des connaissances.....	4
3.1.2 Détermination de la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques.....	6
3.2 Résultats.....	9
3.2.1 Synthèse des connaissances.....	9
3.2.2 Stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques.....	12
3.3 Discussion.....	13
4 STRATÉGIE DE SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE DES MOUSTIQUES VECTEURS D'ARBOVIRUS EXOTIQUES POUR LE QUÉBEC	16
4.1 Méthodologie	16
4.1.1 Synthèse des connaissances.....	16
4.1.2 Détermination de la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques.....	18
4.2 Résultats.....	19
4.2.1 Synthèse des connaissances.....	19
4.2.2 Stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques.....	23
4.3 Discussion.....	24
5 CONCLUSION.....	27
6 BIBLIOGRAPHIE	28

ANNEXE 1	CLASSIFICATION DES ARBOVIRUS ENDÉMIQUES ET EXOTIQUES D'INTÉRÊT AU QUÉBEC POUR LA SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE	38
ANNEXE 2	LES RÉGIONS LES PLUS PROCHES DU QUÉBEC OÙ <i>AE. ALBOPICTUS</i> A ÉTÉ RÉCEMMENT DÉTECTÉ OU EST ÉTABLI	39
ANNEXE 3	PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES	40
ANNEXE 4	CLASSIFICATION DES RSS PAR NIVEAUX DE RISQUE POUR LES ARBOVIRUS AU QUÉBEC PAR LE GROUPE D'EXPERTS SUR LES MALADIES TRANSMISES PAR LES MOUSTIQUES EN 2018	47
ANNEXE 5	DONNÉES ENTOMOLOGIQUES	48
ANNEXE 6	PRÉCISIONS SUR LES RÉSULTATS	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Sommaire des bases de données bibliographiques interrogées et des restrictions appliquées pour chaque revue de la littérature	5
Tableau 2	Quatre niveaux de confiance utilisés pour élaborer des scénarios de nombre annuel de pièges.....	8
Tableau 3	Synthèse des objectifs de santé publique de la surveillance des moustiques vecteurs du VNO, VEEE et VJC, et des actions subséquentes.....	10
Tableau 4	Nombre annuel de pièges proposé pour la surveillance entomologique du VNO, du VEEE et du VSC en fonction du niveau de confiance	13
Tableau 5	Critères permettant d'identifier les stations entomologiques.....	15
Tableau 6	Sommaire des bases de données bibliographiques interrogées et des restrictions appliquées pour chaque revue de la littérature	17
Tableau 7	Synthèse des objectifs de santé publique de la surveillance d' <i>Ae. albopictus</i> et d' <i>Ae. aegypti</i> , et des actions subséquentes.....	21
Tableau 8	Sommaire des plans de concepts par groupe d'arbovirus transmis par les moustiques	40
Tableau 9	Sommaire de la stratégie de recherche dans Medline® pour la revue de la littérature sur la surveillance des moustiques vecteurs des VNO, VEEE, VSC, VJC, VSS et VCV (interrogée le 29 mars 2023)	41
Tableau 10	Sommaire de la stratégie de recherche dans Medline® pour la revue de la littérature sur la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et du VZIK (interrogée le 15 septembre 2023, volet Amérique du Nord).....	42
Tableau 11	Critères d'inclusion et d'exclusion pour la sélection des publications scientifiques pertinentes pour la surveillance des moustiques vecteurs d'arbovirus d'intérêt	44
Tableau 12	Liste des gouvernements et organismes sollicités.....	46
Tableau 13	Variation annuelle du nombre de stations entomologiques déployées au Québec par RSS (2003-2021)	48
Tableau 14	Taux de positivité des pièges au VNO par RSS entre 2017 et 2021 et prévalence attendue.....	48
Tableau 15	Taux de positivité des pièges au VEEE et VSC par RSS en 2016 et prévalence attendue.....	49
Tableau 16	Exemples d'indicateurs entomologiques exploités pour atteindre chacun des objectifs en santé publique de la surveillance des moustiques vecteurs du VNO, du VEEE et du VJC.....	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Schéma résumé des concepts utilisés en lien avec la surveillance des arbovirus endémiques	6
Figure 2	Schéma résumé des concepts utilisés en lien avec la surveillance des arbovirus exotiques	18

GLOSSAIRE

Approche « Une seule santé »

L'approche « Une seule santé » relie les santés humaine, animale et environnementale en reconnaissant leur interdépendance. Elle se veut transversale et unificatrice en mettant en œuvre des actions dans lesquelles différents secteurs œuvrent ensemble afin d'aboutir à de meilleurs résultats en matière de santé publique (1,2).

Arbovirus

Ce terme résulte d'une contraction du terme anglais « Arthropod-borne virus » et désigne l'ensemble des virus ayant pour vecteurs les arthropodes hématophages (tiques, moustiques, etc.) (3,4).

Arbovirus endémiques

Dans le cadre de ce travail, les arbovirus endémiques désignent ceux qui circulent dans les moustiques présents au Québec. Des exemples d'arbovirus endémiques au Québec incluent le virus du Nil occidental (VNO), le virus de l'encéphalite équine de l'Est (VEEE), le virus de la Cache Valley ainsi que les virus appartenant au séro groupe Californien, notamment le virus du Jamestown Canyon (VJC) et le virus du Snowshoe Hare (VSSH).

Arbovirus exotiques

Dans le cadre de ce travail, les arbovirus exotiques désignent ceux qui ne circulent pas dans les moustiques présents au Québec. Des exemples d'arbovirus exotiques pour le Québec comprennent les virus du Chikungunya (VCHIK), de la dengue (VDEN) et du Zika (VZIK).

Changements climatiques

Les changements climatiques désignent les variations des conditions météorologiques sur le long terme comme la température, les précipitations et le vent (5,6).

Indice vectoriel

L'indice vectoriel évalue l'abondance de moustiques infectés par un virus donné dans une région (7,8). Il est calculé en multipliant le nombre moyen de moustiques par piège par la proportion infectée afin d'obtenir un nombre moyen de moustiques infectés par nuit de capture et par piège.

Moustiques endémiques

Les moustiques endémiques désignent les espèces de moustiques « *se trouvant dans leur aire de répartition géographique naturelle (passée ou présente) et leur potentiel de dispersion (c'est-à-dire, dans l'aire qu'ils occupent naturellement ou pourraient occuper sans introduction directe ou indirecte ou autre intervention humaine)* » (9,10). *Culex pipiens* et *Aedes vexans* représentent des exemples d'espèces de moustiques endémiques au Québec.

Moustiques invasifs

Les moustiques invasifs désignent les « *espèces exotiques qui s'établissent et prolifèrent au sein d'un écosystème et dont l'introduction cause, ou est susceptible de causer, un préjudice économique ou environnemental, ou un préjudice à la santé humaine* » (9). *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* représentent des exemples d'espèces de moustiques invasives pour le Québec.

Surveillance entomologique

La surveillance entomologique peut être définie comme un processus continu de collecte et de suivi, dans le temps et dans l'espace, des données sur les insectes vecteurs de maladies (9,11).

Taux d'infection

Le taux d'infection est une estimation du nombre de moustiques infectés pour 1000 testés (7).

Taux d'infection minimal

Le taux d'infection minimal quantifie le nombre d'infections dans une population de moustiques, en supposant une faible prévalence et un seul moustique infecté par groupe testé. Il s'exprime souvent en nombre d'infections pour 1000 moustiques testés ou en pourcentage (7).

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ECDC	European Center for Disease Prevention and Control
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
LSPQ	Laboratoire de santé publique du Québec
OMS	Organisation mondiale de la santé
RSI	Règlement sanitaire international
RSS	Région sociosanitaire
VCHIK	Virus du chikungunya
VCV	Virus de la Cache Valley
VDEN	Virus de la dengue
VEEE	Virus de l'encéphalite équine de l'Est
VJC	Virus du Jamestown Canyon
VNO	Virus du Nil occidental
VSC	Virus du séro groupe Californien
VSSH	Virus du Snowshoe Hare
VZIK	Virus du Zika

MESSAGES CLÉS

- Les changements climatiques sont susceptibles d'augmenter le risque de transmission à l'humain d'arbovirus retrouvés chez les moustiques au Québec. Ceci s'applique pour les arbovirus endémiques comme le virus du Nil occidental (VNO) et pour les arbovirus exotiques dont les vecteurs sont déjà présents dans les écosystèmes limitrophes au Québec.
- Ceci soulève le besoin de renforcer la surveillance de ces arbovirus sur le territoire québécois, y compris celle entomologique, pour optimiser l'évaluation des risques pour la santé de la population et pour guider les interventions de santé publique.
- L'objectif principal de ce travail était de proposer des stratégies de surveillance entomologique de ces arbovirus d'intérêt au Québec en réalisant une synthèse des connaissances et en consultant le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques de l'Institut national de santé publique du Québec.
- Les stratégies de surveillance entomologiques proposées sont les suivantes :
 - **Pour les arbovirus endémiques**, les objectifs de surveillance prioritaires devraient être l'alerte précoce de circulation virale et l'évaluation des niveaux de risque de transmission humaine. Les régions à prioriser devraient être celles avec des historiques de cas, des conditions climatiques favorables à la prolifération des moustiques et celles présentant un risque élevé d'émergence.
 - **Pour les arbovirus exotiques**, l'objectif de la surveillance entomologique devrait être la détection de l'introduction des vecteurs, et ce, prioritairement dans les points d'entrée nationaux et internationaux, tels qu'inspirés de ceux définis par le Règlement sanitaire international. Ces points d'entrée sont notamment les aéroports, les ports, les postes-frontières terrestres et les corridors routiers.

Dans le contexte épidémiologique actuel et l'influence des changements climatiques, il serait avisé d'élaborer un plan de lutte contre les arboviroses transmises par les moustiques, qui comprendrait des stratégies de surveillance couplées à des interventions préventives. Ce plan bénéficierait aussi d'une collaboration intersectorielle, reflétant l'approche « Une seule santé ».

SOMMAIRE

Mise en contexte

L'augmentation des températures et les modifications des précipitations en lien avec les changements climatiques sont susceptibles d'accroître le risque de transmission à l'humain d'arbovirus retrouvés chez les moustiques au Québec. Ces changements risquent de favoriser l'expansion géographique et l'augmentation de l'abondance des moustiques, tels que *Culex pipiens-restuans*, principal vecteur du virus du Nil occidental (VNO). Les changements climatiques risquent également de favoriser l'introduction et l'établissement de nouvelles espèces invasives de moustiques comme *Aedes (Ae.) albopictus* et *Ae. aegypti*. Ces derniers peuvent transmettre à la fois des arbovirus endémiques comme le VNO et des arbovirus actuellement considérés comme exotiques pour le Québec, tels que celui de la dengue (VDEN), du chikungunya (VCHIK) et du Zika (VZIK).

Dans ce contexte, l'Institut national de santé publique du Québec a été mandaté par le ministère de la Santé et des Services sociaux pour développer des stratégies de surveillance entomologique des principaux moustiques vecteurs d'arbovirus, tant endémiques qu'exotiques, afin de mieux répondre aux défis de santé publique posés par les changements climatiques.

Le présent projet visait à répondre à ce mandat. Le projet a été mené en deux grandes étapes. La première étape a été de définir la stratégie de surveillance entomologique des arbovirus endémiques transmis par les moustiques au Québec. Ces arbovirus sont le virus du Nil occidental, les virus du séro groupe Californien, le virus de l'encéphalite équine de l'Est. La seconde étape a été de définir la stratégie de surveillance entomologique des arbovirus exotiques transmis par les moustiques notamment le VDEN, le VCHIK et le VZIK.

Stratégies de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques

Méthodologie

Pour définir les stratégies de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques, une synthèse des connaissances a tout d'abord été réalisée en 2023. Elle a été effectuée à partir de données issues d'une revue de la littérature ainsi que d'un sondage mené auprès d'organismes gouvernementaux canadiens.

Les résultats de la synthèse des connaissances ont été présentés au Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques. Les experts se sont ensuite prononcés sur les objectifs, les zones prioritaires de la surveillance entomologique à établir au Québec ainsi que sur le nombre optimal de pièges à moustiques à installer chaque année.

Résultats et discussion

La synthèse des connaissances sur les arbovirus endémiques a été réalisée à l'aide de 42 publications de littérature scientifique et grise et d'un sondage mené auprès des provinces de l'Ontario, du Manitoba, de la Saskatchewan et du Nouveau-Brunswick. Ces publications ne

ciblaient que le VNO, le virus de l'encéphalite équine de l'Est et le virus du Jamestown Canyon. Elle a mis en évidence que les principaux objectifs de la surveillance pour les moustiques adultes étaient : 1) l'alerte précoce de circulation virale, tenant compte des premiers lots de moustiques positifs aux arbovirus d'intérêt et 2) l'évaluation du niveau de risque de transmission humaine. Quant aux principaux objectifs de surveillance des formes immatures de moustiques, ils incluaient l'identification des gîtes larvaires et la détermination des zones de forte densité larvaire.

La proposition du Groupe d'experts sur la surveillance entomologique était la suivante :

- **Objectifs prioritaires** : L'alerte précoce de circulation virale et l'évaluation du niveau de risque de transmission humaine.
- **Zones prioritaires** : Les zones prioritaires déterminées par les experts sont celles où l'on retrouve des historiques importants de cas humains et des conditions climatiques propices à la prolifération des moustiques, et ainsi d'une probabilité accrue de nouvelles épidémies.
- **Nombre de pièges** : Le nombre de pièges requis pour détecter des moustiques infectés varie en fonction de l'arbovirus concerné. Ce nombre augmente avec la prévalence et le niveau de confiance attendu.

Stratégies de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques

Méthodologie

La méthode utilisée pour définir les stratégies de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques a été similaire à celle pour les arbovirus endémiques. Une synthèse des connaissances a tout d'abord été réalisée en 2023 à partir de données issues d'une revue de la littérature. Elle a ensuite été bonifiée par des informations recueillies via des communications personnelles menées auprès d'intervenants canadiens et américains d'organismes gouvernementaux, institutionnels ou universitaires impliqués dans la surveillance et le contrôle des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et/ou du VZIK. Les résultats ont été présentés au Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques et ces experts ont ensuite déterminé les priorités de la surveillance de ces arbovirus.

Résultats et discussion

La synthèse des connaissances sur les arbovirus exotiques a été réalisée à l'aide de 22 publications retenues pour la synthèse des connaissances, incluant 10 articles scientifiques et 12 documents issus de la littérature grise. Elles ne concernaient que les principaux moustiques vecteurs des VCHIK, VDEN et VZIK, soient *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*. Elle a mis en évidence que le principal objectif de santé publique de la surveillance d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. aegypti* est la détection de la présence de ces moustiques sous formes immatures et/ou adultes.

La proposition du Groupe d'experts sur la surveillance entomologique était la suivante :

- **Objectif prioritaire** : La détection de la présence des formes immatures et adultes des moustiques invasifs
- **Zones prioritaires** : La situation épidémiologique actuelle (c'est-à-dire aucune acquisition autochtone) justifie que la surveillance des arbovirus exotiques soit réalisée pour le moment dans les points d'entrée nationaux et internationaux comme suggérés par le Règlement sanitaire international. Cela viserait les aéroports, les ports, les gares ferroviaires, les postes-frontières terrestres, les corridors routiers et ferroviaires transfrontaliers ainsi que les sites d'introduction et de développement des moustiques, comme les lieux d'entreposage de pneus. Une fois que la détection d'une espèce invasive sera confirmée au Québec, il pourra être envisagé de mettre en place une surveillance qui poursuivra des objectifs additionnels, par exemple le suivi de l'expansion géographique des espèces invasives et l'évaluation de leur abondance.

Conclusion

Ce travail visait à développer des stratégies de surveillance entomologique des principaux moustiques vecteurs d'arbovirus, tant endémiques qu'exotiques, afin de mieux répondre aux défis de santé publique posés par les changements climatiques. La synthèse des connaissances a permis de mettre en évidence les utilités des données entomologiques en santé publique. La consultation des experts a permis de proposer des stratégies de surveillance entomologique.

Étant donné le contexte épidémiologique actuel et l'influence future des changements climatiques sur les arbovirus transmis par les moustiques, il serait avisé d'élaborer un plan de lutte contre ces maladies. Ce plan pourrait comprendre des stratégies de surveillance couplées à des interventions préventives, incluant le contrôle vectoriel dont le traitement larvicide. Cette approche intégrée permettrait une meilleure préparation face aux nouvelles situations épidémiologiques. Ce plan pourrait être déployé en s'inspirant de l'approche « Une seule santé » afin que les responsabilités de surveillance entomologique des moustiques vecteurs et de mise en œuvre d'actions de santé publique soient partagées entre différentes entités gouvernementales.

1 MISE EN CONTEXTE

L'épidémiologie des arbovirus est affectée par les changements climatiques, car autant les arbovirus que leurs moustiques vecteurs et leurs hôtes sont sensibles aux variations météorologiques (12). L'augmentation des températures ambiantes, les changements dans les précipitations et les événements météorologiques extrêmes favoriseront l'abondance locale et l'expansion géographique des espèces de moustiques autochtones, comme *Culex pipiens-restuans*, le principal vecteur du virus du Nil occidental (VNO) au Québec (13,14). Ces conditions météorologiques changeantes donneront également la possibilité à de nouvelles espèces de moustiques invasifs, notamment *Aedes (Ae.) albopictus* et *Ae. aegypti*, d'être introduites¹ et de s'établir à des latitudes plus nordiques, augmentant ainsi le risque de propagation des arboviroses déjà présentes comme le VNO (14,15) ou de nouvelles arboviroses comme la dengue (VDEN), le chikungunya (VCHIK) et le Zika (VZIK) (16–18).

Les principales infections à arbovirus véhiculées par les moustiques peuvent être classées en deux grands groupes en fonction de leur prévalence géographique : les arboviroses causées par des virus endémiques et celles causées par des virus exotiques. Dans le cadre de ce travail, les arbovirus endémiques désignent ceux qui circulent dans les moustiques présents au Québec tandis que les arbovirus exotiques désignent ceux qui ne sont pas présents au Québec. Une classification des arbovirus endémiques et exotiques d'intérêt pour la surveillance au Québec est présentée dans l'[annexe 1](#).

Des arbovirus endémiques et exotiques d'importance en santé publique au Québec ont été identifiés par le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Quatre arbovirus endémiques ont été désignés comme prioritaires : le VNO, les virus du séro groupe Californien (VSC), dont celui du Jamestown Canyon (VJC) et du Snowshoe Hare (VSSH), le virus de l'encéphalite équine de l'Est (VEEE) et le virus de la Cache Valley (VCV). Le VNO est le plus prévalent avec un nombre moyen annuel de cas de 31², suivi des VSC qui affichent ensemble une moyenne annuelle de 12 cas (20,21). Au moment d'écrire ce rapport, des cas humains d'infection par le VEEE ont été déclarés au Québec, alors qu'aucun cas de VCV n'a été rapporté. Ces deux virus ont toutefois été détectés chez des moustiques et des hôtes vertébrés (20,22).

Par ailleurs, trois arbovirus exotiques ont été désignés importants pour le Québec, soit le VDEN, le VCHIK et le VZIK (20). Contrairement à certains arbovirus endémiques comme le VNO, où les oiseaux servent de réservoir principal et les humains d'hôtes accidentels des vecteurs, quelques arbovirus exotiques font de l'humain leur hôte principal, permettant ainsi la transmission directe entre personnes via les piqûres de vecteurs (23–25). Actuellement, il n'y aurait pas de

¹ Comme cela a été documenté à travers le monde, notamment en Europe, l'introduction de ces espèces invasives est accidentelle, favorisée par le transport de biens et de personnes - par voie terrestre, aérienne, maritime, ferroviaire - en provenance de zones géographiques où ces moustiques vecteurs sont déjà établis (9).

² Deux importantes éclosions chez l'humain du VNO ont eu lieu au Québec : la première en 2012, entraînant 134 cas et 5 décès et la seconde en 2018, entraînant 201 cas et 15 décès (19).

transmission locale documentée de ces arboviroses, bien que l'établissement des principaux moustiques vecteurs, soit *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*, n'ait pas été étudié au Québec depuis les cinq dernières années. *Ae. albopictus* est considéré établi dans le comté de Windsor-Essex en Ontario, depuis 2018 (26). Il est également considéré établi depuis 2022 dans l'État du Vermont. En 2024, *Ae. albopictus* a été de nouveau détecté dans le comté de Rutland dans ce même État. Cette localisation devient ainsi l'endroit le plus proche de la frontière sud du Québec (27) (voir l'[annexe 2](#) pour visualiser les régions limitrophes au Québec où *Ae. albopictus* a été récemment détecté ou est établi). En plus des questionnements sur l'établissement des vecteurs des arboviroses exotiques, les autorités de santé publique sont particulièrement préoccupées par le VDENV, du fait de l'augmentation de plus en plus importante des cas humains virémiques de retour de voyage de régions endémiques (20,28).

Ces enjeux renforcent l'importance de la surveillance de la distribution spatiale des arbovirus endémiques et exotiques pour le Québec, dont celle entomologique³ ciblant les moustiques vecteurs, afin de mieux évaluer les risques pour la santé de la population au Québec et d'orienter les interventions de santé publique.

Une décision du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a été prise en 2022 de suspendre cette surveillance afin de développer une stratégie de surveillance entomologique qui réponde davantage aux enjeux précédemment mentionnés. C'est dans ce contexte que l'INSPQ a été mandaté par le MSSS pour proposer des stratégies de surveillance entomologique des principaux moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques et exotiques permettant de mieux s'adapter aux enjeux des changements climatiques.

Ce document présente les travaux et les résultats de ce mandat.

³ Dans le cadre de ce travail, la surveillance entomologique est définie comme un processus continu de collecte et de suivi, dans le temps et dans l'espace, des données sur les moustiques vecteurs de maladies (9–11). Elle vise à détecter les changements inhabituels dans les paramètres entomologiques, à permettre la diffusion d'informations adaptées aux différentes parties prenantes de la santé publique et à soutenir la prise de décision quant aux diverses actions à entreprendre pour la gestion du risque sanitaire lié à ces vecteurs (9–11).

2 OBJECTIFS DU PROJET

L'objectif général de ce projet était de proposer des stratégies de surveillance entomologique des moustiques vecteurs des arbovirus identifiés comme prioritaires pour le Québec en tenant compte de changements climatiques.

Afin d'atteindre cet objectif, le projet a été divisé en deux sous-objectifs spécifiques qui ont été menés séparément pour les arbovirus endémiques et exotiques :

Sous-objectif 1 : Réaliser une synthèse des connaissances sur les contributions à la santé publique de la surveillance entomologique d'arbovirus transmis par les moustiques en vue d'alimenter les réflexions sur les stratégies de surveillance entomologique.

Sous-objectif 2 : Déterminer les composantes des stratégies de surveillance entomologique des arbovirus transmis par les moustiques dans un contexte de changements climatiques en collaboration avec le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques de l'INSPQ.

Dans cet avis, les travaux menés sur les arbovirus endémiques et exotiques sont présentés séparément. Ainsi, la méthodologie, les résultats et la discussion des travaux menés sur les arbovirus endémiques sont présentés au chapitre 3, alors que les mêmes sections pour les arbovirus exotiques sont présentées au chapitre 4.

3 STRATÉGIE DE SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE DES MOUSTIQUES VECTEURS D'ARBOVIRUS ENDÉMIQUES AU QUÉBEC

Le chapitre 3 porte exclusivement sur les travaux menés sur les arbovirus endémiques. La méthodologie de la synthèse des connaissances et de la détermination des composantes de la stratégie de surveillance entomologique réalisée avec le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques est présentée à la section 3.1, alors que les résultats et la discussion sont présentés dans les sections 3.2 et 3.3 respectivement.

3.1 Méthodologie

3.1.1 Synthèse des connaissances

3.1.1.1 Sources documentaires

Une synthèse des connaissances a été réalisée en 2023 à partir de données issues d'une revue de la littérature, qui a été bonifiée par des informations recueillies lors d'un sondage réalisé auprès d'organismes gouvernementaux canadiens.

Revue de la littérature

La revue de la littérature, de type examen de la portée (scoping review), a été menée en s'inspirant du cadre méthodologique suggéré par Arksey et O'Malley (2010) (29) et amélioré par Levac et coll. (2010) (30). Elle devait répondre à la question de recherche suivante :

« Quelles sont les contributions en santé publique, en termes d'objectifs et d'actions associées, du volet entomologique de la surveillance⁴ du VNO, du VEEE, du VCV et des VSC, dont le VJC et le VSSH, dans un contexte de changements climatiques ».

Le [tableau 1](#) présente un sommaire de la stratégie de recherche. Plus de précisions concernant les aspects méthodologiques sont proposées dans l'[annexe 3A](#), dont le plan de concepts et le processus de sélection des publications scientifiques et de littérature grise.

⁴ Le terme surveillance de cette question sous-entend un processus de collecte continue de données effectuées sous l'égide d'une autorité gouvernementale afin d'éclairer ses décisions, politiques et prises d'actions pour préserver et promouvoir la santé de la population (31). Cette description rejoint la définition même de la surveillance entomologique telle que proposée dans le cadre de ce travail. Cette définition intègre en effet les notions de continuité dans la collecte des données sur les insectes vecteurs et de diffusion de l'information auprès de parties prenantes en santé publique pour soutenir les décisions quant aux actions à entreprendre (9–11).

Tableau 1 Sommaire des bases de données bibliographiques interrogées et des restrictions appliquées pour chaque revue de la littérature

Arbovirus transmis par les moustiques	OVID ^A	EBSCO ^B	PUBMED	Autres bases de données	Restriction Temporelle	Restriction géographique
VNO, VEEE, VSC, VJC, VSSH, VCV	Oui	Oui	Oui	CAB Abstracts - Engineering Village - Pascal et Francis – PubMed- Web of Science	1990-2023	Aucune

^A Plateforme incluant les bases de données Medline®, Embase – Global Health.

^B Plateforme incluant les bases de données CINAHL® Complete, Environment Complete et GreenFILE.

Sondage

Une recherche d'informations a été effectuée auprès de provinces canadiennes pour identifier les objectifs de santé publique des surveillances entomologiques de moustiques vecteurs d'arbovirus actuellement déployées, ainsi que les stratégies adoptées et les actions associées. Pour ce faire, un sondage a été envoyé par courriel aux gouvernements des seules provinces qui déploient actuellement des programmes de surveillance pour les arbovirus endémiques, dont le VNO et le VEEE, à savoir l'Ontario, le Nouveau-Brunswick, le Manitoba et la Saskatchewan ([annexe 3B](#)).

3.1.1.2 Extraction des données et synthèse descriptive des connaissances

À l'issue de la revue de la littérature, un tableau synoptique a été développé pour y rapporter les données pertinentes extraites des publications scientifiques et de littérature grise ainsi que du sondage. Les catégories de données extraites sont détaillées dans l'[annexe 3A](#). Ces données ont ensuite été compilées à des fins d'analyse, de comparaison et de regroupement.

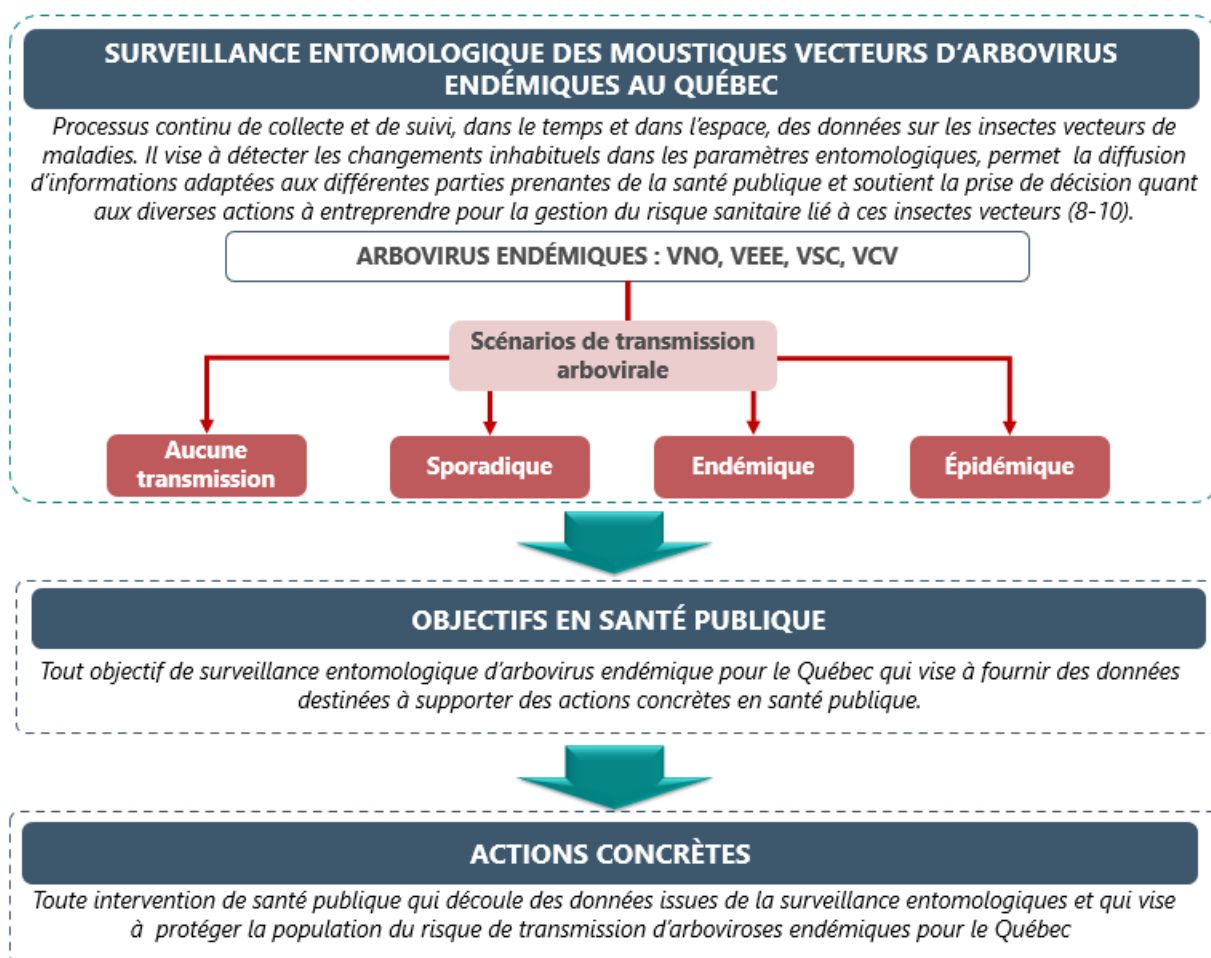
La synthèse des objectifs de santé publique de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques au Québec a été réalisée selon différents scénarios. Ces derniers ont été déterminés à partir des situations épidémiologiques décrites dans les publications retenues. Ceux-ci sont les suivants :

- 1- Aucune transmission arbovirale** : aucun cas humain signalé, absence apparente de transmission arbovirale vers la population humaine et de niveau faible ou inconnu parmi les hôtes, incluant les réservoirs;
- 2- Sporadique** : cas humains signalés de manière anecdotique, transmission arbovirale considérée comme sporadique, de niveau faible vers la population humaine et parmi les hôtes, incluant les réservoirs;
- 3- Endémique** : cas humains signalés de manière récurrente sans signe d'augmentation brusque et rapide, transmission arbovirale considérée persistante vers la population humaine et parmi les hôtes, incluant les réservoirs;

- 4- Épidémique** : augmentation soudaine et rapide des cas humains, transmission arbovirale considérée élevée et persistante vers la population humaine et parmi les hôtes réservoirs.

La figure 1 résume les concepts utilisés pour synthétiser les informations de la revue de la littérature et du sondage sur les arbovirus endémiques.

Figure 1 Schéma résumé des concepts utilisés en lien avec la surveillance des arbovirus endémiques



3.1.2 Détermination de la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques

La méthodologie utilisée pour déterminer la stratégie de surveillance entomologique de moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques a été réalisée en deux étapes : 1) identification des composantes de la stratégie, 2) détermination des composantes de la stratégie avec le Groupe d'experts, incluant l'estimation du nombre de pièges à déployer annuellement.

3.1.2.1 Identification des composantes de la stratégie

Afin de développer la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques, une exploration du plan de surveillance entomologique pour le VNO au Québec de l'année 2016 (32) ainsi que des exemples de surveillance entomologique réalisée dans les provinces canadiennes et États américains limitrophes du Québec a été faite pour identifier les composantes essentielles. Celles-ci sont les suivantes⁵ : 1) objectifs de la surveillance entomologique, 2) zones prioritaires et 3) nombre annuel optimal de pièges à moustiques.

3.1.2.2 Détermination de la stratégie

Le Groupe d'experts a été consulté pour déterminer les objectifs de la surveillance entomologique, les zones prioritaires et pour valider l'estimation des nombres de pièges à déployer annuellement.

Pour déterminer les objectifs, une liste d'objectifs a été bâtie sur la base des résultats de la synthèse des connaissances. Par la suite, cette liste a été discutée avec les membres du Groupe d'experts et ces derniers ont sélectionné les plus pertinents pour répondre aux défis posés par les changements climatiques dans le contexte québécois.

Pour déterminer les zones prioritaires, un système de classification basé sur le niveau de risque humain et développé par le Groupe d'experts en 2018 a été utilisé (37). Il a permis de classer les régions sociosanitaires (RSS) selon quatre niveaux de risque, et ce, pour le VNO, les VSC et le VEEE⁶, comme illustré dans l'[annexe 4](#). Les RSS présentant les niveaux de risque les plus élevés ont été sélectionnées en priorité par les experts pour y déployer la surveillance entomologique.

Pour déterminer le nombre optimal de pièges à moustiques à installer chaque année pour la surveillance entomologique, un calcul de taille d'échantillon par RSS a été nécessaire (38–40). Cela a été rendu possible grâce à la disponibilité de données historiques issues de la surveillance entomologique du VNO, du VEEE et des VSC.

⁵ L'identification des objectifs est prioritaire parce qu'elle permet de planifier et de mettre en œuvre efficacement la surveillance entomologique, tout en donnant une direction claire aux efforts (33–35). L'identification des zones prioritaires est essentielle parce qu'elle permet de concentrer les ressources de surveillance là où elles seront nécessaires (33,36). Finalement, le nombre de pièges à moustiques à installer chaque année pour la surveillance est prioritaire parce qu'il permet d'obtenir une bonne couverture géographique des pièges (33,36).

⁶ Tenant compte des critères qui les caractérisent, il est possible de faire coïncider les niveaux 1A-1B, 2A et 2B respectivement aux scénarios d'aucune transmission arbovirale, de transmission sporadique et de transmission endémique, ceux-là mêmes qui ont été retenus pour présenter la synthèse des connaissances sur la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques.

Une équation spécifique a été employée pour calculer le nombre annuel de pièges, avec une sensibilité et une spécificité adéquate. Cette équation prend en compte la prévalence attendue des virus et le niveau de précision souhaité pour estimer ce nombre (38,39) :

$$n = \frac{Z^2 * p(1 - p)}{d^2}$$

n = Taille d'échantillon estimée

Z = Z statistique pour un niveau de confiance (1,96 pour un niveau de confiance de 95 %)

p = Prévalence ou proportion attendue

d = Précision de l'estimé (ou marge d'erreur) qui désigne la moitié de l'intervalle de confiance désiré (ex. 0,025 pour +/- 5 %)

Plusieurs scénarios ont été établis à partir de différents niveaux de confiance, soient 90 %, 85 %, 80 % et 70 %. À chaque niveau de confiance correspondait une erreur α ainsi qu'une valeur de Z ([tableau 2](#)).

Tableau 2 Quatre niveaux de confiance utilisés pour élaborer des scénarios de nombre annuel de pièges

Niveau de confiance	Erreur α	Z_α
90 %	10 %	1,65
85 %	15 %	1,44
80 %	20 %	1,28
70 %	30 %	0,8

Dans ce type de calcul, plus le niveau de confiance est élevé, plus la taille d'échantillon de nombre de pièges doit être grande. En effet, plus il y aura de pièges, meilleures seront les chances de capturer des moustiques infectés. Dans ce contexte, augmenter la taille de l'échantillon améliorerait à la fois : 1) le niveau de confiance en réduisant l'erreur dans les estimations et 2) la puissance en réduisant le risque de passer à côté d'effets significatifs.

Les prévalences attendues ont été calculées en se basant sur les données historiques de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs par RSS, obtenues du Laboratoire de santé publique du Québec.

- Pour le VNO, seuls les résultats de collecte entomologique des années 2017 à 2021 ont été retenus, car il s'agit de la période où le nombre annuel de pièges installés par RSS est resté stable assurant ainsi une meilleure comparabilité. Par la suite, la prévalence attendue, soit la probabilité de détecter un piège positif pour le VNO, a été calculée par RSS et par année. Elle correspond au nombre annuel de pièges positifs au VNO sur le nombre annuel de pièges installés. La valeur de cette prévalence attendue par année et par RSS qui se rapproche le plus de 0,5 a été choisie, permettant ainsi d'optimiser la fonction $p(1-p)$ (41,42). Le taux de positivité des pièges pour le VNO, ainsi que la prévalence attendue pour chaque région, de 2017 à 2021, sont détaillés dans l'[annexe 5](#).

- Pour le VEEE et les VSC, les prévalences attendues ont été calculées de la même manière que pour le VNO, mais uniquement à partir des données de 2016, puisqu'il s'agissait de la seule année pour laquelle des données entomologiques étaient disponibles. Le taux de positivité des pièges au VEEE et aux VSC, ainsi que la prévalence attendue pour chaque région, sont détaillés dans l'[annexe 5](#).
- Le VCV n'a pas été inclus dans cette analyse étant donné l'absence de données historiques concernant ce virus.

3.2 Résultats

3.2.1 Synthèse des connaissances

3.2.1.1 Description des documents identifiés dans la revue de la littérature et des résultats du sondage

L'organigramme de recherche documentaire est présenté dans l'[annexe 6](#). En définitive, 42 publications ont été retenues, incluant 23 articles scientifiques et 19 documents issus de la littérature grise. La majorité des publications ont porté sur le VNO (n = 38), le reste a concerné le VEEE (n = 12) et le VJC (n = 3). Certaines publications visaient en effet deux voire trois de ces arbovirus. Aucun document pertinent n'a été recensé pour le VCV ou le VSSH.

Parmi les 23 articles scientifiques, plus du trois quarts (n = 18) ont été publiés en Europe, le restant l'ayant été aux États-Unis (n = 5). Néanmoins, tous les documents de littérature grise (n = 19) concernaient le Canada (n = 4) et les États-Unis (n = 15), dont les États limitrophes du Québec. Cette littérature grise comprenait trois sites Web et 16 plans, programmes ou rapports de surveillance entomologique du VNO, du VEEE et/ou du VJC et d'interventions de santé publique subséquentes.

Quatre provinces canadiennes (Ontario, Manitoba, Saskatchewan et Nouveau-Brunswick) ont répondu au sondage, ce qui a permis de recenser les objectifs de la surveillance entomologique du VNO réalisée sur leur territoire.

3.2.1.2 Principaux objectifs et actions de santé publique qui se dégagent de la synthèse des connaissances

Les principaux objectifs de santé publique identifiés dans la synthèse des connaissances concernent la surveillance des moustiques adulte et celle des formes immatures. Ceux-ci sont présentés dans le [tableau 3](#) où il est également possible de retrouver : 1) le nombre de sources des données, 2) les scénarios de transmission arbovirale concernés, 3) les arbovirus transmis par les moustiques et 4) les actions de santé publique subséquentes. Pour obtenir plus d'information sur les indicateurs entomologiques permettant d'atteindre les objectifs de santé publique, consultez l'[annexe 6](#).

Tableau 3 Synthèse des objectifs de santé publique de la surveillance des moustiques vecteurs du VNO, VEEE et VJC et des actions subséquentes

Objectifs de santé publique		Nombre de sources de données	Scénarios de transmission arbovirale et arbovirus concernés				Actions subséquentes			
			Aucune	Sporadique	Endémique	Épidémique	Préparation milieux cliniques	Communication du risque	Sensibilisation/Éducation	Lutte antivectorielle
Moustiques adultes										
Alerte précoce de circulation virale [(43–62), ainsi que Public Health Ontario et gouvernements de la Saskatchewan et du Manitoba]		23	VNO	VNO	VNO, VEEE VJC		x	x	x	x
Évaluation du risque humain	Évaluation du niveau de risque de transmission humaine (43–50,61,63–75)	22	VNO	VNO	VNO, VEEE VJC		x	x	x	x
	Cartographie des niveaux d'intensité de circulation virale (51–53)	3			VNO					x
	Prédiction d'une éclosion de cas humains (51,62)	2			VNO					x
Évaluation de la résistance aux insecticides utilisés durant la lutte antivectorielle (44,46,67,68,76–78)		7			VNO, VEEE VJC	VNO				x
Suivi et soutien en temps réel des efforts visant à réduire la transmission humaine (79–81)		3				VNO VEEE	x	x	x	x
Contribution à l'annonce d'un état d'urgence sanitaire liée aux arbovirus(47)		1			VNO, VEEE			x	x	x
Contrôle de la dissémination des <i>Culex spp.</i> depuis les zones inondées (70)		1			VNO			x	x	x
Mise à jour de la liste des espèces potentiellement vectrices (82)		1			VNO					x
Documentation de la transmission et des mécanismes d'hivernage du VNO dans les vecteurs compétents (44)		1			VNO					x
Documentation de la circulation virale dans les aéroports internationaux (83)		1				VNO				x
Alerte sur un risque potentiellement accru de transmission arbovirale pour la saison des moustiques de l'année suivante(84)		1				VNO		x	x	x
Moustiques immatures										
Identification des gîtes larvaires et des zones à fortes densités larvaires [(43–49,61,63–68,71,76) et gouvernement du Nouveau-Brunswick]		17	VNO	VNO	VNO, VEEE VJC					x
Cartographie des gîtes larvaires [(48,49,64,66,68,76) et gouvernement du Nouveau-Brunswick]		7			VNO, VEEE VJC					x

Précisions sur la surveillance des moustiques adultes

De façon générale, les objectifs les plus documentés pour la surveillance des moustiques adultes sont : 1) l'alerte précoce de circulation virale avant l'apparition des premiers cas humains, qui se fait grâce aux premiers lots de moustiques vecteurs positifs pour l'un et/ou l'autre des arbovirus et 2) l'évaluation du niveau de risque de transmission humaine qui se base, entre autres, sur des indicateurs entomologiques comme l'abondance des moustiques, le taux d'infection ou l'indice vectoriel⁷.

Les actions de santé publique qui découlent de ces deux objectifs incluent essentiellement (43–75) :

- La préparation des milieux cliniques de santé humaine et de santé animale pour un renforcement de la surveillance humaine et vétérinaire, tout particulièrement celle des chevaux, de même que le déclenchement de la procédure garantissant la sécurité des transfusions sanguines. En santé publique, cette préparation implique une vigilance accrue en matière de reconnaissance et diagnostic des maladies liées à ces trois arbovirus, par le biais de la formation et de la sensibilisation du personnel médical, et une augmentation des ressources techniques en laboratoire pour les tests de confirmation des cas humains;
- La communication des niveaux de risque en temps réel par les autorités responsables, dont celle de la mise à jour régulière des niveaux de risque humain, et ce, aux autorités locales, intervenants en soins de santé, médias et grand public;
- Les campagnes continues de sensibilisation et d'éducation sur les mesures de protection personnelles par différents canaux et moyens de communication, dont les sites Web des autorités gouvernementales concernées, les journaux locaux et les ateliers dans les résidences pour personnes âgées. Ces campagnes sont destinées aux intervenants en soins de santé humaine et à la population générale, tout particulièrement les personnes à risque de complications. Ces campagnes portent spécifiquement sur les mesures de protection personnelle, dont le port d'habits aux manches longues, l'usage de répulsifs et de moustiquaires et sur l'incitation à la participation aux efforts de réduction des vecteurs à la source. Ces derniers englobent notamment l'élimination des eaux stagnantes péri-domestiques propices à la prolifération de gîtes larvaires, la récupération des pneus usagés et l'entretien des piscines.
- La lutte antivectorielle ciblée, associant l'application de traitements larvicides voire d'adulticides, lorsque le niveau de risque de transmission pour les humains est jugé élevé.

7 Une corrélation statistiquement positive entre, d'une part des indicateurs entomologiques comme l'abondance des moustiques, le taux d'infection minimale et l'indice vectoriel, et d'autre part le nombre de cas humains, a été rapportée pour le VNO (62,80,85–88).

Précisions sur la surveillance des moustiques immatures

Les principaux objectifs en santé publique recensés pour la surveillance des formes immatures des moustiques sont : 1) l'identification des gîtes larvaires dans les milieux urbains et naturels et 2) la détermination des zones de fortes densités de formes immatures de moustiques.

L'action de santé publique subséquente à la surveillance des moustiques immatures consiste en une lutte antivectorielle ciblée afin de diminuer la population de moustiques adultes. Celle-ci se fait par la réduction à la source (p. ex. élimination des eaux stagnantes par drainage/percolation/recirculation, gestion de la végétation et de l'eau des marais salés) et par l'application de traitements larvicides dans les gîtes de grande densité larvaire (43–49,61,63–68,71,76).

3.2.2 Stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques

Le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques a été consulté pour déterminer la stratégie de surveillance entomologique des arbovirus endémiques.

Tout d'abord, les experts ont déterminé deux objectifs prioritaires de cette surveillance. Il s'agit de : 1) l'alerte précoce de circulation virale et 2) l'évaluation du niveau de risque de transmission humaine. Ils ont ensuite déterminé les zones prioritaires. Ces dernières sont celles où des historiques importants de cas humains sont observés et où des conditions climatiques propices à la prolifération des moustiques sont présentes. Ces caractéristiques correspondent essentiellement aux RSS classées 2A et 2B. Les experts ont mentionné que les RSS classées 1B⁸ ([annexe 4](#)) pourraient aussi être surveillées, mais dans un deuxième temps, puisque celles-ci présentent un risque significatif d'émergence.

En ce qui concerne les pièges requis pour détecter des moustiques infectés, il a été déterminé que le nombre devait varier en fonction des arbovirus et que ce nombre devait augmenter proportionnellement avec le niveau de confiance ([tableau 4](#)). Par exemple, pour atteindre un niveau de confiance de 70 %, il faudrait déployer environ 38 pièges pour le VEEE et jusqu'à 146 pièges pour le VNO.

⁸ Pour rappel, il est possible de faire coïncider les classements 1B, 2A et 2B avec les scénarios d'absence de transmission arbovirale, de transmission sporadique et de transmission endémique, respectivement, comme retenus pour présenter la synthèse des connaissances sur la surveillance entomologique des arbovirus endémiques pour le Québec.

Tableau 4 Nombre annuel de pièges proposé pour la surveillance entomologique du VNO, du VEEE et du VSC en fonction du niveau de confiance

RSS	Niveau de confiance 90 %			Niveau de confiance 85 %			Niveau de confiance 80 %			Niveau de confiance 70 %		
	VNO	VEEE	VSC	VNO	VEEE	VSC	VNO	VEEE	VSC	VNO	VEEE	VSC
Abitibi-Témiscamingue	68	9	17	52	7	13	41	5	10	16	2	4
Bas-Saint-Laurent		9	9		7	7		5	5		2	2
Capitale-Nationale	63	9	17	48	7	13	38	5	10	15	2	4
Chaudière-Appalaches	68	17	9	52	13	7	41	10	5	16	4	2
Côte-Nord			9			7			5			2
Estrie	68	17	17	52	13	13	41	10	10	16	4	4
Lanaudière	67	17	9	51	13	7	40	10	5	16	4	2
Laurentides	68	17	9	52	13	7	41	10	5	16	4	2
Laval	68	17	9	52	13	7	41	10	5	16	4	2
Mauricie-et-Centre-du-Québec	33	9	17	25	7	13	20	5	10	8	2	4
Montréal	60	17	17	46	13	13	36	10	10	14	4	4
Montréal	65	9	9	50	13	7	39	5	5	15	2	2
Nord-du-Québec			9			7			5			2
Outaouais	60	17	9	46	13	7	36	10	5	14	4	2
Saguenay-Lac-Saint-Jean			9			7			5			2
Total général	688	164	175	526	132	135	414	95	100	162	38	40

3.3 Discussion

La synthèse des connaissances, réalisée au début de ce projet, a été une étape essentielle dans la détermination des objectifs de surveillance entomologique de moustiques vecteurs des arbovirus endémiques. Elle a notamment permis d'identifier les objectifs de santé publique poursuivis par la surveillance entomologique décrite dans la littérature et ceux de la surveillance entomologique réalisée dans les provinces canadiennes. Cette synthèse des connaissances a également permis de souligner son importance et pertinence dans la surveillance des maladies transmises par les moustiques. Ceci a ensuite permis de proposer, à l'aide du Groupe d'experts, des ajustements aux objectifs de santé publique qui étaient proposés pour la surveillance entomologique au Québec.

Les experts ont ainsi jugé que l'alerte précoce de circulation virale, qui était un objectif présent dans l'ancien plan de surveillance entomologique des moustiques vecteurs (32), demeure prioritaire pour ce type de surveillance au Québec. Le maintien de cet objectif souligne son importance. L'alerte précoce permet d'anticiper les risques sanitaires et de mettre en œuvre rapidement des actions en santé publique pour minimiser les impacts sur la santé humaine et animale des arbovirus transmis par les moustiques.

Les experts ont aussi jugé pertinent d'ajouter l'évaluation des niveaux de risque de transmission humaine comme objectif prioritaire de la surveillance entomologique au Québec. Il a été considéré par les experts comme une opportunité de renforcer le potentiel de la surveillance entomologique afin de mieux répondre aux défis émergents des arbovirus transmis par les moustiques dans le contexte des changements climatiques.

Le calcul de la taille d'échantillon du nombre de pièges, réalisé à l'aide d'une méthodologie rigoureuse et des données historiques de surveillance, a permis de faire des propositions de nombres de pièges qui sont adaptées à l'évolution récente de la situation épidémiologique. Les nombres de pièges proposés par arbovirus permettront de produire des données fiables et utiles pour la prise de décision (36). De façon générale, un niveau de confiance de 90 % et une puissance de 80 % sont généralement recommandés (40). En deçà de ces seuils, il serait toujours possible d'identifier des résultats significatifs (pièges positifs). Toutefois, ces derniers seront exposés à plus de risques d'erreurs, comme la sous-estimation des effets observés. En tenant compte de diverses considérations (opérationnelles, logistiques et budgétaires), l'utilisation d'un niveau de confiance de 70 % pourrait néanmoins être justifiée, dans un premier temps, au Québec. Dans tous les cas, le nouveau design proposé représente une augmentation considérable du nombre de pièges déployés en comparaison aux données historiques (21). La proposition de nombre de pièges pour le VNO dans cet avis est plus élevée que le nombre de pièges décrit dans l'ancien plan de surveillance entomologique du VNO (34) et que le nombre de pièges déployés au Québec depuis 2003 (voir [annexe 5](#) pour plus de détails). Cette augmentation pourrait contribuer à améliorer la sensibilité de la surveillance entomologique. Pour le VEEE et les VSC, la disponibilité restreinte des données a constitué une limite dans l'estimation du nombre de pièges requis. Cependant, les nombres de pièges proposés dans cet avis sont un bon point de départ. Il sera possible de les ajuster à l'avenir en fonction des résultats obtenus.

En plus de guider la détermination de la stratégie de surveillance entomologique, la synthèse des connaissances a permis d'identifier des critères qui pourraient permettre d'assurer une meilleure représentativité des stations entomologiques et un succès de collecte de moustiques (32,34)⁹. Ces critères sont décrits dans le [tableau 5](#). La connaissance des facteurs environnementaux et des comportements des moustiques sont parmi les facteurs les plus importants, puisqu'ils permettent d'adapter la collecte aux spécificités locales et améliorent la sensibilité et la précision de la surveillance entomologique

⁹ Public Health Ontario, Communication personnelle.

Tableau 5 Critères permettant d'identifier les stations entomologiques

Critères	Raisons motivant le choix du critère
La densité de la population (zones peuplées)	Représentation de la population à risque
L'écologie des vecteurs (dépendamment de chaque type d'arbovirus)¹⁰	Identification des habitats favorables aux moustiques (eaux stagnantes, lieux de repos des adultes, etc.)
Les données historiques (proportions de stations permanentes, taux d'infection des lots de moustiques, etc.)	Suivi historique des données entomologiques plus adéquat (comparabilité intersaisonnière)
La facilité d'accès au site	Collecte plus pratique et rapide des moustiques
La sécurité des pièges	Protection des pièges vis-à-vis d'actes de vandalisme ou de vol
Les conditions environnementales (météo, géographie, utilisation du sol)	Identification des périodes les plus favorables à l'amplification virale chez les moustiques

En plus des critères sur la collecte, la synthèse a aussi mis en évidence des conditions qui pourraient faciliter l'atteinte des objectifs de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques. Celles-ci sont les suivantes :

- Piégeage intensif (nombre conséquent de pièges et emplacements judicieux) (50,57,59);
- Obtention rapide en quelques jours des résultats du dépistage (44,55,56);
- Maintien d'une surveillance entomologique régulière, continue, c'est-à-dire chaque année, et incluant des pièges permanents dans des stations fixes dans le but de raffiner les capacités et la sensibilité de la détection et démarrant tôt dans la saison (idéalement en mai) (51,53,56);
- Mise à jour annuelle du programme de surveillance entomologique selon les données disponibles, incluant les résultats des surveillances précédentes et ceux issus de la recherche (53,56);
- L'accumulation, année après année, de données entomologiques afin de détecter les tendances dans le temps et l'espace de l'abondance des moustiques et de la prévalence des arbovirus au sein de leurs populations et de bonifier la robustesse des modèles prédictifs pour augmenter la précision des estimations du risque humain.

D'autres éléments intéressants de la revue de la littérature, mais non essentiels pour ce projet, peuvent être consultés dans Bakhiyi et coll. (2024) (93).

¹⁰ Bien que les informations concernant la présence de certaines espèces vectrices au Québec, notamment le *Culiseta melanura* ou les *Ochlerotatus* spp. soient disponibles (89–92), elles demeurent limitées.

4 STRATÉGIE DE SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE DES MOUSTIQUES VECTEURS D'ARBOVIRUS EXOTIQUES POUR LE QUÉBEC

Le chapitre 4 porte exclusivement sur les travaux menés sur les arbovirus exotiques. La méthodologie de la synthèse des connaissances et de la détermination des composantes de la stratégie de surveillance entomologique réalisée avec le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques est présentée à la section 4.1, alors que les résultats et la discussion sont présentés dans les sections 4.2 et 4.3 respectivement.

4.1 Méthodologie

4.1.1 Synthèse des connaissances

4.1.1.1 Sources documentaires

Une synthèse des connaissances a été réalisée en 2023 à partir de données issues d'une revue de la littérature et bonifiée à l'aide d'informations recueillies lors de communications personnelles, réalisées auprès d'intervenants d'organismes gouvernementaux canadiens et américains.

Revue de la littérature

Une revue de la littérature, de type examen de la portée, a été réalisée pour les arbovirus exotiques et la stratégie adoptée a été similaire à celle pour les arbovirus endémiques. Cette stratégie devait répondre à la question de recherche suivante :

« Quelles sont les contributions en santé publique, en termes d'objectifs et d'actions associées, du volet entomologique de la surveillance du VCHIK, du VDEN et du VZIK dans un contexte de changements climatiques ».

Comme pour les arbovirus endémiques, cette stratégie visait à identifier comment les données issues de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs peuvent contribuer à soutenir des actions concrètes de santé publique destinées à protéger la population québécoise du risque de transmission d'arboviroses exotiques.

Le [tableau 6](#) présente un sommaire de la stratégie de recherche. Une restriction géographique a été établie pour cette recherche afin de ne cibler que des régions situées à proximité du Québec (Amérique du Nord) ou qui sont situées dans les mêmes intervalles de latitudes que le Québec (Europe de l'Ouest). Les zones géographiques ainsi retenues présentaient donc des similitudes sur le plan épidémiologique (absence de transmission autochtone du VDEN, VCHIK et VZIK) et sur le plan climatique relativement au contexte québécois. Plus de précisions concernant les aspects méthodologiques sont proposées dans l'[annexe 3A](#), dont le plan de concept et le processus de sélection des publications scientifiques et de littérature grise pertinentes.

Tableau 6 Sommaire des bases de données bibliographiques interrogées et des restrictions appliquées pour chaque revue de la littérature

Arbovirus transmis par les moustiques	OVID ^A	EBSCO ^B	PUBMED	Autres bases de données	Restriction Temporelle	Restriction géographique
VCHIK, VDEN et VZIK	Oui	Oui	Oui	Non	Aucune	Amérique du Nord– Europe de l'Ouest

^A Plateforme incluant les bases de données Medline®, Embase – Global Health.

^B Plateforme incluant les bases de données CINAHL® Complete, Environment Complete et GreenFILE.

Communications personnelles

Tout comme pour les arbovirus endémiques, une recherche d'informations complémentaires a été effectuée auprès de provinces canadiennes et d'États américains limitrophes du Canada. Les informations recherchées portaient sur les objectifs en santé publique des surveillances entomologiques d'arbovirus actuellement mises en œuvre et les actions associées, ainsi que les stratégies de surveillance adoptées.

Pour ce faire, des communications personnelles, sous forme d'échanges de courriels ou des rencontres Teams, ont été menées auprès d'intervenants canadiens et américains. Ceux-ci provenaient d'organismes gouvernementaux, institutionnels ou universitaires impliqués dans la surveillance et le contrôle des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et/ou du VZIK. La liste des gouvernements et organismes sollicités est fournie dans l'[annexe 3B](#).

4.1.1.2 Extraction des données et synthèse descriptive des connaissances

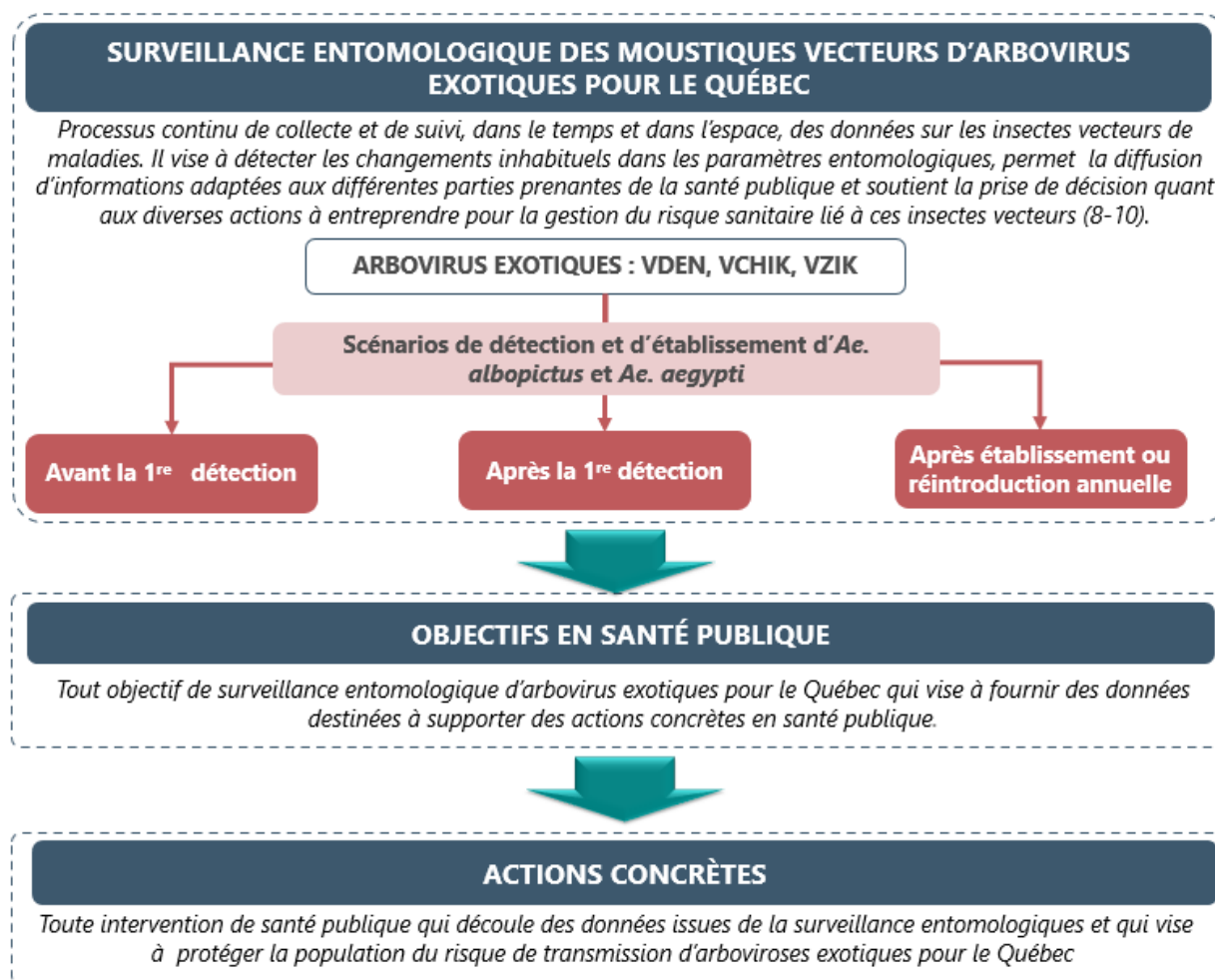
À l'issue de la revue de la littérature, un tableau synoptique a été développé pour y rapporter les données pertinentes extraites des publications scientifiques et de littérature grise des communications personnelles. Les catégories de données extraites sont détaillées dans l'[annexe 3A](#). Ces données ont ensuite été compilées à des fins d'analyse, de comparaison et de regroupement.

La synthèse des objectifs en santé publique de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques a été réalisée selon différents scénarios. Ces derniers ont été déterminés à partir des situations épidémiologiques décrites dans les publications retenues. Pour la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et du VZIK, trois scénarios ont été considérés :

- **SCÉNARIO 1 : Avant** leur première détection;
- **SCÉNARIO 2 : Après** leur première détection;
- **SCÉNARIO 3 : Après leur établissement** ou réintroduction annuelle.

La figure suivante résume les concepts utilisés pour synthétiser les informations de la revue de la littérature et des communications personnelles sur les arbovirus exotiques.

Figure 2 Schéma résumé des concepts utilisés en lien avec la surveillance des arbovirus exotiques



4.1.2 Détermination de la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques

La méthodologie utilisée pour déterminer la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques a été réalisée en deux étapes : 1) identification des composantes de la stratégie 2) détermination des composantes de la stratégie avec le Groupe d'experts.

4.1.2.1 Identification des composantes de la stratégie

Afin de développer la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques, la première étape a consisté à cibler les composantes qui devraient la structurer. Pour ce faire, les anciens plans de surveillance entomologique au Québec (32) ainsi que ceux mis en place dans les provinces canadiennes et États américains limitrophes du Canada ont été consultés.

4.1.2.2 Détermination de la stratégie

Tout comme pour les arbovirus endémiques, les composantes choisies pour les arbovirus exotiques ont été 1) les objectifs de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs et 2) les zones prioritaires pour le déploiement des pièges.

Pour déterminer les objectifs, une liste d'objectifs a été bâtie sur la base des résultats de la synthèse des connaissances. Par la suite, cette liste a été discutée avec les membres du Groupe d'experts et ces derniers ont sélectionné les plus pertinents pour répondre aux défis posés par les changements climatiques dans le contexte québécois.

Pour déterminer les zones prioritaires, une exploration du Règlement sanitaire international (RSI) a été faite. Ce règlement est un instrument juridique international mis en œuvre par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui fournit un cadre pour la coopération internationale afin de protéger la santé publique mondiale. Il donne des lignes directrices pour la détection, la notification et la réponse aux événements de santé publique qui pourraient avoir des conséquences internationales (94). Ces zones prioritaires recommandées par le RSI ont été discutées et validées avec les experts.

4.2 Résultats

4.2.1 Synthèse des connaissances

4.2.1.1 Description des documents identifiés dans la revue de la littérature et des informations recueillies durant les communications personnelles

L'organigramme de recherche documentaire est présenté en [annexe 6](#). En définitive, 22 publications ont été retenues pour la synthèse des connaissances, incluant 10 articles scientifiques et 12 documents issus de la littérature grise. Elles ne concernaient que les principaux moustiques vecteurs des VCHIK, VDEN et VZIK, soient *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*. Aucune publication sur la surveillance d'autres moustiques potentiellement vecteurs de ces trois arbovirus n'a été repérée pour les pays ciblés par la recherche documentaire. Toutes les publications incluses portaient sur *Ae. albopictus* et seulement quatre sur 22 ciblaient également *Ae. aegypti*.

Parmi les 10 articles scientifiques, quatre ont été publiés en Amériques du Nord, dont un au Canada et trois aux États-Unis. Les six restants concernaient la surveillance d'*Ae. albopictus* en Allemagne, seul pays européen finalement retenu, car les données s'y rapportant permettaient de l'apprécier comme un cas traceur de l'évolution de la surveillance d'*Ae. albopictus* en fonction des données épidémiologiques (voir section [4.3 Discussion](#)). Les documents issus de la littérature grise (n = 12) ne concernaient que l'Amérique du Nord, deux pour le Canada et 10 pour les États américains limitrophes. Ils incluaient cinq sites Web et sept rapports ou plans sur la surveillance et le contrôle des moustiques vecteurs d'arbovirus, incluant le VCHIK, le VDEN et/ou le VZIK.

Des données complémentaires sur la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et/ou du VZIK ont été collectées lors de communications personnelles avec diverses parties prenantes en Ontario, au Canada, et dans les États américains du Maine, du New Hampshire, du Michigan, du Minnesota, de New York, de Pennsylvanie, du Vermont et du Wisconsin.

4.2.1.3 Principaux objectifs et actions de santé publique qui se dégagent de la synthèse des connaissances

Une synthèse des objectifs en santé publique par modalité de surveillance des moustiques *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* et par scénarios (1 : avant la 1^{re} détection, 2 : après la 1^{re} détection, et 3 : après établissement ou réintroduction annuelle) est présentée dans le [tableau 7](#). Pour chaque objectif, le stade de développement, le nombre de sources des données l'ayant rapportée, les scénarios concernés et les actions de santé publique subséquentes sont indiqués. De façon générale, le principal objectif de santé publique de la surveillance d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. aegypti* est la détection de la présence de ces moustiques, que cela soit sous formes immatures et/ou adultes.

Tableau 7 Synthèse des objectifs de santé publique de la surveillance d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. aegypti*, et des actions subséquentes

Objectifs de santé publique	Nombre de sources de données	Cibles		Scénarios			Actions subséquentes	
		Moustiques immatures	Moustiques adultes	Avant la 1 ^{re} détection	Après la 1 ^{re} détection	Après établissement ou réintroduction annuelle	Sensibilisation/Éducation	Lutte antivectorielle
Détecter l'introduction ou la réintroduction en surveillant les zones de transit, internationaux ou inter-États, et autres sites propices à l'introduction, au développement et à la dissémination [(26,27,76,95–102) et trois communications personnelles ^{A, B, C]}	14	X	X	X	X		X	X
Détecter l'introduction d' <i>Ae. albopictus</i> en recherchant sa présence parmi les moustiques collectés pour d'autres arbovirus endémiques, notamment le VEEE (communication personnelle ^D)	1	X	X	X			X	X
Détecter la présence, évaluer l'abondance et suivre l'expansion géographique à partir du point de collecte initiale l'année de 1 ^{re} détection (27,97,100) et/ou les saisons suivantes [(26,27,44,98,99,101–107) et sept communications personnelles ^{E, F, G, H, I, J, K}]	21	X	X		X	X	X	X
Identifier les gîtes larvaires [(26,27,44,95–110) et une communication personnelle ^G] et les cartographier (95)	20	X			X	X	X	X
Évaluer le potentiel d'établissement, notamment en détectant de manière précoce les stades immatures ayant survécu à l'hiver [(26,27,101,111) et une communication personnelle ^F]	5	X	X		X		X	X
Identifier les sites de grande infestation et en évaluer la taille (26,44,97,99,101–108,110)	13	X	X		X	X	X	X
Évaluer le risque de transmission locale du VCHIK, VDEN et/ou VZIK en testant les moustiques adultes collectés [(26,44,103,107,108) et deux communications personnelles ^{H, I}]	7		X		X	X	X	X
Prévenir le risque de transmission locale d'arbovirus à partir de cas humains virémiques suspectés ou probables (112)	1	X	X			X	X	X

^A Maine Department of Health and Human Services.

^B New Hampshire Division of Public Health Services.

^C Saginaw County Mosquito Abatement Commission (État du Michigan).

^D New York State Department of Health, Central New York Regional Office.

^E Cumberland County Pennsylvania.

^F Kent County Health Department (État du Michigan).

^G Metropolitan Mosquito Control District (État du Minnesota).

^H New York City Department of Health and Mental Hygiene.

^I Suffolk County Department of Health.

^J The Windsor-Essex County Health Unit (Ontario).

^K Vermont Agency of Agriculture, Food & Markets.

Précisions sur chacun des scénarios

Pour le **scénario 1** (avant la 1^{re} détection), un des principaux objectifs de la surveillance entomologique documenté est de détecter l'introduction des moustiques vecteurs essentiellement par la surveillance de zones de passage, aussi bien internationales qu'inter-États, à la fois de personnes, de véhicules et de marchandises, et en considérant les voies terrestres, maritimes et aériennes. Les voies maritimes incluent ainsi les aéroports internationaux, les ports, les gares ferroviaires, les postes-frontières terrestres, les stations de transbordement de marchandises et divers lieux se trouvant le long des corridors routiers, soit les aires de stationnement et de repos, les relais routiers et les stations-service. D'autres sites de surveillance ont également été documentés comme les commerces et lieux d'entreposage de pneus neufs et usagés, les sites de recyclage et les parcs à ferraille. Le second objectif documenté est la détection de l'introduction des moustiques vecteurs parmi les moustiques collectés pour d'autres types d'arbovirus endémiques comme le VEEE.

D'autres objectifs ont été souvent rapportés pour les **scénarios 2 et 3**, tout particulièrement pour la surveillance d'*Ae. albopictus*, à savoir :

- 1- l'évaluation de son abondance,
- 2- le suivi de son expansion géographique à partir du premier lieu de collecte,
- 3- l'identification des gîtes larvaires, et
- 4- l'identification des sites de grande infestation larvaire et/ou par des formes adultes.

Les actions en santé publique associées aux objectifs de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs qui ont été identifiés dans la synthèse des connaissances (26,44,98–108,110) sont les suivantes¹¹ :

- Réalisation de campagnes de sensibilisation et d'éducation auprès de la population générale sur les mesures de protection personnelle et l'incitation à la participation citoyenne aux efforts de réduction des vecteurs à la source. Ces derniers consistent essentiellement à éliminer les eaux stagnantes dans les multiples contenants artificiels propices au développement de gîtes larvaires péridomestiques. Ces campagnes sont habituellement soutenues par des communiqués de presse dans les journaux locaux, en collaboration avec les autorités locales, par des réunions publiques et par la distribution porte-à-porte de brochures d'information, notamment sur l'utilisation adéquate de larvicides, si nécessaire.

¹¹ Il est intéressant de noter que quatre publications (27,95,96,109) ont rapporté le maintien du monitoring¹¹ d'*Ae. albopictus*, après une première détection d'œufs et/ou de quelques spécimens adultes, sans mise en place d'actions concrètes. Le monitoring désigne un ensemble de processus de recueil et de compilation de données sur les moustiques de façon ponctuelle ou routinière dans un endroit donné (11). À la différence de la surveillance, il ne comprend pas les analyses, l'interprétation, la diffusion des informations destinées aux actions de santé publique (11).

- Mise en place de la lutte antivectorielle dans les zones urbaines, incluant un programme intensif et précoce de réduction à la source pouvant être renforcé par une application ciblée de larvicides, voire d'adulticides tout particulièrement dans les lieux présentant une forte infestation et/ou dans des quartiers groupant un nombre élevé de personnes infectées par le VCHIK, le VDENV et/ou le VZIK. Cette lutte peut également intégrer des visites à domicile de personnel qualifié pour une inspection plus fine et traitement éventuel des gîtes larvaires péri-domestiques.

4.2.2 Stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques

Le Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques a été consulté pour déterminer la stratégie de surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques. Les experts ont déterminé que la détection de la présence ponctuelle des formes immatures et adultes des moustiques invasifs devait être l'objectif prioritaire poursuivi par la surveillance entomologique. La détection d'arbovirus exotiques dans les moustiques n'est pas requise dans le contexte actuel. Cette détection devrait se faire en surveillant les points d'entrée (plus de détails au paragraphe suivant) et les sites d'introduction et de développement, comme les sites d'entreposage de pneus. Une fois que cette détection sera confirmée au Québec, il pourrait être envisagé de mettre en place une surveillance qui poursuivra des objectifs additionnels, par exemple le suivi de l'expansion géographique des espèces invasives et l'évaluation de leur abondance^{12,10}.

D'après le Groupe d'experts, la situation épidémiologique actuelle (c'est-à-dire aucune acquisition autochtone de cas humain) justifie que la surveillance des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques soit réalisée pour le moment dans les points d'entrée nationaux et internationaux comme suggérés par le RSI (94,113). Cela engloberait les aéroports, les ports, les gares ferroviaires, les postes-frontières terrestres ainsi que les corridors routiers et ferroviaires transfrontaliers. Les postes-frontières terrestres incluraient notamment les frontières terrestres avec l'Ontario et les États-Unis, en considérant que l'*Ae albopictus* est établi en Ontario et dans le Vermont, à moins de 250 km de distance du Québec. Les corridors routiers seraient, quant à eux, ceux reliant la province aux États américains où ce moustique vecteur est également établi ce qui permet de tenir compte de son expansion Sud-Nord.

¹² Voici la liste complète des objectifs additionnels : la surveillance de l'expansion géographique des espèces invasives, l'évaluation de leur abondance et distribution saisonnière, l'intensification de l'identification et de la cartographie des gîtes larvaires, l'évaluation du risque d'établissement des moustiques invasifs (notamment leur capacité d'hivernage), la détection de nouvelles introductions en maintenant la surveillance aux points d'entrée et aux sites de développement, l'évaluation du risque de transmission locale par le dépistage des arbovirus chez les moustiques établis, et enfin, la réalisation d'enquêtes entomologiques autour des cas humains déclarés à la santé publique virémiques pour évaluer le risque de transmission locale.

Dans le contexte actuel, le calcul de nombre de pièges n'a pas été jugé nécessaire. Toutefois, le choix du nombre de pièges ainsi que les autres aspects pratiques pourraient s'inspirer des recommandations de l'ECDC¹³ (114) ainsi que de celles émises dans le manuel de l'OMS intitulé : « Surveillance et contrôle vectoriel aux ports, aéroports et points d'entrées terrestres » (115).

4.3 Discussion

Tout comme pour les arbovirus endémiques, la synthèse des connaissances a permis de guider les membres du Groupe d'experts pour la détermination des objectifs de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques. La littérature et les communications ont mis en évidence que la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, VDEN et VZIK, peut contribuer à une meilleure compréhension de l'historique d'invasion de ces moustiques, de leur dynamique d'expansion géographique, de l'emplacement des gîtes larvaires et de leurs potentiels d'établissement. D'autres éléments intéressants de la revue de la littérature sur les arbovirus exotique, mais non essentiels pour ce projet, peuvent être consultés dans Bakhiyi et coll. (2024) (93).

Étant donné la situation épidémiologique actuelle, les experts ont jugé que la détection de la présence ponctuelle des formes immatures et adultes des moustiques invasifs était l'objectif prioritaire de la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus exotiques. Ils ont aussi mentionné que cette surveillance devrait être réalisée pour le moment dans les points d'entrée nationaux et internationaux comme suggérés par le RSI.

Des méthodes pour collecter des données sur les moustiques invasifs comme *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* font l'objet d'un guide détaillé qui a été publié par l'ECDC en 2012 (9). Ce document propose des recommandations précises dans les « Lignes directrices pour la surveillance des moustiques envahissants ». Toute autorité compétente souhaitant effectuer la surveillance de ces espèces de moustiques envahissantes peut se référer à ce document. Il inclut des indications sur la densité des pièges requise, la fréquence et la période d'échantillonnage, essentielles pour planifier des activités de surveillance efficaces.

Il est par exemple mentionné que :

- Pour surveiller les moustiques dans les aéroports, différents types de pièges peuvent être installés avec une densité variant d'un piège par hectare à un piège par 2,5 hectares. Pour un suivi optimal, l'inspection des pièges peut généralement être réalisée une à deux fois par mois. Sa fréquence dépend néanmoins de la nature des pièges utilisés et de l'objectif de surveillance (stade de développement, spécimen vivant ou non, etc.).
- Pour surveiller les moustiques dans les ports, des pièges avec une densité d'un piège par 5 000 mètres carrés peuvent être placés. Il est suggéré de les inspecter deux fois par mois.

¹³ Par exemple, la densité de pièges recommandée par l'ECDC est de 1/5000 m² au niveau des ports et de 1/ha au niveau des aéroports.

- Pour surveiller les moustiques dans les sites d'entreposage de pneus usagés importés, la disposition des pièges peut suivre par exemple une densité d'un piège par 5 000 mètres carrés. De plus, une inspection régulière des pièges et des sites de stockage peut être effectuée deux fois par mois. Il est également conseillé d'examiner les pneus eux-mêmes deux fois par an pour s'assurer d'un contrôle efficace des populations de moustiques sur ces sites. Ces indications viennent ainsi compléter les recommandations du Groupe d'experts mentionnées plus haut sur l'importance des lieux d'entreposage des pneus dans la surveillance des moustiques invasifs.
- Pour surveiller les moustiques dans les zones de passage terrestres (par exemple, entre le Québec, la province ontarienne et les États limitrophes des États-Unis), il est suggéré de mettre des pièges dans les principaux stationnements aux frontières, le long des autoroutes et des axes routiers provenant de zones endémiques. La densité recommandée est d'un piège par 2 500 mètres carrés, et l'installation d'un ou deux pièges par zone en fonction du type de piège et de la superficie du stationnement. Une inspection des pièges une à deux fois par mois est suggérée. Sa fréquence dépendra toutefois du type de pièges utilisés et de l'objectif de surveillance, tel que mentionné précédemment.

En plus des méthodes de collectes des moustiques, il existe des approches permettant de renforcer les stratégies de surveillance entomologique pour permettre d'augmenter son rendement et de détecter plus efficacement l'introduction, voire la réintroduction, de ces moustiques.

La synthèse des connaissances a aussi mis en évidence que la collaboration multisectorielle aux efforts de surveillance et de contrôle des espèces de moustiques invasives *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* peut être utile. Cette collaboration s'illustre par l'engagement de diverses parties prenantes gouvernementales, institutionnelles et universitaires de même que des compagnies privées. Dans l'État du Michigan par exemple, les entités impliquées dans ce processus incluent le Département de la santé et des services sociaux du Michigan avec le support du Centers for Disease Control and Prevention (CDC), les départements locaux de la santé, l'Université d'État du Michigan, le Centre d'excellence du Midwest pour les maladies à transmission vectorielle et l'Association de contrôle des moustiques du Michigan (106).

Finalement, la synthèse des connaissances a aussi mis en évidence qu'il existe d'autres approches de surveillance entomologique, comme par exemple celle qui implique la participation citoyenne (116–119). Ce type de surveillance a été principalement axé sur les vecteurs invasifs comme *Ae. albopictus* et *Ae. Aegypti* et a démontré une certaine efficacité (116,120,121). Il existe actuellement en Ontario, un projet pilote de science citoyenne qui encourage les étudiants à participer à la surveillance du moustique tigre (122).

Par ailleurs, l'INSPQ a aussi offert une formation à des ambassadeurs dans des parcs pour que ces derniers soient en mesure de :

- 1- Faire de la prévention des maladies infectieuses transmises par les moustiques dans les parcs auprès de leurs collègues travailleurs et auprès des visiteurs des parcs,
et
- 2- Échantillonner des moustiques dans les parcs (123). Ce type de projet pourrait servir de base pour développer une approche de science citoyenne pour la surveillance de moustiques invasifs au Québec.

5 CONCLUSION

Ce travail visait à développer des stratégies de surveillance entomologique des principaux moustiques vecteurs d'arbovirus, tant endémiques qu'exotiques, afin de mieux répondre aux défis de santé publique posés par les changements climatiques. Il a permis de mettre en évidence les utilités des données issues de la surveillance entomologique en santé publique. Il a également permis au Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques de proposer des stratégies de surveillance entomologique à déployer au Québec. La synthèse des connaissances a mis en évidence qu'il existe d'autres approches de surveillance entomologique, notamment celle impliquant la participation des citoyens (116–119), qui pourrait être complémentaire à celle proposée par le Groupe d'experts.

En conclusion, l'accent du présent projet a été mis sur la surveillance entomologique des moustiques vecteurs. Dans le contexte épidémiologique actuel et les changements climatiques qui se font sentir de plus en plus, il serait avisé que le Québec élabore un plan de lutte contre les arboviroses transmises par les moustiques. Ce plan comprendrait des stratégies de surveillance intégrée¹⁴ combinées à des interventions préventives incluant le contrôle vectoriel. Cette approche intégrée permettrait une gestion efficace des problématiques de santé liées aux maladies transmises par les moustiques et une meilleure préparation face aux situations épidémiologiques extraordinaires.

Le déploiement de ce plan bénéficierait aussi d'une collaboration intersectorielle, reflétant l'approche « Une seule santé » comme le font certains états américains (55, 64). Ceci permettrait de s'attaquer à la complexité de la problématique de manière holistique et d'optimiser l'efficacité des interventions (126). En effet, la surveillance entomologique des moustiques vecteurs et la mise en œuvre subséquente d'actions de santé publique sont souvent des responsabilités partagées (34,126) impliquant diverses autorités sanitaires œuvrant à différentes échelles (nationale, régionale ou locale) voire d'autres entités gouvernementales relevant, notamment, des secteurs de l'agriculture et de l'environnement.

¹⁴ La surveillance entomologique des moustiques vecteurs n'est qu'un aspect plus vaste d'un système plus large appelé surveillance intégrée, laquelle inclut également des volets humain et animaux (oiseaux et chevaux) (124,125).

6 BIBLIOGRAPHIE

1. American Veterinary Medical Association [En ligne]. Schaumburg (IL) : American Veterinary Medical Association; 2008. One Health Initiative Task Force Final Report. Disponible : <https://www.avma.org/resources-tools/reports/one-health-ohitf-final-report-2008>.
2. Organisation mondiale de la santé [En ligne]. Genève (Suisse) : Organisation mondiale de la santé; 2021. Le Groupe tripartite et le PNUE valident la définition du principe « Une seule santé » formulée par l'OHHLEP. Disponible : <https://www.who.int/fr/news/item/01-12-2021-tripartite-and-unep-support-ohhlepe-s-definition-of-one-health>.
3. Monath TP. Arthropod-borne viruses. In: Morse, SS, (ed). Emerging Viruses. New York, Oxford: Oxford University Press; 1993. p. 138-48.
4. Niedrig M, Nitsche A, Donoso Mantke O. Arthropod-Borne Viruses. In: Jerome KR (ed). Lennette's Laboratory Diagnosis of Viral Infections. 4e éd. New York, NY: CRC Press; 2016. p. 449-57.
5. Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR et al. (dir.). Annexe I: Glossaire. Dans : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, rédacteur. Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté [En ligne]; 2018. p. 73-94. Disponible : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf.
6. Gouvernement du Canada [En ligne]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2019. Causes des changements climatiques. Disponible : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/causes.html>.
7. Centers for Disease Control and Prevention [En ligne]. Atlanta (GA) : Centers for Disease Control and Prevention; 2022. Guidelines for West Nile Virus Surveillance and Control. Disponible : <https://www.cdc.gov/west-nile-virus/php/surveillance-and-control-guidelines/>.
8. Jones RC, Weaver KN, Smith S, Blanco C, Flores C, Gibbs K, *et al.* Use of the vector index and geographic information system to prospectively inform West Nile virus interventions. J Am Mosq Control Assoc. 2011;27(3):315-9.
9. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe [En ligne]. Stockholm (Suède) : European Centre for Disease Prevention and Control; 2012. Disponible : <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf>.
10. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe [En ligne]. Stockholm (Suède) : European Centre for Disease Prevention and Control; 2014. Disponible : <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/surveillance-of%20native-mosquitoes%20-guidelines.pdf>.
11. Robert V. Surveillance entomologique des vecteurs. Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation - Spécial vigilance vis-à-vis des maladies exotiques. 2015;66:26-9.

12. Smith KR, Woodward A, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, Liu Q, Olwoch JM, Revich B, Sauerborn R. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. Dans : Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL, rédacteurs. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [En ligne]. Cambridge, United Kingdom et New York, NY, USA : Cambridge University Press; 2014. p. 709-754. Disponible : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-FrontMatterA_FINAL.pdf.
13. Hongoh V, Berrang-Ford L, Scott M, Lindsay L. Expanding geographical distribution of the mosquito, *Culex pipiens*, in Canada under climate change. *Appl Geogr*. 2012;33:53-62.
14. Ludwig A, Zheng H, Vrbova L, Drebot M, Iranpour M, Lindsay L. Augmentation du risque de maladies endémiques transmises par des moustiques au Canada en raison du changement climatique. *Relevé Mal Transm Au Can*. 2019;45(4):99-107.
15. Turell MJ, Sardelis MR, Dohm DJ, O'GUINN ML. Potential North American vectors of west Nile virus. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;951(1):317-24.
16. Khan SU, Ogden NH, Fazil AA, Gachon PH, Dueymes GU, Greer AL, *et al*. Current and Projected Distributions of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* in Canada and the US. *Environ Health Perspect*. 2020;128(5):057007.
17. Ogden NH, Milka R, Caminade C, Gachon P. Recent and projected future climatic suitability of North America for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. *Parasit Vectors*. 2014;7:1-14.
18. Kulkarni MA, Berrang-Ford L, Buck PA, Drebot MA, Lindsay LR, Ogden NH. Major emerging vector-borne zoonotic diseases of public health importance in Canada. *Emerg Microbes Infect*. 2015;4(1):1-7.
19. Ministère de la Santé et des Services sociaux [En ligne]. Québec (QC) : Gouvernement du Québec; 2024. Virus du Nil occidental (VNO) – Tableau des cas humains – Archives 2002 à 2023. Disponible : <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/zoonoses/virus-du-nil-occidental-vno/tableau-des-cas-humains-archives/>.
20. Ducrocq J. Utilisation d'un algorithme décisionnel pour la surveillance intégrée des arbovirus et questions sur la pertinence de la surveillance entomologique [En ligne]. Québec (QC) : Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2765>.
21. Institut national de santé publique du Québec [En ligne]. Québec (QC) : Institut national de santé publique du Québec; 2023. Résultats annuels de surveillance intégrée du VNO et des autres arbovirus. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/vno/surveillance>.
22. Ministère de la Santé et des Services sociaux [En ligne]. Québec (QC) : Gouvernement du Québec; 2024. Surveillance des maladies d'intérêt transmises par des moustiques au Québec – Encéphalite équine de l'Est. Disponible : <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/zoonoses/surveillance-des-maladies-d-interet-transmises-par-des-moustiques-au-quebec/encephalite-equine-de-l-est/>.
23. Rico-Hesse R. Dengue virus virulence and transmission determinants. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2010;338:45-55.

24. Vega-Rúa A, Lourenco-de-Oliveira R, Mousson L, Vazeille M, Fuchs S, Yébakima A, *et al.* Chikungunya virus transmission potential by local Aedes mosquitoes in the Americas and Europe. *PLoS Negl Trop Dis.* 2015;9(5):e0003780.
25. Manore CA, Ostfeld RS, Agosto FB, Gaff H, LaDeau SL. Defining the Risk of Zika and Chikungunya Virus Transmission in Human Population Centers of the Eastern United States. *PLoS Negl Trop Dis.* janv 2017;11(1):e0005255.
26. Giordano B.V., Gasparotto A., Liang P., Nelder M.P., Russell C., Hunter F.F. Discovery of an Aedes (Stegomyia) albopictus population and first records of Aedes (Stegomyia) aegypti in Canada. *Med Vet Entomol.* 2020;34(1):10-6.
27. Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets [En ligne]. Montpelier (VT) : Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets; 2024. Annual Mosquito Reports. Disponible : <https://agriculture.vermont.gov/public-health-agricultural-resource-management-division/plant-health-and-pest-management-2>.
28. Ng V, Rees E, Lindsay L, Drebot M, Brownstone T, Sadeghieh T, *et al.* Les changements climatiques pourraient-ils entraîner la propagation de maladies exotiques transmises par les moustiques au Canada. *Relevé Mal Transm Au Can.* 2019;45(4):108-18.
29. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology.* *Int J Soc Res Methodol.* 2005;8(1):19-32.
30. Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Sci.* 2010;5(69):1-9.
31. Lussier MT, Richard C, Bennett TL, Williamson T, Nagpurkar A. Surveillance or research: what's in a name? *Can Fam Physician.* 2012;58(1):117-117.
32. Morgan C, Back C, Leighton P, Ludwig A, Ouhoummane N, Ripoche M, *et al.* Proposition d'un programme de surveillance entomologique du virus du Nil occidental au Québec [En ligne]. Québec (QC) : Institut national de santé publique du Québec; 2016. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2087>.
33. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe [En ligne]. Stockholm (Suède) : European Centre for Disease Prevention and Control; 2014. Disponible : <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/surveillance-of%20native-mosquitoes%20-guidelines.pdf>.
34. Flynn RA. Developing a Guide and Template to Aid the Preparation of Mosquito Surveillance Plans in Ohio [Mémoire de maîtrise]. Oxford (Ohio) : Miami University; 2018.
35. Jourdain F, Samy AM, Hamidi A, Bouattour A, Alten B, Faraj C, *et al.* Towards harmonisation of entomological surveillance in the Mediterranean area. *PLoS Negl Trop Dis.* 2019;13(6):e0007314.
36. Dufour B, Hendriks P. Surveillance épidémiologique en santé animale. 3e éd. France: AEEMA et Éditions Quae; 2011.
37. Pelletier R. Objectifs de surveillance en fonction des niveaux de risque. Québec, QC: Institut national de santé publique du Québec (non publié); 2018.
38. Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Veterinary Epidemiologic Research. 2e éd. Charlottetown, Prince Edward Island: University of Prince Edward Island; 2003.

39. Naing L, Nordin RB, Abdul Rahman H, Naing YT. Sample size calculation for prevalence studies using Scalex and ScalaR calculators. BMC Med Res Methodol. 2022;22(1):1-8.
40. Serdar CC, Cihan M, Yücel D, Serdar MA. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. Biochem Medica. 2021;31(1):27-53.
41. Chow SC, Shao J, Wang H, Lokhnygina Y. Sample size calculations in clinical research. CRC press; 2017.
42. Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgenstern H. Epidemiologic research: principles and quantitative methods. John Wiley & Sons; 1991.
43. Osório HC, Zé-Zé L, Amaro F, Alves MJ. Mosquito surveillance for prevention and control of emerging mosquito-borne diseases in Portugal—2008–2014. Int J Environ Res Public Health. 2014;11(11):11583-96.
44. New York City Department of Health and Mental Hygiene. Comprehensive Mosquito Surveillance and Control Plan [En ligne]. New York (NY) : New York City Department of Health and Mental Hygiene; 2023. Disponible : <https://www.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/wnv/2023/wnvplan2023.pdf>.
45. Massachusetts Department of Public Health. Massachusetts Arbovirus Surveillance and Response Plan [En ligne]. Boston, MA: Massachusetts Department of Public Health; 2023. Disponible : <https://www.mass.gov/lists/arbovirus-surveillance-plan-and-historical-data>.
46. California Department of Public Health. California mosquito-borne virus surveillance & response plan [En ligne]. Sacramento (CA) : California Department of Public Health, Mosquito & Vector Control Association of California, University of California; 2023. Disponible : <https://westnile.ca.gov/pdfs/CAMosquitoSurveillanceResponsePlan.pdf>.
47. Maine Department of Health and Human Services [En ligne]. Augusta (ME) : Division of Disease Surveillance, Maine Center for Disease Control & Prevention, Maine Department of Health and Human Services; 2022. Arboviral (Mosquito-Borne) Illness, Surveillance, Prevention, and Response Guidance for Maine Towns and Communities. Disponible : <https://www.maine.gov/dhhs/mecdc/infectious-disease/epi/vector-borne/>.
48. State of New Hampshire. Arboviral Illness Surveillance, Prevention and Response Plan [En ligne]. Concord (NH) : Department of Health and Human Services, Division of Public Health Services, Bureau of Infectious Disease Control; 2022. Disponible : <https://www.dhhs.nh.gov/sites/g/files/ehbemt476/files/documents/2021-11/arboviralresponse.pdf>.
49. New York State Department of Health. Mosquito Borne Illness Surveillance & Response Plan [En ligne]. Albany (NY) : New York State Department of Health; 2012. Disponible : https://www.health.ny.gov/diseases/west_nile_virus/docs/2012_mosquito_borne_illness_surveillance_and_response_plan.pdf.
50. Pautasso A, Radaelli MC, Ballardini M, Francese DR, Verna F, Modesto P, *et al.* Detection of West Nile and Usutu viruses in Italian free areas: entomological surveillance in Piemonte and Liguria Regions, 2014. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2016;16(4):292-4.
51. Calzolari M, Angelini P, Bolzoni L, Bonilauri P, Cagarelli R, Canziani S, *et al.* Enhanced West Nile Virus Circulation in the Emilia-Romagna and Lombardy Regions (Northern Italy) in 2018 Detected by Entomological Surveillance. Front Vet Sci. 2020;7:243.

52. Petrović T, Šekler M, Petrić D, Lazić S, Debeljak Z, Vidanović D, *et al.* Methodology and results of integrated WNV surveillance programmes in Serbia. *PLoS One*. 2018;13(4):e0195439.
53. Petrović T, Šekler M, Petrić D, Vidanović D, Debeljak Z, Lazić G, *et al.* Intensive West Nile Virus circulation in Serbia in 2018—Results of integrated surveillance program. *Pathogens*. 2021;10(10):1294.
54. Verna F, Modesto P, Radaelli MC, Francese DR, Monaci E, Desiato R, *et al.* Control of mosquito-borne diseases in Northwestern Italy: preparedness from one season to the next. *Vector-Borne Zoonotic Dis*. 2017;17(5):331-9.
55. Papa A, Gewehr S, Tsioka K, Kalaitzopoulou S, Pappa S, Mourelatos S. Detection of flaviviruses and alphaviruses in mosquitoes in Central Macedonia, Greece, 2018. *Acta Trop*. 2020;202:105278.
56. Patsoula E, Vakali A, Balatsos G, Pervanidou D, Beleri S, Tegos N, *et al.* West Nile virus circulation in mosquitoes in Greece (2010–2013). *BioMed Res Int*. 2016;2016:2450682.
57. Tsioka K, Gewehr S, Pappa S, Kalaitzopoulou S, Stoikou K, Mourelatos S, *et al.* West Nile Virus in *Culex* mosquitoes in central Macedonia, Greece, 2022. *Viruses*. 2023;15(1):224.
58. Alba A, Allepuz A, Napp S, Soler M, Selga I, Aranda C, *et al.* Ecological surveillance for West Nile in Catalonia (Spain), learning from a five-year period of follow-up. *Zoonoses Public Health*. 2014;61(3):181-91.
59. Calzolari M, Bonilauri P, Bellini R, Albieri A, Defilippo F, Maioli G, *et al.* Evidence of simultaneous circulation of West Nile and Usutu viruses in mosquitoes sampled in Emilia-Romagna region (Italy) in 2009. *PLoS ONE Electron Resour*. 2010;5(12):e14324.
60. Calzolari M, Monaco F, Montarsi F, Bonilauri P, Ravagnan S, Bellini R, *et al.* New incursions of West Nile virus lineage 2 in Italy in 2013: the value of the entomological surveillance as early warning system. *Vet Ital*. 2013;49(3):315-9.
61. Saginaw County Mosquito Abatement Commission. Annual Report [En ligne]. Saginaw (MI) : Saginaw County Mosquito Abatement Commission; 2022. Disponible : <https://www.saginawmosquito.com/news/publications>.
62. Gobbi F, Capelli G, Angheben A, Giobbia M, Conforto M, Franzetti M, *et al.* Human and entomological surveillance of West Nile fever, dengue and chikungunya in Veneto Region, Italy, 2010–2012. *BMC Infect Dis*. 2014;14:60.
63. Medlock J, Guillem R, Johnston C, Gandy S, Findlay-Wilson S, Desoisa K, *et al.* The first 6 years of surveillance of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Gibraltar. *J Eur Mosq Control Assoc*. 2022;40(1):23-35.
64. City of Fort Collins. West Nile Virus Program Manual [En ligne]. Fort Collins (CO) : City of Fort Collins; 2014. Disponible : https://www.fcgov.com/westnile/pdf/wnv_program_manual.pdf.
65. Government of Saskatchewan. West Nile Virus (WNV) [En ligne]. Regina (SK) : Government of Saskatchewan; 2023. Disponible : <https://www.saskatchewan.ca/residents/health/diseases-and-conditions/west-nile-virus>.
66. Manitoba Health. West Nile virus program 2023: Planning Documents for Municipalities [En ligne]. Winnipeg (MB) : Manitoba Health; 2023. Disponible : https://www.gov.mb.ca/health/wnv/docs/wnv_program_information_2023.pdf.

67. Imprimeur du Roi pour l'Ontario. Plan de prévention et d'intervention contre le virus du Nil occidental [En ligne]. Toronto (ON) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2023. Disponible : https://files.ontario.ca/moh-ophs-ref-west-nile-virus_plan-2023-fr.pdf.
68. Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets/Vermont Department of Public Health. Arbovirus Surveillance and Response Plan [En ligne]. Montpelier, Burlington (VT) : Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets - Vermont Department of Public Health; 2022. Disponible : <https://www.healthvermont.gov/sites/default/files/documents/pdf/HS-ID-Arbovirus-Surveillance-Response-Plan.pdf>.
69. City of Fort Collins. Program Response Guidelines to Mosquito-Borne Arboviral Activity March 2018 [En ligne]. Fort Collins (CO) : City of Fort Collins; 2018. Disponible : https://www.fcgov.com/westnile/pdf/WNV_Response_Plan_March_2018.pdf?1568214777.
70. Kansas Department of Health and Environment. Arboviral Disease Surveillance Kansas 2019 [En ligne]. Topeka (KS) : Kansas Department of Health and Environment; 2019. Disponible : <https://www.kdhe.ks.gov/DocumentCenter/View/23922/Arboviral-Surveillance-Report-2019-PDF>.
71. Ginsberg HS, Gettman A, Becker E, Bandyopadhyay AS, LeBrun RA. Environmental management of mosquito-borne viruses in Rhode Island. *R I Med J*. 2013;96(7):37.
72. Oliver J, Lukacik G, Kokas J, Campbell SR, Kramer LD, Sherwood JA, *et al*. Twenty years of surveillance for Eastern equine encephalitis virus in mosquitoes in New York State from 1993 to 2012. *Parasit Vectors*. 2018;11(1):1-12.
73. Santé Publique Ontario. Pourquoi est-ce important de surveiller les moustiques en Ontario ? [En ligne]. Toronto (ON) : Santé publique Ontario; 2018. Disponible : <https://www.publichealthontario.ca/fr/about/news/2017/monitor-mosquitoes>.
74. Kansas Department of Health and Environment. West Nile Virus [En ligne]. Topeka (KS) : Kansas Department of Health and Environment; 2023. Disponible : <https://www.kdhe.ks.gov/1519/West-Nile-Virus>.
75. Rhode Island Department of Health. Guidelines for Phased Response to Eastern Equine Encephalitis (EEE) Surveillance Data [En ligne]. Providence (RI) : Rhode Island Department of Health, Division of Preparedness, Response, Infectious Disease, and EMS Center for Acute Infectious Disease Epidemiology; 2019. Disponible : <https://health.ri.gov/publications/guidelines/PhasedResponseToEEESurveillanceData.pdf>.
76. Saginaw County Mosquito Abatement Commission. Integrated Mosquito Management - Disease Surveillance [En ligne]. Saginaw (MI) : Saginaw County Mosquito Abatement Commission; 2023. Disponible : <https://www.saginawmosquito.com/programs/surveillance>.
77. Fotakis EA, Mavridis K, Kampouraki A, Balaska S, Tanti F, Vlachos G, *et al*. Mosquito population structure, pathogen surveillance and insecticide resistance monitoring in urban regions of Crete, Greece. *PLoS Neglected Trop Dis Electron Resour*. 2022;16(2):e0010186.
78. Mavridis K, Fotakis EA, Kioulos I, Mpellou S, Konstantas S, Varela E, *et al*. Detection of West Nile Virus—Lineage 2 in *Culex pipiens* mosquitoes, associated with disease outbreak in Greece, 2017. *Acta Trop*. 2018;182:64-8.
79. Kretschmer M, Ruberto I, Townsend J, Zabel K, Will J, Maldonado K, *et al*. Unprecedented Outbreak of West Nile Virus—Maricopa County, Arizona, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2023;72(6):452-7.

80. Martinez D, Murray KO, Reyna M, Arafat RR, Gorena R, Shah UA, *et al.* West Nile virus outbreak in Houston and Harris county, Texas, USA, 2014. *Emerg Infect Dis.* 2017;23(8):1372-6.
81. Quilliam DN, Michael Gosciminski M, Utpala Bandy M. Eastern Equine Encephalitis Surveillance and Response, Rhode Island, 2019. *R I Med J.* 2020;103(3):68-70.
82. Noden BH, Coburn L, Wright R, Bradley K. An updated checklist of the mosquitoes of Oklahoma including new state records and West Nile virus vectors, 2003–06. *J Am Mosq Control Assoc.* 2015;31(4):336-45.
83. Bakran-Lebl K, Camp JV, Kolodziejek J, Weidinger P, Hufnagl P, Cabal Rosel A, *et al.* Diversity of West Nile and Usutu virus strains in mosquitoes at an international airport in Austria. *Transbound Emerg Dis.* 2022;69(4):2096-109.
84. Kemenesi G, Krtinic B, Milankov V, Kutas A, Dallos B, Oldal M, *et al.* West Nile virus surveillance in mosquitoes, April to October 2013, Vojvodina province, Serbia: implications for the 2014 season. *Euro Surveill Bull Eur Sur Mal Transm Eur Commun Dis Bull.* 2014;19(16):20779.
85. Bolling BG, Barker CM, Moore CG, Pape WJ, Eisen L. Seasonal patterns for entomological measures of risk for exposure to *Culex* vectors and West Nile virus in relation to human disease cases in northeastern Colorado. *J Med Entomol.* 2009;46(6):1519-31.
86. Kilpatrick AM, Pape WJ. Predicting human West Nile virus infections with mosquito surveillance data. *Am J Epidemiol.* 2013;178(5):829-35.
87. Giordano BV, Kaur S, Hunter FF. West Nile virus in Ontario, Canada: A twelve-year analysis of human case prevalence, mosquito surveillance, and climate data. *PLoS One.* 2017;12(8):e0183568.
88. Albrecht L, Kaufeld KA. Investigating the impact of environmental factors on West Nile virus human case prediction in Ontario, Canada. *Front Public Health.* 2023;11:1100543.
89. Shahhosseini N, Wong G, Frederick C, Kobinger GP. Mosquito species composition and abundance in Quebec, Eastern Canada. *J Med Entomol.* 2020;57(4):1025-31.
90. Lowe AM, Forest-Bérard K, Trudel R, Lo E, Gamache P, Tandonnet M, *et al.* Mosquitoes know no borders: surveillance of potential introduction of *Aedes* species in Southern Québec, Canada. *Pathogens.* 2021;10(8):998.
91. Ludwig A, Rousseau F, Kotchi SO, Allostry J, Fournier RA. Mapping the abundance of endemic mosquito-borne diseases vectors in southern Quebec. *BMC Public Health.* 2023;23(1):924.
92. Cloutier CA, Fyles JW, Buddle CM. Diversity and community structure of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in suburban, field, and forest habitats in Montréal, Québec, Canada. *Can Entomol.* 2021;153(4):393-411.
93. Bakhiyi B, Irace-Cima A, Ludwig A, Rakotoarinia MR, Therrien C, Dusfour I, *et al.* Contributions à la santé publique de la surveillance entomologique du virus du Nil occidental (VNO) et autres arbovirus transmis par les moustiques dans un contexte de changements climatiques. *Relevé Mal Transm Au Can.* 2024;50(9):321-32.
94. Organisation mondiale de la santé. Règlement sanitaire international (2005). Troisième édition [En ligne]. Genève (Suisse) : Organisation mondiale de la santé; 2016. Disponible : <https://www.who.int/fr/publications-detail/9789241580496>.

95. Pluskota B, Storch V, Braunbeck T, Beck M, Becker N. First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *Eur Mosq Bull.* 2008;26:1-5.
96. Becker N., Geier M., Balczun C., Bradersen U., Huber K., Kiel E., *et al.* Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. *Parasitol Res.* 2013;112(4):1787-90.
97. Richards T., Tucker B.J., Hassan H., Bron G.M., Bartholomay L., Paskewitz S. First Detection of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and Expansion of *Aedes japonicus japonicus* in Wisconsin, United States. *J Med Entomol.* 2019;56(1):291-6.
98. Michigan Department of Health and Human Services. Michigan Emerging and Zoonotic Disease Surveillance Summary 2017 [En ligne]. Lansing (MI) : Department of Health and Human Services, Bureau of Epidemiology and Population Health, Emerging & Zoonotic Infectious Disease Section (EZID); 2018. Disponible : https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/emergingdiseases/Folder3/2017_Annual_Summary_final.pdf?rev=1d000cc4a2424867b5230015ca64bb28.
99. Michigan Department of Health and Human Services. Michigan Emerging and Zoonotic Disease Surveillance Summary 2019 [En ligne]. Lansing (MI) : Department of Health and Human Services, Bureau of Epidemiology and Population Health, Emerging & Zoonotic Infectious Disease Section (EZID); 2020. Disponible : https://www.michigan.gov/emergingdiseases/-/media/Project/Websites/emergingdiseases/Folder3/Final_2019_Annual_Summary.pdf?rev=1a286ca4c960454aa9fe967764b21e07&hash=B73D8D4787E3EE8EA53BBF303D0CA25F.
100. Moore CG, Francy DB, Eliason DA, Monath TP. *Aedes albopictus* in the United States: rapid spread of a potential disease vector. *J Am Mosq Control Assoc.* 1988;4(3):356-61.
101. Becker N., Schon S., Klein A.-M., Ferstl I., Kizgin A., Tannich E., *et al.* First mass development of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae)-its surveillance and control in Germany. *Parasitol Res.* 2017;116(3):847-58.
102. Metropolitan Mosquito Control District. 2012 Operational Review & Plans for 2013 – Annual Report to the Technical Advisory Board [En ligne]. Saint Paul (MN) : Metropolitan Mosquito Control District; 2013. Disponible : <https://www.mmcd.org/docs/publications/TAB-Final-2012.pdf>.
103. Windsor-Essex County Health Unit. May 2023 Board of Health Meeting – Zoonotic and Vector-borne Disease Surveillance Program Information Report [En ligne]. Windsor-Leamington (ON) : Windsor-Essex County Health Unit; 2023. Disponible : <https://www.wechu.org/board-health-meeting-agendas-and-minutes/may-2023-board-health-meeting-zoonotic-and-vector-borne>.
104. Delaware General Health District. Zoonotic Disease: Surveillance and Control Guide [En ligne]. Delaware (OH) : Delaware General Health District, Division of Environmental Health, Residential Services Unit; 2018. Disponible : <https://www.delawarehealth.org/wp-content/uploads/2018/03/Zoonotic-Disease-Surveillance-and-Control-Guide-2018.pdf>.
105. Metropolitan Mosquito Control District. 2022 Operational Review & Plans for 2023 – Annual Report to the Technical Advisory Board [En ligne]. Saint Paul (MN) : Metropolitan Mosquito Control District; 2023. Disponible : https://www.mmcd.org/docs/publications/TAB_FINAL_2022.pdf.
106. Michigan Department of Health and Human Services. Michigan Emerging and Zoonotic Disease Surveillance Summary 2022 [En ligne]. Lansing (MI) : Department of Health and Human Services, Bureau of Epidemiology and Population Health, Emerging and Zoonotic Infectious Disease Section (EZID); 2023. Disponible : <https://www.michigan.gov/emergingdiseases/->

[/media/Project/Websites/emergingdiseases/EZID Annual Surveillance Summary.pdf?rev=c41c1aa053754235bc29f3d86c24b0c8](/media/Project/Websites/emergingdiseases/EZID%20Annual%20Surveillance%20Summary.pdf?rev=c41c1aa053754235bc29f3d86c24b0c8).

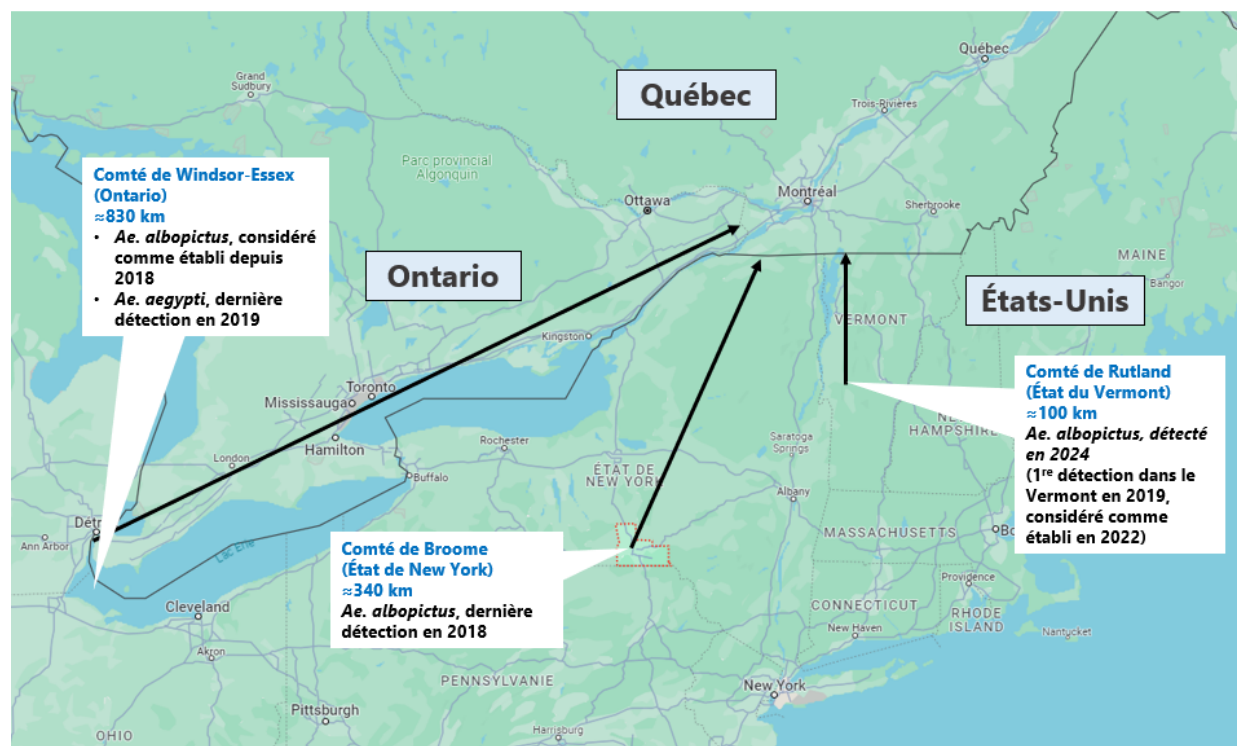
107. Lee CT, Vora NM, Bajwa W, Boyd L, Harper S, Kass D, *et al.* Zika Virus Surveillance and Preparedness - New York City, 2015–2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2016;65(24):629–35.
108. Windsor-Essex County Health Unit. *Aedes aegypti* mosquito [En ligne]. Windsor-Leamington (ON) : Windsor-Essex County Health Unit; 2024. Disponible : <https://www.wechu.org/z-health-topics/aedes-aegypti-mosquito>.
109. Werner D., Kronefeld M., Schaffner F., Kampen H. Two invasive mosquito species, *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus japonicus*, trapped in south-west Germany, July to August 2011. *Eurosurveillance.* 2012;17(4):20067.
110. Becker N., Langentepe-Kong S.M., Tokatlian Rodriguez A., Oo T.T., Reichle D., Luhken R., *et al.* Integrated control of *Aedes albopictus* in Southwest Germany supported by the Sterile Insect Technique. *Parasit Vectors.* 2022;15(1):9.
111. Pluskota B., Jost A., Augsten X., Stelzner L., Ferstl I., Becker N. Successful overwintering of *Aedes albopictus* in Germany. *Parasitol Res.* 2016;115(8):3245–7.
112. Ohio Department of Health [En ligne]. Columbus (OH) : Ohio Department of Health; 2022. Infectious Disease Control Manual (IDCM) – Section 3. Disponible : <https://odh.ohio.gov/know-our-programs/infectious-disease-control-manual/section3>.
113. World Health Organization. Vector surveillance and control at ports, airports, and ground crossings [En ligne]. Genève (Suisse) : World Health Organization; 2016. Disponible : <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549592>.
114. European Centre for Disease Prevention and Control, European Food Safety Authority. Field sampling methods for mosquitoes, sandflies, biting midges and ticks – VectorNet project 2014–2018. Stockholm et Parme : ECDC et EFSA; juin 2018.
115. World Health Organization. Vector surveillance and control at ports, airports, and ground crossings [En ligne]. Genève (Suisse) : World Health Organization; 2016. Disponible : <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549592>.
116. Sousa LB, Craig A, Chitkara U, Fricker S, Webb C, Williams C, *et al.* Methodological diversity in citizen science mosquito surveillance: A scoping review. *Citiz Sci Theory Pract.* 2022;7(1):1–19.
117. Sousa LB, Fricker SR, Doherty SS, Webb CE, Baldock KL, Williams CR. Citizen science and smartphone e-entomology enables low-cost upscaling of mosquito surveillance. *Sci Total Environ.* 2020;704:135349.
118. Bazin M, Williams CR. Mosquito traps for urban surveillance: collection efficacy and potential for use by citizen scientists. *J Vector Ecol.* 2018;43(1):98–103.
119. Low RD, Schwerin TG, Boger RA, Soeffing C, Nelson PV, Bartlett D, *et al.* Building international capacity for citizen scientist engagement in mosquito surveillance and mitigation: The GLOBE Program’s GLOBE Observer Mosquito Habitat Mapper. *Insects.* 2022;13(7):624.
120. Tarter KD, Levy CE, Yaglom HD, Adams LE, Plante L, Casal MG, *et al.* Using citizen science to enhance surveillance of *Aedes aegypti* in Arizona, 2015–17. *J Am Mosq Control Assoc.* 2019;35(1):11–8.

121. Swan T, Russell TL, Staunton KM, Field MA, Ritchie SA, Burkot TR. A literature review of dispersal pathways of *Aedes albopictus* across different spatial scales: implications for vector surveillance. *Parasit Vectors*. 2022;15(1):303.
122. Agence de la santé publique du Canada [En ligne]. Ottawa (ON): Gouvernement du Canada; 2024. Scientifiques et étudiants s'unissent dans la chasse aux moustiques envahissants. Disponible : <https://science.gc.ca/site/science/fr/blogues/science-sante/scientifiques-etudiants-sunissent-dans-chasse-aux-moustiques-envahissants>.
123. Forest-Bérard K, Adam-Poupart A, Ducrocq J, Désautels L. Projet de science citoyenne: formation d'ambassadeurs et d'ambassadrices en prévention et surveillance des maladies transmises par les moustiques au Québec [En ligne]. Québec (QC): Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3392>.
124. Lowe AM, Ouhoumanne N, Back C, Germain L, Milord F, Therrien C, et al. Surveillance intégrée du virus du Nil occidental [En ligne]. Québec (QC): Institut national de santé publique du Québec; 2014. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/1908>.
125. Ouhoumanne N, Ducrocq J, Irace-Cima A. Portrait de l'infection par le virus du Nil occidental au Québec: 2003-2018 [En ligne]. Québec (QC): Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2809>.
126. Organisation mondiale de la santé [En ligne]. Genève (Suisse): Organisation mondiale de la santé; 2023 oct. Une seule santé. Disponible : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/one-health>.

ANNEXE 1 CLASSIFICATION DES ARBOVIRUS ENDÉMIQUES ET EXOTIQUES D'INTÉRÊT AU QUÉBEC POUR LA SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE

Famille	Genre	Virus	Vecteur (espèce)	Endémique	Exotique
Bunyaviridae	Orthobunyavirus	Virus du séro groupe Bunyamwera ↳ Virus de la Cache Valley (VCV)	Moustique (multiples)	X	
	Orthobunyavirus	Virus du séro groupe Californien (VSC) ↳ Virus du Jamestown Canyon (VJC) ↳ Virus du Snowshoe Hare (VSSH)	Moustique (<i>Aedes spp.</i>)	X	
	Flavivirus	Virus du Nil occidental (VNO)	Moustique (<i>Culex spp.</i>)	X	
Flaviviridae	Flavivirus	Virus de la dengue (VDEN)	Moustique (<i>Aedes spp.</i>)		X
	Flavivirus	Virus du Zika (VZIK)	Moustique (<i>Aedes spp.</i>)		X
Togaviridae	Alphavirus	Virus de l'encéphalite équine de l'Est (VEEE)	Moustique (<i>Culex spp.</i>)	X	
	Alphavirus	Virus du chikungunya (VCHIK)	Moustique (<i>Aedes spp.</i>)		X

ANNEXE 2 LES RÉGIONS LES PLUS PROCHES DU QUÉBEC OÙ *Ae. ALBOPICTUSA* ÉTÉ RÉCEMMENT DÉTECTÉ OU EST ÉTABLI



Source cartographique : Google Maps.

Sources de données : Comté de Broome (État de New York)¹⁵ - Comté de Windham (État du Vermont)¹⁶ - Comté de Windsor-Essex (province de l'Ontario)¹⁷.

¹⁵ New York State Department of Health. NYSDOH Statewide Mosquito-Borne Disease Activity Report [En ligne]. New York State : Department of Health; 1er novembre 2018. Disponible sur : https://www.health.ny.gov/diseases/west_nile_virus/archived_reports/2018/docs/2018-11-01_surveillance_report.pdf

¹⁶ Vermont Agency of Agriculture, Food & Markets. Annual Mosquito Reports [En ligne]. Montpelier, Burlington, VT : Vermont Agency of Agriculture Food & Markets/Vermont Department of Health; 2024. Disponible sur : <https://agriculture.vermont.gov/public-health-agricultural-resource-management-division/plant-health-and-pest-management-2>

¹⁷ Giordano B.V., Gasparotto A., Liang P., Nelder M.P., Russell C., Hunter F.F. Discovery of an *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* population and first records of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* in Canada. *Med Vet Entomol*. 2020;34(1):10-6.

Windsor-Essex County Health Unit. *Aedes aegypti* mosquito [En ligne]; Windsor- Leamington, ON: Windsor-Essex County Health Unit; 2024. Disponible sur : <https://www.wechu.org/z-health-topics/aedes-aegypti-mosquito>

ANNEXE 3 PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES

A. REVUES DE LA LITTÉRATURE

- **Stratégie de recherche**

Plans de concepts

Tableau 8 Sommaire des plans de concepts par groupe d'arbovirus transmis par les moustiques

Arbovirus transmis par les moustiques	Concepts majeurs ^A	Déclinaison en mots-clés
VNO, VEEE, VSC, VJC, VSSH, VCV	Arbovirus transmis par les moustiques	((Cache Valley) (virus* OR encephalit* OR orthobunyavirus*)) - (California (encephalit* OR group* OR serogroup* OR virus* OR alphavirus*)) - ((Eastern Equine) (encephalit* OR encephalomyeliti* OR virus* OR orthobunyavirus*)) - ((Jamestown Canyon) (virus* OR encephalit* OR orthobunyavirus*)) - ((Snowshoe Hare) (virus* OR encephalit* OR orthobunyavirus*)) - ((West Nile) (fever* OR virus* OR encephalit* OR encephalomyeliti* OR flavivirus*))
	Surveillance	Collect* - monitor* - sample/sampling - sentinel* - study/studies - surveillance - survey* - track* - trap*
	Moustiques vecteurs	Mosquito* - vector* - entomological - culicid* - <i>Aedes</i> - <i>Anopheles</i> - <i>Culex</i> - <i>Coquillettidia</i> - <i>Culiseta</i> - <i>Ochlerotatus</i> - <i>Psorophora</i>
VCHIK, VDEN et VZIK ^B	Moustiques vecteurs	<i>Aedes aegypti</i> / <i>Culex aegypti</i> / <i>Culex excitans</i> / <i>Culex taeniatus</i> / <i>Stegomyia aegypti</i> - <i>Aedes albopictus</i> /Asian Tiger mosquito*/ <i>Culex albopictus</i> / <i>Stegomyia albopicta</i> - <i>Aedes</i> ^C
	Surveillance	Surveillance - monitor* - detect* - entomolog*
	Amérique du Nord/ Europe de l'ouest ^D	Ontario - New Brunswick - British Columbia - Idaho - Maine - Michigan - Minnesota - Wisconsin - Montana - New Hampshire - New York - North Dakota - Ohio - Pennsylvania - Vermont - Washington

^A Le concept « santé publique » n'a pas été retenu pour ne pas trop restreindre la recherche documentaire. Cet angle particulier a néanmoins été sondé lors de la sélection des publications pertinentes.

^B Pour ce groupe d'arbovirus, la recherche documentaire a été orientée pour cibler davantage la détection des moustiques vecteurs que celle de la circulation virale au sein de ces insectes.

^C Le mot-clé *Aedes* visait à repérer des publications abordant la surveillance d'espèces appartenant à ce genre, autre qu'*Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* et spécifiquement pour les virus du chikungunya, de la dengue et/ou du Zika.

^D Concept traduisant la restriction géographique. Deux combinaisons de concepts majeurs ont été de ce fait exploitées pour mener deux recherches documentaires distinctes : (moustiques vecteurs, surveillance, Amérique du Nord) et (moustiques vecteurs, surveillance, Europe de l'Ouest).

Recherche documentaire

Pour chaque revue de la littérature, cette recherche a été effectuée en deux étapes : 1) repérer des publications scientifiques en interrogeant diverses bases de données, et 2) consulter des sources complémentaires pour trouver de la littérature grise pertinente et d'éventuelles productions scientifiques qui n'auraient pas été indexées dans les bases de données.

• Bases de données

La recherche et le tri des publications scientifiques ont été effectués :

- En mars-avril 2023 pour la revue ciblant le VNO, le VEEE, les VSC, le VJC, le VSSH et le VCV;
- En septembre-octobre 2023 pour celle relative aux VCHIK, du VDEN et du VZIK.

Les [tableau 9](#) et [tableau 10](#) présentent le sommaire des stratégies de recherche dans Medline® (Ovid) pour chacune des revues de la littérature.

Tableau 9 Sommaire de la stratégie de recherche dans Medline® pour la revue de la littérature sur la surveillance des moustiques vecteurs des VNO, VEEE, VSC, VJC, VSS et VCV (interrogée le 29 mars 2023)

#	Requête
1	((California adj3 (encephalit* or group* or serogroup* or virus* or orthobunyavirus*)) or (Cache Valley adj3 (virus* or encephalit* or orthobunyavirus*)) or (Jamestown Canyon adj3 (virus* or encephalit* or orthobunyavirus)) or (Eastern Equine adj3 (encephalit* or encephalomyeliti* or virus*)) or (Snowshoe Hare adj3 (virus* or encephalit* or orthobunyavirus*)) or (West Nile adj3 (fever* or virus* or encephalit* or encephalomyeliti* or flavivirus*))) .ti ab,kf or Encephalitis, California/ or *Encephalitis Virus, California/ or exp Encephalitis Virus, Eastern Equine/ or exp Encephalomyelitis, Eastern Equine/ or Exp West Nile virus/ or exp West Nile Fever/
2	(surveillance or monitor* or sentinel* or study or studies or survey* or track* or collect* or trap* or sampling or sample*). ti ab,kf. or Sentinel Surveillance/ or exp Environmental Monitoring/
3	(mosquito* or vector* or entomological or Culicid* or Aedes or Culex or Ochlerotatus or Anopheles or Coquillettidia or Culiseta or Mansonia or Psorophora). ti ab,kf. or exp Culicidae/ or exp Mosquito Vectors/
4	1 and 2 and 3
5	limit 4 to yr="1990 -Current"

Tableau 10 Sommaire de la stratégie de recherche dans Medline® pour la revue de la littérature sur la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et du VZIK (interrogée le 15 septembre 2023, volet Amérique du Nord)

#	Requête
1	("Aedes aegypti" or "Culex aegypti" or "Culex excitans" or "Culex taeniatus" or "Stegomyia aegypti" or "Asian tiger mosquito*" or "Aedes albopictus" or "Culex albopictus" or "Stegomyia albopicta" or Aedes).ti,ab,kf. or exp Aedes/ or (exp Introduced Species/ and exp Culicidae/)
2	(surveillance or monitor* or detect* or entomolog*).mp. or exp Sentinel Surveillance/ or exp Environmental Monitoring/
3	(Ontario or New Brunswick or British Columbia or Canada or Maine or Vermont or "New Hampshire" or "New York" or Pennsylvania or Ohio or Michigan or Washington or Idaho or Montana or Minnesota or "North Dakota" or Wisconsin or "United States"). ti,ab,kf. or exp Ontario/ or exp New Brunswick/ or exp British Columbia/ or exp Canada/ or exp Maine/ or exp Vermont/ or exp New Hampshire/ or exp New York/ or exp Pennsylvania/ or exp Ohio/ or exp Michigan/ or exp Washington/ or exp Idaho/ or exp Montana/ or exp Minnesota/ or exp North Dakota/ or exp Wisconsin/ or exp United States/
4	1 and 2 and 3

• Sources complémentaires

Elles incluaient des moteurs de recherche (Google, Google scholar et Base) et d'autres ressources de littérature grise constituées de sites Web d'organismes gouvernementaux, publics, institutionnels ou associatifs. Pour la revue de la littérature ciblant les arbovirus exotiques pour le Québec, cette recherche complémentaire a été effectuée que pour le volet Amérique du Nord.

Les recherches et les tris des documents pertinents dans les sources complémentaires ont été effectués :

- En avril 2023 pour la revue sur la surveillance des moustiques vecteurs du VNO, du VEEE, des VSC, du VJC, du VSSH et du VCV;
- En octobre 2023 pour celle relative à la surveillance des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDEN et/ou du VZIK.

Les organismes dont les sites Web ont été consultés incluent l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), le Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses/National Collaborating Centre for Infectious Diseases, European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), l'Institut Pasteur, American Mosquito Control Association. Les autres sites Web sondés comptaient ceux :

- Des gouvernementaux provinciaux du Canada et à des agences de santé, provinciales et de comtés (British Columbia Centre for Disease Control, Manitoba Health, Public Health Ontario, Newfoundland Labrador Department of Natural Resources, Windsor-Essex County Health Unit);

- D’agences/départements de la santé, de l’environnement, de la santé environnementale et/ou de l’agriculture d’États, de comtés ou de villes américaines, en Californie, Colorado, Connecticut, Dakota du Nord, Idaho, Kansas, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Montana, New York incluant les comtés du centre, New Hampshire, Ohio, Pennsylvanie, Rhode Island, Vermont, Washington et Wisconsin;
- De deux agences publiques américaines impliquées dans la surveillance et le contrôle locaux et/ou régionaux des moustiques vecteurs d’arbovirus (The Metropolitan Mosquito Control District; Saginaw County Mosquito Abatement Commission).

- **Processus de sélection des publications pertinentes**

Cette sélection a été réalisée à l’aide de critères d’inclusion et d’exclusion similaires pour les deux revues de la littérature hormis les restrictions appliquées ([tableau 10](#)). Dans le cas des publications scientifiques, cette sélection a été réalisée tout d’abord sur la base du titre et/ou du résumé puis, en cas de doutes, par la lecture du texte complet pour en apprécier l’admissibilité à la synthèse des connaissances. Durant l’étape de présélection, les titres/résumés devaient être en anglais ou en français et indiquer que les publications abordaient la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d’arbovirus d’intérêt, à des fins de santé humaine, dans la limite de la restriction géographique lorsqu’applicable et dans le cadre d’une étude de cas ou d’une revue de la littérature, revue de synthèse ou vues d’ensemble (*reviews, overviews*). Ce type particulier de publications a été retenu à ce stade pour tenter de repérer tout écrit pertinent n’ayant pas été recensé dans les bases de données scientifiques. Elles ont été par la suite exclues.

Tableau 11 Critères d’inclusion et d’exclusion pour la sélection des publications scientifiques pertinentes pour la surveillance des moustiques vecteurs d’arbovirus d’intérêt

Critères d’inclusion	Critères d’exclusion
Publications portant sur surveillance entomologique (SE) des moustiques vecteurs d’arbovirus d’intérêt à des fins de santé humaine;	Publications portant :
SE réalisée dans le cadre d’un programme continu et régulier de collecte de données et initiée, supervisée, soutenue, demandée, autorisée ou requise par une autorité sanitaire et/ou toute autre entité gouvernementale;	• Sur des arbovirus autres que ceux d’intérêt; • Sur les arbovirus d’intérêt hors SE, notamment les aspects épidémiologiques, cliniques, diagnostiques, thérapeutiques ou autres (p. ex. réponses aux épidémies, stratégies préventives et de contrôle vectoriel, surveillance animale C).
Objectifs en santé publique de la SE et actions subséquentes clairement spécifié (s);	Publications portant sur la collecte de moustiques vecteurs d’arbovirus d’intérêt :
Stratégies de SE mentionnant minimalement les moustiques vecteurs ciblés ^A et les stades de développement surveillés;	• À des fins de santé animale C; • Pour l’acquisition de connaissances pertinentes pour proposer la mise en place d’un programme régulier de surveillance entomologique de moustiques vecteurs; • À des fins de recherche pure (p. ex., sur l’écologie et biologie des moustiques vecteurs, leurs distribution spatio-temporelle, compétences vectorielles, modes d’alimentation, mécanismes de résistance aux insecticides) sans viser la mise en place d’actions concrètes en santé publique; • Pour l’élaboration de modèles prédictifs de risque humaine à partir de données cumulées de SE C; • Ciblant strictement des aspects techniques de SE (p. ex. collecte et identification des moustiques, dépistage d’arbovirus).
Revue de la littérature, revue de synthèse et de vues d’ensemble (<i>reviews, overviews</i>) ^B compilant les publications traitant de la SE d’arbovirus transmis par les moustiques, à des fins de santé publique, de manière générale ou ciblant les arbovirus d’intérêt;	Éditoriaux, commentaires, articles d’opinion, actes de colloques et résumés de conférences.
Publications de 1990 à nos jours ^C ;	Publications d’avant 1990 ^C .
Publications dans les limites géographiques établies ^A ;	Publications hors des limites géographiques établies ^A .
Texte intégral en français ou en anglais.	Texte intégral en d’autres langues que le français ou l’anglais.

^A Uniquement pour la surveillance entomologique du VCHIK, du VDEN et du VZIK.

^B Ce type de publications a été par la suite exclu, car elles n’ont servi qu’à extraire d’éventuelles publications pertinentes qui n’auraient pas été repérées dans les bases de données bibliographiques.

^C Uniquement pour la revue sur la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d’arbovirus endémiques au Québec.

Afin de respecter les délais impartis à chacune des revues de la littérature, le processus de sélection des publications scientifiques sur la surveillance entomologique des moustiques vecteurs d'arbovirus endémiques pour le Québec n'a été réalisé que pour les résultats de 2009 à 2023. Pour la seconde revue, la sélection sur la base du texte complet n'a concerné que les écrits scientifiques publiés en Allemagne pour le volet Europe de l'Ouest.

La qualité des publications finalement incluses après lecture du texte intégral n'a pas été évaluée, car l'examen de portée n'intègre pas cette démarche.

Synthèse des connaissances

Extraction des données pertinentes

Les données extraites incluaient la nature de la source documentaire (publication scientifique, de littérature grise, sondage, communication personnelle), la zone géographique concernée, les arbovirus et les moustiques vecteurs ciblés, les stades de développement ciblés, la période de l'année, les objectifs en santé publique visés, les indicateurs entomologiques exploités (p. ex. présence et/ou abondance des moustiques adultes et immatures par espèce, nombre de moustiques par piège, taux d'infection pour le VNO), et les actions en santé publique mises en œuvre ou recommandées selon les données de surveillance. Les détails organisationnels et les dispositifs de piégeage (types, nombre et emplacements) étaient également extraits lorsque disponibles.

Des données plus spécifiques à chaque groupe d'arbovirus d'intérêt ont également été extraites, soit :

- La situation épidémiologique durant laquelle la surveillance entomologique des moustiques vecteurs a été menée (c'est-à-dire aucun cas humain, cas humains sporadiques, endémie, épidémie) pour la recherche ayant ciblé les arbovirus endémiques au Québec;
- Les situations d'absence/présence/établissement des moustiques vecteurs du VCHIK, du VDENV et/ou du VZIK au moment où leur surveillance est effectuée (c'est-à-dire avant la première détection, après la première détection, après établissement ou réintroduction annuelle).

B. SONDAGE ET COMMUNICATIONS PERSONNELLES

Tableau 12 Liste des gouvernements et organismes sollicités en 2023

Gouvernements/Organismes	Surveillance entomologique de moustiques vecteurs	
	Arbovirus endémiques (sondage)	Arbovirus exotiques (Communications personnelles)
Canada		
Gouvernement du Manitoba		
Gouvernement du Nouveau-Brunswick		
Gouvernement de la Saskatchewan		
Public Health Ontario		
The University of British Columbia		
The Windsor-Essex County Health Unit (Ontario)		
Université de Moncton (Nouveau-Brunswick)		
États-Unis		
Cumberland County Pennsylvania		
Delaware General Health District (État de l'Ohio)		
Government of Maine		
Government of Michigan		
Idaho Department of Health & Welfare		
Kent County Health Department (État du Michigan)		
Maine Department of Health and Human Services		
Maine Health Institute of Research		
Metropolitan Mosquito Control District (État du Minnesota)		
Michigan State University		
New Hampshire Division of Public Health Services		
New York State Department of Health, Central New York Regional Office		
New York City Department of Health and Mental Hygiene		
North Dakota Department of Health		
Oneida County Health Department (État de New York)		
Ohio Health Department		
Oswego County Health Department (État de New York)		
Saginaw County Mosquito Abatement Commission (État du Michigan)		
Suffolk County Department of Health		
University of Wisconsin		
Vermont Agency of Agriculture, Food & Markets		

ANNEXE 4 CLASSIFICATION DES RSS PAR NIVEAUX DE RISQUE POUR LES ARBOVIRUS AU QUÉBEC PAR LE GROUPE D'EXPERTS SUR LES MALADIES TRANSMISES PAR LES MOUSTIQUES EN 2018

Niveau de risque	Description	VNO	VSC	VEEE
1A	- Pas de cas humain ni animal - Risque latent de transmission d'arbovirus - Données insuffisantes ou périmées ne permettant pas d'estimer le risque de transmission - Modèles validés démontrant des facteurs climatiques et environnementaux propices spécifiques à la transmission d'une arbovirose	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Côte-Nord, Terres-Cries-de-la-Baie-James, Nunavik	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Terres-Cries-de-la-Baie-James, Nunavik	Saguenay-Lac-Saint-Jean, Nord-du-Québec, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Côte-Nord, Terres-Cries-de-la-Baie-James, Nunavik
1B	- Idem à niveau 1A; et - Alertes ou signaux des systèmes de surveillance (ex. : augmentation de cas importés); et/ou - Risque significatif d'émergence dans les régions/provinces/états voisin(e)s (ex. : rapport de cas autochtones)	Nord-du-Québec, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Bas-Saint-Laurent	Bas-Saint-Laurent, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Montréal, Outaouais, Abitibi-Témiscamingue, Côte-Nord, Laval, Lanaudière, Laurentides, Nord-du-Québec et Chaudière-Appalaches	Montréal, Laval, Mauricie, Capitale-Nationale, Abitibi-Témiscamingue, Bas-Saint-Laurent
2A	- Des cas autochtones correspondant à la définition de cas ont été détectés chez les animaux et/ou les humains - En absence d'évidence d'autres modes de transmission alternatifs (ex. : transfusion sanguine), la présence d'une population de vecteurs compétents est alors démontrée	Abitibi-Témiscamingue, Capitale-Nationale, Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches, Estrie, Lanaudière, Laurentides, Laval, Mauricie, Montérégie, Montréal, Outaouais	Capitale-Nationale, Mauricie-et-Centre-du-Québec, Estrie, Montérégie	Estrie, Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches, Laurentides, Outaouais, Lanaudière, Montérégie
2B	- Idem à niveau 2A; et - Rapports fréquents de cas autochtones			

Source : Pelletier R. Objectifs de surveillance en fonction des niveaux de risque. Québec, QC : Institut national de santé publique du Québec (non publié); 2018.

ANNEXE 5 DONNÉES ENTOMOLOGIQUES

Tableau 13 Variation annuelle du nombre de stations entomologiques déployées au Québec par RSS (2003-2021)

RSS	2003	2004	2005	2006	2007-2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Saguenay-Lac-Saint-Jean		7												
Capitale-Nationale	5		7					1	3	14	14	14	14	14
Mauricie-et-Centre-du-Québec	6		3						6	7	7	7	7	7
Estrie		5							3					
Montréal	27	18	36	22		15	120	13	5	5	5	5	5	5
Outaouais	7	11	5	2		3		2	3	7	7	7	7	7
Abitibi-Témiscamingue					Absence de surveillance				3					
Chaudière-Appalaches	5								3					
Laval	7	7	7	4		8	30	7	4	4	4	4	4	4
Lanaudière	3		9	3		2		2	4	7	7	7	7	7
Laurentides	11	6	21	16		8		5	3					
Montréal	47	33	58	18		27	50	15	5	5	5	5	5	5
Total de pièges	118	87	146	65		63	200	45	42	49	49	49	49	49

Note : Il n'y a pas eu de surveillance entomologique entre 2007 et 2012 en raison du faible nombre de cas humains de VNO.

Tableau 14 Taux de positivité des pièges au VNO par RSS entre 2017 et 2021 et prévalence attendue

RSS	2017	2018	2019	2020	2021	Prévalence attendue
Saguenay-Lac-Saint-Jean	NA	NA	NA	NA	NA	50 %
Capitale-Nationale	29 %	36 %	14 %	7 %	14 %	36 %
Mauricie-et-Centre-du-Québec	14 %	14 %	0 %	0 %	0 %	14 %
Estrie	NA	NA	NA	NA	NA	14 %
Montréal	60 %	80 %	80 %	80 %	20 %	60 %
Outaouais	33 %	0 %	0 %	14 %	0 %	33 %
Abitibi-Témiscamingue	NA	NA	NA	NA	NA	50 %
Chaudière-Appalaches	NA	NA	NA	NA	NA	50 %
Laval	50 %	75 %	0 %	100 %	50 %	50 %
Lanaudière	86 %	43 %	0 %	29 %	14 %	43 %
Laurentides	NA	NA	NA	NA	NA	50 %
Montréal	100 %	67 %	80 %	80 %	0 %	67 %

Note : Les prévalences attendues sélectionnées pour le calcul de taille d'échantillon étaient celles dont les taux de positivité se rapprochaient le plus de 50 % (case orange). En l'absence de données disponibles, notamment pour les RSS du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de l'Estrie, de l'Abitibi-Témiscamingue et des Laurentides, une valeur présumée de 50 % a été adoptée pour l'analyse.

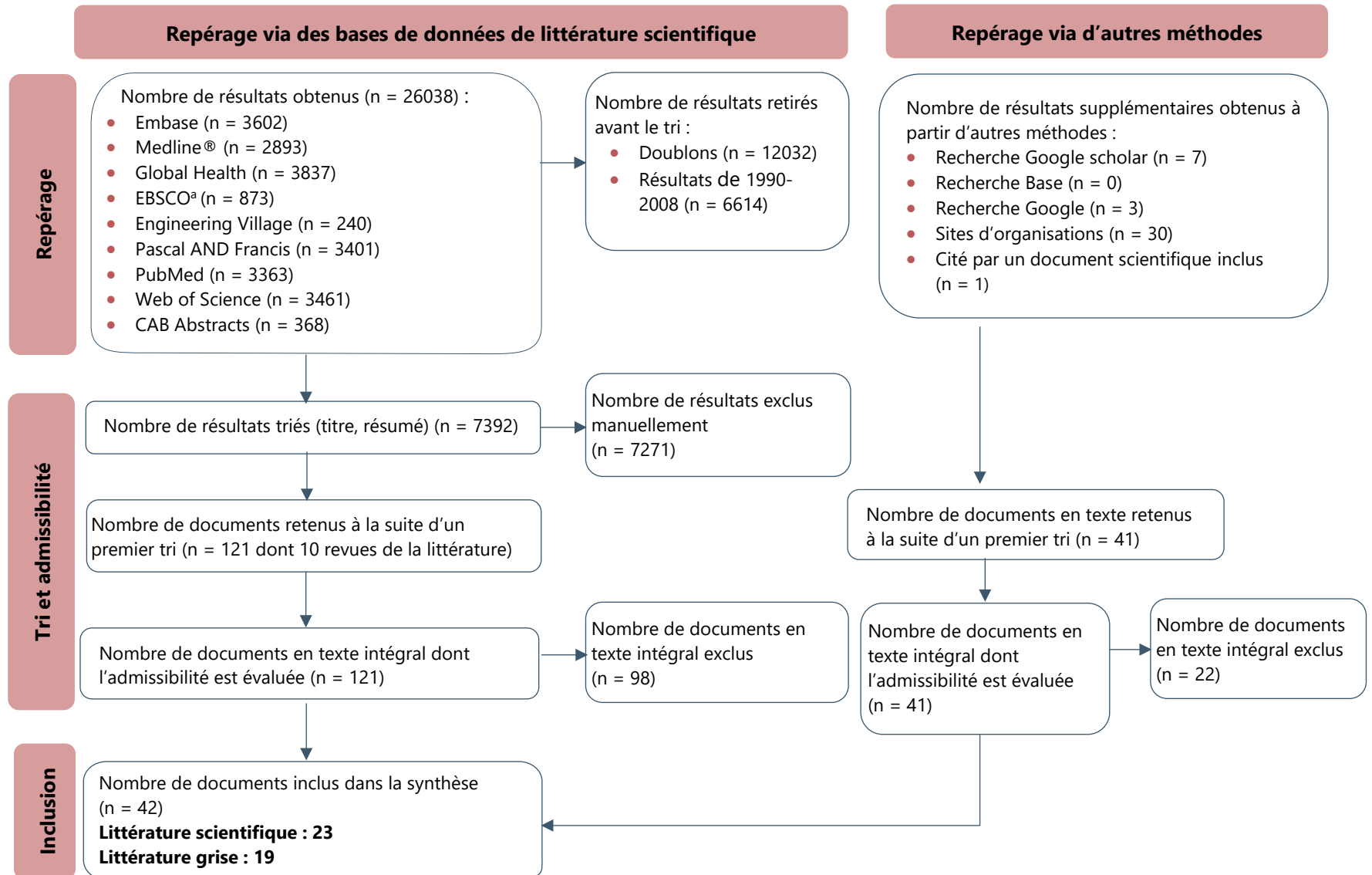
Tableau 15 Taux de positivité des pièges au VEEE et VSC par RSS en 2016 et prévalence attendue

RSS	VEEE		VSC	
	Taux de positivité	Prévalence attendue	Taux de positivité	Prévalence attendue
Bas-Saint-Laurent		3 %		3 %
Saguenay-Lac-Saint-Jean		NA		3 %
Capitale-Nationale		3 %		7 %
Mauricie et Centre-du-Québec		3 %		7 %
Estrie		7 %		7 %
Montréal		3 %		3 %
Outaouais		7 %		3 %
Abitibi-Témiscamingue		3 %	7 %	7 %
Côte-Nord		NA		3 %
Nord du Québec		NA		3 %
Chaudière-Appalaches		7 %		3 %
Laval		7 %		3 %
Lanaudière	7 %	7 %	3 %	3 %
Laurentides		7 %		3 %
Montérégie		7 %		7 %

Note : Pour le VEEE, parmi les 15 pièges testés, un seul s'est révélé positif dans la RSS de Lanaudière. Ce taux de positivité a été adopté comme prévalence attendue pour les zones classifiées en catégories 2A/2B, similaires à la RSS de Lanaudière. Pour les régions classifiées 1B, en l'absence de données spécifiques, il a été supposé que la prévalence soit équivalente à la moitié de celle observée dans les régions 2A/2B. Pour les VSC, deux pièges sur 30 testés ont été positifs dans la RSS d'Abitibi-Témiscamingue. La prévalence attendue adoptée pour les régions classées 2A/2B est celle d'Abitibi-Témiscamingue (7 %), alors que pour les catégories 1A, la prévalence attendue est celle de Lanaudière (3 %).

ANNEXE 6 PRÉCISIONS SUR LES RÉSULTATS

Organigramme de recherche documentaire – Revue de la littérature sur les arbovirus endémiques au Québec



^a Inclue les bases de données CINAHL® Complete, Environment Complete et GreenFILE

Tableau 16 Exemples d'indicateurs entomologiques exploités pour atteindre chacun des objectifs en santé publique de la surveillance des moustiques vecteurs du VNO, du VEEE et du VJC

Objectifs en santé publique		Exemples d'indicateurs entomologiques exploités
Moustiques adultes		
Alerte précoce de circulation virale		Premiers lots de moustiques positifs pour les arbovirus testés
Évaluation du risque humain	Évaluation du niveau de risque de transmission humaine	Distribution spatio-temporelle et abondance des moustiques par espèce identifiée; nombre de moustiques par pièges; nombre de lots de moustiques positifs; nombre de pièges avec moustiques positifs; type d'espèces de moustiques positifs (davantage ornithophiles ou davantage piqueurs de mammifères dont l'humain); nombre de semaines durant lesquelles les lots de moustiques sont positifs; taux d'infection ^A , indice vectoriel ^B
	Cartographie des niveaux d'intensité de circulation virale	Taux d'infection des moustiques (estimation du maximum de vraisemblance et taux d'infection minimale) ^A
	Prédiction d'une éclosion de cas humains	Proportion de lots de moustiques positifs, taux d'infection minimale, indice vectoriel
Évaluation de la résistance aux insecticides utilisés durant la lutte antivectorielle		Abondance des moustiques avant et après traitement insecticide, présence et fréquence des gènes de mutation
Suivi et soutien en temps réel des efforts visant à réduire la transmission épidémique humaine		Abondance des moustiques; nombre de lots positifs; indice vectoriel; taux d'infection minimale
Contribution à l'annonce d'un état d'urgence sanitaire liée aux arbovirus		Proportion de lots de moustiques positifs (urgence décrétée dès que 10 % des lots de vecteurs passerelles ^C sont positifs pour l'arbovirus ciblé)
Contrôle de la dissémination des <i>Culex spp.</i> depuis les zones inondées		Abondance, par piège, des espèces du genre <i>Culex</i>
Mise à jour de la liste des espèces potentiellement vectrices		Abondance des moustiques adultes par espèce identifiée; taux d'infection minimale
Documentation de la transmission et des mécanismes d'hivernage du VNO dans les vecteurs compétents		Présence de VNO dans les moustiques en hibernation
Documentation de la circulation virale dans les aéroports internationaux		Abondance des moustiques par espèce identifiée; taux d'infection minimale
Alerte sur un risque potentiellement accru de transmission arbovirale pour la saison des moustiques de l'année suivante		Abondance des moustiques par espèce identifiée; taux d'infection minimale
Moustiques immatures		
Identification des gîtes larvaires et des zones à fortes densités larvaires		Présence d'œufs, larves et pupes; abondance par espèce identifiée et par stade de développement ^D
Cartographie des gîtes larvaires		Présence de gîtes larvaires

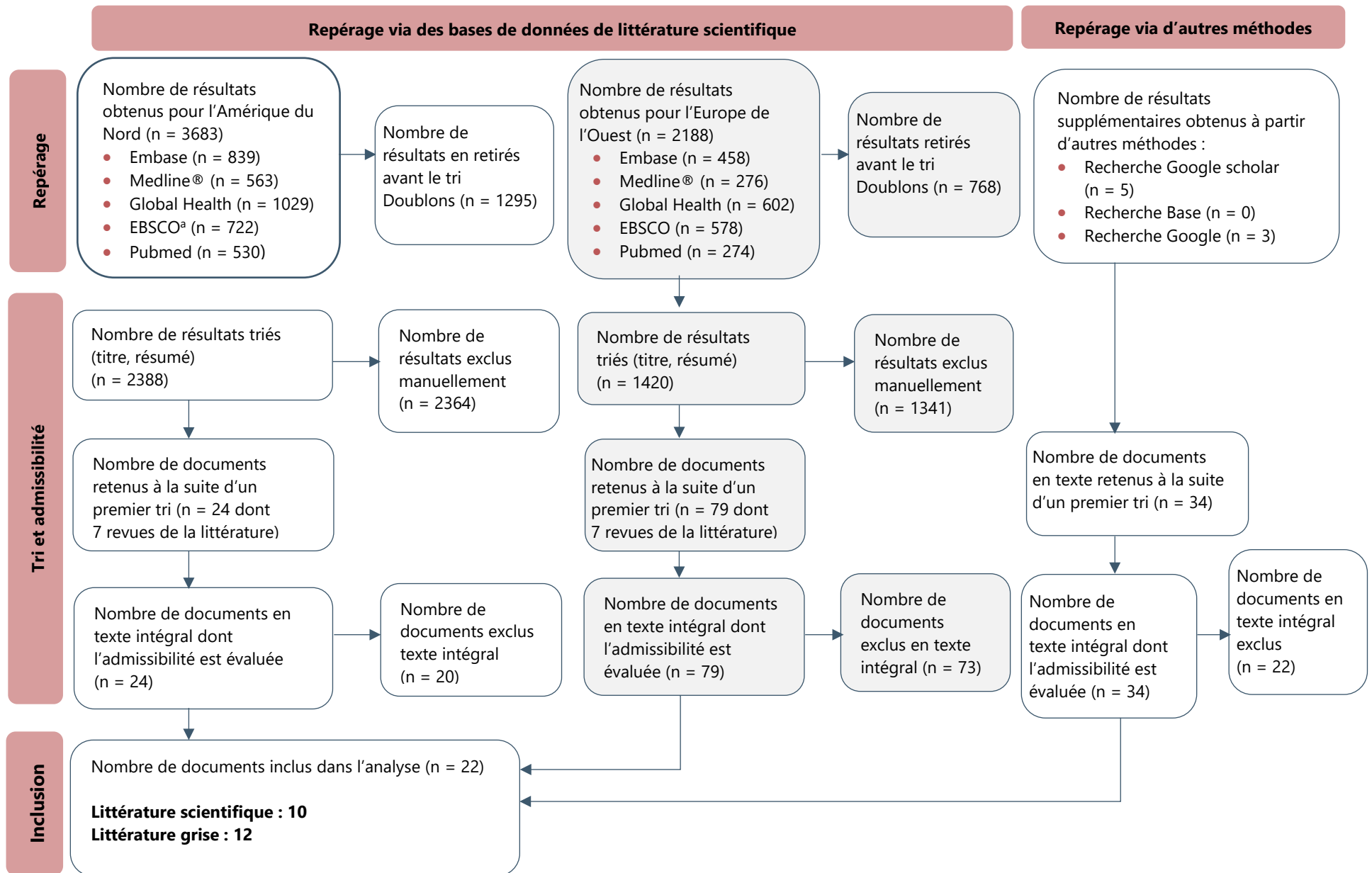
^A Correspond au nombre de moustiques infectés pour 1000 testés et est exprimé par a) l'estimation du maximum de vraisemblance, qui considère que dans un lot positif à l'arbovirus ciblé, un ou plusieurs moustiques le sont, ou b) le taux d'infection minimale, simple approximation de la prévalence de moustiques infectés, car suppose qu'un seul moustique est positif dans chaque lot positif.

^B Est défini par la proportion estimée de moustiques infectés d'une espèce particulière dans une zone spécifique et correspond au produit du nombre de moustiques collectés et du taux d'infection.

^C Moustique portant l'agent pathogène et le transmettant à une autre espèce (dont l'humain) autre que celle impliquée dans le cycle enzootique.

^D L'abondance des moustiques immatures est un indicateur précoce de la densité de la future population adulte.

Organigramme de recherche documentaire – Revue de la littérature sur les arbovirus exotiques pour le Québec



^a Inclut les bases de données CINAHL® Complete, Environment Complete et GreenFILE

Centre d'expertise et
de référence en santé publique

www.inspq.qc.ca

*Institut national
de santé publique*

Québec

