INSPQ INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

# Analyse comparative des méthodes de collecte de données entomologiques pour détecter l'introduction et suivre l'établissement d'*Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* au Québec

AVIS ET RECOMMANDATIONS

JUIN 2026

AVIS SCIENTIFIQUE

Québec

**AUTRICES**

Miarisoa Rindra Rakotoarinia, conseillère scientifique
Ariane Adam-Poupart, conseillère scientifique spécialisée
Direction des risques biologiques

Antoinette Ludwig, chercheure scientifique
Laboratoire National de Microbiologie
Agence de la santé publique du Canada

**SOUS LA COORDINATION DE**

Ariane Adam-Poupart, coordinatrice professionnelle
Zoonoses
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 (membre jusqu'en décembre 2025)
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, médecin microbiologiste-infectiologue, directeur médical en microbiologie
Héma-Québec

Juliette Martin, agente de planification, de programmation et de recherche
Direction de la vigie et des maladies infectieuses
Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

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

**RÉVISION**

Cassi Bergeron-Caron, conseillère scientifique
Direction des risques biologiques
Institut national de santé publique du Québec

Camille Guillot, médecin-conseil
Direction de santé publique de la Montérégie
Santé Québec Montérégie-Centre

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

Les autrices et les personnes qui ont révisé le document 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

**REMERCIEMENTS**

Docteur Kevin Siebels, chercheur à l'Agence de la santé publique du Canada

Olivier Briet, expert en entomologie médicale affilié au Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC)

*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 ou 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 – 3e trimestre 2026
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-555-04537-8 (PDF)
DOI : https://doi.org/10.64490/NOUZ4210

© Gouvernement du Québec (2026)

# 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 une analyse comparative des méthodes de collecte de données entomologiques ciblant les espèces de moustiques invasifs, tels qu'*Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*, utilisées pour la détection de leur introduction et le suivi de leur établissement.

Il a été élaboré 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 ET FIGURE** ..... **V**

**GLOSSAIRE** ..... **VI**

**LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES** ..... **VII**

**FAITS SAILLANTS** ..... **1**

**RÉSUMÉ** ..... **2**

**1 INTRODUCTION** ..... **5**

1.1 Signaux de présence de moustiques invasifs au Québec et établissement dans des régions comparables ..... 5

1.2 Particularités écologiques d'*Aedes albopictus* ..... 5

1.3 Considérations en matière de santé publique ..... 6

1.4 Recommandation antérieure et objectif du mandat ..... 7

**2 OBJECTIFS** ..... **8**

2.1 Objectif principal ..... 8

2.2 Objectifs spécifiques ..... 8

**3 MÉTHODOLOGIE** ..... **9**

3.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques ..... 9

3.1.1 Revue de la littérature ..... 9

3.1.2 Consultation d'experts ..... 11

3.1.3 Extraction des données et synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts en vue de l'inventaire et de la description des méthodes ..... 11

3.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC ..... 11

3.2.1 Sondage pour le choix des critères et développement de la grille d'analyse ..... 11

3.2.2 Utilisation des données de la littérature pour remplir la grille d'analyse ..... 12

3.2.3 Consultation d'experts ..... 12

3.2.4 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts en vue de la comparaison des méthodes ..... 13

3.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec ... 13
3.3.1 Consultation d'experts ... 13
**4 RÉSULTATS ... 14**
4.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques ... 14
4.1.1 Revue de la littérature ... 14
4.1.2 Consultation d'experts ... 16
4.1.3 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts ... 16
4.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC ... 20
4.2.1 Sondage pour le choix des critères d'analyse ... 20
4.2.2 Utilisation des données de la littérature pour remplir la grille d'analyse ... 21
4.2.3 Consultation d'experts ... 23
4.2.4 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts ... 23
4.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec ... 25
4.3.1 Consultation d'experts ... 25
**5 DISCUSSION ... 27**
5.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques ... 27
5.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC ... 28
5.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec ... 29
**6 CONCLUSION ... 31**
**7 BIBLIOGRAPHIE ... 32**
**ANNEXE 1 PRÉCISION MÉTHODOLOGIQUE CONCERNANT LA REVUE DE LA LITTÉRATURE ... 39**
**ANNEXE 2 INFORMATIONS ET VARIABLES CONSIDÉRÉES DANS LE TABLEAU D'EXTRACTION DES DONNÉES DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE ET GRISE ... 42**

**ANNEXE 3 CONTENU DU QUESTIONNAIRE UTILISÉ POUR L'IDENTIFICATION ET LA PRIORISATION DES CRITÈRES D'ANALYSE AUPRÈS DES EXPERTS..... 43**

**ANNEXE 4 RÉSULTATS DU SONDAGE PERMETTANT DE PRIORISER LES CRITÈRES D'ANALYSE DES MÉTHODES..... 45**

**ANNEXE 5 INFORMATIONS EXTRAITES DE LA LITTÉRATURE CONCERNANT LES CRITÈRES POUR CHACUNE DES MÉTHODES RÉPERTORIÉES..... 46**

**ANNEXE 6 MÉTHODE DE CONVERSION DES INFORMATIONS ISSUES DE LA LITTÉRATURE EN NOTATION QUALITATIVE (FAIBLE À ÉLEVÉ) SELON CHAQUE CRITÈRE D'ANALYSE ..... 49**

**ANNEXE 7 SYNTHÈSE COMPARATIVE DES MÉTHODES NON RETENUES..... 50**

# LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE

Tableau 1 Nombre des publications par année et par région géographique (n = 27) ..... 15

Tableau 2 Inventaire final et description des méthodes de collecte de données concernant les Aedes invasifs (ALB et AEG) ..... 17

Tableau 3 Analyse comparative des méthodes selon les critères d'analyse retenus..... 22

Tableau 4 Synthèse comparative des trois méthodes de collecte de données entomologiques les plus pertinentes ..... 24

Figure 1 Diagramme de flux PRISMA de la recherche et de la sélection des publications ..... 14

# GLOSSAIRE

**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, de la dengue et du Zika. À l'inverse, les arbovirus endémiques correspondent à ceux déjà présents et circulant au sein des populations de moustiques locales, comme le virus du Nil occidental ou le virus de l'encéphalite équine de l'Est.

**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 » (1). *Ochlerotatus japonicus* représente un exemple d'espèce de moustique invasive établie au Québec (2). *Aedes albopictus* et *Ae. aegypti* constituent, quant à elles, des espèces de moustiques invasives potentielles, mais non établies localement à ce jour.

**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 (1,3). Elle peut inclure des approches de surveillance active (piégeage et échantillonnage planifié) et passive (basée sur des collectes opportunistes ou des signalements citoyens), mobilisant des méthodes adaptées selon les objectifs (p. ex. détection de l'introduction et suivi de l'établissement), les espèces ciblées et les stades de développement (œufs, larves, adultes).

# LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

| | |
|---|---|
| AEG | *Aedes aegypti* |
| ALB | *Aedes albopictus* |
| ECDC | Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (European Centre for Disease Prevention and Control) |
| INSPQ | Institut national de santé publique du Québec |
| MSSS | Ministère de la Santé des services sociaux |
| MTM | Maladies transmises par les moustiques |
| PCR | Réaction en chaîne par polymérase |

# FAITS SAILLANTS

- L'introduction potentielle d'espèces de moustiques invasifs, *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti,* au Québec représente un enjeu de santé publique à surveiller, puisqu'elle pourrait, dans certaines conditions, favoriser la transmission de certains arbovirus (p.ex. chikungunya, dengue, Zika, virus du Nil occidental), accentué par les changements climatiques, les échanges commerciaux et les déplacements internationaux.
- Des signaux récents de détection de ces moustiques au Québec et l'établissement d'*Aedes albopictus* dans des régions proches géographiquement renforcent ces enjeux de santé publique.
- L'analyse de douze méthodes de collecte de données entomologiques ciblant *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* a permis de montrer qu'aucune méthode ne permet, à elle seule, d'assurer une détection et un suivi optimaux de l'introduction et de l'établissement de ces espèces.
- Les méthodes traditionnelles de piégeage de type « Ovitrap » (pour les œufs) et « BG-Sentinel » (pour les adultes) ressortent comme les plus robustes et reconnues pour constituer la base de la surveillance.
- Le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement représente une approche complémentaire pertinente pour élargir la couverture spatiale et soutenir la détection précoce.
- Une stratégie intégrée combinant méthodes éprouvées et approches innovantes est recommandée afin d'adapter la surveillance entomologique aux réalités et aux capacités opérationnelles du Québec.

# RÉSUMÉ

Les moustiques invasifs, tels qu'*Aedes (Ae.) albopictus* et *Ae. aegypti,* représentent un risque croissant d'introduction et d'établissement au Québec. *Aedes albopictus* est particulièrement préoccupant en raison de sa capacité d'expansion rapide et de sa meilleure adaptation aux régions tempérées, ce qui renforce son potentiel d'établissement dans de nouvelles régions. Les changements climatiques, ainsi que l'intensification des échanges commerciaux et des déplacements internationaux pourraient favoriser l'expansion géographique d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. aegypti*. Plusieurs éléments appuient cette préoccupation, notamment des détections ponctuelles récentes au Québec ainsi qu'un établissement confirmé d'*Ae. albopictus* dans des régions proches géographiquement (Ontario et États américains limitrophes).

Ces moustiques peuvent transmettre des arbovirus exotiques, tels que le chikungunya, la dengue et le Zika. Ces virus peuvent être maintenus dans un cycle de transmission humain-moustique-humain. Dans un contexte de hausse mondiale des cas liés à ces arbovirus, l'augmentation des cas importés chez les voyageurs peut accroître le risque de transmission locale lorsque des moustiques vecteurs sont présents. De plus, *Ae. albopictus* peut également transmettre d'autres arbovirus qui sont déjà présents au Québec, comme le virus du Nil occidental, et sa présence pourrait potentiellement influencer la dynamique locale de transmission de virus.

C'est dans ce contexte qu'en 2025, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a formulé des recommandations pour la surveillance entomologique d'arbovirus endémiques et exotiques, en préconisant, pour ces derniers, une orientation vers la détection précoce de l'introduction de leurs vecteurs (4). Dans la continuité de ces travaux, le ministère de la Santé et des Services sociaux a mandaté l'INSPQ pour identifier et comparer des méthodes de collecte de données entomologiques des moustiques invasifs (*Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*) afin de documenter leur introduction et leur établissement au Québec.

**Méthodologie**

Le projet repose principalement sur une revue rapide de la littérature scientifique et grise, combinée à une consultation d'experts, incluant les membres du groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques de l'INSPQ. Cette méthodologie a été adoptée afin de :

- Dresser un inventaire des méthodes de collecte des données sur les *Aedes* invasifs;
- Décrire leurs principales caractéristiques;
- Comparer ces méthodes selon une grille d'analyse préalablement définie*;
- Formuler des recommandations sur les méthodes les plus prometteuses pour le contexte du Québec.

* Les critères ont été élaborés en s'inspirant des attributs de surveillance décrits dans le guide méthodologique du Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, lesquels ont servi de base pour la sélection et l'adaptation des critères retenus pour l'analyse comparative des méthodes.

## Principaux résultats et discussion

La revue de la littérature et la consultation d'experts ont permis d'inventorier douze méthodes, regroupées en méthodes traditionnelles et en méthodes innovantes.

Les **méthodes traditionnelles** regroupaient des techniques de piégeage de moustiques ciblant différents stades du cycle de développement des moustiques. Elles peuvent être généralement déployées par des professionnels ou des citoyens, autant dans un contexte de détection de l'introduction de l'espèce que de suivi de son établissement. Elles incluaient les méthodes suivantes selon le stade ciblé :

- *Œufs* : pièges de type « Ovitrap »;
- *Larves et nymphes* : échantillonnage larvaire;
- *Adultes* : pièges « BG-Sentinel », pièges « Gravid Trap », pièges lumineux, pièges « Mosquito Magnet », pièges collants et capture sur appât humain.

Les **méthodes innovantes** peuvent également être déployées, dans certains cas, par des professionnels ou des citoyens, autant dans des contextes d'introduction de l'espèce que de suivi de son établissement. Elles peuvent viser :

- la collecte d'échantillons (spécimens ou photos) par des pièges intelligents, comme ceux munis de capteurs optiques ou acoustiques, ainsi que le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement;
- la détection ou l'identification des espèces à l'aide d'approches moléculaires, comme la réaction en chaîne par polymérase (PCR), pouvant être appliquées à divers types d'échantillons, comme des spécimens de moustiques (individu complet ou fragmenté, toute espèce ou stade de développement confondu), de l'ADN environnemental provenant de l'eau des gîtes larvaires ou des supports de piégeage.

Le niveau de reconnaissance et de maturité constituait un critère déterminant, permettant d'exclure les méthodes ne disposant pas d'un niveau de validation et de documentation suffisant. L'importance des autres critères pouvait varier selon l'objectif de surveillance considéré (détection de l'introduction et suivi de l'établissement). Des critères, comme la sensibilité et la spécificité, le délai de détection, la simplicité, la flexibilité, la stabilité, la fiabilité et l'adéquation, permettaient ainsi de préciser la performance des méthodes. Dans ce contexte, les méthodes qui ressortaient comme particulièrement pertinentes pour la détection de l'introduction de l'espèce et pour le suivi de son établissement étaient :

- les pièges à œufs (« Ovitrap »);
- les pièges à adultes (« BG-Sentinel »);
- le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement.

L'analyse comparative a permis de montrer qu'aucune méthode ne répond pleinement à l'ensemble des critères analysés.

Les résultats soutiennent la recommandation d'une approche intégrée de surveillance entomologique combinant des méthodes traditionnelles et innovantes afin d'en élargir la couverture spatiale et temporelle :

- **Surveillance principale** : méthodes traditionnelles, incluant les pièges à œufs (« Ovitrap ») et les pièges à adultes (« BG-Sentinel »), assurant une surveillance structurée et stable dans le temps. Cette surveillance cible principalement les points d'entrée (ports, aéroports et principaux corridors routiers) et les autres zones à risque (commerces de pneus et de bambous « porte-bonheur »).
- **Surveillance complémentaire** : méthode fondée sur la participation citoyenne, par le dépôt de photos sur des plateformes de signalement, assurant une détection élargie grâce à une couverture accrue du territoire.

La recommandation proposée présente l'avantage de s'appuyer sur des méthodes traditionnelles qui ont déjà été déployées au Québec dans le cadre d'études pilotes, montrant ainsi leur pertinence et leur faisabilité dans le contexte local. Ces études ont également permis d'identifier des pistes d'optimisation pour leur utilisation future. Par exemple, le déploiement de pièges « Ovitrap » permanents dans certains sites pourrait permettre d'assurer une surveillance continue, puisque ces dispositifs demeurent en place et réduisent ainsi les besoins en ressources pour leur redéploiement.

Ces informations pourront contribuer à soutenir la surveillance entomologique et constituent la base d'une approche visant la détection de l'introduction des moustiques invasifs (*Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*) et le suivi de leur établissement.

# 1 INTRODUCTION

La possibilité d'introduction et d'établissement de moustiques invasifs, notamment *Aedes albopictus* (ALB) et *Aedes aegypti* (AEG), constitue une préoccupation grandissante pour la santé publique au Québec, particulièrement pour ALB, dont le potentiel d'établissement est plus élevé dans les conditions climatiques actuelles du Québec. Ces espèces sont reconnues comme des vecteurs compétents de plusieurs arbovirus d'intérêt pour la santé humaine, dont les virus de la dengue, du chikungunya, du Zika, du virus du Nil occidental (VNO) et le virus de l'encéphalite équine de l'Est (VEEE) (5,6).

Les changements climatiques, de même que l'augmentation des échanges commerciaux et des déplacements internationaux, favorisent l'expansion géographique de ces moustiques (7–9). Dans le sud du Québec, les conditions climatiques actuelles et projetées, caractérisées notamment par un allongement de la saison estivale et des températures plus élevées, pourraient offrir des conditions favorables à la survie saisonnière et la reproduction de ces moustiques invasifs (9,10).

Les sections suivantes présentent les principaux éléments relatifs à la surveillance de ces *Aedes* invasifs. Elles abordent les signaux récents de présence au Québec et l'établissement dans des régions comparables, certaines particularités écologiques d'ALB, les considérations en matière de santé publique, ainsi que les recommandations antérieures et l'objectif du présent mandat.

## 1.1 Signaux de présence de moustiques invasifs au Québec et établissement dans des régions comparables

Au Québec, des spécimens adultes d'ALB ont été détectés en 2005 (11), et un œuf d'AEG a été identifié en Estrie en 2017 (2).

Dans d'autres juridictions aux conditions climatiques comparables, l'établissement d'ALB est désormais bien documenté.

- Au Canada, une population établie d'ALB a été confirmée dans la région de Windsor (en Ontario, à environ 750 km de la frontière du Québec) à partir de 2019, après trois années consécutives de détections (12).
- Aux États-Unis, l'espèce est désormais établie dans plusieurs États du Nord-Est et du Centre-Est, notamment au Vermont, à environ 100 km de la frontière (13), ainsi que dans les États de New York, du Connecticut, du Wisconsin, de l'Iowa et de l'Ohio (14–17).

## 1.2 Particularités écologiques d'*Aedes albopictus*

ALB est considérée comme l'une des espèces les plus envahissantes au monde (18). Son potentiel d'établissement repose sur plusieurs caractéristiques écologiques et biologiques bien documentées. Cette espèce présente une capacité d'adaptation à divers environnements, ce qui lui a permis de s'étendre de régions tropicales vers des régions à climat tempéré (19,20). Dans les

régions tempérées, ALB peut persister d'une année à l'autre grâce à la diapause, où les œufs peuvent demeurer viables pendant l'hiver et éclore lorsque les conditions environnementales redeviennent favorables (19,21). Cette capacité de survie hivernale a été documentée dans plusieurs régions d'Amérique du Nord et d'Europe (13,14,19,22).

Par ailleurs, ALB utilise principalement des gîtes larvaires artificiels, tels que des contenants d'eau domestiques (p. ex. soucoupes de pots de fleurs, récupérateurs d'eau de pluie, boîtes, canettes) ou des pneus usagés, fréquemment présents en milieu urbain et périurbain (20,23,24). Ces caractéristiques facilitent les introductions accidentelles par le biais du transport ou du stockage de certains biens commerciaux (p. ex. pneus, bambous « porte-bonheur »), favorisant ainsi une proximité avec les humains (20,23).

L'absence de préférence marquée pour un hôte spécifique constitue également un facteur favorisant son maintien dans divers contextes écologiques, car cela permet à ALB de se nourrir sur différentes espèces (humaines et animales) selon leur disponibilité locale (20,25,26).

En raison de ces caractéristiques, ALB représente une préoccupation particulière pour la santé publique dans les régions tempérées comme le Québec. Comparativement à AEG, il semble mieux adapté aux conditions climatiques de ces régions, ce qui pourrait favoriser son établissement.

## 1.3 Considérations en matière de santé publique

L'établissement potentiel de moustiques invasifs compétents pour la transmission d'arbovirus exotiques au Québec pourrait modifier les dynamiques de transmission virale. Dans le cas de plusieurs arbovirus exotiques d'intérêt, tels que la dengue, le chikungunya et le Zika, l'humain peut agir comme réservoir; permettant une transmission selon un cycle humain-moustique-humain (27–29). En présence de vecteurs compétents, des virus introduits par des voyageurs infectés pourraient être retransmis localement à des personnes n'ayant pas voyagé.

Le risque de transmission peut être accentué par la hausse mondiale des cas d'arboviroses exotiques (7), combinée à l'augmentation des cas importés au Québec. À titre d'exemple, le nombre de voyageurs québécois chez qui le virus de la dengue a été détecté est passé de 2 à 199 entre 2017 et 2024[1] (30). Dans ce contexte, des transmissions locales ont déjà été observées dans des régions comparables au Québec sur les plans économique, climatique et sanitaire (p. ex. États-Unis, France, nord de l'Italie) (31–35), tandis que les voyages internationaux contribuent à une réintroduction continue de personnes infectées par des arbovirus exotiques.

[1] L'année 2024 a aussi été marquée par une recrudescence importante des cas de dengue à l'échelle mondiale (Organisation Mondiale de la santé, Dengue), ce qui pourrait avoir contribué à une augmentation des cas importés au Québec.

En plus de transmettre des arbovirus exotiques, ALB est également capable de transmettre d'autres arbovirus déjà présents au Québec, comme le VNO et le VEEE (5,6). Sa présence pourrait ainsi potentiellement influencer la dynamique locale de transmission de ces virus, en agissant comme vecteur additionnel.

Les données de surveillance entomologique des moustiques invasifs au Québec sont actuellement limitées et la dernière collecte de données remonte à 2019 (K. Forest-Bérard, communication personnelle, 17 novembre 2025) (2,36), ce qui rend difficiles la détection précoce et le suivi de leur établissement potentiel. Actuellement, l'approche repose principalement sur le système de déclaration obligatoire des cas humains d'arbovirus exotiques, qui sont des maladies à déclaration obligatoire (MADO). Or, ces cas surviennent en aval de la chaîne de transmission, ce qui implique une détection tardive.

## 1.4 Recommandation antérieure et objectif du mandat

Dans ce contexte, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a formulé en 2025 des recommandations relatives à la surveillance entomologique des arbovirus endémiques et exotiques (4), en mettant l'accent, pour ces derniers, sur la détection précoce de l'introduction de leurs vecteurs. Dans la continuité de ces travaux, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a mandaté l'INSPQ afin d'identifier et comparer différentes méthodes de collecte de données entomologiques applicables aux moustiques invasifs (ALB et AEG).

# 2 OBJECTIFS

## 2.1 Objectif principal

L'objectif principal de ce projet était de recenser et de comparer les méthodes de collecte de données entomologiques sur les moustiques invasifs (ALB et AEG) afin de documenter leur introduction et leur établissement au Québec.

## 2.2 Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre l'objectif principal, le projet a été divisé en quatre sous-objectifs spécifiques :

1. Identifier les différentes méthodes de collecte de données entomologiques concernant ALB et AEG;
2. Décrire leurs principales caractéristiques;
3. Comparer ces méthodes selon une grille d'analyse préalablement définie;
4. Recommander les méthodes les plus pertinentes à privilégier en tenant compte du contexte du Québec.

# 3 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie est présentée en fonction des objectifs spécifiques du projet. Une revue de la littérature a été réalisée afin de répondre aux trois premiers objectifs spécifiques du projet, ainsi que des consultations d'experts réparties sur trois séances.

Les méthodologies des deux premiers objectifs spécifiques, soit l'identification et la description des méthodes, sont présentées conjointement.

## 3.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques

### 3.1.1 Revue de la littérature

#### 3.1.1.1. Type de revue

En raison de la nature descriptive et comparative des objectifs spécifiques du projet, une revue rapide de la littérature scientifique et grise a été privilégiée (37,38). Elle a permis de recenser les méthodes existantes et de documenter leurs principales caractéristiques.

#### 3.1.1.2. Stratégie de recherche

**Question de recherche**

La revue de la littérature devait répondre à la question de recherche suivante :

> **« Quelles sont les méthodes de surveillance utilisées pour détecter l'introduction et suivre l'établissement des moustiques invasifs, tels qu'Aedes albopictus et Aedes aegypti et quelles sont leurs principales caractéristiques ? »**

**Sources documentaires**

La littérature scientifique a été recensée à partir de la plateforme Ovid, incluant les bases de données Embase et MEDLINE. La littérature grise a été recherchée à l'aide du moteur de recherche Google (documents en format PDF), ainsi que par la consultation des sites Web de groupes de recherche et d'organismes académiques et institutionnels pertinents, comme le Centre de Collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE).

**Critères d'inclusion et d'exclusion**

Les publications ont été **retenues** lorsqu'elles :

- portaient sur les espèces ALB et/ou AEG;
- traitaient de la surveillance entomologique à des fins de santé humaine;

- portaient sur la détection de l'introduction ou le suivi de l'établissement d'ALB et/ou AEG;
- rapportaient des informations suffisantes pour permettre d'analyser la performance des méthodes selon des critères définis (voir section 3.2.1);
- avaient été réalisées dans des pays ou des régions présentant des conditions climatiques et socio-économiques comparables à celles du Québec, notamment en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest;
- étaient disponibles en texte intégral en français ou en anglais;
- avaient été publiés entre 2021 et 2025.

À titre d'exception, ont également été **incluses**, indépendamment de leur année et lieu de publication :

- des publications proposées par les membres du groupe d'experts Groupe d'experts sur les maladies transmises par les moustiques (MTM);
- des études réalisées au Québec ou en Ontario;
- des publications de référence jugées pertinentes, notamment le guide du Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) ou les revues de littérature de méthodes de collecte de données entomologiques.

Les publications ont été **exclues** lorsqu'elles :

- portaient sur d'autres espèces de moustiques qu'ALB ou AEG;
- ne comportaient pas de composante de surveillance entomologique;
- ne traitaient pas de la détection de l'introduction ou du suivi de l'établissement des d'ALB et/ou AEG;
- étaient réalisées dans des contextes climatiques ou socio-économiques très différents de ceux du Québec (autres régions du monde);
- étaient rédigées dans une langue autre que le français ou l'anglais;
- avaient été publiées avant 2021, à l'exception des documents répondant aux critères d'exception mentionnés ci-dessus;
- concernaient des éditoriaux, des commentaires, des articles d'opinion, des actes de colloques et des résumés de conférences;
- portaient uniquement sur le dépistage d'arbovirus, sans inclure une composante de collecte ou d'identification des moustiques;
- visaient exclusivement des enjeux de santé animale;
- relevaient de la recherche pure (p. ex. écologie, biologie, distribution spatio-temporelle, compétence vectorielle, modes d'alimentation, résistance aux insecticides), sans lien direct avec la collecte ou l'identification des moustiques.

L'étape de sélection des publications a été réalisée par une seule personne. Des précisions complémentaires concernant les aspects méthodologiques de la revue de la littérature sont présentées dans l'annexe 1, dont le plan de concepts et les requêtes utilisées pour interroger les bases de données.

### 3.1.2 Consultation d'experts

Deux rencontres de consultation d'experts ont été tenues les 17 novembre et 12 décembre 2025. Ces rencontres ont réuni des membres du Groupe d'experts sur les MTM ainsi que d'autres experts ayant une expérience en surveillance entomologique des moustiques invasifs. Les objectifs de ces consultations étaient de présenter le projet et son contexte, de recueillir des informations sur des méthodes de collecte de données entomologiques déjà expérimentées par les experts et d'identifier d'éventuelles méthodes complémentaires non recensées dans la littérature.

### 3.1.3 Extraction des données et synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts en vue de l'inventaire et de la description des méthodes

Les données ont été extraites par une seule personne à l'aide d'un tableau, élaboré afin de recueillir les informations pertinentes à la description des études incluses et des méthodes de collecte de données entomologiques recensées (voir annexe 2). Les variables extraites visaient à documenter les informations générales sur les publications (p. ex. auteurs, année, lieu et période d'étude), la description des méthodes de collecte de données entomologiques (p. ex. nature du système, type d'échantillon, stade de développement ciblé, protocole d'échantillonnage, contexte d'utilisation), ainsi que les informations générales sur les forces et les limites des méthodes.

L'ensemble des informations extraites des publications issues de la littérature scientifique et grise et des consultations d'experts a été regroupé afin d'établir un inventaire des méthodes de collecte de données entomologiques sur les moustiques invasifs (ALB et AEG) et d'en décrire leurs principales caractéristiques.

## 3.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC

L'analyse comparative des méthodes s'est déroulée selon les étapes suivantes :

### 3.2.1 Sondage pour le choix des critères et développement de la grille d'analyse

Un sondage auprès des membres du groupe d'experts MTM a été réalisé afin de cibler et de prioriser les critères d'analyse les plus pertinents pour comparer les méthodes de collecte de données sur les moustiques invasifs (voir annexe 3). Les critères se sont inspirés des attributs des

systèmes de surveillance proposés dans le guide méthodologique de l'ECDC[2] (39), utilisés comme point de départ. Ces attributs incluaient : l'exhaustivité et la validité, la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive (VPN), la valeur prédictive négative (VPP), le délai de détection, la représentativité, la simplicité, la flexibilité, l'acceptabilité, la stabilité, la fiabilité et l'adéquation. Leurs définitions sont détaillées dans le guide de l'ECDC. Comme ces attributs ont été conçus pour l'évaluation de programmes de surveillance plutôt que pour l'analyse de méthodes individuelles, le sondage a permis d'en valider la pertinence et l'importance au regard des objectifs de surveillance visés (détection de l'introduction ou suivi de l'établissement). L'évaluation de ces critères reposait sur une approche dichotomique (oui/non), où les participants indiquaient si chaque critère devait être retenu ou non (voir l'annexe 3 pour le questionnaire complet). Le questionnaire comprenait également une section de commentaires permettant aux experts de suggérer des critères additionnels qu'ils jugeaient importants et de formuler des observations sur la pertinence ou la complémentarité des critères proposés. De plus, des échanges sur ces critères ont aussi permis d'en ajouter de nouveaux à la liste.

À l'issue de ce processus, une grille d'analyse a été développée à partir des critères retenus.

### 3.2.2 Utilisation des données de la littérature pour remplir la grille d'analyse

Les informations nécessaires pour remplir la grille d'analyse ont été extraites à partir des publications incluses dans la revue de la littérature (section 3.1). Ces informations concernaient celles relatives aux critères d'analyse utilisés pour la comparaison des méthodes (p. ex. sensibilité, spécificité). Elles ont ensuite été synthétisées et traduites en une notation qualitative à trois niveaux (faible, moyen, élevé), selon le processus décrit à l'annexe 6. Cette notation s'est inspirée d'approches qualitatives utilisées dans l'évaluation de système de surveillance (40).

Dans le cadre de ce projet, le processus de priorisation des méthodes reposait d'abord sur leur analyse selon les critères définis comme les plus pertinents, puis sur leur classement en fonction du nombre de critères pour lesquels elles obtenaient des performances élevées.

### 3.2.3 Consultation d'experts

Une rencontre avec le groupe d'experts sur les MTM, a été tenue le 19 janvier 2026. Elle visait à présenter la grille d'analyse et à discuter des résultats préliminaires issus de la comparaison, afin de recueillir le jugement des experts. Les échanges ont également permis d'obtenir des compléments d'information sur des aspects peu documentés ou incertains dans la littérature, contribuant ainsi à l'interprétation.

[2] L'ECDC a été choisi en raison de ses nombreuses publications portant sur la surveillance des moustiques invasifs et de son expérience solide acquise au fil de plusieurs années dans ce domaine. L'utilisation de ces critères permet de s'appuyer sur un cadre d'analyse reconnu et éprouvé, tout en assurant la comparabilité des méthodes de surveillance des moustiques invasifs.

### 3.2.4 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts en vue de la comparaison des méthodes

Les informations issues de la revue exploratoire de la littérature et des consultations d'experts ont été compilées afin de produire une synthèse des résultats de l'analyse comparative. Pour les méthodes reconnues dans le guide de l'ECDC sur la surveillance des moustiques invasifs, seules celles décrites dans au moins trois publications ont été incluses dans l'analyse comparative, afin d'assurer la disponibilité d'une information suffisante. Les méthodes non mentionnées dans ce guide ont été analysées, même lorsque le nombre de publications les décrivant était inférieur à trois.

## 3.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec

### 3.3.1 Consultation d'experts

Durant la rencontre du 19 janvier 2026 (voir section 3.2.3), une discussion dirigée a permis de prioriser les méthodes de collecte de données entomologiques à privilégier pour la détection de l'introduction et le suivi de l'établissement des moustiques invasifs (ALB et AEG). Les échanges se sont appuyés sur la grille d'analyse issue de la synthèse des informations extraites de la littérature et des consultations antérieures. La démarche adoptée visait à identifier, parmi les méthodes recensées, celles répondant le mieux aux critères analysés, tout en tenant compte du contexte local. Par ailleurs, un expert international affilié à l'ECDC a également été consulté afin d'obtenir un éclairage complémentaire sur la performance et la faisabilité des différentes méthodes de collecte de données entomologiques utilisées pour la détection et le suivi des moustiques invasifs. Cet expert a été identifié sur recommandation d'un membre du groupe d'experts sur les MTM.

# 4 RÉSULTATS

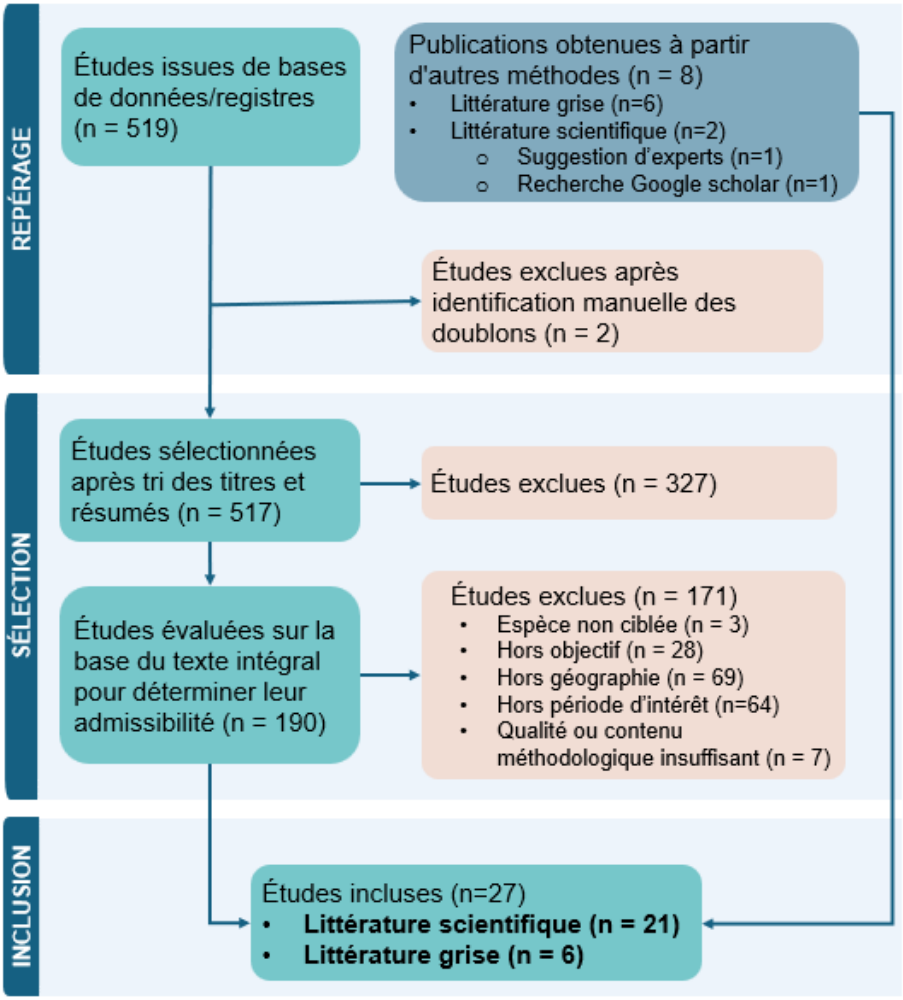
## 4.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques

### 4.1.1 Revue de la littérature

#### 4.1.1.1. Portrait des publications identifiées par la revue de la littérature

La stratégie de recherche a permis d'identifier 27 publications uniques, incluant 21 articles scientifiques et 6 publications issues de la littérature grise. Deux des articles scientifiques ont été repérés à la suite de suggestions d'experts et d'une recherche documentaire complémentaire réalisée dans Google Scholar. La figure 1 ci-dessous illustre les grandes étapes de la recherche et de la sélection des publications.

**Figure 1 Diagramme de flux PRISMA de la recherche et de la sélection des publications**



Le nombre de publications par année et par région géographique est présenté dans le tableau 1.

**Tableau 1 Nombre des publications par année et par région géographique (n = 27)**

| Année de publication | Région géographique | | |
|---|---|---|---|
| | Amérique du Nord[c] | Europe de l'Ouest | Asie[d] |
| **2012**[a] | | 1 | |
| **2018**[b] | 1 | | |
| **2019**[b] | 1 | | |
| **2021** | 1 | 3 | |
| **2022** | | 3 | |
| **2023** | 1 | 2 | 2 |
| **2024** | 1 | 4 | |
| **2025** | 2 | 5 | |

[a] Guide de l'ECDC sur la surveillance des moustiques invasifs.

[b] Étude réalisée au Québec ou en Ontario.

[c] Les études nord-américaines retenues dans la revue avaient été réalisées au Canada ou dans des États limitrophes du Québec

[d] Études réalisées en Asie, retenues à titre d'exception aux critères géographiques définis dans la méthodologie (suggestion d'experts ou revue de la littérature).

Près de la moitié des publications portaient sur la surveillance de terrain (n = 13), tandis qu'environ un quart concernaient le développement méthodologique (n = 7). Des revues de littérature (n = 3), des guides (n = 2) et des plans de surveillance (n = 1) complétaient l'ensemble des publications recensées.

#### 4.1.1.2. Inventaire des méthodes de collecte de données entomologiques identifiées dans la littérature

Les publications retenues issues de la littérature scientifique et grise ont permis de recenser 12 méthodes de collecte de données concernant les moustiques invasifs. Ces méthodes sont présentées dans le tableau 2.

### 4.1.2 Consultation d'experts

#### 4.1.1.3. Inventaire des méthodes proposées par les experts

Les consultations d'experts ont principalement permis de confirmer certaines méthodes recensées dans la littérature et ont également permis d'identifier une méthode non recensée. L'utilisation de pièges intelligents de type « Internet des objets » (IoT)[3] a ainsi été proposée comme méthode de collecte de données entomologiques supplémentaire. Cette méthode, qui repose sur des dispositifs automatisés de collecte et de transmission des données, est décrite dans la publication de Liu et coll. (2023) (41).

### 4.1.3 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts

Le tableau 2 présente :

- l'inventaire final des méthodes de collecte de données entomologiques recensées à partir de la revue de la littérature et des consultations d'experts;
- une synthèse descriptive précisant, pour chacune des méthodes, leur finalité, leur fonctionnement, la cible entomologique, le type d'échantillon, les responsables de la collecte des données, le contexte d'utilisation ainsi que les références associées.

Les méthodes retenues ont été regroupées en deux catégories :

- Les **méthodes traditionnelles** : correspondant aux techniques de piégeage classique reposant sur une collecte de spécimens de moustiques sur le terrain. Elles permettent de collecter des spécimens de moustiques à différents stades de leur cycle biologique (œufs, larves et adultes), au moyen de dispositifs de piégeage adaptés aux stades ciblés.
- Les **méthodes innovantes** : regroupant les approches alternatives ou innovantes, incluant notamment les pièges intelligents, ainsi que d'autres méthodes ne reposant pas exclusivement sur le piégeage classique.

Les méthodes présentées dans le tableau 2 peuvent être utilisées tant pour la détection de l'introduction que pour le suivi de l'établissement des moustiques invasifs.

[3] IoT ( « Internet of Things » en anglais) : ensemble d'objets physiques connectés à Internet, équipés de capteurs et de technologies de communication, permettant de collecter, de transmettre et d'analyser automatiquement des données en temps réel.

**Tableau 2 Inventaire final et description des méthodes de collecte de données concernant les Aedes invasifs (ALB et AEG)**

| *Méthode* | *Finalité de la méthode* | *Fonctionnement* | *Cible entomologique* | *Type d'échantillon* | *Collecte de données professionnelle ou citoyenne* | *Références* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Méthodes traditionnelles*** | | | | | | |
| **« Ovitrap »** | • Collecte | • Pièges qui consistent à simuler un site de ponte artificiel afin de recueillir les œufs.<br>• Ils reposent sur le comportement de ponte des femelles gravides (femelles portant des œufs en développement et se préparant à la ponte). | • Œufs | • Spécimen de moustique | • Professionnels<br>• Citoyens | (1,2,12,13,13, 21,36,42–53) |
| **Échantillonnage larvaire** | • Collecte | • Méthode qui consiste à prélever directement de l'eau dans les gîtes larvaires, à l'aide d'épuisettes, de louches, de pipettes ou d'autres outils de prélèvement adaptés, pour collecter les larves et/ou les nymphes.<br>• Elle repose sur le comportement reproducteur des moustiques. | • Larves / nymphes | • Spécimen de moustique | • Professionnels<br>• Citoyens | (1,42,45,52) |
| **« BG-Sentinel »** | • Collecte | • Pièges qui consistent à aspirer des moustiques adultes en imitant un hôte humain à l'aide d'attractifs olfactifs synthétiques (« BG-Lure ») et/ou du $CO_2$.<br>• Ils reposent sur le comportement de recherche d'un repas sanguin chez les femelles adultes. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels<br>• Citoyens | (1,2,12,21,36, 42,42,44–49,52–56) |
| **« Gravid Trap »** | • Collecte | • Pièges qui consistent à simuler un site de ponte riche en matières organiques.<br>• Ils reposent sur le comportement de recherche de sites de ponte des femelles gravides. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels<br>• Citoyens | (1,2,36,42,45, 57) |
| **Pièges lumineux** | • Collecte | • Pièges qui consistent à attirer des moustiques adultes à l'aide d'une source lumineuse, souvent combinée au $CO_2$.<br>• Ils reposent sur l'attraction des moustiques pour la lumière et sur le comportement de recherche d'hôtes en vue d'un repas sanguin. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels<br>• Citoyens | (12,53,54,56) |
| **Pièges « Mosquito-Magnet »** | • Collecte | • Pièges qui consistent à aspirer des moustiques adultes en produisant du $CO_2$ et en diffusant des attractifs afin de simuler la présence d'un hôte mammifère.<br>• Ils reposent sur le comportement de recherche d'hôtes en vue d'un repas sanguin chez les femelles adultes. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels | (1,45,57) |

**Tableau 2 Inventaire final et description des méthodes de collecte de données concernant les Aedes invasifs (ALB et AEG) (suite)**

| *Méthode* | *Finalité de la méthode* | *Fonctionnement* | *Cible entomologique* | *Type d'échantillon* | *Collecte de données professionnelle ou citoyenne* | *Références* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Méthodes traditionnelles*** | | | | | | |
| **Pièges collants** | • Collecte | • Pièges qui consistent à capturer des moustiques adultes à l'aide de surfaces engluées, parfois associées à des attractifs visuels ou olfactifs.<br>• Ils reposent sur le comportement de repos des moustiques adultes. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels | (1,45) |
| **Capture sur appât humain** | • Collecte | • Méthode qui consiste à capturer directement des moustiques adultes attirés par un hôte humain.<br>• Elle repose sur le comportement de recherche d'hôtes en vue d'un repas sanguin chez les femelles adultes. | • Adultes | • Spécimen de moustique | • Professionnels | (1,45–47) |
| ***Méthodes innovantes*** | | | | | | |
| **Pièges intelligents (p. ex. BGM-VECTRACK ou IoT)** | • Collecte | • Les pièges intelligents sont des dispositifs de piégeage intégrant des technologies automatisées de détection, d'identification et de transmission des données.<br>• Ils permettent de détecter le passage ou la capture de moustiques adultes en combinant des attractifs (p. ex. $CO_2$, leurres olfactifs) avec des capteurs optiques (p. ex. pièges IoT ou internet des objets) ou acoustiques (p. ex. pièges BGM-VECTRACK).<br>• Les données collectées sont traitées localement ou transmises en temps réel vers une plateforme numérique, où elles peuvent être analysées automatiquement à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique ou d'autres outils d'intelligence artificielle. | • Adultes | • Photo / spécimen | • Professionnels | (41,58) |
| **Dépôt de photo sur application ou plateforme Web** | • Collecte | • La méthode de dépôt de photos permet de transmettre des photos de moustiques sur une application mobile ou une plateforme Web (p. ex. Mosquito Alert ou iNaturalist).<br>• Elle repose souvent sur la participation citoyenne.<br>• Les images soumises, directement géolocalisées et datées, sont examinées par des experts ou analysées à l'aide d'outils d'intelligence artificielle. | • Adultes | • Photo | • Professionnels<br>• Citoyens | (42,44,49,52, 59) |

**Tableau 2 Inventaire final et description des méthodes de collecte de données concernant les Aedes invasifs (ALB et AEG) (suite)**

| *Méthode* | *Finalité de la méthode* | *Fonctionnement* | *Cible entomologique* | *Type d'échantillon* | *Collecte de données professionnelle ou citoyenne* | *Références* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Méthodes innovantes*** | | | | | | |
| **ADNe** | • Collecte et identification | • L'ADNe consiste à détecter la présence de moustiques à partir de traces d'ADN issus d'œufs, de larves ou de restes biologiques, laissées dans l'eau des gîtes larvaires.<br>• Les échantillons sont analysés en laboratoire à l'aide de méthodes moléculaires (PCR). | • Présence de l'espèce (par détection indirecte, ciblant les stades immatures (œufs et/ou larves)) | • Eau | • Professionnels<br>• Citoyens | (52,60) |
| **Détection moléculaire (PCR[a])** | • Identification | • Les méthodes de détection moléculaire permettent l'identification d'espèces par l'analyse du matériel génétique (ADN ou ARN) extrait de spécimens de moustiques, d'autres échantillons biologiques (p. ex. pattes ou ailes de moustiques) ou environnementaux (p. ex. eau).<br>• Après extraction de l'ADN ou de l'ARN en laboratoire, des techniques de PCR[a] ou d'autres méthodes moléculaires sont utilisées pour identifier précisément une ou plusieurs espèces cibles. | • Présence de l'espèce (par détection indirecte, ciblant tous les stades de développement) | • Spécimen moustique / eau | • Professionnels | (52,61) |

[a] Il existe différentes variantes de PCR, notamment :

- qPCR (ou PCR en temps réel): technique de détection moléculaire permettant de détecter et de quantifier en temps réel une cible génétique spécifique (ADN ou ARN) à l'aide de marqueurs fluorescents.
- qPCR à haut débit : variante de la qPCR permettant l'analyse simultanée d'un grand nombre d'échantillons et/ou de cibles génétiques grâce à des systèmes automatisés.
- PCR multiplex : technique de PCR permettant la détection simultanée de plusieurs cibles génétiques grâce à un seul test.

## 4.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC

### 4.2.1 Sondage pour le choix des critères d'analyse

Le sondage auprès des experts a permis de prioriser les critères d'analyse à retenir pour l'analyse comparative des méthodes de collecte de données concernant les moustiques invasifs. Au total, cinq experts sur six ont répondu au sondage, correspondant à un taux de participation de 83 %. Les résultats détaillés du sondage sont présentés à l'annexe 4.

Les critères ont été classés en fonction du pourcentage de réponses obtenues pour chacun d'eux, selon les seuils suivants :

- critère très important : ≥ 70 %;
- critère important : entre 50 % et 69 %;
- critère moins important : < 50 %.

Sur la base des résultats du sondage et des échanges tenus lors des consultations d'experts, les critères retenus pour l'analyse ont été classés selon leur importance pour la détection de l'introduction et pour le suivi de l'établissement des moustiques invasifs.

- Pour la détection de l'introduction, les critères jugés très importants étaient la sensibilité, la spécificité et le délai de détection; tandis que les critères jugés importants étaient la simplicité et la flexibilité.
- Pour le suivi de l'établissement, les critères jugés très importants étaient la représentativité, la simplicité, la flexibilité ainsi que la stabilité, la fiabilité et l'adéquation; tandis que les critères jugés importants étaient la spécificité et le délai de détection.

Par ailleurs, à la suite des discussions lors d'une rencontre d'experts, le critère de reconnaissance et de niveau de maturité a été proposé comme indispensable et a été intégré à l'analyse, indépendamment des résultats du sondage. Dans le cadre de ce projet, ce critère a été défini comme le niveau de déploiement et de validation des méthodes de surveillance. Il reposait sur les éléments suivants :

1. la présence des méthodes dans des guides officiels;
2. leur utilisation documentée dans des contextes variés (p. ex. géographiques, socio-économiques);
3. leur niveau d'intégration dans les programmes de surveillance gouvernementaux (p. ex. utilisation systématique, complémentaire ou limitée à des projets pilotes);
4. l'existence d'au moins trois publications scientifiques répondant aux critères de la revue de la littérature et documentant ces méthodes.

**Remarques :**

- Les résultats du sondage ont permis de mettre en évidence que certains critères présentaient des recoupements et ne nécessitaient pas d'être considérés séparément dans le cadre de l'analyse. Ainsi, les critères d'exhaustivité et de validité ont été jugés étroitement liés à d'autres critères retenus (p. ex. la représentativité, sensibilité). Par ailleurs, les notions de sensibilité et de spécificité ont été privilégiées par rapport à celles de VPP et de VPN, car elles sont indépendantes de la prévalence et donc plus opérationnelles dans un contexte d'émergence. En conséquence, ces critères n'ont pas été analysés distinctement dans la grille d'analyse.
- Le critère de représentativité s'est avéré difficile à documenter, puisqu'il est non seulement influencé par la méthode d'échantillonnage, mais aussi étroitement lié au protocole d'échantillonnage et aux modalités de mise en œuvre. En conséquence, ce critère n'a pas été complété dans le cadre de l'analyse.

### 4.2.2 Utilisation des données de la littérature pour remplir la grille d'analyse

Les données issues de la littérature ont permis de compléter une grille d'analyse à partir d'informations factuelles rapportées dans les publications retenues (voir annexe 5). Les informations ont ensuite été synthétisées et traduites en une notation qualitative à trois niveaux (faible, moyen, élevé) pour chacun des critères retenus (voir tableau 3).

**Remarque :**

Parmi les douze méthodes identifiées dans la revue de la littérature, huit ont été retenues pour la grille d'analyse. Les pièges intelligents ont toutefois été distingués en deux types (piège intelligent BGM-VECTRACK et piège intelligent IoT), portant à neuf le nombre de méthodes présentées dans la grille d'analyse. Les méthodes exclues comprennent les pièges lumineux, les pièges collants et les pièges « Mosquito Magnet », ainsi que la méthode de capture sur appât humain.

Les pièges lumineux, bien qu'utilisés en surveillance entomologique générale, ont été exclus, car ils sont reconnus comme étant peu spécifiques aux moustiques du genre *Aedes* (1,12,62). De même, les pièges collants et les pièges « Mosquito Magnet » n'ont pas été inclus, ceux-ci étant peu ou rarement appliqués en pratique, bien qu'ils soient recommandés par l'ECDC depuis 2012. Enfin, la méthode de capture sur appât humain n'a pas été considérée en raison des enjeux éthiques qu'elle soulève, limitant son applicabilité dans un contexte de surveillance en santé publique (63).

## Tableau 3 Analyse comparative des méthodes selon les critères d'analyse retenus

| *Contexte d'utilisation* | **CRITÈRES D'ANALYSE RETENUS** | | | | | | | *Nombre de références analysées* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Reconnaissance et niveau de maturité** | **Sensibilité** | **Spécificité** | **Délai de détection** | **Simplicité** | **Flexibilité** | **Stabilité, fiabilité et adéquation** | |
| ***Détection de l'introduction*** | *Indispensable* | *Très important* | *Très important* | *Très important* | *Important* | *Important* | | |
| ***Suivi de l'établissement*** | | | *Important* | *Important* | *Très important* | *Très important* | *Très important* | |
| **« Ovitrap »** | Élevée | Élevée | Moyenne | Faible | Élevée | Élevée | Moyenne | *18* |
| **Échantillonnage larvaire** | Élevée | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Moyenne | *4* |
| **« BG-sentinel »** | Élevée | Élevée | Moyenne | Élevée | Moyenne | Élevée | Élevée | *18* |
| **« Gravid Trap »** | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Élevée | Moyenne | Moyenne | Moyenne | *6* |
| **Dépôt de photos**[a] | Moyenne | Moyenne | Moyenne | Élevée | Élevée | Élevée | Faible | *5* |
| **ADNe** | Faible | Élevée | Élevée | Moyenne | Faible | Élevée | Moyenne | *2* |
| **Détection moléculaire par PCR** | Faible | Élevée | Élevée | Élevée | Moyenne | Élevée | Moyenne | *2* |
| **Piège intelligent BGM-VECTRACK** | Faible | Élevée | Élevée | Élevée | Moyenne | Élevée | Élevée | *1* |
| **Piège intelligent IoT** | Faible | Moyenne | Moyenne | Élevée | Moyenne | Élevée | Élevée | *1* |

[a] Sur application ou plateforme Web.

**Note** : Les cellules en bleu clair indiquent le niveau d'importance de chaque critère (important, très important, indispensable) pour les deux contextes d'utilisation des méthodes, à savoir la détection de l'introduction de l'espèce et le suivi de son établissement. Lorsque la cellule en bleu clair est vide, cela indique que le critère n'a pas été retenu pour le contexte en question.

En tenant compte du critère « reconnaissance et de niveau de maturité », les méthodes ayant obtenu **un score moyen ou élevé** ont été identifiées comme les plus pertinentes pour la détection de l'introduction et le suivi de l'établissement des moustiques invasifs. Ces méthodes incluent: les pièges « Ovitrap », les pièges « BG-Sentinel », les pièges de type « Gravid Trap », l'échantillonnage larvaire ainsi que le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement.

Lorsque l'ensemble des autres critères d'analyse est considéré, notamment ceux ayant obtenu **au moins trois scores élevés**, les méthodes jugées les plus performantes étaient les pièges « Ovitrap » et les pièges « BG-Sentinel » ainsi que le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement.

### 4.2.3 Consultation d'experts

La consultation d'experts a permis d'apporter des compléments d'information pour interpréter les résultats de l'analyse. Il a été notamment souligné que la grille d'analyse reflète principalement la performance des méthodes de collecte de données entomologiques décrites dans la littérature. La faisabilité de mise en œuvre des méthodes dans le contexte du Québec dépend de plusieurs conditions techniques et opérationnelles (voir tableau 4).

### 4.2.4 Synthèse des informations issues de la littérature et de la consultation d'experts

La grille d'analyse a permis de synthétiser les principales forces et limites, usages et conditions de mises en œuvre des trois méthodes de collecte de données entomologiques jugées les plus pertinentes au regard des critères d'analyse (tableau 4). Les informations relatives aux autres méthodes sont présentées dans l'annexe 7.

## Tableau 4 Synthèse comparative des trois méthodes de collecte de données entomologiques les plus pertinentes

| *Méthode* | *Catégorie de méthode* | *Forces* | *Limites* | *Usages privilégiés* | *Exemples de conditions de mise en œuvre* |
|---|---|---|---|---|---|
| **« Ovitrap »** | Traditionnelle | • Méthode largement reconnue et documentée<br>• Bonne sensibilité pour détecter l'introduction<br>• Méthode simple et peu coûteuse<br>• Déployable par des professionnels et des citoyens | • Spécificité limitée sans validation experte<br>• Délai lié à l'éclosion et à l'identification des œufs<br>• Ne permet pas d'estimer l'abondance adulte | • Détection de l'introduction<br>• Surveillance structurée et répétée dans le temps<br>• Points d'entrée et zones à risque | • Disponibilité du matériel de collecte et des ressources logistiques<br>• Main-d'œuvre qualifiée pour les activités de terrain et de laboratoire<br>• Expertise entomologique et moléculaire<br>• Développement de protocoles adaptés |
| **« BG-sentinel »** | Traditionnelle | • Méthode de référence pour les *Aedes*<br>• Capture directe des moustiques adultes<br>• Bonne sensibilité et robustesse<br>• Indicateurs exploitables en santé publique | • Nécessite une alimentation électrique<br>• Maintenance requise<br>• Risque de vol sur le terrain | • Détection de l'introduction<br>• Suivi spatio-temporel de l'établissement<br>• Surveillance principale à long terme | |
| **Dépôt de photos (application ou plateforme Web)** | Innovante/ complémentaire | • Large couverture territoriale<br>• Faible coût<br>• Détection rapide de signaux émergents<br>• Mobilisation et sensibilisation des citoyens | • Dépendance à la participation citoyenne<br>• Biais spatiaux (surreprésentation des zones où les citoyens soumettent des photos)<br>• Qualité variable des signalements<br>• Validation experte nécessaire | • Surveillance complémentaire<br>• Détection élargie de l'introduction<br>• Appui au ciblage des méthodes traditionnelles | • Infrastructure numérique adéquate<br>• Ressources pour le tri et la validation des signalements<br>• Expertise entomologique et en développement d'outils d'intelligence artificielle<br>• Protocoles clairs de validation, ainsi que des activités de communication, de sensibilisation<br>• Gestion des enjeux liés à l'accessibilité et à la confidentialité des métadonnées |

## 4.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec

### 4.3.1 Consultation d'experts

Dans ce contexte, les recommandations présentées ci-dessous, fondées sur les résultats obtenus précédemment et consolidées par les contributions d'experts, s'appuient principalement sur les enjeux de détection de l'introduction de deux espèces d'*Aedes* invasifs, tout en intégrant des orientations permettant d'anticiper un éventuel établissement de ces populations.

**Recommandation principale**
S'appuyer sur une combinaison structurée de méthodes de collecte de données sur les *Aedes* invasifs.

Une stratégie de surveillance reposant sur la combinaison de méthodes permettrait de structurer à la fois une **surveillance principale** fondée sur des méthodes traditionnelles de piégeage de spécimens de moustiques et une **surveillance complémentaire** reposant sur le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement.

**Recommandation spécifique – Surveillance principale**
S'appuyer sur les méthodes traditionnelles de piégeage de spécimens de moustiques.

- Les méthodes traditionnelles de piégeage, incluant les pièges de type « Ovitrap » ou les « BG-sentinel », constituent la base de la surveillance des moustiques invasifs (ALB et AEG).
- La surveillance principale vise en priorité les principaux points d'entrée nationaux et internationaux (ports, aéroports, gares ferroviaires, postes-frontières terrestres, corridors routiers et ferroviaires transfrontaliers), ainsi que d'autres zones à risque d'introduction et de développement des moustiques (p. ex. lieux d'entreposage de pneus, sites de stockage ou de distribution de bambous).

**Recommandation spécifique – Surveillance complémentaire**
S'appuyer sur le dépôt sur des applications ou plateformes Web de signalements citoyens.

- Le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement constitue un outil de surveillance complémentaire, venant appuyer la surveillance principale basée sur les méthodes de piégeage sans s'y substituer.
- Les emplacements sont déterminés par la localisation des citoyens participants.

**Remarque :** Aucune distinction stricte n'a été établie entre les méthodes applicables à la détection de l'introduction et celles utilisées pour le suivi de l'établissement, ces deux objectifs reposant généralement sur les mêmes méthodes de collecte de données entomologique. La différence réside principalement dans les modalités du protocole d'échantillonnage, notamment en termes de couverture spatio-temporelle et de représentativité des données et dans l'interprétation des données.

Le suivi de l'établissement repose ainsi sur l'analyse, dans le temps, des signaux détectés lors de la phase d'introduction (1,12). L'établissement ne peut être considéré qu'en cas de détections répétées sur plusieurs années consécutives, indiquant le maintien d'une population locale viable (16,64,65). La définition précise de l'établissement d'un moustique invasif varie toutefois selon les sources, certaines reposant sur deux ou trois années consécutives de détection et/ou sur l'observation de plusieurs stades de développement (œufs, larves et adultes), témoignant d'une reproduction sur place (16,64,65).

# 5 DISCUSSION

## 5.1 Identification des différentes méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG et description de leurs principales caractéristiques

L'analyse de la littérature met en évidence une diversité de méthodes de collecte de données entomologiques ciblant ALB et AEG, variant des méthodes traditionnelles aux méthodes innovantes. Les méthodes traditionnelles de piégeage, en particulier les pièges « Ovitrap » (ou pièges pondoirs) et les pièges à moustiques adultes de type « BG-Sentinel », demeuraient largement dominantes dans la littérature scientifique et grise et constituent la base des recommandations figurant dans les guides officiels, comme celui de l'ECDC (1). À l'inverse, les méthodes plus innovantes, telles que l'ADNe, les méthodes moléculaires et les pièges intelligents, étaient sous-représentées, tant dans les publications scientifiques que dans les guides de référence. Cela limite, à ce stade, leur reconnaissance et leur intégration dans les stratégies de surveillance de routine.

En outre, les résultats montraient une large utilisation des méthodes de piégeage recommandées par les guides existants dans les contextes nord-américains et européens. Les pièges « Ovitrap » et « BG-Sentinel » étaient ainsi fréquemment mobilisés pour la détection de l'introduction et le suivi des populations établies (2,12,21,36,42,44,53). Ces méthodes ont déjà été mises en œuvre dans le contexte du Québec, où elles ont produit des résultats jugés prometteurs (2,36), confirmant leur applicabilité dans le contexte local et leur capacité à générer des données pertinentes pour la santé publique.

Par ailleurs, des méthodes impliquant la participation citoyenne, telles que le dépôt de photos sur des plateformes Web citoyennes de signalement et d'autres formes de participation active de citoyens, ont été testées dans différentes provinces canadiennes (Ontario, Terre-Neuve et Labrador, Colombie Britannique et Nouveau Brunswick)[4] (52,66). Les moustiques du genre *Aedes*, en raison de leur morphologie particulièrement distinctive, sont généralement faciles à identifier par les participants (52). Ces méthodes visent principalement à renforcer la sensibilité globale des systèmes de surveillance et à élargir la couverture territoriale, en particulier dans les zones peu ou pas couvertes par une surveillance entomologique traditionnelle (42,44,52,59). Bien que ces approches fassent l'objet d'un intérêt croissant, leur utilisation demeure limitée à un rôle complémentaire (42,44,52,66), en raison de la variabilité de la qualité des données produites, ce qui nécessite une validation par un entomologiste expert.

[4] **Terre-Neuve-et-Labrador** : collecte de spécimens de moustiques par des citoyens dans des régions éloignées, permettant d'obtenir des données pertinentes à moindre coût. **Ontario (région de Windsor)** : projet TIMO-CS, développée en collaboration avec l'Agence de la santé publique du Canada, visant à compléter les méthodes de surveillance existantes et à détecter la présence d'ALB. **Colombie-Britannique** : campagne de participation citoyenne incitant les résidents à transmettre des spécimens de moustiques pour analyse, contribuant à l'amélioration des connaissances sur les populations locales. **Nouveau-Brunswick** : initiative de piégeage pendant la période estivale impliquant des bénévoles pour le suivi des populations locales de moustiques.

Les méthodes reposant sur la détection d'ADNe, quant à elles, étaient peu représentées dans la littérature consultée, avec seulement deux publications identifiées. À ce stade, l'utilisation de cette méthode pour la détection d'ALB demeure limitée, et dépend notamment des protocoles de prélèvement utilisés. Bien que certaines approches d'ADNe aient montré un potentiel d'application, notamment à partir d'échantillons d'eau provenant de gîtes larvaires ou des supports de piégeage (p. ex. pièges « Ovitrap ») (67), leur valeur ajoutée par rapport à d'autres méthodes moléculaires (p. ex. PCR sur œufs) demeure incertaine.

Enfin, la méthodologie présente des limites qu'il convient de prendre en compte dans l'interprétation des résultats. Dans le cadre de cette revue exploratoire, l'horizon spatial et temporel de l'analyse a été délimité afin de maintenir une démarche compatible avec les objectifs du mandat et de cibler les publications les plus pertinentes et récentes. Ces limites ont pu affecter la représentativité de certaines méthodes recensées et restreindre la documentation de celles pour lesquelles la littérature disponible était limitée. Par ailleurs, certaines méthodes émergentes ou moins documentées pourraient ne pas avoir été recensées dans le cadre de la revue en raison des critères de sélection appliqués. Cela souligne l'intérêt de compléter la revue de la littérature par des consultations d'experts afin d'identifier des approches innovantes.

## 5.2 Comparaison des méthodes à l'aide d'une grille d'analyse inspirée des attributs de surveillance définis par l'ECDC

L'analyse comparative des différentes méthodes de collecte de données entomologiques met en évidence une variabilité importante des performances selon les critères d'analyse considérés. Aucune méthode ne répond de manière satisfaisante à l'ensemble des critères analysés, confirmant l'absence de solution unique et universelle pour la collecte de données sur les moustiques invasifs.

Certaines méthodes présentent ainsi de bonnes performances sur des critères spécifiques, tels que la sensibilité ou la capacité de détection dans un court délai (p. ex. les pièges intelligents, l'ADNe et les autres méthodes moléculaires), mais s'avèrent peu réalistes en pratique, en raison de contraintes logistiques, techniques, organisationnelles ou liées aux ressources disponibles. Dans ce contexte, le critère relatif à la reconnaissance et au niveau de maturité des méthodes est apparu comme indispensable pour l'orientation des recommandations.

En revanche, les méthodes traditionnelles de piégeage de moustiques (p. ex. « Ovitrap », « BG-Sentinel », « Gravid Trap ») bénéficient d'un niveau de maturité élevé et sont largement documentées et intégrées dans les guides de référence. Elles présentent une bonne robustesse, une reproductibilité et une acceptabilité importantes, par rapport à des approches plus innovantes, mais encore insuffisamment éprouvées. Néanmoins, si certaines méthodes innovantes présentent des performances intéressantes sur le plan théorique, leur intégration dans la surveillance de routine pourrait être envisagée de manière progressive, à mesure que leur niveau de maturité et leur faisabilité opérationnelle seront mieux documentés.

Cette analyse comparative comporte certaines limites méthodologiques. D'une part, elle repose principalement sur des études hétérogènes, parfois peu comparables entre elles en raison de protocoles, de contextes d'application et d'objectifs différents. D'autre part, peu de données sont disponibles concernant la représentativité des méthodes, celle-ci dépendant davantage des modalités de mise en œuvre que des méthodes elles-mêmes. Néanmoins, les approches fondées sur la participation citoyenne, comme le dépôt de photos, ont une représentativité mieux caractérisée et sont susceptibles de couvrir de larges territoires, bien que celles-ci soient conditionnées par la participation et la localisation des participants (52). Enfin, l'évaluation initiale a été réalisée par une seule personne, bien que les résultats aient été discutés et examinés collectivement par le groupe d'experts, limitant ainsi le risque de biais d'interprétation.

## 5.3 Recommandations des méthodes les plus prometteuses à privilégier en tenant compte du contexte du Québec

Selon les résultats de l'analyse comparative et des spécificités du contexte du Québec, il apparaît pertinent de privilégier une approche de surveillance entomologique combinant plusieurs méthodes afin de pallier les limites propres à chacune. Cette approche s'appuie sur un système intégré, avec une surveillance principale fondée sur des méthodes éprouvées (« Ovitrap » et « BG-Sentinel ») et une surveillance complémentaire reposant sur le signalement citoyen par dépôt de photos, permettant ainsi de renforcer la capacité globale de détection et d'élargir la couverture territoriale du système, notamment dans des régions difficiles d'accès (42,44,59,66,66). Une telle approche permet de diversifier les sources de données, en cohérence avec des travaux récents suggérant de moderniser les systèmes de surveillance par l'intégration de méthodes innovantes, dont la science citoyenne et les outils numériques (68).

Cette orientation est aussi corroborée par les pratiques déployées en Ontario ainsi que dans les États limitrophes du Québec (p. ex. New York et Vermont), où la surveillance repose sur la combinaison de plusieurs méthodes (12,22,56). Elle est également cohérente avec les orientations suggérées par l'ECDC (O. Briet, communication personnelle, 19 décembre 2025).

Les méthodes traditionnelles permettent la production de données robustes, standardisées et comparables dans le temps et dans l'espace, nécessaires à la détection de l'introduction et au suivi spatio-temporel de l'établissement des populations. Les deux méthodes (« Ovitrap » et « BG-sentinel »), déjà mises en œuvre dans le cadre du projet de monitorage des moustiques invasifs au Québec entre 2016 et 2019, ont démontré leur efficacité opérationnelle (2,36). Cette expérience fournit des éléments concrets pour l'adaptation et l'amélioration d'une surveillance future pour le contexte québécois. Par exemple, le déploiement de pièges « Ovitrap » permanents dans certains sites pourrait permettre d'assurer une surveillance continue sans nécessiter de ressources additionnelles.

Les signalements photographiques peuvent contribuer à l'identification de signaux précoces ou de zones émergentes de présence des *Aedes* invasifs, et pourraient orienter le déploiement de méthodes traditionnelles de piégeage (52,66). Le recours à cette méthode fondée sur la participation citoyenne permettrait d'élargir la couverture territoriale, notamment vers des zones non ou peu couvertes par la surveillance principale (42,42,44,52,59,66). Les emplacements sont toutefois conditionnés par la localisation des citoyens participants.

Les méthodes traditionnelles de collecte de données entomologiques sont généralement déployées par des équipes de professionnels, mais plusieurs expériences canadiennes et à l'international montrent qu'elles peuvent aussi s'appuyer sur une participation citoyenne encadrée. Par exemple, en Ontario et à Terre-Neuve-et-Labrador, des citoyens ont participé à la collecte de moustiques à l'aide de trousses de prélèvement fournies, comprenant le matériel de capture et des enveloppes préaffranchies pour l'envoi des spécimens au laboratoire (66). En Europe, certains modèles de surveillance officielle font appel aux citoyens pour l'installation et l'entretien de pièges.

En Allemagne et en Autriche, des pièges (« BG-Sentinel », « Gravid Trap » et « Ovitrap ») ont ainsi été installés et entretenus avec l'appui de citoyens et d'organismes publics dans le cadre de programmes officiels de surveillance des moustiques invasifs (69–71). En Australie, le projet « Mozzie Monitors » mobilise des citoyens qui utilisent des pièges pour capturer des moustiques adultes, les photographient et transmettent les images à une équipe de recherche pour identification, avec une diffusion des résultats sur une plateforme Web accessible au public (52,72). Parmi les différentes modalités de participation citoyenne, le dépôt de photos sur des plateformes citoyennes de signalement demeure la méthode la plus fréquemment utilisée, en raison de sa simplicité et de son accessibilité pour les participants (52,66).

La sélection des méthodes de collecte de données entomologiques à privilégier devrait tenir compte à la fois de leur performance et des capacités opérationnelles des entités chargées du déploiement. Les méthodes impliquant la participation citoyenne, notamment le signalement de moustiques par les citoyens, peuvent contribuer à renforcer la détection de l'introduction des moustiques invasifs et peuvent contribuer à sensibiliser la population aux enjeux des MTM (52,66,69,71). Les rétroactions associées à ces approches peuvent également soutenir l'engagement des participants et favoriser la diffusion de messages de prévention adaptés (p. ex. prévention des piqûres de moustiques).

Une proposition de plan de surveillance entomologique des moustiques exotiques a été publiée par l'INSPQ au cours de l'année 2025 (4) et présente des pistes pour le déploiement de méthodes traditionnelles dans des zones prioritaires comme les points d'entrée nationaux et internationaux (p. ex. ports, aéroports, gares ferroviaires). Des approches complémentaires, telles que la surveillance basée sur la participation citoyenne, pourraient également soutenir les activités de surveillance entomologique. L'élaboration d'un protocole structuré pourrait s'appuyer sur des outils existants, tels que la boîte à outils développée par le CCNSE, qui propose des repères méthodologiques pour la conception, la mise en œuvre et l'encadrement de projets de participation citoyenne (52,66).

# 6 CONCLUSION

Ce projet a permis de dresser un inventaire des méthodes de collecte de données entomologiques concernant les moustiques invasifs (ALB et AEG), couvrant à la fois les contextes de détection de l'introduction et de suivi de l'établissement, et incluant des approches allant des méthodes traditionnelles aux méthodes plus innovantes.

Il a également permis d'analyser la performance de ces méthodes à la lumière de différents critères, mettant en évidence leurs avantages et limites respectifs. Les résultats montrent qu'aucune méthode ne répond à elle seule à l'ensemble des critères retenus, soulignant ainsi la nécessité de privilégier une combinaison d'approches complémentaires.

Enfin, l'étude a permis de comparer les différentes méthodes de collecte de données entomologiques et de formuler des recommandations quant à celles à privilégier dans le contexte du Québec pour la détection des moustiques invasifs (ALB et AEG) et le suivi de leur établissement.

Ces éléments pourraient contribuer à l'adaptation du plan de surveillance entomologique de ces moustiques proposé en 2025, notamment en s'appuyant sur les connaissances disponibles concernant les méthodes de collecte de données entomologiques.

# 7 BIBLIOGRAPHIE


1. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe [Internet]. Stockholm : ECDC; 2012. Disponible sur: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf

2. 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.

3. Robert V. Surveillance entomologique des vecteurs. Santé animale-alimentation. 2015;26.

4. Rakotoarinia MR, Adam-Poupart A, Irace-Cima A, Ouhoumanne N, Bakhiyi B, Therrien C, et al. Surveillance entomologique des arbovirus transmis par les moustiques dans un contexte de changements climatiques au Québec [Internet]. Québec (Québec): Institut national de santé publique du Québec; 2025. Disponible sur: https://www.inspq.qc.ca/publications/3663

5. Garcia-Rejon JE, Navarro JC, Cigarroa-Toledo N, Baak-Baak CM. An updated review of the invasive Aedes albopictus in the Americas; geographical distribution, host feeding patterns, arbovirus infection, and the potential for vertical transmission of dengue virus. Insects. 2021;12(11):967.

6. Souza-Neto JA, Powell JR, Bonizzoni M. Aedes aegypti vector competence studies: A review. Infect Genet Evol. janv 2019;67:191-209. doi:10.1016/j.meegid.2018.11.009 PubMed PMID: 30465912; PubMed Central PMCID: PMC8135908.

7. 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 des maladies transmissibles au Canada. 2019;45(4):108-18.

8. Ogden NH, Milka R, Caminade C, Gachon P. Recent and projected future climatic suitability of North America for the Asian tiger mosquito Aedes albopictus. Parasites & vectors. 2014;7:1-14.

9. 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):5.

10. Kraemer MUG, Reiner RCJ, Brady OJ, Messina JP, Gilbert M, Pigott DM, et al. Past and future spread of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus. Nat Microbiol. mai 2019;4(5):854-63. doi:10.1038/s41564-019-0376-y PubMed PMID: 30833735; PubMed Central PMCID: PMC6522366.

11. Morgan C, Back C, Therrien C, Onil S. Évaluation de l'émergence possible du virus Chikungunya et du risque de transmission vectorielle au Québec [Avis scientifique] [Internet]. Québec (Québec): Institut national de santé publique du Québec; 2014. Disponible sur: https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1971_evaluation_emergence_chikungunya.pdf

12. Giordano BV, Gasparotto A, Liang P, Nelder MP, Russell C, Hunter FF. Discovery of an Aedes (Stegomyia) albopictus population and first records of Aedes (Stegomyia) aegypti in Canada. Medical and Veterinary Entomology. 2020;34(1):10-6. Located at: 2003438680. doi:10.1111/mve.12408

13. Vermont Agency of Agriculture, Food & Markets. Montpellier (Vermont) : Vermont Department of Health; 2025 [Internet]. 2025. 2025 Mosquito-borne Virus Surveillance Report. Disponible sur: https://agriculture.vermont.gov/public-health-agricultural-resource-management-division/plant-health-and-pest-management-2

14. Kache PA, Eastwood G, Collins-Palmer K, Katz M, Falco RC, Bajwa WI, et al. Environmental Determinants of Aedes albopictus Abundance at a Northern Limit of Its Range in the United States. Am J Trop Med Hyg. févr 2020;102(2):436-47. doi:10.4269/ajtmh.19-0244 PubMed PMID: 31833467; PubMed Central PMCID: PMC7008348.

15. Armstrong PM, Andreadis TG, Shepard JJ, Thomas MC. Northern range expansion of the Asian tiger mosquito (Aedes albopictus): Analysis of mosquito data from Connecticut, USA. PLoS Negl Trop Dis. mai 2017;11(5):e0005623. doi:10.1371/journal.pntd.0005623 PubMed PMID: 28545111; PubMed Central PMCID: PMC5451134.

16. Hall DR, Tokarz RE, Field EN, Smith RC. Surveillance and genetic data support the introduction and establishment of Aedes albopictus in Iowa, USA. Scientific reports. 2022;12(1):2143. Located at: 637205510. doi:10.1038/s41598-022-06294-5

17. Ohio Department of Health. Ohio; 2025 [Internet]. 2025. Estimated Distribution of Asian Tiger Mosquitoes Collected in Ohio 2017-2025. Disponible sur: https://odh.ohio.gov/know-our-programs/zoonotic-disease-program/media/aedes-albopictus-distribution-map

18. Bonizzoni M, Gasperi G, Chen X, James AA. The invasive mosquito species Aedes albopictus: current knowledge and future perspectives. Trends Parasitol. sept 2013;29(9):460-8. doi:10.1016/j.pt.2013.07.003 PubMed PMID: 23916878; PubMed Central PMCID: PMC3777778.

19. Farooq Z, Rocklöv J, Semenza JC. Northward expansion of Aedes albopictus-associated arbovirus transmission risk in Europe. Lancet Planet Health. déc 2025;9(12):101378. doi:10.1016/j.lanplh.2025.101378 PubMed PMID: 41207311.

20. 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. Parasites & Vectors. 2022;15(1):303.

21. Vavassori L, Honnen AC, Saarman N, Caccone A, Muller P. Multiple introductions and overwintering shape the progressive invasion of Aedes albopictus beyond the Alps. Ecol Evol. 2022;12(7):7. Located at: Ovid MEDLINE(R) PubMed-not-MEDLINE <2022>. doi:10.1002/ece3.9138

22. New York State Department of Health. New York; 2024 [Internet]. 2024. Mosquito-Borne Illnesses Annual report. Statewide Mosquito-borne Disease Activity Reports. Disponible sur: https://www.health.ny.gov/diseases/mosquitoes/reports/

23. Niebylski ML, Craig GBJ. Dispersal and survival of Aedes albopictus at a scrap tire yard in Missouri. J Am Mosq Control Assoc. sept 1994;10(3):339-43. PubMed PMID: 7807074.

24. Vavassori L, Saddler A, Müller P. Active dispersal of Aedes albopictus: a mark-release-recapture study using self-marking units. Parasit Vectors. 12 déc 2019;12(1):583. doi:10.1186/s13071-019-3837-5 PubMed PMID: 31831040; PubMed Central PMCID: PMC6909613.

25. Fikrig K, Martin E, Dang S, St Fleur K, Goldsmith H, Qu S, et al. The Effects of Host Availability and Fitness on Aedes albopictus Blood Feeding Patterns in New York. Am J Trop Med Hyg. 18 oct 2021;106(1):320-31. doi:10.4269/ajtmh.21-0157 PubMed PMID: 34662859; PubMed Central PMCID: PMC8733534.

26. Fikrig K, Harrington LC. Understanding and interpreting mosquito blood feeding studies: the case of Aedes albopictus. Trends in Parasitology. 1 nov 2021;37(11):959-75. doi:10.1016/j.pt.2021.07.013

27. Vorou R. Zika virus, vectors, reservoirs, amplifying hosts, and their potential to spread worldwide: what we know and what we should investigate urgently. Int J Infect Dis. juill 2016;48:85-90. doi:10.1016/j.ijid.2016.05.014 PubMed PMID: 27208633.

28. Rezza G. Chikungunya and West Nile virus outbreaks: what is happening in north-eastern Italy? European journal of public health. 2009;19(3):236-7. Located at: medline. doi:10.1093/eurpub/ckn135

29. Vasilakis N, Weaver SC. The history and evolution of human dengue emergence. Adv Virus Res. 2008;72:1-76. doi:10.1016/S0065-3527(08)00401-6 PubMed PMID: 19081488.

30. Therrien C. Diagnostic de laboratoire des arboviroses acquises lors d'un voyage ainsi que des arboviroses endémiques en Amérique du Nord [Internet]. Québec (Québec): Institut national de santé publique du Québec; 2025. Disponible sur: https://www.inspq.qc.ca/publications/3687

31. Fournet N, Voiry N, Rozenberg J, Bassi C, Cassonnet C, Karch A, et al. A cluster of autochthonous dengue transmission in the Paris region–detection, epidemiology and control measures, France, October 2023. Eurosurveillance. 2023;28(49):2300641.

32. Branda F, Nakase T, Maruotti A, Scarpa F, Ciccozzi A, Romano C, et al. Dengue virus transmission in Italy: historical trends up to 2023 and a data repository into the future. Scientific data. 2024;11(1):1-11.

33. Tomasello D, Schlagenhauf P. Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe, 2007–2012. Travel medicine and infectious disease. 2013;11(5):274-84.

34. Vita S, Lalle E, Caputi P, Faraglia F, D'Abramo A, Bordi L, et al. Dengue fever as autochthonous infectious disease in Italy: Epidemiological, clinical and virological characteristics. Travel Medicine and Infectious Disease. 2024;62:102762.

35. New York State Department of Health. New York; 2024 [Internet]. 2025. New York State Department of Health Confirms First Locally Acquired Case of Chikungunya in New York State. Disponible sur: https://www.health.ny.gov/press/releases/2025/2025-10-14_chikungunya

36. Forest-Bérard K. Monitorage de l'introduction mécanique accidentelle d'espèces de moustiques du genre Aedes en zone d'établissement potentiel dans le sud du Québec. Institut national de santé publique du Québec; 2019. p. [document non publié]. Located at: [document non publié]

37. Dobbins M. Rapid review guidebook. Natl Collab Cent Method Tools. 2017;13:25.

38. Tricco AC, Antony J, Zarin W, Strifler L, Ghassemi M, Ivory J, et al. A scoping review of rapid review methods. BMC medicine. 2015;13(1):224.

39. European Centre for Disease Prevention and Control. Data quality monitoring and surveillance system evaluation – A handbook of methods and applications [Internet]. Stockholm : ECDC; 2014. Disponible sur: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/Data-quality-monitoring-surveillance-system-evaluation-Sept-2014.pdf

40. Alemu T, Gutema H, Legesse S, Nigussie T, Yenew Y, Gashe K. Evaluation of public health surveillance system performance in Dangila district, Northwest Ethiopia: a concurrent embedded mixed quantitative/qualitative facility-based cross-sectional study. BMC Public Health. 22 oct 2019;19(1):1343. doi:10.1186/s12889-019-7724-y PubMed PMID: 31640662; PubMed Central PMCID: PMC6805593.

41. Liu WL, Wang Y, Chen YX, Chen BY, Lin AYC, Dai ST, et al. An IoT-based smart mosquito trap system embedded with real-time mosquito image processing by neural networks for mosquito surveillance. Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2023;11:1100968. doi:10.3389/fbioe.2023.1100968

42. Eritja R, Sanpera-Calbet I, Delacour-Estrella S, Ruiz-Arrondo I, Puig MA, Bengoa-Paulis M, et al. Integrating Citizen Science and Field Sampling into Next-Generation Early-Warning Systems for Vector Surveillance: Twenty Years of Municipal Detections of Aedes Invasive Mosquito Species in Spain. Insects. 2025;16(9). doi:10.3390/insects16090904

43. Gonzalez-Moreno MA, Miqueleiz-Autor E, Oroz-Santamaria I, Domench-Guembe M, Poveda-Urkixo I. The Silent Conquest of Aedes albopictus in Navarre: Unraveling the Unstoppable Advance of the Tiger Mosquito Invasion in Progress. Insects. 2025;16(8). doi:10.3390/insects16080852

44. Johnston CJ, Edwards AC, Vaux AGC, Abbott AJ, Hardy H, Wilson R, et al. Invasive mosquito surveillance in the United Kingdom 2020 to 2024: First detection of Aedes aegypti eggs in the UK and further detection of Aedes albopictus. PLOS global public health. 2025;5(10):e0004968. doi:10.1371/journal.pgph.0004968

45. Liu QM, Gong ZY, Wang Z. A Review of the Surveillance Techniques for Aedes albopictus. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2023;108(2):245-51. Located at: 2023083414. doi:10.4269/ajtmh.20-0781

46. Luhken R, Brattig N, Becker N. Introduction of invasive mosquito species into Europe and prospects for arbovirus transmission and vector control in an era of globalization. Infectious Diseases of Poverty. 2023;12(1):109. Located at: 2026898383. doi:10.1186/s40249-023-01167-z

47. Giunti G, Becker N, Benelli G. Invasive mosquito vectors in Europe: From bioecology to surveillance and management. Acta Tropica. 2023;239:106832. Located at: 2022303316. doi:10.1016/j.actatropica.2023.106832

48. Romiti F, Ermenegildi A, Magliano A, Rombola P, Varrenti D, Giammattei R, et al. Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) Monitoring in the Lazio Region (Central Italy). Journal of medical entomology. 2021;58(2):847-56. Located at: 633279431. doi:10.1093/jme/tjaa222

49. Eritja R, Delacour-Estrella S, Ruiz-Arrondo I, Gonzalez MA, Barcelo C, Garcia-Perez AL, et al. At the tip of an iceberg: citizen science and active surveillance collaborating to broaden the known distribution of Aedes japonicus in Spain. Parasites and Vectors. 2021;14(1):375. Located at: 2013289637. doi:10.1186/s13071-021-04874-4

50. Carrieri M, Albieri A, Gentili L, Bacchi M, Manzieri AM, Angelini P, et al. Egg data validation in quantitative monitoring of Aedes albopictus in Emilia-Romagna region, Italy. Pathogens and Global Health. 2021;115(2):125-31. Located at: 2007702960. doi:10.1080/20477724.2020.1866375

51. 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 [Internet]. Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible sur: https://www.inspq.qc.ca/publications/3392

52. Pons W, Elmieh N, Garrison K, Santos J, Sarkar A, Zalawadia D. Community science toolkit for mosquito surveillance [Vancouver (BC): National Collaborating Centre for Environmental Health; 2025] [Internet]. National Collaborating Centre for Environmental Health; 2025. Disponible sur: https://ncceh.ca/resources/videos-tools/community-science-toolkit-mosquito-surveillance

53. Bajwa W, Slavinski S, Shah Z, Zhou L, Bazli T. Comprehensive Mosquito Surveillance and Control Plan [Internet]. New York (NY); 2025. Disponible sur: https://www.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/wnv/2025/wnvplan2025.pdf

54. Garrido M, Parra P, Veiga J, Garrigos M, Panisse G, Martinez-de la Puente J. Mosquitoes and the city: effects of urbanization on Aedes albopictus and Culex pipiens captures in southern Spain. Parasites & vectors. 2025;18(1):456. doi:10.1186/s13071-025-07094-2

55. Martinez-de la Puente J, Magallanes S, Gonzalez MA, Ruiz-Lopez MJ, Soriguer RC, Caceres F, et al. The invasive Aedes albopictus in the Donana World Heritage Site. Parasites and Vectors. 2024;17(1):343. Located at: 2031010928. doi:10.1186/s13071-024-06438-8

56. Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets/Vermont Department of Public Health. Arbovirus Surveillance and Response Plan [Internet]. Montpelier, Burlington, VT: Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets - Vermont Department of Public Health; 2024. Disponible sur: https://www.healthvermont.gov/sites/default/files/document/lsid-arbovirus-response-plan-2024.pdf

57. Jeannin C, Perrin Y, Cornelie S, Gloria-Soria A, Gauchet JD, Robert V. Un alien a Marseille : enquetes sur un seul moustique Aedes aegypti vraisemblablement introduit par un navire marchand de l'Afrique tropicale vers l'Europe, An alien in Marseille: investigations on a single Aedes aegypti mosquito likely introduced by a me. Parasite (Paris, France). 2022;29:42. Located at: 639038998. doi:10.1051/parasite/2022043

58. Micocci M, Manica M, Bernardini I, Soresinetti L, Varone M, Di Lillo P, et al. An easier life to come for mosquito researchers: field-testing across Italy supports VECTRACK system for automatic counting, identification and absolute density estimation of Aedes albopictus and Culex pipiens adults. Parasites and Vectors. 2024;17(1):409. Located at: 2031713724. doi:10.1186/s13071-024-06479-z

59. Cull B. Online Crowdsourced Data from iNaturalist Can Assist Monitoring of Invasive Mosquitoes. Insects. 2025;16(2). doi:10.3390/insects16020128

60. Wittwer C, Sharif C, Schock I, Klimpel S. Mosquitoes on a chip-environmental DNA-based detection of invasive mosquito species using high-throughput real-time PCR. PeerJ. 2024;12(9):e17782. Located at: 2034830090. doi:10.7717/peerj.17782

61. Menegon M, Severini F, Toma L, Martignoni M, Di Luca M. Rapid molecular method for early detection of the invasive mosquito Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) at Points of Entry. Acta Tropica. 2025;264:107605. Located at: 2038173646. doi:10.1016/j.actatropica.2025.107605

62. Li Y, Su X, Zhou G, Zhang H, Puthiyakunnon S, Shuai S, et al. Comparative evaluation of the efficiency of the BG-Sentinel trap, CDC light trap and Mosquito-oviposition trap for the surveillance of vector mosquitoes. Parasit Vectors. 12 août 2016;9(1):446. doi:10.1186/s13071-016-1724-x PubMed PMID: 27519419; PubMed Central PMCID: PMC4983048.

63. Al-Shimari F, Albirar M, Kumar R, Lingappa J. Alternatives to the human landing catch. Gates Open Res. 2024;8(86):86.

64. Marini G, Manica M, Arnoldi D, Inama E, Rosà R, Rizzoli A. Influence of Temperature on the Life-Cycle Dynamics of Aedes albopictus Population Established at Temperate Latitudes: A Laboratory Experiment. Insects. 17 nov 2020;11(11). doi:10.3390/insects11110808 PubMed PMID: 33212996; PubMed Central PMCID: PMC7698496.

65. Walther D, Scheuch DE, Kampen H. The invasive Asian tiger mosquito Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) in Germany: Local reproduction and overwintering. Acta Trop. févr 2017;166:186-92. doi:10.1016/j.actatropica.2016.11.024 PubMed PMID: 27876647.

66. Pons W, Elmieh N, Sarkar A, Armijos-Carrion A, Chapman T, Hans A, et al. Community science for mosquito surveillance in Canada: a toolkit for program design and implementation. Canadian Journal of Public Health. 2025;1-10.

67. European Centre for Disease Prevention and Control. Communicable disease threats report, week 13, 2026 [Internet]. 2026. Disponible sur: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Communicable-disease-threats-report-week-13-2026.pdf

68. Ludwig A, Lapen D. Mosquito-Borne Diseases in Canada: Integrated Perspectives on Disease Management and Influences of Environmental and Anthropogenic Factors Affecting the Transmission Cycle. Public Health Challenges. 2025;4(2):e70038.

69. Reichl J, Prossegger C, Eichholzer B, Plauder P, Unterkofler MS, Bakran-Lebl K, et al. A citizen science report-Tiger mosquitoes (Aedes albopictus) in allotment gardens in Graz, Styria, Austria. Parasitology Research. 2024;123(1):79. Located at: 2027692348. doi:10.1007/s00436-023-08106-9

70. Walther D, Kampen H. The Citizen Science Project « Mueckenatlas » Helps Monitor the Distribution and Spread of Invasive Mosquito Species in Germany. J Med Entomol. 7 nov 2017;54(6):1790-4. doi:10.1093/jme/tjx166 PubMed PMID: 29029273; PubMed Central PMCID: PMC5850493.

71. 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):3. Located at: Embase; 614229271. doi:10.1007/s00436-016-5356-z

72. Muzari MO, Devine G, Davis J, Crunkhorn B, van den Hurk A, Whelan P, et al. Holding back the tiger: Successful control program protects Australia from Aedes albopictus expansion. PLoS Negl Trop Dis. févr 2017;11(2):e0005286. doi:10.1371/journal.pntd.0005286 PubMed PMID: 28192520; PubMed Central PMCID: PMC5305203.

# ANNEXE 1 PRÉCISION MÉTHODOLOGIQUE CONCERNANT LA REVUE DE LA LITTÉRATURE

Les requêtes documentaires présentées ci-dessous ont été élaborées afin d'identifier les publications scientifiques relatives aux méthodes de collecte de données sur les moustiques invasifs (ALB et AEG).

### PLAN DE CONCEPT

| Concepts majeurs | Déclinaison en mots-clés |
|---|---|
| Moustiques invasifs (ALB et AEG) | *Aedes aegypti/ or *Aedes albopictus/ or (albopictus or aegypti or "tiger mosquito*" or "Invasive mosquito*" or "mosquito invasion" or "invasive Aedes" |
| Surveillance / détection / établissement / méthodes / outils | surveillance or monitoring or establishment or invasion or invasive or spread or "sentinel site*" or "early detection" or "first detection" or "initial detection" or "vector establishment" or "range expansion" or "citizen science" or "participatory surveillance", "Ovitrap" or "BG-Sentinel" or "BG Sentinel" or "gravid trap" or "larval survey" or "larval search" or "larval sampling" or "habitat survey" or "human landing catch" or PCR or qPCR or eDNA |

### STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR MEDLINE (OVID)

**Interrogée le 13 novembre 2025**

| # | Requête |
|---|---|
| **1** | *Aedes aegypti/ or *Aedes albopictus/ or (albopictus or aegypti or "tiger mosquito*" or "Invasive mosquito*" or "mosquito invasion" or "invasive Aedes").ti,kf. |
| **2** | (surveillance or monitoring or establishment or invasion or invasive or spread or "citizen science" or "sentinel site*" or "early detection" or "first detection" or "initial detection" or "vector establishment" or "range expansion" or "xenomonitoring").ti,kf. |
| **3** | ((mosquito* or entomological*) adj10 ("Ovitrap" or "BG-Sentinel" or "BG Sentinel" or "gravid trap" or "larval survey" or "larval search" or "larval sampling" or "habitat survey" or "human landing catch" or PCR or qPCR or eDNA)).ti,ab,kf. |
| **4** | 1 and (2 or 3) |
| **5** | 4 not (clinical trial or editorial).pt. |
| **6** | 5 and (french or english).lg. |
| **7** | ..l/ 6 yr=2021-3000 |
| **8** | (Canada* or Canadi* or Alberta* or Calgary* or Edmonton* or "British Columbia*" or Vancouver* or Victoria* or Manitoba* or Winnipeg* or "New Brunswick*" or Fredericton* or Moncton* or Newfoundland* or "New Foundland*" or Labrador* or "St John*" or "Saint John*" or "Northwest Territor*" or Yellowknife* or "Nova Scotia*" or Halifax* or Dalhousie* or Nunavut* or Igaluit* or Ontario* or Ontarian* or Toronto* or Ottawa* or Hamilton or Queen's or McMaster* or Kingston* or Sudbury* or "Prince Edward Island*" or Charlottetown* or Quebec* or Montreal* or McGill* or Laval* or Sherbrooke* or Nunavik* or Kuujjuaq* or Inukjuak* or Puvirnituq* or Saskatchewan* or Saskatoon* or Yukon* or |

**STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR MEDLINE (OVID) (suite)**

**Interrogée le 13 novembre 2025**

| # | Requête |
|---|---|
| **8** | Whitehorse* or America* or USA* or "U.S." or "United States*" or "New York*" or Chicago* or Boston* or "San Francisco*" or "Los Angeles*" or "New Orleans*" or Philadelphia* or Chile* or Mexico* or Europe* or Austria* or Belgium* or "Czech Republic*" or France* or Paris* or Germany* or Berlin* or "Great Britain*" or Ireland* or England* or London* or Scotland* or Wales* or "United Kingdom*" or Greece* or Athens* or Hungary* or Italy* or Rome* or Netherlands* or Luxembourg* or Poland* or Portugal* or Scandinav* or Denmark* or Estonia* or Finland* or Iceland* or Norway* or Sweden* or "Slovak Republic*" or Slovenia* or Spain* or Switzerland* or Turkey* or Israel* or Australia* or "New Zealand*" or Japan* or Korea* or UK or "U.K.").ti,sh. |
| **9** | 7 and 8 |
| **10** | (((developing or ((least or less or lesser) adj developed) or undeveloped or "under-developed" or ((low or lower) adj (income* or resource*)) or undeserved or under-served or deprived or poor or poorer or transition or transitional) adj (countr* or economy* or nation* or population*)) or "third world*" or ((south or middle) adj "east asia*") or ((central or east* or south* or west* or "sub saharan" or subsaharan) adj africa*) or Afghan* or Angola* or Angolese* or Angolian* or Armenia* or Bangladesh* or Benin* or Bhutan* or Birma* or Burma* or Birmese* or Burmese* or Boliv* or Botswan* or "Burkina Faso*" or Burundi* or "Cabo Verde*" or Cambod* or Cameroon* or "Cape Verd*" or Chad or Comoro* or Congo* or "Cote d'Ivoire*" or Djibouti* or Egypt* or "El Salvador*" or "Equatorial Guinea*" or Eritre* or Ethiopia* or Gabon* or Gambia* or Gaza* or Ghan* or Guatemal* or Guinea or Haiti* or Hondur* or India or Indones* or "Ivory Coast*" or Kenya* or Kiribati* or Kosovo* or Kyrgyz* or "Lao PDR*" or Laos* or Lesotho* or Liberia* or Madagascar* or Malaw* or Mali or Mauritan* or Mauriti* or Micronesi* or Mocambiqu* or Moldov* or Mongolia* or Morocc* or Mozambiqu* or Myanmar* or Namibia* or Nepal* or Nicaragua* or Niger* or North Korea* or Northern Korea* or (Democratic and People* and "Republic of Korea") or Pakistan* or "Papua New Guinea*" or Philippine* or "Principe OR Rhodesia*" or Rwanda* or Samoa* or "Sao Tome*" or Senegal* or "Sierra Leone*" or "Solomon Islands*" or Somalia* or "South Sudan*" or "Sri Lanka*" or Sudan* or Swaziland* or Syria* or Tajikist* or Tanzan* or Timor* or Togo* or Tonga* or Tunis* or Ugand* or Ukrain* or Uzbekistan* or Vanuatu* or Vietnam* or "West Bank*" or Yemen* or Zaire* or Zambia* or Zimbabw*).ti,sh. or "Developing Countries"/ |
| **11** | 7 not (10 not 8) |
| **12** | 9 or 11 |

## STRATÉGIE DE RECHERCHE POUR EMBASE (OVID)

### Interrogée le 13 novembre 2025

| # | Requête |
|---|---|
| **1** | *Aedes aegypti/ or *Aedes albopictus/ or (albopictus or aegypti or "tiger mosquito*" or "Invasive mosquito*" or "mosquito invasion" or "invasive Aedes").ti,kf. |
| **2** | (surveillance or monitoring or establishment or invasion or invasive or spread or "citizen science" or "sentinel site*" or "early detection" or "first detection" or "initial detection" or "vector establishment" or "range expansion" or "xenomonitoring").ti,kf. |
| **3** | ((mosquito* or entomological*) adj10 ("Ovitrap" or "BG-Sentinel" or "BG Sentinel" or "gravid trap" or "larval survey" or "larval search" or "larval sampling" or "habitat survey" or "human landing catch" or PCR or qPCR or eDNA)).ti,ab,kf. |
| **4** | 1 and (2 or 3) |
| **5** | 4 not (clinical trial or editorial).pt. |
| **6** | 5 and (french or english).lg. |
| **7** | ..l/ 6 yr=2021-3000 |
| **8** | (Canada* or Canadi* or Alberta* or Calgary* or Edmonton* or "British Columbia*" or Vancouver* or Victoria* or Manitoba* or Winnipeg* or "New Brunswick*" or Fredericton* or Moncton* or Newfoundland* or "New Foundland*" or Labrador* or "St John*" or "Saint John*" or "Northwest Territor*" or Yellowknife* or "Nova Scotia*" or Halifax* or Dalhousie* or Nunavut* or Igaluit* or Ontario* or Ontarian* or Toronto* or Ottawa* or Hamilton or Queen's or McMaster* or Kingston* or Sudbury* or "Prince Edward Island*" or Charlottetown* or Quebec* or Montreal* or McGill* or Laval* or Sherbrooke* or Nunavik* or Kuujjuaq* or Inukjuak* or Puvirnituq* or Saskatchewan* or Saskatoon* or Yukon* or Whitehorse* or America* or USA* or "U.S." or "United States*" or "New York*" or Chicago* or Boston* or "San Francisco*" or "Los Angeles*" or "New Orleans*" or Philadelphia* or Chile* or Mexico* or Europe* or Austria* or Belgium* or "Czech Republic*" or France* or Paris* or Germany* or Berlin* or "Great Britain*" or Ireland* or England* or London* or Scotland* or Wales* or "United Kingdom*" or Greece* or Athens* or Hungary* or Italy* or Rome* or Netherlands* or Luxembourg* or Poland* or Portugal* or Scandinav* or Denmark* or Estonia* or Finland* or Iceland* or Norway* or Sweden* or "Slovak Republic*" or Slovenia* or Spain* or Switzerland* or Turkey* or Israel* or Australia* or "New Zealand*" or Japan* or Korea* or UK or "U.K.").ti,sh. |
| **9** | 7 and 8 |
| **10** | (((developing or ((least or less or lesser) adj developed) or undeveloped or "under-developed" or ((low or lower) adj (income* or resource*)) or undeserved or under-served or deprived or poor or poorer or transition or transitional) adj (countr* or economy* or nation* or population*)) or "third world*" or ((south or middle) adj "east asia*") or ((central or east* or south* or west* or "sub saharan" or subsaharan) adj africa*) or Afghan* or Angola* or Angolese* or Angolian* or Armenia* or Bangladesh* or Benin* or Bhutan* or Birma* or Burma* or Birmese* or Burmese* or Boliv* or Botswan* or "Burkina Faso*" or Burundi* or "Cabo Verde*" or Cambod* or Cameroon* or "Cape Verd*" or Chad or Comoro* or Congo* or "Cote d'Ivoire*" or Djibouti* or Egypt* or "El Salvador*" or "Equatorial Guinea*" or Eritre* or Ethiopia* or Gabon* or Gambia* or Gaza* or Ghan* or Guatemal* or Guinea or Haiti* or Hondur* or India or Indones* or "Ivory Coast*" or Kenya* or Kiribati* or Kosovo* or Kyrgyz* or "Lao PDR*" or Laos* or Lesotho* or Liberia* or Madagascar* or Malaw* or Mali or Mauritan* or Mauriti* or Micronesi* or Mocambiqu* or Moldov* or Mongolia* or Morocc* or Mozambiqu* or Myanmar* or Namibia* or Nepal* or Nicaragua* or Niger* or North Korea* or Northern Korea* or (Democratic and People* and "Republic of Korea") or Pakistan* or "Papua New Guinea*" or Philippine* or "Principe OR Rhodesia*" or Rwanda* or Samoa* or "Sao Tome*" or Senegal* or "Sierra Leone*" or "Solomon Islands*" or Somalia* or "South Sudan*" or "Sri Lanka*" or Sudan* or Swaziland* or Syria* or Tajikist* or Tanzan* or Timor* or Togo* or Tonga* or Tunis* or Ugand* or Ukrain* or Uzbekistan* or Vanuatu* or Vietnam* or "West Bank*" or Yemen* or Zaire* or Zambia* or Zimbabw*).ti,sh. or "Developing Countries"/ |
| **11** | 7 not (10 not 8) |
| **12** | 9 or 11 |

# ANNEXE 2 INFORMATIONS ET VARIABLES CONSIDÉRÉES DANS LE TABLEAU D'EXTRACTION DES DONNÉES DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE ET GRISE

| Type d'informations | Variable |
|---|---|
| **Informations générales sur la publication** | Nom des auteurs |
| | Titre de la publication |
| | Année de la publication |
| | Lieu de la publication |
| | Période d'étude |
| | Région d'étude |
| | Objectif(s) de l'étude |
| **Description de la méthode** | Nom officiel ou appellation utilisée dans l'article |
| | Nature du système de surveillance (p. ex. passive, active, sentinelle, participative, etc.) |
| | Type d'échantillon ou de données (p. ex. spécimens de moustiques, images, eau, etc.) |
| | Stade de développement ciblé (œuf, larve, nymphe, adulte) |
| | Zone ou territoire couvert par la surveillance |
| | Source des données (p. ex. terrain, laboratoire, signalements citoyens, etc.) |
| | Nom et lien de la plateforme citoyenne, le cas échéant |
| | Description du protocole d'échantillonnage |
| | Description du mode de collecte, de traitement et d'analyse des données |
| | Contexte d'utilisation de la méthode (détection de l'introduction, suivi spatio-temporel (établissement)) |
| **Éléments comparatifs** | Forces ou avantages de la méthode rapportés |
| | Points faibles, biais, ou limites de la méthode rapportés |
| | Observations ou éléments comparatifs jugés pertinents |
| **Critères d'analyse** | Les critères d'analyse retenus ont été définis à partir d'un sondage réalisé auprès d'experts (voir section 3.2.1.) |

# ANNEXE 3 CONTENU DU QUESTIONNAIRE UTILISÉ POUR L'IDENTIFICATION ET LA PRIORISATION DES CRITÈRES D'ANALYSE AUPRÈS DES EXPERTS

**Titre du projet** : Analyse comparative de méthodes de collecte de données entomologiques pour la détection de l'introduction et de l'établissement d'*Aedes albopictus* et *Ae. aegypti* au Québec.

La documentation de la présence de moustiques invasifs nécessite des méthodes de collecte de données entomologiques efficaces permettant de détecter leur introduction et suivre leur établissement.

Pour analyser et sélectionner des méthodes de collecte de données entomologiques applicables pour le contexte du Québec, il est important d'identifier des critères permettant d'apprécier leur pertinence, leur faisabilité opérationnelle, leur performance et leur adoption par les utilisateurs.

Ce questionnaire a pour objectif de recueillir votre avis afin de sélectionner et prioriser ces critères. Vos réponses, anonymes, contribueront à guider l'analyse des différentes méthodes de collecte de données entomologiques. Les descriptions de ces critères seront extraites des publications retenues.

Ces critères devraient pouvoir s'appliquer à deux objectifs complémentaires :

1. Détecter l'introduction d'espèces de moustiques invasives;
2. Suivre leur établissement dans le temps et l'espace.

Pour chaque critère ci-dessous, veuillez cocher les critères qui vous semblent pertinents pour chacun des objectifs (détection de l'introduction, suivi de l'établissement).

***Important** : Les critères présentés proviennent de l'ECDC et servent normalement à évaluer un système de surveillance dans son ensemble, et non des méthodes individuelles. Dans ce sondage, nous vous demandons d'identifier uniquement les critères qui vous semblent pertinents pour évaluer les méthodes de collecte.*

| Critères ECDC | Permet d'analyser | Détection de l'introduction | Suivi de l'établissement | Commentaire |
|---|---|---|---|---|
| **Exhaustivité et validité** | • Qualité et fiabilité des données | | | |
| **Sensibilité** | • Performance technique | | | |
| **Spécificité** | • Performance technique | | | |
| **Valeur prédictive positive** | • Performance technique | | | |
| **Valeur prédictive négative** | • Performance technique | | | |
| **Délai de détection** | • Efficacité temporelle<br>• Capacité à alerter et réagir rapidement<br>• Délais entre chaque étape du processus | | | |
| **Représentativité** | • Couverture géographique<br>• Validité des tendances observées<br>• Comparabilité géographique | | | |
| **Simplicité** | • Procédures de collecte et de transmission des données<br>• Charge de travail nécessaire<br>• Facilité de mise en œuvre pour les utilisateurs | | | |
| **Flexibilité** | • Capacité à incorporer de nouvelles données, nouveaux outils ou nouvelles procédures<br>• Adaptabilité à des contextes changeants<br>• Facilité d'intégration avec d'autres systèmes | | | |
| **Acceptabilité** | • Motivation des acteurs à notifier des données<br>• Qualité des rapports<br>• Rapidité et régularité des notifications<br>• Participation réelle des différents secteurs (laboratoires, terrain, etc.) | | | |
| **Stabilité, fiabilité et adéquation** | • Pertinence des données collectées par rapport aux objectifs<br>• Capacité du système à produire les indicateurs nécessaires<br>• Concordance entre les besoins de santé publique et ce que le système fournit réellement | | | |

**Question :** Y a-t-il des critères non listés que vous jugez importants ? Si oui, lesquels ?

**Réponse :** _____

# ANNEXE 4 RÉSULTATS DU SONDAGE PERMETTANT DE PRIORISER LES CRITÈRES D'ANALYSE DES MÉTHODES

| Critères retenus | Introduction | Établissement |
|---|---|---|
| **Acceptabilité** | 50–69 % | 50–69 % |
| **Exhaustivité et validité** | < 50 % | 50–69 % |
| **Sensibilité** | ≥ 70 % | < 50 % |
| **Spécificité** | ≥ 70 % | 50–69 % |
| **Délai de détection** | ≥ 70 % | 50–69 % |
| **Représentativité** | < 50 % | ≥ 70 % |
| **Simplicité** | 50–69 % | ≥ 70 % |
| **Flexibilité** | 50–69 % | ≥ 70 % |
| **Stabilité, fiabilité et adéquation** | < 50 % | ≥ 70 % |

Le pourcentage indique la proportion d'experts ayant identifié le critère comme pertinent pour l'objectif de surveillance.

À la suite du sondage, certains critères ont été écartés de l'analyse comparative en raison de recoupements avec d'autres critères (p. ex. exhaustivité, validité, valeurs prédictives). Par ailleurs, le critère de représentativité n'a pas été complété, étant dépendant du protocole d'échantillonnage et des modalités de mise en œuvre.

# ANNEXE 5 INFORMATIONS EXTRAITES DE LA LITTÉRATURE CONCERNANT LES CRITÈRES POUR CHACUNE DES MÉTHODES RÉPERTORIÉES

| Méthode | Reconnaissance et maturité | Sensibilité | Spécificité | Délai de détection | Simplicité | Flexibilité | Stabilité, fiabilité, adéquation | Nb. Réf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **« Ovitrap »** | • Décrite dans le guide ECDC 2012<br>• Utilisé au Canada et en Europe<br>• Intégrés dans programmes municipaux / nationaux | • Méthode sensible<br>• Détecte ALB même à faible densité | • Cible la présence d'œufs | • Surveillance sur plusieurs jours | • Opération simple<br>• Peu coûteux<br>• Portable | • Substrats et attractifs variés possibles | • Outil efficace pour la surveillance des œufs<br>• Non utile pour estimer abondance<br>• Largement utilisée en surveillance de routine | 18 |
| **Échantil-lonnage larvaire** | • Décrite dans le guide ECDC 2012<br>• Utilisé de manière complémentaire dans des programmes de surveillance | • Sensibilité dépendante des seuils Indice de Breteau (ou BI)[a] utilisés | • Cible la présence de larves ou de nymphes | • Surveillance ponctuelle des gîtes larvaires | • Facile à comprendre<br>• Nécessite inspection domiciliaire | • Seuils BI ajustables selon les contextes | • Indicateur pertinent (confirmation de reproduction locale)<br>• Fiabilité dépendante de la détection des gîtes et de l'expérience du personnel de terrain | 4 |
| **« BG-sentinel »** | • Décrite dans le guide ECDC 2012<br>• Utilisation internationale (dont Canada et Europe)<br>• Méthode de routine pour adultes | • Haute efficacité (33 fois plus de femelles que pièges lumineux à CO2; >85% des captures d'ALB) | • Cible les Aedes, notamment ALB | • Collecte sur 24h dans certaines études | • Fonctionnement standardisé<br>• Moins dépendant du personnel que les autres méthodes (HLC) | • Peut être combinée avec $CO_2$, différents attractifs et appâts animaux | • Indicateurs quantitatifs<br>• Largement utilisée en surveillance de routine | 18 |
| **« Gravid Trap »** | • Décrite dans le guide ECDC 2012<br>• Utilisé au Canada et en Europe<br>• Intégré dans programmes municipaux / nationaux | • Capture 2 à 4 fois plus d'AEG et jusqu'à 6 fois plus d'ALB que certains pièges (ex. pièges collants) | • Cible les femelles gravides | • Collecte entre 24h et 48h | • Piège passif<br>• Placement visible, mais doit être protégé de la pluie | • Peut intégrer des agents non insecticides | • Indicateurs quantitatifs (abondance, densité, etc.)<br>• Résultats directement exploitables en santé publique<br>• Méthode fiable pour la capture des femelles gravides | 6 |

[a] L'indice de Breteau est un indicateur du nombre de gîtes larvaires positifs pour 100 maisons inspectées. Il sert à estimer le niveau d'infestation par les moustiques *Aedes* et le risque de transmission de maladies comme la dengue ou le chikungunya.

## Informations extraites de la littérature concernant les critères pour chacune des méthodes répertoriées (suite)

| Méthode | Reconnaissance et maturité | Sensibilité | Spécificité | Délai de détection | Simplicité | Flexibilité | Stabilité, fiabilité, adéquation | Nb. Réf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dépôt de photos (appli ou plate-forme Web)** | • Plateformes reconnues (iNaturalist, Mosquito Alert)<br>• Utilisé au Canada et en Europe<br>• Intégrée comme outil complémentaire d'alerte | • Détection rapide des nouvelles introductions dans les zones fréquentées<br>• Dépends du volume de participation<br>• Sensibilité réduite en zones rurales / peu peuplées | • Erreurs d'identification possibles (espèces natives confondues)<br>• Difficultés pour espèces avec des morphologies similaires<br>• Spécificité améliorée par validation experte et tri initial par intelligence artificielle | • Observations et notifications en temps réel<br>• Cartographie mise à jour de façon quotidienne<br>• Suivi temporel irrégulier (peu adapté au monitorage continu) | • Opération très simple : prise de photo + géolocalisation automatique<br>• Charge de travail faible<br>• Pas de connaissances spécialisées requises<br>• Peu couteux (« low cost ») | • Intégration continue de nouvelles données, espèces et algorithmes<br>• Compatible avec d'autres plateformes (Mosquito Alert, GLOBE Observer)<br>• Adaptable à divers contextes géographiques | • Plateformes matures<br>• Inadéquates pour estimer intensité, abondance et dynamique fine (nécessite surveillance active complémentaire) | 5 |
| **ADNe (micro-fluidique HT-qPCR)** | • Non décrite dans les guides de référence<br>• Études expérimentales en Europe | • LODa ≈ 1 pg/µl; LOQb ≈ 0,1 pg/µl<br>• Détection robuste à faibles concentrations<br>• Filtration grand volume filtré (180–690 ml) sans effet | • Aucun autre Culicidae amplifié<br>• Co-amplification Ae. koreicus uniquement à Ct très élevé (non problématique en ADNe)<br>• Tous les contrôles négatifs sont négatifs<br>• Confirmation par Sanger | • Détection rapide après présence larvaire<br>• Analyse qPCR / HT-qPCR en quelques heures après extraction | • Prélèvement d'eau simple<br>• Protocoles de laboratoire complexes (extraction ADNe, qPCR, HT-qPCR)<br>• Besoin d'infrastructures spécialisées pour HT-qPCR<br>• Coûts initiaux élevés (équipements, expertise) | • Marqueurs transférables à d'autres espèces<br>• Possibilité d'ajouter d'autres moustiques / pathogènes | • Résultats reproductibles<br>• Confirmation Sanger (validation moléculaire)<br>• Alignée avec objectif de détection ciblée d'espèce invasive<br>• Besoin de validation/optimisation | 2 |

[a] LOD = La plus petite quantité d'ADN que le test peut détecter.

[b] LOQ : La plus petite quantité d'ADN que le test peut mesurer de façon fiable. Le test est capable de repérer ALB même quand il y a des quantités infimes d'ADN dans l'eau.

## Informations extraites de la littérature concernant les critères pour chacune des méthodes répertoriées (suite)

| Méthode | Reconnaissance et maturité | Sensibilité | Spécificité | Délai de détection | Simplicité | Flexibilité | Stabilité, fiabilité, adéquation | Nb. Réf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PCR multiplex** | • Non décrite dans les guides de référence<br>• Utilisation ciblée (points d'entrée - Europe) | • Identification sur œufs, pattes, adultes<br>• Détection multi-espèces (même mélangées)<br>• Limite pour très petits lots (≈5 œufs) | • Amplicons spécifiques (AEG 252 paires de bases, ALB 438 paires de bases)<br>• Aucune amplification croisée | • Extraction rapide (≈10 min)<br>• Identification simultanée de 5 espèces en une réaction | • Extraction et PCR simples<br>• Matériel standard<br>• Peu de manipulations<br>• Coût élevé<br>• Maintien au froid nécessaire des échantillons | • Groupes multi-espèces<br>• Amorces ajustables pour nouvelles espèces | • Résultats reproductibles<br>• ADN se dégrade à 4°C après quelques jours<br>• Adaptée à la détection d'espèces invasives | 2 |
| **Piège intelligent BGM-VECTRACK** | • Non décrite dans les guides de référence<br>• Projet pilote sur terrain (Italie) | • BAa ALB 99,8%<br>• Sensibilité femelles ALB ≈ 99%; mâles ≈ 62%<br>• Sous-estimation ALB – 5% | • Faible proportion d'espèces non ciblées<br>• Classification limitée aux espèces connues | • Fonctionnement continu 24/7<br>• Identification automatique temps réel<br>• Transmission directe | • Forte réduction du travail humain<br>• Pas de tri systématique<br>• Peu de maintenance | • « Machine learning » en entraînement pour nouvelles espèces<br>• Intégration données environnementales possible | • Peu de maintenance<br>• Données adaptées à abondance, densité, dynamique temporelle | 1 |
| **Piège intelligent IoT** | • Exploratoire (Taiwan)<br>• Non intégré aux programmes | • Détection déclenchée par entrée physique<br>• Pas de LOD explicite | • Basée sur caractères visuels<br>• Distinction Aedes / Culex; classes d'entraînement limitées | • Reconnaissance et tri en 0,1–0,3s<br>• Transmission temps réel<br>• Sans étape de laboratoire | • Entièrement automatisé<br>• Installation matérielle complexe<br>• Pas de traitement manuel | • Réseau pouvant être ré-entraîné<br>• Ajout espèces, capteurs et sources (ex. pour météo) | • Système stable<br>• Environ 10% de défaillances mécaniques<br>• Données directement exploitables | 1 |

[a]BA (ou « balanced accurracy ») : moyenne de la sensibilité et de la spécificité. Elle indique la performance globale d'un système quand les classes ne sont pas équilibrées (ex. peu de moustiques parmi beaucoup d'insectes).

# ANNEXE 6 MÉTHODE DE CONVERSION DES INFORMATIONS ISSUES DE LA LITTÉRATURE EN NOTATION QUALITATIVE (FAIBLE À ÉLEVÉ) SELON CHAQUE CRITÈRE D'ANALYSE

| Niveau | CRITÈRES D'ANALYSE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Reconnaissance et niveau de maturité** | **Sensibilité** | **Spécificité** | **Délai de détection** | **Simplicité** | **Flexibilité** | **Stabilité, fiabilité, adéquation** |
| **Élevé** | • Reconnue par les organisations de référence (ECDC, OMS, etc.)<br>• Utilisée dans plusieurs contextes<br>• Intégrée de façon routinière dans des programmes officiels de surveillance | • Détecte l'espèce même à faible densité<br>• Reconnue comme méthode sensible / « gold standard » | • Identification fiable (sans erreur) en ciblant clairement l'espèce | • Données en temps réel (heures / jour même) | • Simple<br>• Utilisable sans expertise spécialisée<br>• Peu coûteuse | • Hautement adaptable<br>• Combinable à d'autres outils ou contextes | • Données produites permettant directement d'estimer l'abondance, la densité ou la dynamique des populations<br>• Répondent clairement aux besoins de santé publique |
| **Faible** | • Peu documentée, absente des guides de référence<br>• Utilisée uniquement dans des projets pilotes ou expérimentaux | • Détecte l'espèce seulement à forte densité ou dépends fortement du volume de participation | • Risque d'erreurs élevé<br>• Validation difficile | • Données disponibles après plusieurs jours (>72h) ou semaines | • Complexe<br>• Nécessitant expertise spécialisée<br>• Coûteuse | • Difficilement adaptable, paramètres rigides | • Données indirectes ou incomplètes par rapport aux objectifs de surveillance<br>• Nécessitent des méthodes complémentaires |

Lorsqu'une méthode ne satisfaisait pas pleinement aux critères associés aux niveaux « faible » ou « élevé », elle est classée au niveau « moyen ».

# ANNEXE 7 SYNTHÈSE COMPARATIVE DES MÉTHODES NON RETENUES

| Méthode | Catégorie de méthode | Forces | Limites | |
|---|---|---|---|---|
| **Échantillonnage larvaire** | Traditionnelle | • Identification précise des gîtes larvaires<br>• Bonne spécificité avec expertise | • Exigeante en ressources humaines<br>• Faible sensibilité | • Confirmation de l'établissement<br>• Intervention ciblée sur des gîtes connus |
| **« Gravid Trap »** | Traditionnelle | • Capture directe des femelles gravides (méthode principalement utilisée pour la détection de pathogènes),<br>• Spécificité plutôt bonne | • Efficacité limitée pour les Aedes | • Approche complémentaire<br>• Suivi ciblé de populations établies |
| **Autres (ADNe, PCR multiplex, pièges intelligents)** | Innovante/ complémentaire | • Sensibilité et spécificité élevées (selon les méthodes)<br>• Potentiel de détection rapide<br>• Perspectives d'automatisation | • Méthodes encore en développement, avec recul limité<br>• Interprétation des résultats parfois complexe<br>• Dépendance à la qualité des données collectées<br>• Besoins en compétences techniques spécialisées | • Projets pilotes ou exploratoires<br>• Complément à la surveillance traditionnelle |

Nº de publication : 3866

Centre d'expertise et
de référence en santé publique

www.inspq.qc.ca

*Institut national*
*de santé publique*
Québec