



anses

# **Surveillance participative des moustiques vecteurs : propositions d'évolution pour le site Signalement-moustique**

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Avril 2026



Le directeur général  
par intérim

Maisons-Alfort, le 20 avril 2026

## **AVIS**

### **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail**

**relatif à la « Surveillance participative des moustiques vecteurs : propositions  
d'évolution pour le site Signalement-moustique »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux, l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments et, en évaluant l'impact des produits réglementés, la protection de l'environnement.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du Code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 12 décembre 2022 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : avis relatif à la surveillance participative des moustiques vecteurs : propositions d'évolution pour le site Signalement-moustique.

## **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

### **1.1. Contexte**

Les moustiques vecteurs<sup>1</sup> constituent un enjeu de santé publique majeur, car ils sont susceptibles de transmettre des agents pathogènes. En France hexagonale<sup>2</sup>, c'est le

---

<sup>1</sup> Par souci de simplification, le terme vecteur sera utilisé dans le présent avis pour désigner des moustiques potentiellement vecteurs.

<sup>2</sup> Le 23 mai 2023, un amendement remplaçant le terme « métropole » par celui d'« Hexagone » a été voté à l'unanimité à l'Assemblée nationale. Un projet de loi constitutionnelle vise également à modifier l'article 74-1 de la constitution et remplacer le terme « métropole » par « France hexagonale ». Dans cette acception, le terme de France hexagonale inclut aussi la Corse.

moustique tigre (*Aedes albopictus*) qui, détecté pour la première fois à Menton en 2004, préoccupe les autorités sanitaires, car il peut potentiellement être vecteur d'arbovirus<sup>3</sup>. C'est pourquoi, il fait l'objet d'une surveillance entomologique reposant sur des réseaux de pièges pondoires d'une part et sur le site internet Signalement-moustique<sup>4</sup> d'autre part. Ce site de surveillance participative permet aux citoyens de signaler la présence de moustiques dont les caractéristiques morphologiques sont susceptibles de correspondre à *Ae. albopictus*. Les deux modes de surveillance contribuent de manière complémentaire à la surveillance entomologique de cette espèce.

Depuis sa création en 2014, le site Signalement-moustique a montré son utilité et son efficacité pour suivre le front de colonisation de ce vecteur sur le territoire hexagonal. En 2014, *Ae. albopictus* n'était présent que dans 18 départements de France hexagonale. En 2026, il est présent dans 81<sup>5</sup> des 96 départements et dans les 13 régions de France hexagonale. La part de la population exposée à *Ae. albopictus* a augmenté parallèlement à cette avancée. En 2025, 49 % de la population de France hexagonale résidait dans des communes colonisées par *Ae. albopictus* (données du SI-LAV<sup>6</sup>) et était donc exposée à un risque potentiel de transmission vectorielle.

Jusqu'en 2025, les cas autochtones de dengue, de chikungunya ou de Zika observés en France hexagonale étaient des cas secondaires liés à des cas importés par des voyageurs en phase virémique provenant de zones endémiques ou épidémiques pendant la période d'activité d'*Ae. albopictus* (du printemps à l'automne sur le territoire hexagonal).

Dans un contexte de changements globaux<sup>7</sup> (dérèglement climatique, urbanisation, déforestation, mouvements de biens et personnes, etc.) et d'augmentation des territoires colonisés par *Ae. albopictus*, le risque d'épidémies d'arboviroses augmente en France hexagonale, comme l'illustre l'augmentation notable du nombre de foyers épidémiques de dengue observés chaque année depuis 2022. En 2025, un nombre élevé de cas autochtones de chikungunya a été observé (près de 800 cas, très proche du nombre de cas importés, légèrement au-dessus de 1 000)<sup>8</sup>. Et pour la première fois, certains foyers autochtones semblent s'être déclarés sans lien direct avec un cas importé, ce qui suggère une transmission locale du virus.

Dans les départements et régions d'outre-mer (DROM), les moustiques sont présents tout au long de l'année. L'inventaire des espèces de moustiques vecteurs présentes et à risque d'introduction est spécifique à chacun de ces territoires. Le contexte épidémiologique des maladies à transmission vectorielle (arboviroses, paludisme) a conduit à mettre en place et à

---

<sup>3</sup> Arbovirus : terme venant de « *Arthropod-borne virus* », virus transmis biologiquement par un arthropode vecteur (ex : virus de la dengue, du chikungunya ou du Zika).

<sup>4</sup> [https://Signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/](https://Signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/)

<sup>5</sup> <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine> (mise à jour du 16/05/2025).

<sup>6</sup> Le SI-LAV est le système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle. Il est prévu par l'article R. 3114-13 du Code de la santé publique et l'arrêté du 23 juillet 2019. Cet outil national, géré par la DGS, sert au suivi des actions de LAV et centralise plusieurs types de données.

<sup>7</sup> L'expression « changements globaux » désigne l'ensemble des évolutions qui s'observent à l'échelle de la planète entière. Dans le contexte actuel, le terme fait plus spécifiquement référence aux effets de l'activité humaine sur l'environnement et, de ce fait, les changements globaux désignent de nos jours des évolutions tant sociétales qu'environnementales.

<sup>8</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/documents/bulletin-national/chikungunya-dengue-zika-et-west-nile-en-france-hexagonale.-bulletin-de-la-surveillance-renforcee-du-26-novembre-2025>

structurer une stratégie de surveillance entomologique propre à chaque territoire. La surveillance y est fondée uniquement sur des pièges dont le nombre et la distribution sont adaptés au contexte local, les DROM ne bénéficiant pas d'un site internet de surveillance participative.

L'expansion continue d'*Ae. albopictus* sur le territoire hexagonal, son arrivée récente sur la collectivité de Saint Barthélemy près de la Guadeloupe, ainsi que le risque d'introduction et d'installation d'autres moustiques vecteurs, y compris dans d'autres zones de l'Hexagone ou des DROM, renforcent la nécessité de répondre à de nouveaux objectifs en termes de surveillance entomologique. Les différentes évolutions du contexte décrites appellent à repenser les objectifs du site de surveillance participative Signalement-moustique au sein du dispositif global de surveillance entomologique.

## 1.2. Objet de la saisine

La DGS a saisi l'Anses le 12 décembre 2022 (voir lettre de saisine en Annexe 1 du rapport) afin de définir les besoins et d'établir des recommandations en vue d'un cahier des charges pour un nouveau site Signalement-moustique.

Les questions de la saisine étaient les suivantes :

- « prendre en considération les recommandations issues de l'évaluation selon la méthode OASIS<sup>9</sup> du dispositif de surveillance d'*Ae. albopictus* et étudier la faisabilité de leur mise en œuvre ;
- proposer la mise en place de nouvelles fonctionnalités, notamment le signalement de gîtes larvaires productifs, dans l'optique d'en informer les collectivités locales (cf. enjeu n° 5, action 1 du plan d'action national d'adaptation au changement climatique), ainsi que la collecte de données sur la bioécologie d'*Ae. albopictus* (saisonnalité, heure, lieu (intérieur/extérieur) et fréquence d'exposition aux piqûres, etc.) ;
- élargir la réflexion pour évaluer, sur la base de données scientifiques, la pertinence et l'efficacité qui pourraient être attendues de ce nouveau dispositif, afin de permettre la surveillance d'autres moustiques/vecteurs d'intérêt en santé humaine ;
- étudier la faisabilité d'interconnecter l'outil de signalement citoyen Signalement-moustique à Mosquito Alert<sup>10</sup>, pour entrer dans une dynamique européenne harmonisée et ainsi contribuer à la mise en place d'une surveillance entomologique uniformisée à l'échelle européenne, tout en répondant aux besoins nationaux, en

---

<sup>9</sup> La méthode OASIS pour Outil d'Analyse des Systèmes de Surveillance a été mise en œuvre en 2020 à la demande de l'Anses pour évaluer le dispositif de surveillance d'*Ae. albopictus* (OASIS-Anses 2021).

<sup>10</sup> Mosquito Alert est un projet académique mis en place en 2014 en Espagne par un groupe de scientifiques de divers instituts de recherche. L'outil constitue une plateforme innovante de surveillance et sciences participatives qui grâce à une application mobile, vise à renforcer la lutte contre les maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques, améliorer la sensibilisation des populations et soutenir la recherche scientifique grâce à l'implication active des citoyens. Le projet est présenté en Annexe 2 du rapport.

particulier à ceux du système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle (SI-LAV) ;

- faire des propositions pour organiser la gouvernance et l'expertise nécessaires en vue d'assurer un fonctionnement efficace et pérenne du site ».

### 1.3. Limites du champ d'expertise

Conformément à la saisine, le rapport d'expertise et l'avis ne portent que sur les moustiques potentiellement vecteurs d'agents pathogènes pour l'être humain, à savoir les espèces vectrices et anthropophiles, y compris les moustiques vecteurs d'agents pathogènes zoonotiques. Les autres arthropodes vecteurs (tiques, phlébotomes, culicoïdes, etc.), ainsi que les moustiques vecteurs d'agents pathogènes infectant exclusivement les animaux et les moustiques non vecteurs sont hors du champ de la saisine.

À noter que la surveillance entomologique participative et la surveillance entomologique réalisée avec un réseau de pièges pondoires sont les deux modalités de la surveillance entomologique, qui est elle-même l'un des piliers de la lutte anti-vectorielle (LAV). La surveillance entomologique participative est donc l'un des éléments de la stratégie et doit être considérée comme faisant partie d'un ensemble. Néanmoins, conformément aux questions posées dans la saisine, l'expertise a conduit à formuler uniquement des propositions d'amélioration pour la surveillance participative des moustiques vecteurs avec le site Signalement-moustique.

D'un point de vue géographique, ont été pris en compte les territoires de la France hexagonale et les DOM : la Guyane, la Guadeloupe (ainsi que Saint-Martin et Saint-Barthélemy<sup>11</sup>) la Martinique, La Réunion et Mayotte.

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) « Surveillance des moustiques vecteurs » l'instruction de cette saisine. Ce GT a été créé après appel à candidature publique et il a été rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « SABA – Santé et bien-être des animaux ».

Ces travaux sont issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires (notamment en écologie et biologie des moustiques vecteurs, épidémiologie des maladies à transmission vectorielle, lutte antivectorielle, surveillance épidémiologique, sciences participatives, sciences citoyennes, anthropologie, santé publique). La mise en commun des contributions et des échanges s'est tenue en réunions de GT, à raison d'environ une réunion par mois de septembre 2023 à octobre 2025.

Les travaux du GT ont été soumis régulièrement au CES SABA, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport produit par le GT tient compte des observations et éléments transmis par les membres du CES SABA. Le GT vecteurs a également été associé pour avis aux travaux du GT, dans son champ de compétences.

---

<sup>11</sup> St-Martin et St-Barthélemy sont deux collectivités territoriales relevant du périmètre de l'ARS Guadeloupe pour ce qui concerne le domaine de la santé.

Pour mener ses travaux, le GT s'est nourri des constats et des recommandations issus de productions antérieures, ainsi que de la littérature scientifique, notamment sur les sciences et recherches participatives.

Des auditions ont été réalisées afin d'obtenir des données et des informations relatives aux attentes et aux besoins des acteurs de la surveillance entomologique (agences régionales de santé - ARS, opérateurs de démoustication - OpD) vis-à-vis du site Signalement-moustique et aux données qui pourraient être collectées pour mieux piloter la stratégie de lutte antivectorielle (LAV). La liste des quatorze personnes auditionnées par les experts du GT figure dans le Tableau 1 du rapport.

Deux relecteurs extérieurs au GT ont également été sollicités le 6 juin 2025 pour relire et commenter le rapport et échanger avec les experts du GT lors de sa séance du 20 juin 2025.

Les travaux du GT « Surveillance des moustiques vecteurs » ont été adoptés par le GT vecteurs le 6 novembre puis endossés en CES SABA le 18 novembre 2025.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Janvier 2024) ».

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

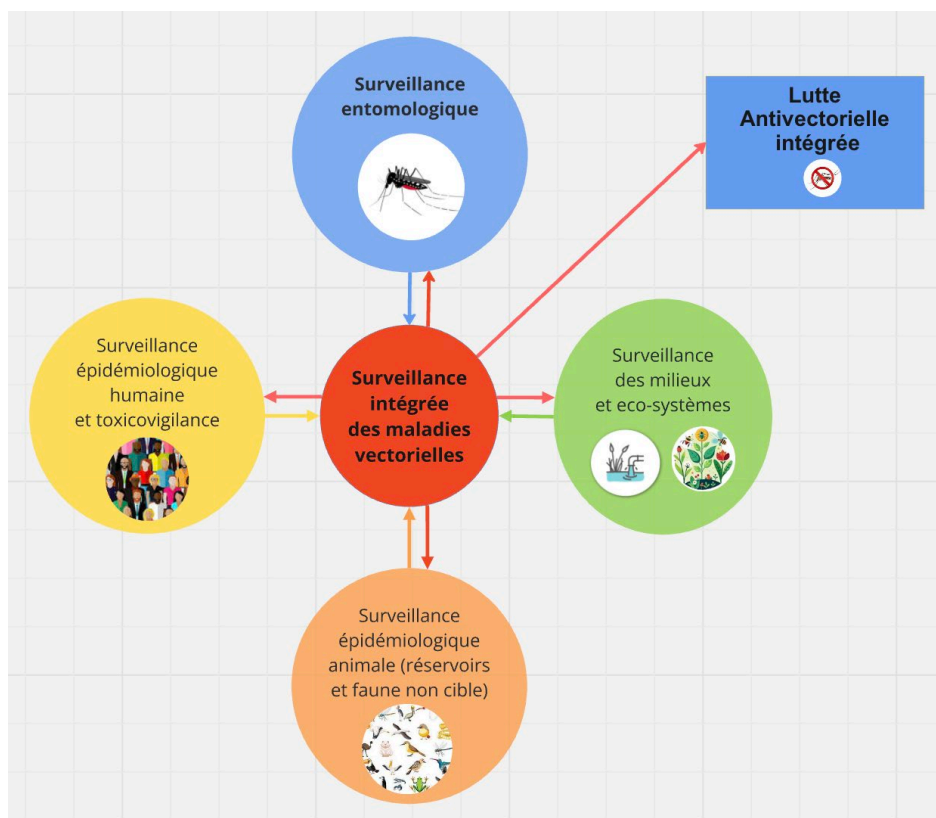
### **3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GT « SURVEILLANCE DES MOUSTIQUES VECTEURS » ET DU CES SABA**

Le GT « surveillance des moustiques vecteurs », et le CES SABA rappellent que le présent avis est associé à un rapport d'expertise collective qui développe l'ensemble de l'argumentaire en réponse aux questions posées dans la saisine.

#### **3.1. Du site actuel Signalement-moustique vers un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM)**

##### **3.1.1. Le dispositif français de surveillance entomologique**

La surveillance entomologique est l'une des composantes du dispositif de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle incluant par ailleurs la surveillance épidémiologique humaine et la toxicovigilance, la surveillance épidémiologique animale, ainsi que la surveillance environnementale (des milieux et des écosystèmes) (Figure 1).



Source : d'après l'avis de l'Anses du 29 septembre 2022  
relatif à l'évaluation des stratégies de lutte antivectorielle.

Figure 1 : La surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et la lutte antivectorielle

Le décret n°2019-258 du 29 mars 2019 et l'arrêté du 23 juillet 2019 fixent le cadre réglementaire de la surveillance entomologique mise en œuvre par les ARS et leurs OpD. Depuis 2020 et la mise en application de cette réglementation, le programme de surveillance entomologique des moustiques vecteurs est défini par les ARS et a pour objectifs de détecter précocement l'introduction de nouvelles espèces vectrices, de limiter leur implantation et en cas d'échec, de suivre leur front de colonisation sur le territoire, afin d'éclairer la décision d'intervention (notamment la mise en œuvre de traitements insecticides) autour des cas humains d'arboviroses.

Dans l'ensemble des territoires français, la surveillance repose sur un réseau de pièges et, uniquement en France hexagonale, sur le site internet Signalement-moustique, créé en 2014 pour suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus*.

Les pièges pondoirs miment des sites d'oviposition pour les femelles de certaines espèces d'*Aedes* (telles qu'*Ae. albopictus*, ou d'autres espèces ayant un comportement de ponte similaire, telles qu'*Ae. aegypti*, *Ae. japonicus* ou *Ae. koreicus*) qui déposent leurs œufs dans des gîtes "en contenants"<sup>12</sup> (*container-breeding*). Les pièges pondoirs permettent donc de surveiller ces espèces sans toutefois permettre d'évaluer précisément les densités de moustiques adultes. Cependant, ces pièges ne sont pas adaptés à la surveillance d'autres

<sup>12</sup> Contrairement aux *Anopheles* ou aux *Culex*, ces espèces d'*Aedes* ont un cycle larvaire qui se déroule dans de petits volumes d'eau stagnante contenus dans des récipients naturels ou artificiels tels que cavités d'arbres, feuilles retenant l'eau, mais surtout des récipients d'origine anthropique : seaux, pots, coupelles, pneus, bidons, gouttières, matériels abandonnés, etc.

espèces de moustiques vecteurs (des genres *Anopheles* et *Culex* par exemple) qui ne pondent pas leurs œufs dans des gîtes "en contenants" et ne sont donc pas attirés par ce type de pièges.

Signalement-moustique permet aux citoyens de signaler la présence d'*Ae. albopictus*. Les données qu'il collecte sont transmises quotidiennement au système d'information national relatif à la lutte antivectorielle, le SI-LAV. Le SI-LAV est un outil qui centralise et intègre les données entomologiques, épidémiologiques et les actions de LAV menées sur le terrain, notamment pour guider la stratégie de LAV à mettre en place par les ARS avec l'appui des OpD.

### 3.1.2. Le site Signalement-moustique

Le site Signalement-moustique est un site participatif permettant aux citoyens de déclarer en ligne la présence d'*Ae. albopictus* en France hexagonale afin de surveiller son front de colonisation et d'identifier les communes nouvellement colonisées. Il a été mis en place, en mars 2014 par le Centre national d'expertise sur les vecteurs (Cnev) et l'Institut de recherche et développement (IRD) à la demande du Ministère en charge de la santé, suite à une recommandation du Cnev. La gestion du site Signalement-moustique a été assurée jusqu'en 2018 par l'IRD puis transférée à l'Anses en 2018 en même temps que lui a été confiée l'expertise nationale sur les vecteurs, sans moyens dédiés pour l'animation, l'analyse et la communication.

Les objectifs du site, tels que définis dans l'arrêté du 23 juillet 2019, sont les suivants :

- « pendant la période de surveillance entomologique, suivre la distribution [géographique] du vecteur ;
- suivre la dynamique saisonnière du vecteur ;
- détecter, le cas échéant, de nouvelles implantations d'*Ae. albopictus* ou éventuellement d'autres espèces<sup>13</sup> vectrices de maladies humaines ».

Ce site de surveillance participative permet aux autorités sanitaires d'augmenter le maillage territorial de la surveillance entomologique avec, selon les experts, un coût de traitement des signalements probablement très inférieur à celui généré par le suivi du réseau de pièges. En effet, la forte nuisance causée par *Ae. albopictus* (liée à son caractère fortement anthropophile) constitue un levier de motivation pour que les citoyens déclarent sa présence sur le site. Par ailleurs, le manque de sensibilité des pièges pondoirs en milieu urbain<sup>14</sup> renforce l'intérêt de la surveillance participative, qui permet d'augmenter la sensibilité du dispositif de surveillance entomologique sur l'ensemble du territoire hexagonal. Il permet une couverture large du territoire, une réactivité importante et favorise l'implication citoyenne. Toutefois, son efficacité est limitée par le fait que les signalements dépendent de l'engagement et de la capacité des usagers à identifier correctement *Ae. albopictus*.

D'un point de vue technique, Signalement-moustique est un site Web optimisé pour être utilisé sur un téléphone, mais sans application mobile dédiée. Il a été développé avec des

---

<sup>13</sup> Le site n'a pas été conçu à l'origine pour permettre le signalement d'autres espèces de moustiques vectrices qu'*Ae. albopictus*. À noter cependant que depuis la première détection d'*Ae. japonicus* en Alsace avec des prospections de gîtes larvaires dans les cimetières (Krebs *et al.* 2014), le site permet de détecter de manière fortuite sa présence sur la base des photographies envoyées et contribue à suivre son front de colonisation (comm. pers. Philippe Bindler, Service démoustication Brigade Verte).

<sup>14</sup> La disponibilité de sites de ponte (i.e. gîtes larvaires) à proximité des pièges pondoirs déployés en milieu urbain génère une forte compétition susceptible de diminuer leur attractivité vis-à-vis des femelles gravides présentes.

technologies informatiques<sup>15</sup> dites *open source*, c'est-à-dire libres et accessibles à tous. Les photos envoyées par les utilisateurs sont stockées sur un serveur de l'Anses.

Une évaluation OASIS (pour Outil d'Analyse des Systèmes de Surveillance) menée par l'Anses en 2021 a souligné l'intérêt du site Signalement-moustique au sein du dispositif de surveillance entomologique pour lutter contre les maladies à transmission vectorielle dans le contexte de changements globaux et d'expansion territoriale d'*Ae. albopictus*. Elle a aussi identifié des lacunes (notamment en termes de communication, de gouvernance et de retour aux citoyens) conduisant à formuler des recommandations d'amélioration.

En tenant compte des recommandations de l'évaluation OASIS et pour répondre aux questions de la saisine, le GT a mené une réflexion pour renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique, afin d'améliorer notamment la détection de nouvelles espèces, le suivi de leurs distributions et la connaissance de la bioécologie des moustiques vecteurs, afin de mieux anticiper les risques.

Enfin, le site Signalement-moustique n'a bénéficié que de correctifs mineurs depuis sa création en 2014. Il n'a connu ni mise à jour technique préventive, ni évolution fonctionnelle. Il est également sujet à des instabilités fréquentes liées à des erreurs techniques. Mais au-delà d'une refonte structurelle, il doit contribuer à renforcer la surveillance entomologique pour répondre à de nouveaux objectifs (voir § 3.1.3).

### **3.1.3. Renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique**

Dans le cadre de la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle, la surveillance entomologique vise à produire des informations utiles pour l'évaluation du risque vectoriel<sup>16</sup>, le pilotage et la mise en œuvre de la LAV.

Du fait notamment de l'expansion continue d'*Ae. albopictus* sur le territoire hexagonal, ainsi que du risque d'introduction et d'installation de nouvelles espèces de moustiques vecteurs, y compris dans les DROM, les experts estiment que les objectifs du site méritent d'être revus et adaptés aux différents territoires français.

Aussi, les experts du GT recommandent que le futur site contribue aux objectifs suivants (Figure 2) :

- 1) objectif n°1 : identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé humaine déjà présentes sur le territoire étudié et décrire leur distribution spatiale. Aussi, les experts estiment que la surveillance entomologique réalisée à l'aide du site Signalement-moustique devrait être multi-genres et permettre, en fonction du contexte, le signalement d'autres espèces de moustiques vecteurs (*Aedes* spp., *Anopheles* spp., *Culex* spp., etc.) présentes dans les territoires français ;
- 2) objectif n°2 : détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs et suivre leur front de colonisation.

En complément des signalements sur le site Signalement-moustique, les experts proposent la mise en œuvre de campagnes de promotion ciblées géographiquement

<sup>15</sup> Les technologies utilisées sont : le langage PHP, un cadre de développement appelé CakePHP, et une base de données PostgreSQL.

<sup>16</sup> Le risque vectoriel correspond au risque de transmission d'agents pathogènes (virus, bactéries, parasites) à l'être humain par l'intermédiaire de vecteurs, principalement des arthropodes hématophages comme les moustiques ou les tiques.

(par exemple dans des zones habitées à proximité des points d'entrée inclus ou non dans le règlement sanitaire international et dans des zones transfrontalières) pour solliciter davantage de signalements dans ces zones, afin de renforcer le dispositif de surveillance entomologique et la capacité de détection d'espèces à risque d'introduction et d'installation. Il pourrait également être envisagé de recruter des volontaires à l'aide du site Signalement-moustique pour la collecte de spécimens dans ces zones ;

- 3) objectif n°3 : évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs en collectant de nouvelles données sur la bioécologie d'*Ae. albopictus* et d'autres espèces de moustiques vecteurs spécifiques à chaque territoire (ex : dynamique saisonnière, périodes d'activité, etc.).

Les informations collectées sur la bioécologie des moustiques vecteurs seront utiles pour guider les actions des collectivités et des OpD. Elles pourront en effet servir à optimiser la stratégie de LAV et à mieux gérer la nuisance (pour cibler les actions de lutte mécanique ou l'usage éventuel de larvicides vers les gîtes larvaires les plus productifs ou les plus nombreux sur le domaine public, ou encore pour orienter la mobilisation sociale, etc.).

En complément, les données relatives aux gîtes larvaires pourraient être utilisées pour estimer les densités de femelles agressives à l'aide d'outils de modélisation tels qu'ArboCarto<sup>17</sup>, sous réserve de vérifier leur possible exploitation, en termes notamment de qualité des données.

---

<sup>17</sup> ArboCarto est un outil de cartographie prédictive des densités de populations d'*Aedes* développé à La Réunion et transféré actuellement à d'autres territoires français pour optimiser les actions de surveillance et de LAV. Il est présenté en Annexe 10 du rapport.

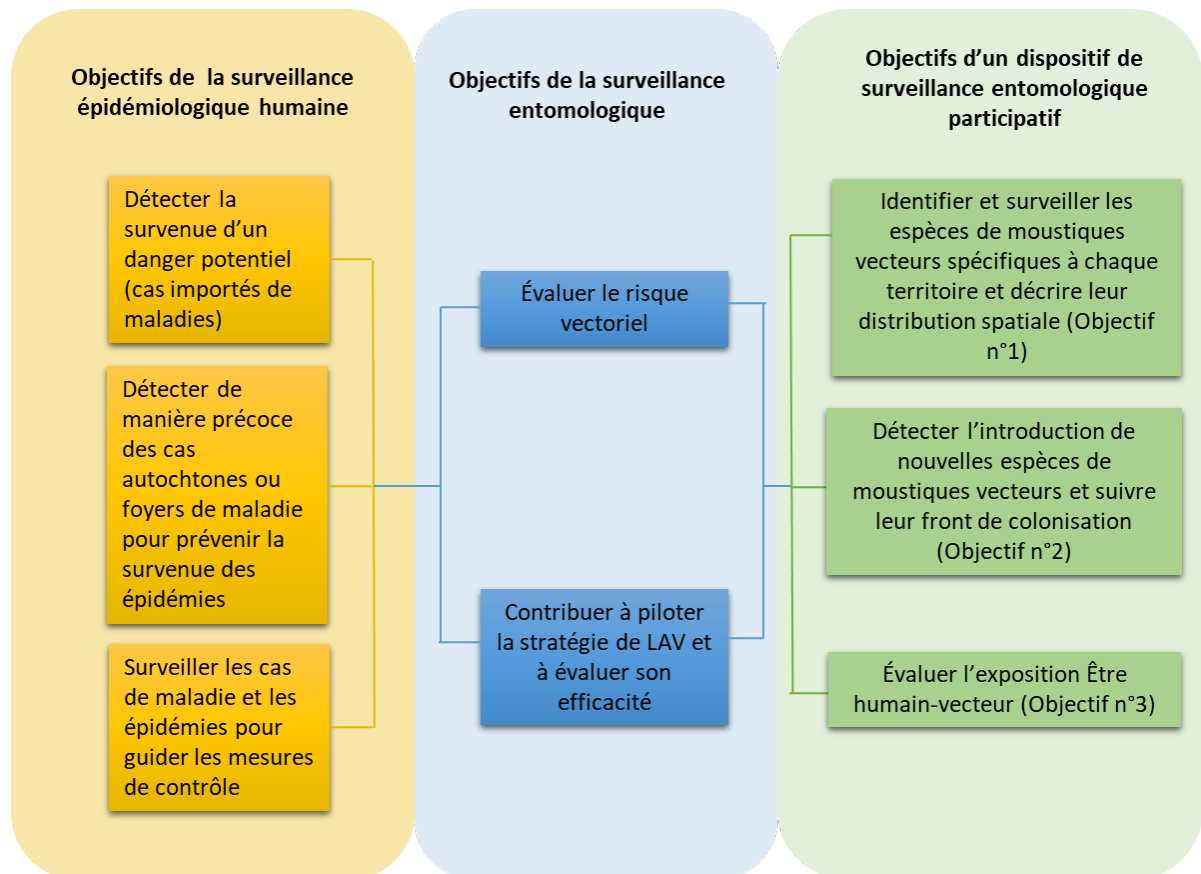


Figure 2 : Objectifs des surveillances épidémiologique humaine et entomologique pour les maladies à transmission vectorielle et contributions d'un dispositif de surveillance participatif

Pour que le futur site soit en capacité de collecter de nouvelles données pour répondre à ces objectifs, les experts du GT recommandent de créer un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM), intégrant des améliorations techniques et organisationnelles. Des propositions sont présentées en ce sens ci-après.

### 3.1.4. Créer un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs

Plus qu'un nouveau site Signalement-moustique à envisager pour résoudre les problèmes d'obsolescence du site actuel et de limitation de ses fonctionnalités, c'est un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) qui doit être mis en place (Figure 3), accompagné du besoin d'assurer des moyens dédiés (financiers, matériels et humains) nécessaires pour l'animation, le pilotage, l'exploitation des données, et le développement de nouveaux outils. Pour cela, les experts recommandent que ce DSPM, qui devra s'intégrer au sein du dispositif global et de la gouvernance de la LAV, comprenne notamment :

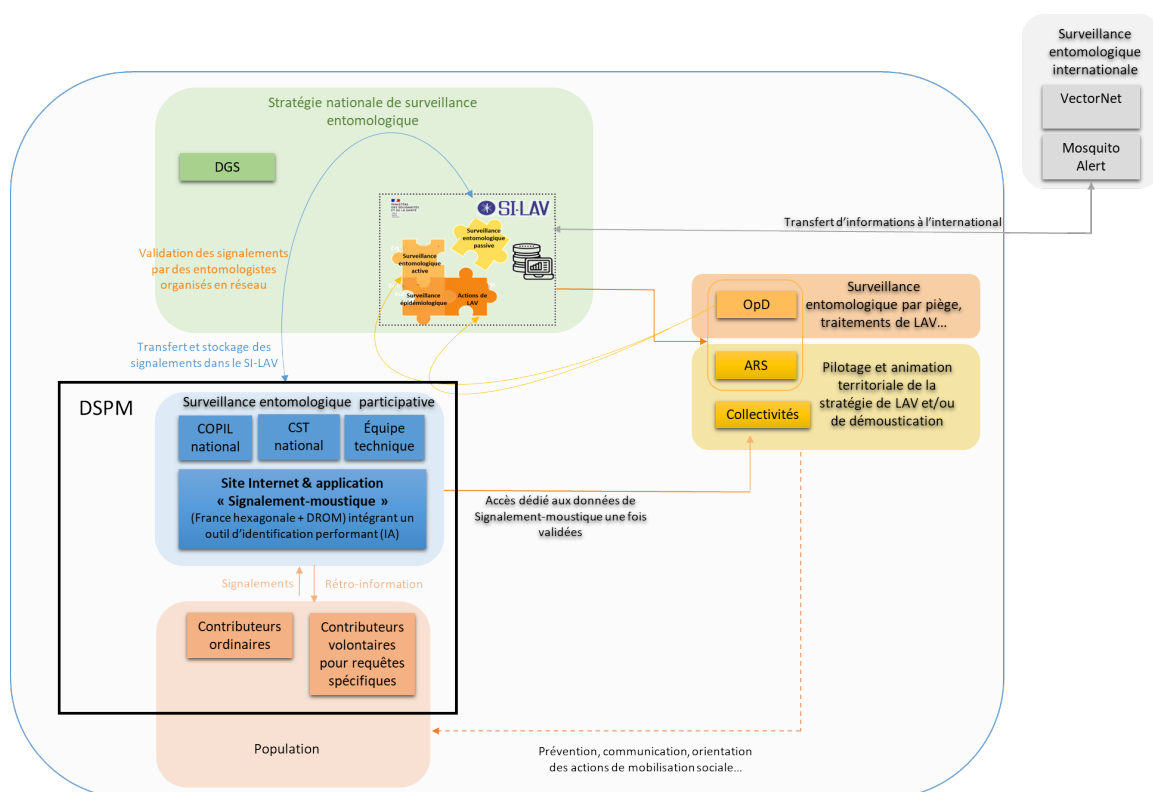
- la refonte structurelle du site Signalement-moustique, qui n'a connu ni mise à jour technique préventive, ni évolution fonctionnelle depuis 2014, et la création d'une application mobile ;

- la formalisation d'une gouvernance à l'échelle nationale et territoriale<sup>18</sup> avec la mise en place d'instances *ad hoc* (ou l'élargissement des missions d'instances existantes) : Comité de pilotage (COPIL), Comité scientifique et technique (CST), etc. intégrées au sein des instances de gouvernance de la stratégie de LAV (existantes ou à mettre en place) ;
- le choix d'une structure (DGS, agence sanitaire ou institut technique dédié à la LAV à mettre en place) pour assurer le fonctionnement du DSPM et héberger le futur site Signalement-moustique ;
- l'augmentation des capacités de traitement des signalements à partir de photos, notamment par le développement d'outils numériques performants (recours à l'intelligence artificielle en particulier) pour l'identification et la classification des signalements ;
- la mise en place d'un réseau national d'entomologistes agréés (OpD, ARS) en charge du processus<sup>19</sup> de validation des signalements issus du site Signalement-moustique dans le SI-LAV, afin de mutualiser les compétences et de répartir la charge de travail au sein du réseau ;
- la mise à disposition des informations collectées par le site Signalement-moustique auprès des collectivités pour contribuer à guider la lutte contre les nuisances dues aux moustiques et les actions de mobilisation sociale au niveau local ;
- l'amélioration de l'engagement citoyen grâce aux technologies de l'information et de la communication facilitant l'implication et la fidélisation des contributeurs (récompenses, ludification, etc.) ;
- l'élaboration d'une stratégie de communication autour du DSPM (campagnes de promotion, relais locaux d'information, outils numériques, rétro-information, etc.).

---

<sup>18</sup> L'échelle territoriale fait ici référence à l'entité géographique sur laquelle la stratégie de LAV (surveillance, traitements, mobilisation sociale, etc.) est mise en œuvre, pouvant porter sur un ou plusieurs départements, ou la région dans son ensemble.

<sup>19</sup> Ce processus de tri et de validation sera à préciser dans les spécifications techniques du futur site et sera discuté avec les partie-prenantes.



**Figure 3 : Le dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) et ses interconnexions**

À l'échelle nationale, la gouvernance du DSPM nécessite de mettre en place :

- une coordination nationale, confiée à une agence de santé publique, une plateforme ou à un institut technique à mettre en place, de l'ensemble des différents acteurs impliqués dans les actions de surveillance et utilisateurs des données (l'Anses, les ARS, les OpD, les services concernés des départements et des régions, les collectivités locales et les associations de citoyens, etc.) ;
- un comité de pilotage (COPIL) national réunissant de manière régulière des représentants des utilisateurs et bénéficiaires des données de la surveillance, dont celles issues du futur site Signalement-moustique (ARS, OpD, DGS, Anses, SpF, etc.). Ce comité serait notamment chargé de définir les indicateurs de pilotage dont il a besoin et d'organiser la validation des signalements ;
- un comité scientifique et technique (CST) national composé d'experts (entomologistes, épidémiologistes, etc.) et de représentants de structures en charge de la mise en œuvre de la LAV (ARS, OpD, etc.). Il aurait notamment pour mission de contribuer à la définition des indicateurs (de pilotage et de performance), et d'analyser et interpréter les données collectées par le DSPM. Il aurait également pour mission d'évaluer la pertinence et la faisabilité des projets scientifiques nécessitant des requêtes spécifiques<sup>20</sup> pouvant être réalisées à l'aide du site Signalement-moustique et d'émettre un avis à l'intention du comité de pilotage ;

<sup>20</sup> En complément des signalements réalisés en routine, des spécimens de moustiques et des données complémentaires pourraient être collectés en fonction de besoins spécifiques territoriaux et servir à la stratégie de LAV et de lutte contre les maladies à transmission vectorielle, ainsi que fournir des données utiles à la recherche (voir § 4.7 du rapport).

- une équipe technique : un animateur/coordonateur au niveau national (pour produire les indicateurs en routine, exploiter les données, restituer les résultats, animer les réseaux et communiquer autour du DSPM, etc.) et un support informatique (pour développer et maintenir les outils).

À l'échelle territoriale, l'animation du DSPM implique des déclinaisons territoriales du COPIL et du CST et d'organiser en particulier les activités suivantes :

- vérification de la qualité des données collectées avec le site Signalement-moustique et leur analyse ;
- utilisation des résultats de la surveillance entomologique (participative et avec des pièges) pour guider les actions de LAV et contribuer à la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle (en lien avec les résultats de la surveillance épidémiologique et les autres données du SI-LAV) ;
- information des citoyens et des parties prenantes et communication avec un choix diversifié et cohérent de canaux d'information (bilans, bulletins d'information, etc.).

Les experts estiment également qu'il est nécessaire d'envisager une rétro-information spécifique pour les acteurs de la LAV, sous forme de bilans et de retours d'expériences. En effet, celle-ci permet d'entretenir le lien social entre les acteurs d'un territoire et d'améliorer la pérennisation du dispositif et son animation. C'est aussi un moyen de valoriser l'engagement des participants et d'instaurer un dialogue entre les différentes parties prenantes.

Ces moyens devront faire l'objet d'un ajustement annuel dans le cadre des marchés publics passés entre les ARS et leurs OpD.

### **3.1.5. Collecter, analyser et partager les données**

En complément des données déjà collectées actuellement, le futur site Signalement-moustique devra en collecter de nouvelles et ce, dans de nouveaux territoires (DROM). Aussi, afin de répondre aux objectifs de la surveillance entomologique présentés au § 3.1.3 de cet avis, les experts du GT recommandent :

- que le futur site Signalement-moustique permette la collecte et l'analyse de nouvelles données (altitude et date de signalement, comportements trophiques, gîtes larvaires, etc.), en complément de celles déjà collectées ;
- que la fenêtre de signalement et d'analyse soit étendue à toute l'année ;
- que ces données répondent aux principes FAIR (i.e. faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables) afin de faciliter les interconnexions avec d'autres bases de données, nationales et internationales ;
- que les données collectées conduisent à la production d'indicateurs utiles au pilotage de la stratégie de LAV et à l'évaluation du risque vectoriel.

De plus, l'interconnexion du site prévu dans le DSPM avec les outils d'aide à la décision pour la gestion des maladies à transmission vectorielle étant essentielle, les experts du GT recommandent également :

- de maintenir la connexion entre le site Signalement-moustique et le SI-LAV, qui constitue l'un des principaux atouts du dispositif français en termes de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et de pilotage de la LAV ;
- qu'une interface dédiée aux collectivités territoriales soit prévue sur le futur site Signalement-moustique, afin de leur permettre de consulter les signalements, les

cartes et les données utiles pour optimiser leurs actions de démoustication, de prévention et de mobilisation sociale en fonction du statut colonisé ou non de leur commune ;

- que les données collectées soient transférées aux dispositifs de surveillance entomologique internationaux, comme VectorNet<sup>21</sup> ou Mosquito Alert, et puissent être mises à disposition des équipes de recherche qui en feraient la demande ;
- que les données collectées relatives à l'exposition aux piqûres et à la productivité des gîtes larvaires puissent servir à des outils de modélisation prédictifs du risque vectoriel (ex : ArboCarto).

## **3.2. Conclusions et recommandations du GT « surveillance des moustiques vecteurs », et du CES SABA**

### **3.2.1. Conclusion**

Le futur site de surveillance participative, en plus de continuer à assurer le suivi du front de colonisation d'*Ae. albopictus*, devra contribuer à renforcer de manière globale le dispositif de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques. Pour cela, les experts estiment qu'il devra notamment permettre d'identifier et de surveiller les différentes espèces de moustiques vecteurs déjà présentes sur un territoire, de décrire leur distribution spatiale, de détecter l'introduction de nouvelles espèces et de suivre également leur front de colonisation, ainsi que de contribuer à mieux évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs.

En plus de continuer à alimenter le SI-LAV et de servir aux ARS dans le champ de la lutte antivectorielle, le futur site devra également collecter et transmettre des données aux collectivités territoriales utiles pour la conduite de leurs missions de prévention et de lutte contre la nuisance due aux moustiques. Il devra également contribuer à améliorer l'information des citoyens, à faciliter leur implication et leur fidélisation pour la collecte de données.

Selon les experts, le développement du futur site doit aussi être l'occasion de mettre en place un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM). Celui-ci devra être constitué d'un COPIL, d'un CST, d'une équipe technique et de contributeurs. Il a été pensé comme un dispositif disposant de moyens dédiés, financiers, matériels (outils numériques innovants pour l'identification et la validation de tous les signalements) et humains. Ces moyens sont nécessaires pour l'animation, le pilotage, l'exploitation des données, et le développement de nouveaux outils. Ce DSPM devra être en interaction avec le SI-LAV, les parties prenantes nationales (ARS, OpD, collectivités) et internationales.

Enfin, pour les experts, les données qui seront collectées avec le DSPM devront être interopérables, en particulier avec le SI-LAV, avec des outils de prédiction des risques vectoriels (par exemple ArboCarto) et d'autres dispositifs de surveillance entomologique à l'échelle européenne (tels que VectorNet ou Mosquito Alert), ainsi que pour des projets de recherche.

---

<sup>21</sup> Au niveau européen, l'ECDC et l'EFSA coordonnent la surveillance des moustiques vecteurs par le recueil des données de surveillance des pays européens grâce au réseau VectorNet. Ce réseau permet d'alimenter un « observatoire » des arthropodes vecteurs en Europe. Son objectif est de collecter, harmoniser et partager des données sur la distribution et la présence des arthropodes vecteurs (moustiques, tiques, phlébotomes, etc.) en Europe et dans les pays voisins.

### 3.2.2.Recommandations

Les experts du GT rappellent que les pistes d'amélioration présentées dans l'avis et le rapport d'expertise visent à faire évoluer la surveillance participative des moustiques vecteurs pour enrichir l'actuel dispositif de surveillance entomologique et répondre à de nouveaux objectifs.

Le rapport comporte ainsi des recommandations pour une refonte du site Signalement-moustique dans le cadre de la mise en place d'un dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM). Les recommandations concernant spécifiquement le site et le DSPM sont reprises sous forme de puces dans les paragraphes précédents.

Considérant les données épidémiologiques de l'été 2025 dans l'Hexagone, les experts du GT soulignent l'urgence de la mise en place d'un tel DSPM afin de se préparer aux épidémies d'arboviroses à venir. Aussi, afin de développer et de déployer ce DSPM de manière pleinement opérationnelle, ils rappellent que des moyens financiers rapidement disponibles et pérennes sont nécessaires.

De plus, ils recommandent aux instances de gouvernance du DSPM (COPIL et CST à mettre en place aux échelles nationale et territoriale) de s'appuyer sur les trois grands principes définis ci-après.

#### 3.2.2.1. Co-construire le DSPM avec ses utilisateurs finaux

Considérant la nécessité :

- que le futur site Signalement-moustique et le DSPM répondent aux besoins des acteurs et utilisateurs finaux sur l'ensemble des territoires (à savoir : DGS, ARS, OpD, référents communaux, citoyens, etc.) ;
- de pérenniser le DSPM en formalisant son animation et son pilotage, ainsi qu'en lui assurant des moyens dédiés ;

les experts du GT recommandent :

- d'impliquer les utilisateurs finaux dans la co-construction du futur site Signalement-moustique et du DSPM ;
- de réaliser une phase pilote avant le déploiement du futur site, en lien avec le prestataire qui sera en charge du marché ;
- de développer des indicateurs de pilotage et de performance pour le DSPM avec tous les acteurs concernés (i.e. le COPIL, le CST et les utilisateurs finaux - ARS, OpD et collectivités), afin de garantir la qualité, la pertinence et l'utilité des données collectées et de les tester lors de la phase pilote ;
- d'évaluer régulièrement le DSPM afin de vérifier qu'il réponde à ses objectifs (par exemple selon la méthode OASIS telle que mise en œuvre en 2021).

#### 3.2.2.2. Faire du futur site Signalement-moustique un outil évolutif

Considérant la nécessité de produire des informations nécessaires à :

- différents objectifs (évaluer les risques vectoriels et prévenir l'émergence de maladies à transmission vectorielle, piloter la stratégie de LAV, etc.) susceptibles d'évoluer rapidement (du fait des changements globaux) ;
- différents acteurs (ARS, OpD, collectivités territoriales, population générale, chercheurs le cas échéant, etc.) ;

les experts du GT recommandent :

- de prévoir un site modulable permettant, en fonction des contextes entomo-épidémiologiques de chaque territoire, de signaler et identifier les espèces de moustiques vecteurs prioritaires à surveiller (sur avis du COPIL et du CST) ;
- d'étudier la faisabilité de recueillir des données spécifiques avec des requêtes *ad hoc* (par exemple pour renforcer la surveillance entomologique aux points d'entrée) auprès de publics cibles (ex : scolaires, populations situées en zones aéroportuaires, etc.) et d'impliquer certains citoyens volontaires dans les premières étapes d'identification des moustiques.

### 3.2.2.3. Promouvoir le futur site Signalement-moustique

Considérant que le renforcement de la participation citoyenne passe par une meilleure information, communication et restitution des résultats auprès du grand public, les experts du GT recommandent :

- de réaliser en amont une enquête auprès des contributeurs de l'actuel site Signalement-moustique, afin de comprendre leurs attentes et les déterminants de leur participation (leviers de motivation et freins) ;
- de réaliser des campagnes de communication ciblées, afin d'adapter celles-ci aux contextes national et local ;
- d'identifier des relais locaux (associations de quartier, référents communaux, etc.) pour promouvoir le site ;
- d'étudier la possibilité de créer un portail unique intégrant la surveillance participative de toutes les espèces animales ou végétales à enjeux sanitaires. Ce portail (à l'image du portail de signalement des événements sanitaires indésirables<sup>22</sup>) redirigerait les utilisateurs vers les sites dédiés : Signalement-moustique, « CiTique », etc. tout en leur assurant une meilleure visibilité.

## 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Les maladies à transmission vectorielle représentent un enjeu de santé publique majeur dans certains territoires français et en croissance pour d'autres. En effet, l'enjeu est patent dans les territoires ultramarins français des Antilles, de la Guyane et de l'Océan Indien, où les épidémies de dengue sont saisonnières. Concernant la France hexagonale, les données épidémiologiques de l'été 2025 ont illustré l'émergence de transmissions autochtones d'arboviroses. L'avis et le rapport de l'Anses sur la probabilité d'apparition et l'ampleur d'une épidémie d'arbovirose (Anses 2024) avaient qualifié les impacts d'une éventuelle épidémie et l'importance de se préparer à y faire face.

La surveillance des moustiques potentiellement vecteurs est l'un des maillons de la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle, dont les résultats alimentent la stratégie de lutte antivectorielle (LAV). Aussi, elle doit y contribuer de la manière la plus réactive et opérationnelle possible, en collectant efficacement les données pertinentes. Dans ce contexte de plus en plus prégnant, la refonte du site Signalement-moustique au sein d'un dispositif de surveillance entomologique participative est nécessaire.

<sup>22</sup> <https://signalement.social-sante.gouv.fr/>

L'Anses endosse les conclusions et recommandations des experts, avec les compléments exposés ci-dessous.

L'agence souligne que l'enjeu de santé publique associé au contexte évolutif des maladies à transmission vectorielle nécessite des évolutions du site Signalement-moustique allant au-delà de sa simple refonte. Ainsi, elle appuie les propositions d'objectifs à atteindre dans ce cadre, concernant aussi bien l'extension à de nouveaux vecteurs pertinents que celui d'*Ae. albopictus* actuellement suivi, l'extension à de nouveaux territoires (DROM), l'ouverture à d'autres capacités que celle actuelle de suivi du front de colonisation, ainsi que la possibilité de recueillir – par un dispositif citoyen – des données permettant de documenter la bioécologie des vecteurs d'intérêt. L'objectif de ces évolutions fonctionnelles, qui restent encore largement à décliner, doit viser *in fine* une estimation du risque vectoriel.

L'agence considère également qu'en plus de maintenir l'interopérabilité avec le SI-LAV, il est nécessaire de mettre en place d'autres interconnexions entre le site Signalement-moustique et des outils de prédiction des risques vectoriels (par exemple ArboCarto), ainsi que d'autres dispositifs de surveillance entomologique à l'échelle européenne (tels que VectorNet ou Mosquito Alert).

Compte-tenu des évolutions très importantes qu'il est proposé d'apporter à cet outil de surveillance entomologique participative, l'agence souscrit au besoin d'associer la mise en place de ces évolutions techniques à une réflexion plus large pour mettre en place un dispositif complet de surveillance participative, maillon citoyen du dispositif de surveillance entomologique et plus globalement au sein du dispositif global de pilotage et de gouvernance de la LAV. Dans cette perspective, la question du périmètre des instances recommandées par les experts (CST, Copil) fera partie des points à préciser.

Les options à retenir pour le dispositif participatif devront être définies en tenant compte des moyens humains et financiers qui pourront être mobilisés. L'agence souligne la nécessité de co-construire ce dispositif participatif avec ses utilisateurs finaux (ARS, OpD, collectivités). Dans ce cadre, l'Anses propose que le retour d'expérience de plateformes d'épidémiosurveillance, telle que la plateforme d'épidémio-surveillance en santé animale (ESA), soit intégré. En effet, cette plateforme, qui associe institutions publiques, acteurs scientifiques, partenaires opérationnels et représentants de la société civile pour en piloter les activités, a montré sa capacité à harmoniser les processus de signalement, de validation et d'exploitation des données collectées et à renforcer la lisibilité et la cohérence des différentes modalités de surveillance.

S'agissant de l'évolution du système d'information, les recommandations du présent avis sont aujourd'hui formulées en tant qu'objectifs et besoins, et ne sont pas encore sous la forme de spécifications techniques. Le cheminement incluant leur explicitation et validation en vue de lancer le développement correspondant doit être discuté dans un cadre de gouvernance renouvelé prenant en compte les recommandations de cet avis et incluant les acteurs de la surveillance entomologique. L'élargissement du dispositif de surveillance à d'autres arthropodes vecteurs devrait être également arbitré dans ce cadre car il constitue un choix dimensionnant.

Au regard des enjeux sanitaires, le besoin de consolidation à court terme de la capacité de détection précoce et de prévention des risques liés aux arthropodes vecteurs appelle à mener

rapidement cette réflexion, à laquelle l'Anses apportera son concours, en vue de la mise en œuvre de solutions opérationnelles.

Gilles Salvat

## MOTS-CLÉS

Moustique, vecteur, arbovirose, arbovirus, maladie à transmission vectorielle, surveillance entomologique, lutte antivectorielle.

*Mosquito, vector, arbovirosis, arbovirus, vector-borne diseases, entomological surveillance, vector control.*

## CITATION SUGGÉRÉE

Anses (2026). Surveillance participative des moustiques vecteurs : propositions d'évolution pour le site Signalement-moustique (saisine 2023-SA-0004). Maisons-Alfort : Anses, 19 p.

---

**Surveillance participative des moustiques vecteurs :  
propositions d'évolution pour le site Signalement-  
moustique**

**Saisine « n° 2023-SA-0004 Surveillance moustiques »**

**RAPPORT  
d'expertise collective**

**Comité d'expert spécialisé « Santé et Bien-Être des Animaux »**

**Groupe de travail « Vecteurs »**

**Groupe de travail « Surveillance moustiques »**

**Octobre 2025**

### Citation suggérée

---

Anses (2025). Surveillance participative des moustiques vecteurs : propositions d'évolution pour le site Signalement-moustique (saisine 2023-SA-0004). Maisons-Alfort : Anses, 141 pp.

### Mots clés

---

Moustique, vecteur, arbovirose, arbovirus, maladie à transmission vectorielle, surveillance entomologique, lutte antivectorielle.

*Mosquito, vector, arbovirosis, arbovirus, vector-borne diseases, entomological surveillance, vector control.*

## Présentation des intervenants

**PRÉAMBULE** : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personæ*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

### GROUPE DE TRAVAIL

---

#### Président

Daniel BLEY – Directeur de recherches émérite au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) – Anthropologue biologiste, interfaces environnement/santé, perceptions des risques, pratiques de prévention, professionnels de santé, interdisciplinarité.

#### Vice-présidente

Antoinette LUDWIG – Chercheuse scientifique, Agence de santé publique du Canada – Santé animale, épidémiologie des zoonoses, modélisation, épidémiologie.

#### Membres

Thierry BALDET - Cadre de la recherche, CIRAD Saint Denis, La Réunion – Entomologie médicale, surveillance entomologique et lutte antivectorielle, moustiques, culicoïdes, arbovirus.

Barbara DUFOUR – Professeur émérite, École nationale vétérinaire d'Alfort - Épidémiologie, maladies infectieuses, analyse du risque, zoonoses, lutte collective.

Olivier MAILLARD – Professeur des universités, Université de La Réunion, praticien hospitalier, Centre Hospitalier Universitaire de La Réunion – Épidémiologie, maladies infectieuses et tropicales, arboviroses, recherche clinique, santé publique.

Christophe PAUPY – Directeur de recherche, IRD Montpellier – Entomologie médicale, bioécologie des vecteurs, moustiques, compétence vectorielle, arbovirus, contrôle.

Philippe QUENEL – Professeur honoraire, École des Hautes Études de Santé Publique (EHESP) – Surveillance épidémiologique, épidémiologie des maladies à transmission vectorielle, santé publique.

Natacha PROTOPOPOFF – Maître de conférences à l'Institut Tropical et de Santé Publique Suisse – Entomologie et épidémiologie du paludisme, lutte antivectorielle, santé publique, recherche clinique.

### COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

---

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par les collectifs d'experts suivants :

- GT Vecteurs – Dates : le 17 juin, le 10 décembre 2024, le 12 février et le 29 avril 2025, le 19 septembre et le 6 novembre 2025.

**Président**

Frédéric SIMARD – Directeur de recherche, IRD, MIVEGEC, CNRS, Université de Montpellier – Entomologie médicale, moustiques, arboviroses, paludisme, lutte antivectorielle.

**Membres**

Thierry BALDET - Cadre de la recherche, CIRAD Saint Denis, La Réunion – Entomologie médicale, surveillance entomologique et lutte antivectorielle, moustiques, culicoïdes, arbovirus.

Daniel BLEY – Directeur de recherches émérite, CNRS – Anthropologie, interfaces environnement/santé, perceptions des risques, pratiques de prévention, professionnels de santé, interdisciplinarité.

Sarah BONNET – Directrice de recherche, Institut Pasteur-CRNS-INRAE – Entomologie médicale et vétérinaire, parasitologie, lutte antivectorielle, maladies infectieuses, santé animale, tiques.

Pierre BOYER – Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier, Université de Strasbourg, Hôpitaux universitaires de Strasbourg – Borréliose de Lyme, maladies liées aux tiques, entomologie médicale, microbiologie clinique.

Anna COHUET – Directrice de recherche, – IRD-CNRS-Université de Montpellier – Écologie de la transmission vectorielle, interactions Homme-Plasmodium-Anophèles, résistance comportementale aux insecticides et répulsifs.

Laurent DALMAS – Maître de conférences, Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines-Paris Saclay – Sciences sociales, économie de l'environnement, économie de la santé - santé publique et globale (*One Health*), évaluation monétaire et non-monétaire, évaluation de politiques publiques.

Albin FONTAINE – Chercheur, Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) – Séquençage (Illumina), biologie moléculaire, culture de cellules d'insecte, production d'arbovirus, élevage de moustiques, mesure des déterminants de la compétence vectorielle, codage en R et BASH.

Thierry HOCH – Ingénieur de Recherche, ONIRIS-INRAE – Épidémiologie, analyse de risque en santé animale.

Karine HUBER – Directrice de recherche, INRAE - Entomologie médicale et vétérinaire, maladies vectorielles, épidémiologie.

Marc LEANDRI – Maître de conférences, Université Versailles-Saint Quentin – Évaluation sanitaire et environnementale, modélisation de protection en santé (*Health Belief Model*), économie de l'Information, économie des maladies vectorielles, perception des risques, économie des services écosystémiques, *One Health Economics*.

Tinne LERNOUT – Épidémiologiste, Sciensano, service Épidémiologie des maladies infectieuses, Bruxelles – Épidémiologie, surveillance, participation citoyenne, évaluations de risque.

Sylvie MANGUIN – Directrice de recherche, IRD Montpellier, Laboratoire d'Immuno-Physiopathologie Moléculaire Comparée (LIPMC) – Entomologie, moustiques, vecteurs d'agents pathogènes - étude de la biologie et des biotopes des vecteurs - recherche de répulsifs naturels à base de plantes.

Sara MOUTAILLER – Cheffe de projet recherche, Anses – Tiques, moustiques, compétence vectorielle, épidémiologie moléculaire, outil de détection, virologie.

Marie-Claire PATY – Médecin infectiologue, Santé Publique France – Épidémiologie, santé publique, maladies infectieuses, vecteurs, prévention.

Christophe PAUPY – Directeur de recherche, IRD Montpellier – Entomologie médicale, bioécologie des vecteurs, moustiques, compétence vectorielle, arbovirus, contrôle.

Philippe QUENEL – Professeur honoraire EHESP – Épidémiologie, biostatistique, santé publique – Épidémiologie des maladies vectorielles.

Alice RAFFETIN – Praticien hospitalier, Coordonnatrice Centre de Référence Régional des Maladies Vectorielles à Tiques, Paris et région Nord, Centre Hospitalier Intercommunal de Villeneuve-Saint-Georges (CHIV) – Borréliose de Lyme, maladies vectorielles à tiques, infectiologie, gestion des risques infectieux et prévention, épidémiologie.

Marion RIPOCHE – Chargée de mission sanitaire caprin / Animatrice de l'Observatoire des maladies caprines (OMACAP), FRGDS Nouvelle-Aquitaine – Stratégie de surveillance entomologique et acarologique, système de surveillance, épidémiologie, outil de détection et de surveillance spatiale.

Denis SERENO – Chargé de recherche, IRD-CIRAD – Entomologie médicale, entomologie, infectiologie, parasitologie, surveillance.

Stéphanie WATIER-GRILLOT – Vétérinaire des armées, Ministère des armées – Vétérinaire, maladies animales, zoonoses, épidémiologie animale, veille sanitaire, *One Health*.

■ CES Santé et Bien-Être des Animaux (SABA) – 7 octobre et 18 novembre 2025

**Président**

Gilles MEYER – Professeur, École Nationale Vétérinaire de Toulouse - Virologie, immunologie, vaccinologie, maladies des ruminants.

**Membres**

Catherine BELLOC – Professeur, Oniris - École Vétérinaire de Nantes - Infectiologie, approche intégrée de la santé animale, maladies des monogastrique

Stéphane BERTAGNOLI – Professeur, École Nationale Vétérinaire de Toulouse - Virologie, immunologie, vaccination, maladies des lagomorphes.

Alain BOISSY – Directeur de Recherche, INRAE Clermont-Ferrand – Theix - Bien-être animal.

Séverine BOULLIER – Professeur, École Nationale Vétérinaire de Toulouse – Immunologie, vaccinologie.

Henri-Jean BOULOUIS – Retraité, École Nationale Vétérinaire d'Alfort - Bactériologie, diagnostic de laboratoire, immunologie, vaccinologie.

Aurélie COURCOUL – Directrice de la Recherche et des Etudes Doctorales, Oniris – École Vétérinaire de Nantes - Épidémiologie, appréciation des risques (modélisation), réglementation.

Alice DE BOYER DES ROCHES – Maître de conférences, VetAgro Sup - Bien-être animal, animaux de rente, douleur, comportement, zootechnie.

Barbara DUFOUR – Professeur émérite, École Nationale Vétérinaire d'Alfort - Épidémiologie, maladies infectieuses, analyse du risque, zoonoses, lutte collective.

Emmanuelle GILOT-FROMONT – Professeur, VetAgro Sup – Épidémiologie quantitative, évaluation de risque, interface faune sauvage-animaux domestiques, maladies réglementées.

Étienne GIRAUD – Chargé de recherche, INRAE Toulouse – Microbiologie, antibiotiques, antibiorésistance, environnement, écologie microbienne.

Lionel GRISOT – Vétérinaire libéral - Médecine et chirurgie vétérinaire, médicament vétérinaire, maladies des ruminants, des équidés et des animaux de compagnie, sécurité sanitaire des aliments.

Claire GUINAT – Chargée de recherche, INRAE Toulouse - Épidémiologie, génétique (analyses phylodynamiques), maladies infectieuses.

Nadia HADDAD – Professeur, École Nationale Vétérinaire d'Alfort - Infectiologie, maladies réglementées, zoonoses.

Karine HUBER – Directrice de recherche, INRAE - Entomologie médicale et vétérinaire, maladies vectorielles, épidémiologie.

Elsa JOURDAIN – Chargée de recherche, INRAE Clermont-Ferrand - Theix - Zoonoses, épidémiologie, interface faune sauvage-animaux domestiques.

Hervé JUIN – Ingénieur de recherches, INRAE Centre Poitou-Charentes – Bien-être animal, physiologie et nutrition des volailles

Sophie LE BOUQUIN-LENEVEU – Cheffe d'Unité Adjointe, Unité Épidémiologie, Santé et Bien-Être (EPISABE), Anses Ploufragan-Plouzané-Niort - Épidémiologie, évaluation de risque, approche intégrée de la santé animale

Caroline LE MARÉCHAL – Chargée de projet - Responsable LNR Botulisme aviaire, Unité d'Hygiène et Qualité des Produits Avicoles et Porcins (HQPAP), Anses Ploufragan-Plouzané-Niort - Bactériologie, diagnostic de laboratoire, zoonose, botulisme aviaire, clostridies.

Sophie LE PODER – Maître de conférences, École Nationale Vétérinaire d'Alfort - virologie, immunologie, vaccinologie.

Yves MILLEMANN – Professeur, École Nationale Vétérinaire d'Alfort – Pathologie des ruminants, infectiologie, antibiorésistance, médicament vétérinaire.

Pierre MORMÈDE – Directeur de recherche émérite, INRAE - Bien-être animal, stress.

Carole PEROZ – Maître de conférences, VetAgro Sup – Infectiologie, maladies réglementées, approche intégrée de la santé animale.

Céline RICHOMME – Chargée de projets scientifiques, Anses-Laboratoire de la rage et la faune sauvage de Nancy - Épidémiologie, faune sauvage, interface faune sauvage-animaux domestiques, écologie.

Claude SAEGERMAN – Professeur, Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège – Épidémiologie, évaluation de risque.

Jean-François VALARCHER – Professeur, *Swedish university of agricultural sciences* – Pathologie des ruminants, infectiologie, Immunologie, épidémiologie.

Isabelle VALLÉE – Chef de l'unité BIPAR, Responsable LNR Parasites transmis par les aliments, Anses Maisons-Alfort – Parasitologie, zoonoses, immunologie, diagnostic.

Agnès WARET-SZKUTA – Maître de conférences, École Nationale Vétérinaire de Toulouse – Pathologie porcine, épidémiologie.

Natacha WORONOFF-REHN – Directrice, laboratoire vétérinaire départemental du Doubs – Infectiologie, parasitologie immunologie, biologie moléculaire, diagnostic.

## PARTICIPATION ANSES

### Coordination scientifique

Johanna FITE – Chargée de mission « vecteurs & lutte antivectorielle », Unité d'évaluation des risques liés au bien-être, à la santé et à l'alimentation des animaux, et aux vecteurs (UBSA2V) – Anses

### Contribution scientifique

Mathieu BAUDRIN – Chargé de projets – Direction Sciences. Sociales, Économie et Société (DiSSES), Anses.

Elsa QUILLERY – Coordinatrice d'expertises scientifiques, Unité d'évaluation des risques liés au bien-être, à la santé et à l'alimentation des animaux, et aux vecteurs (UBSA2V) – Anses.

### Secrétariat administratif

Régis MOLINET – Anses

## AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Les personnes mentionnées ci-après ont été auditionnées par les experts du groupe de travail. Ces derniers remercient les personnes consultées pour les échanges fructueux qui ont eu lieu dans le cadre des auditions. Les informations transmises dans ce cadre ont été utiles à l'élaboration du rapport. La mention des personnes ci-après ne signifie pas qu'elles endossent les conclusions du présent rapport.

**Tableau 1 : Liste des personnes auditionnées**

Nom	Fonction	Organisme	Date
<b>Entretiens</b>			
Rémy PONCET	Chef de l'équipe Connaissance des Espèces	Muséum national d'Histoire Naturelle (MNHN)	21 février 2024
Clément PIETIN	Responsable régional environnement extérieur	Agence régionale de santé (ARS) PACA	29 avril 2024
Guillaume LACOUR	Opérateur de surveillance et de démoustication	Altopictus	29 avril 2024
Isabelle ESTEVE- MOUSSION	Ingénieur LAV	ARS Occitanie	30 mai 2024
Déborah MARIE et Gaëtan DOUCHIN	Opérateur de surveillance	Fredon Normandie	30 mai 2024

Nom	Fonction	Organisme	Date
Grégory L'AMBERT	Opérateur de surveillance et de démoustication	EID Méditerranée	25 juin 2024
Frederic BARTUMEUS	Chercheur ICREA, Espagne	Mosquito Alert	13 mars 2025
Roger ERITJA	Entomologiste CEAB-CSIC et CREA, Espagne		
<b>Sollicitations écrites</b>			
Anubis VEGA RUA	Chercheuse au laboratoire des Maladies Vectorielles	Institut Pasteur de Guadeloupe	Réponses écrites en juin 2025
Nonito PAGES MARTINEZ	Entomologiste Chercheur	CIRAD, UMR ASTRE, en Guadeloupe	
Jean-Bernard DUCHEMIN	Responsable de l'unité d'entomologie médicale	Institut Pasteur de Guyane	Réponses écrites en juin 2025
Stanislas TALAGA	Chargé de recherche	Institut Pasteur de la Guyane	
Karin BAKRAN-LEBL	Chargée de la surveillance des moustiques	Agence autrichienne de santé et de sécurité des aliments, AGES	Réponse à un questionnaire sur le déploiement de Mosquito Alert en Autriche en date du 17 juillet 2025
Javiera REBOLLEDO	Chargé de la surveillance des moustiques	Institut Belge de Santé publique, Siensano	Réponse à un questionnaire sur le déploiement de Mosquito Alert en Belgique en date du 1 <sup>er</sup> septembre 2025

## RAPPORTEURS

Deux rapporteurs ont été nommés le 27 mai 2025 pour réaliser une relecture critique et approfondie du projet de rapport d'expertise et partager leur analyse avec le GT le 20 juin 2025 :

Frédéric JOURDAIN – Épidémiologiste à Santé publique France - Compétences : surveillance et contrôle des maladies à transmission vectorielle.

Tinne LERNOUT – Épidémiologiste, Siensano, service Épidémiologie des maladies infectieuses, Bruxelles, Belgique – Épidémiologie, surveillance, participation citoyenne, évaluations de risque.

## SOMMAIRE

<b>Présentation des intervenants .....</b>	<b>3</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>12</b>
<b>Sigles et abréviations.....</b>	<b>16</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>18</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>19</b>
<b>1. Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise.....</b>	<b>20</b>
1.1. Contexte .....	20
1.2. Objet de la saisine .....	21
1.3. Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	22
1.3.1. Organisation de l'expertise .....	22
1.3.2. Limites du champ d'expertise.....	23
1.3.3. Méthodologie suivie pour l'expertise .....	23
1.4. Prévention des risques de conflits d'intérêts .....	25
<b>2. Le dispositif français de surveillance entomologique .....</b>	<b>26</b>
2.1. Le cadre réglementaire .....	27
2.2. Les acteurs de la surveillance entomologique à l'échelle territoriale .....	28
2.3. Le SI-LAV : un outil d'intégration pour la surveillance des maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques .....	30
2.4. Surveillance entomologique réalisée avec des pièges .....	31
2.4.1. Objectifs et organisation .....	31
2.4.2. Les pièges pondoirs.....	31
2.4.3. Prospections entomologiques et pièges à adultes .....	33
2.5. Surveillance entomologique réalisée avec le site Signalement-moustique .....	33
2.5.1. Historique et objectifs .....	33
2.5.2. Fonctionnement.....	34
2.5.3. Bilan et utilisation des données du site .....	36
2.5.4. Évaluation et adéquation au contexte actuel.....	37
<b>3. Renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique .....</b>	<b>40</b>
3.1. Détecter, identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs.....	41
3.1.1. Objectif n°1 : identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé humaine spécifiques à chaque territoire et décrire leur distribution spatiale .....	41
3.1.2. Objectif n°2 : détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs et suivre leur front de colonisation .....	43
3.2. Objectif n°3 : évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs .....	44

3.2.1.	Abondance et comportements trophiques.....	45
3.2.2.	Dynamique saisonnière des moustiques vecteurs .....	45
3.2.3.	Typologie, localisation et productivité des gîtes larvaires sur le domaine public.....	46
<b>4.</b>	<b>Créer un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs .....</b>	<b>49</b>
4.1.	Développer un nouveau site Signalement-moustique .....	50
4.2.	Formaliser et pérenniser la gouvernance du DSPM.....	51
4.2.1.	Une stratégie nationale de surveillance entomologique .....	51
4.2.2.	Un pilotage et une animation à l'échelle territoriale .....	53
4.3.	Intégrer les DROM dans le DSPM .....	53
4.4.	Développer des outils d'identification multi-niveaux et les capacités de validation des signalements.....	54
4.4.1.	Recevabilité des signalements.....	54
4.4.2.	Tri et classement .....	55
4.4.3.	Assignment des signalements à l'espèce et validation finale du signalement.....	56
4.5.	Faire de Signalement-moustique un outil de lutte contre la nuisance en associant les populations à l'échelle locale .....	57
4.6.	Renforcer l'implication des citoyens.....	58
4.6.1.	Impliquer et fidéliser les déclarants.....	59
4.6.2.	Définir et mettre en place une stratégie de communication.....	62
4.7.	Permettre la collecte de données complémentaires <i>ad hoc</i> .....	65
<b>5.</b>	<b>Collecter, analyser et partager les données .....</b>	<b>68</b>
5.1.	Collecter des données .....	68
5.1.1.	Photographie(s) de moustique.....	68
5.1.2.	Coordonnées GPS et altitude .....	68
5.1.3.	Date des signalements .....	68
5.1.4.	Comportements trophiques.....	69
5.1.5.	Gîtes larvaires sur le domaine public .....	71
5.1.6.	Coordonnées du déclarant.....	72
5.1.7.	Autres.....	72
5.2.	Définir des indicateurs et les analyser.....	72
5.2.1.	Indicateurs de pilotage.....	73
5.2.2.	Indicateurs de performance .....	74
5.3.	Partager les données.....	74
5.3.1.	Préserver la connexion existante avec le SI-LAV et enrichir la liste des données transmises.....	75

5.3.2.	Rendre les informations et les données collectées accessibles aux collectivités ....	75
5.3.3.	Participer à la surveillance entomologique au niveau européen.....	76
5.3.4.	Contribuer à la recherche scientifique sur les maladies à transmission vectorielle..	79
<b>6.</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>82</b>
<b>7.</b>	<b>Recommandations.....</b>	<b>84</b>
7.1.	Co-construire le DSPM avec ses utilisateurs finaux .....	84
7.2.	Faire du futur site Signalement-moustique un outil évolutif .....	85
7.3.	Promouvoir le futur site Signalement-moustique .....	85
<b>8.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>86</b>
8.1.	Publications .....	86
8.2.	Normes.....	94
8.3.	Législation et réglementation .....	94
<b>Annexe 1 : Lettre de saisine .....</b>		<b>96</b>
<b>Annexe 2 : Mosquito Alert, un dispositif espagnol de surveillance participative des moustiques vecteurs à ambition internationale.....</b>		<b>98</b>
<b>Annexe 3 : Autres exemples de dispositifs de surveillance participative des moustiques vecteurs : Surveillance moustiques, ZanzaMapp, Muggenradar et Mosquito Alert en Autriche .....</b>		<b>103</b>
<b>Annexe 4 : Présentation de la méthode OASIS .....</b>		<b>107</b>
<b>Annexe 5 : Recommandations issues de l'évaluation OASIS .....</b>		<b>109</b>
<b>Annexe 6 : Distribution des réseaux de pièges pondoirs dans les territoires français .....</b>		<b>114</b>
<b>Annexe 7 : Méthode de sélection des espèces de moustiques vecteurs à surveiller .....</b>		<b>116</b>
<b>Annexe 8 : Proposition d'espèces prioritaires de moustiques vecteurs à surveiller pour les territoires français .....</b>		<b>119</b>
<b>Annexe 9 : Exemples de projets mobilisant la démarche participative dans un objectif de surveillance .....</b>		<b>133</b>
<b>Annexe 10 : ArboCarto, un modèle de dynamique de populations d'Aedes.....</b>		<b>134</b>
<b>Annexe 11 : Sciences participatives .....</b>		<b>135</b>
<b>Annexe 12 : Globe Observer, un dispositif de surveillance participative à vocation internationale.....</b>		<b>137</b>
<b>Annexe 13 : Exemples d'études <i>ad hoc</i> qui pourrait être réalisée grâce à une collecte d'échantillons réalisées à l'aide du DSPM.....</b>		<b>138</b>
<b>Annexe 14 : Techniques d'identification moléculaires.....</b>		<b>141</b>

## Glossaire

**Anthropophile** : au sens de ce rapport, qualifie les moustiques qui piquent les êtres humains.

**Arbovirose** : maladie virale due à un arbovirus, virus transmis biologiquement par un vecteur arthropode hématophage (moustique, moucheron, tique, etc.).

**Arbovirus** : terme venant de « *Arthropod-borne virus* », virus transmis biologiquement par un arthropode vecteur.

**Arthropode** : groupe taxonomique regroupant l'ensemble des animaux invertébrés caractérisés par un corps segmenté dont chaque segment est muni d'une ou plusieurs paires d'appendices articulés (ailes, pattes, antennes, etc.) et recouverts d'une cuticule ou d'une carapace rigide qui constitue l'exosquelette. C'est l'embranchement qui compte le plus d'espèces dans le règne animal, regroupant l'ensemble des insectes (six pattes), acariens (huit pattes), crustacés et autres myriapodes.

**Arthropode vecteur** : arthropode hématophage (se nourrissant de sang) assurant la transmission biologique d'un agent infectieux (virus, bactérie, parasite) d'un vertébré à un autre vertébré. L'agent infectieux se multiplie ou se développe à la fois au sein du vecteur et chez l'hôte vertébré. La transmission au vertébré se fait le plus souvent par piqûre, parfois par déjection (punaises triatomés, *Trypanosoma cruzi* et maladie de Chagas, tiques et certaines rickettsioses) ou régurgitation (puces, *Yersinia pestis* et peste), parfois par combinaison des modes pré-cités. Ces vecteurs peuvent être des puces, des poux, des tiques, des simulies, des tabanidés, des glossines, des punaises, des mouchérons (cératopogonidés), des phlébotomes, et bien sûr des moustiques.

***Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* (Bti)** : insecticide larvicide d'origine biologique. Les *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* sont des bactéries à Gram positif qui, grâce à la production de toxines, détruisent la muqueuse intestinale des larves d'insectes ciblés par les traitements (notamment moustiques et simulies). Les lésions intestinales qui en découlent empêchent les larves de s'alimenter et conduisent à leur mort.

**Capacité vectorielle** : aptitude plus ou moins grande d'un vecteur compétent pour transmettre un agent infectieux en fonction de sa bioécologie (abondance, longévité, degré d'anthropophilie, etc.) et des conditions de l'environnement. Dépendante des conditions écologiques locales, la capacité vectorielle n'a de sens, pour un système agent pathogène - vecteur donné, que dans un environnement défini, à une saison précise.

**Compétence vectorielle** : aptitude d'un arthropode à acquérir, développer et transmettre un agent infectieux donné (virus, bactérie, parasite). Elle résulte de facteurs génétiques, biologiques et environnementaux (comme la température), permettant l'infection du vecteur par un agent infectieux, son développement jusqu'à un stade infectieux pour l'hôte vertébré, et sa localisation en quantité suffisante dans un compartiment ou fluide biologique (salive pour les moustiques) propice à sa transmission à un hôte vertébré réceptif. La compétence vectorielle s'étudie à travers des infections expérimentales réalisées en laboratoire contrôlé.

**Contributeur « ordinaire »** : personne signalant ponctuellement un moustique vecteur sur le site Signalement-moustique.

**Contributeur « volontaire »** : personne volontaire pour collecter des échantillons ou des métadonnées dans le cadre de requêtes spécifiques (e.g. poser des pièges, répondre à des questionnaires, etc.). Les contributeurs « volontaires » peuvent être organisés en réseau *ad hoc* (en fonction des requêtes).

**Deltaméthrine** : insecticide adulticide à large spectre, appartenant à la famille des pyréthriinoïdes, agissant par contact et par ingestion. Il perturbe le système nerveux des insectes en entraînant un dysfonctionnement des canaux sodium bloquant la transmission de l'influx nerveux. Les effets sont une paralysie (effet choc) et la mort des insectes adultes. C'est actuellement la seule molécule autorisée en France comme adulticide dans la lutte contre les moustiques vecteurs autour des cas d'arboviroses.

**Densité agressive** (ou taux d'agressivité) : nombre moyen de piqûres dues à une espèce de moustique sur un être humain pour une période donnée.

**Densité de moustiques** : nombre de moustiques (mâles et femelles) d'une espèce donnée par unité de temps et d'espace qui peut être estimé par des collectes d'adultes (piégeage par exemple) ou par des méthodes indirectes fondées sur l'étude des populations pré-imaginale (correspondant à la phase aquatique de développement du moustique, c'est-à-dire aux œufs, larves et aux nymphes). Pour cela, des indices entomologiques (e.g. les indices Breteau, indices maison, etc. pour les moustiques *Aedes* vecteurs d'arbovirus) peuvent être utilisés (voir ci-après).

**Données FAIR** (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) : données dont l'identification, la description normalisée, les conditions d'accès techniques ou juridiques et le type de licence facilitent la mise à disposition et l'exploitation par les personnes intéressées.

**Endophagie** : caractérise une espèce d'arthropode hématophage (ici de moustique) qui pique de préférence à l'intérieur des habitations.

**Endophilie** : caractérise une espèce d'arthropode hématophage (ici de moustique) qui vit de préférence à l'intérieur des habitations.

**Exophagie** : caractérise une espèce d'arthropode hématophage (ici de moustique) qui pique majoritairement à l'extérieur des habitations.

**Exophilie** : caractérise une espèce d'arthropode hématophage (ici de moustique) qui vit majoritairement à l'extérieur des habitations.

**Gestion intégrée** : selon l'Organisation Panaméricaine de la Santé (PAHO 2003), la gestion intégrée pour la prévention et le contrôle des maladies à transmission vectorielle a pour principe de promouvoir, par une politique multisectorielle et une approche interdisciplinaire, l'intégration fonctionnelle de six éléments essentiels pour le contrôle des maladies à transmission vectorielle :

1. la communication/mobilisation sociale,
2. la surveillance intégrée,
3. la lutte antivectorielle intégrée,
4. la gestion des impacts potentiels sur l'environnement,
5. la prise en charge des cas cliniques,
6. le diagnostic biologique.

**Gîte larvaire** : toute retenue d'eau plus ou moins stagnante, permanente ou temporaire, propice aux stades aquatiques (œufs, larves, nymphes) d'insectes, ici de moustiques.

**Hexagone (ou France hexagonale)** : ce terme fait ici référence au territoire européen de la France, y compris la Corse.

**Indice de Breteau** : nombre de gîtes larvaires positifs pour 100 habitations visitées (utilisé pour les moustiques *Aedes* vecteurs d'arbovirus).

**Indice maison** : pourcentage d'habitations avec au moins un gîte larvaire positif (utilisé pour les moustiques *Aedes* vecteurs d'arbovirus).

**Indice récipient** : pourcentage de récipients positifs (gîtes larvaires) parmi l'ensemble des récipients en eau (gîtes potentiels) (utilisé pour les moustiques *Aedes* vecteurs d'arbovirus).

**Lutte antivectorielle (LAV)** : ensemble des approches et méthodes visant à limiter les populations d'arthropodes hématophages vecteurs d'agents infectieux et à réduire le contact entre l'être humain et les vecteurs. Elle comprend des méthodes chimiques (insecticides), biologiques (prédateurs, parasites, bactéries et champignons entomopathogènes), environnementales (gestion des gîtes larvaires) et physiques (moustiquaires, pièges). Elle inclut également la surveillance entomologique et la mobilisation sociale. Ces différentes méthodes peuvent être combinées dans une stratégie de lutte antivectorielle intégrée.

**Lutte antivectorielle (LAV) intégrée** : processus rationnel de prise de décisions visant un usage optimal des ressources et méthodes à disposition pour lutter contre les vecteurs. Ce processus repose sur la combinaison optimale de différentes interventions intersectorielles visant à améliorer l'efficacité,

le rapport coût/efficacité, le bien-fondé sur le plan écologique et la durabilité de la lutte contre les vecteurs pour combattre les maladies à transmission vectorielle (OMS 2004).

**Lutte contre les moustiques nuisants (ou démoustication)** : ensemble des mesures et actions mises en œuvre visant à éliminer les moustiques qui piquent l'être humain.

**Mobilisation sociale** : processus par lequel les individus, les groupes ou les organisations d'une communauté planifient, réalisent et évaluent des activités sur une base participative et durable afin d'améliorer leur santé et leurs autres besoins, de leur propre chef ou sous une impulsion externe. La mobilisation sociale recourt à des approches d'engagement pour faciliter des changements positifs et durables dans les normes sociales et les attitudes au niveau des individus, des ménages et de la communauté.

**Phénologie** : étude de l'apparition d'événements périodiques (annuels le plus souvent) dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières.

**Point d'entrée** : tout port ou aéroport ouvert au trafic international est considéré comme un point d'entrée au sens du règlement sanitaire international (RSI 2005). Pour la France, la liste des aéroports et ports points d'entrée du territoire au sens des articles R. 3115-16 (pour les aéroports) et R. 3115-17 (pour les ports) du Code de la santé publique est fixée par décret.

**Prospection entomologique** : recherche de larves et/ou d'adultes autour d'un signalement ou d'un piège positif. La prospection permet également de préparer les interventions de LAV (identification d'éventuelles zones sensibles aux traitements, information de la population, récupération de certains accès pour le passage des véhicules de traitement, etc.).

**Risque vectoriel** : correspond au risque de transmission d'agents pathogènes (virus, bactéries, parasites) à l'être humain par l'intermédiaire de vecteurs, principalement des arthropodes hématophages comme les moustiques ou les tiques.

**Science(s) et recherche(s) participative(s)** : formes de production de connaissances scientifiques auxquelles participent, aux côtés des chercheurs, des acteurs de la société civile, à titre individuel ou collectif, de façon active et délibérée.

**Surveillance entomologique active** (parfois dite programmée<sup>1</sup>) : recherche et collecte actives d'informations relatives aux arthropodes et/ou des spécimens d'arthropodes (ex : capturés sur hôte ou à l'aide de pièges) dans un environnement donné. À noter que la surveillance active peut être participative.

**Surveillance environnementale** : appliquée aux maladies à transmission vectorielle, observation, analyse et compréhension de l'état des milieux naturels (eaux, air, sols, etc.) et des écosystèmes (faune non cible) pour détecter des changements en rapport avec les activités de lutte chimique ou biologique menées dans le cadre de la LAV.

**Surveillance épidémiologique renforcée** : appliquée aux arboviroses, activité de collecte, d'analyse et d'interprétation systématique des données relatives aux cas de dengue, de chikungunya ou de Zika pendant la période d'activité du vecteur *Aedes albopictus* (en France hexagonale : entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 novembre). L'identification précoce des cas permet de limiter le risque de transmission autochtone de ces virus grâce à l'intervention rapide des services de LAV.

**Surveillance intégrée** : appliquée aux arboviroses, activité de collecte, d'analyse et d'interprétation de données visant produire des informations utiles pour la prévention et le contrôle de ces maladies en les diffusant en temps opportun aux acteurs et partenaires impliqués dans la gestion intégrée. Elle repose sur quatre composantes : 1) la surveillance entomologique, 2) la surveillance épidémiologique et la toxicovigilance humaine, 3) la surveillance épidémiologique et la toxicovigilance des populations animales, 4) la surveillance environnementale (y compris de la faune non cible).

---

<sup>1</sup> Dans le champ de la surveillance vétérinaire, alimentaire et végétale, la surveillance active correspond à la dénomination de la surveillance programmée.

**Surveillance participative** : activité de collecte de données relative à un dispositif de surveillance et reposant sur la participation active et délibérée de contributeurs. Il convient de noter qu'une telle participation peut intervenir aussi bien dans des dispositifs de surveillance active que passive.

**Surveillance passive ou « évènementielle<sup>2</sup> »** : toute activité de surveillance qui repose sur la déclaration spontanée (ex : de cas ou de suspicions de cas de la maladie surveillée) par les acteurs sources de données. Le terme 'passif' sous-entend que l'animateur du réseau ne sollicite pas les sources de données ou les acteurs de terrain pour obtenir ces données, mais qu'elles sont transmises de la source jusqu'au nœud central sans sollicitation spécifique (Barbara Dufour et Hendrickx 2011).

**Territoire** : au sens de ce rapport, désigne l'échelon administratif régional au sein duquel l'agence régionale de santé (ARS) est en charge de la stratégie et du pilotage de la lutte antivectorielle. L'échelle territoriale fait ici référence à l'entité géographique sur laquelle la stratégie de LAV (surveillance, traitements, mobilisation sociale, etc.) est mise en œuvre, pouvant porter sur un ou plusieurs départements, ou la région dans son ensemble.

**Vecteur** : un vecteur est un arthropode, groupe comprenant les insectes et les arachnides, susceptible de transmettre un agent pathogène (virus, bactérie ou parasite). Il acquiert cet agent pathogène en se nourrissant sur un hôte et peut, après une période d'incubation, le transmettre à d'autres individus.

---

<sup>2</sup> Dans le champ de la surveillance vétérinaire, alimentaire et végétale, la surveillance passive correspond à la dénomination de la surveillance évènementielle.

## Sigles et abréviations

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire

AGIIR : Alerter-gérer les insectes invasifs et/ou ravageurs

AURAV : Aura virus

ARS : Agence régionale de santé

CEAB : *Centre de recerca científica d'àmbit internacional referent en biologia i ecologia aquàtiques* -

CES : Comité d'experts spécialisé

CNEV : Centre national d'expertise sur les vecteurs

COVARS : Comité de veille et d'anticipation des risques sanitaires

CPIE : Centres permanents d'initiatives pour l'environnement

CREAF : Centre de recherche écologique et d'applications forestières (Espagne) (*Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales*)

CSIC : *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*

CST : Comité scientifique et technique

DGS : Direction générale de la santé

DROM : Départements et régions d'outre-mer

DSPM : Dispositif de surveillance participative des moustiques

ECDC: *European center for disease prevention and control* (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies)

EEEV : Virus de l'encéphalite équine de l'Est (*Eastern equine encephalitis virus* en anglais)

EFSA : *European Food Safety Authority* (Autorité européenne de sécurité des aliments)

EHESP : École des hautes études en santé publique

EID : Entente interdépartementale pour la démoustication

FAIR data (anglais): *Findable* (trouvable), *Accessible* (accessible), *Interoperable* (interopérable) et *Reusable* (réutilisable) data (données).

FVR : Fièvre de la vallée du Rift

GT : groupe de travail

IA : Intelligence artificielle

IRIS : Îlot regroupé pour l'information statistique

ICREA : Institut Catalan de Recherche et d'Études Avancées

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

LAV : Lutte antivectorielle

MNHN : Muséum national d'Histoire Naturelle

NGS : Nouvelles techniques de séquençage

OMS : Organisation mondiale de la santé

OPEN : Observatoires participatifs des espèces et de la nature

OpD : Opérateur de démoustication

OROV : *Oropouche virus* (Virus d'Oropouche)

PACA : Provence-Alpes-Côte d'Azur

PCR: *Polymerase Chain Reaction*

PNSE : Plan national santé environnement

PSIR : Plan de surveillance intégrée de la résistance aux insecticides

RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

RiR : Risque de résistance

RSD : Règlement Sanitaire Départemental

RSI : Règlement Sanitaire International

SABA : Santé et bien-être des animaux

SI-LAV : Système d'information relatif à la lutte antivectorielle

VESL : Virus de l'encéphalite de Saint Louis (*Saint Louis encephalitis virus* - SLEV en anglais)

SpF : Santé publique France

VEEV : Virus de l'encéphalite équine Vénézuélienne (*Venezuelan equine encephalitis virus* en anglais)

WNV : *West Nile Virus* (virus du Nil Occidental)

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des personnes auditionnées.....	7
Tableau 2 : Espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé publique déjà présentes et à surveiller dans les territoires français avec le site Signalement-moustique .....	42
Tableau 3 : Espèces de moustiques vecteurs à risque d'introduction et d'installation et à surveiller dans les territoires français à l'aide du site Signalement-moustique .....	44
Tableau 4 : Descriptif synthétique et système de récompenses de l'application Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN Espèces) du MNHN .....	61
Tableau 5 : Exemples de sites de surveillance participative des moustiques s'intéressant à la nuisance culicidienne .....	70
Tableau 6 : Nombre de signalements reçus sur Surveillance-moustique .....	103
Tableau 7 : les différents scénarios élaborés pour illustrer la situation du moustique tigre en Belgique .....	104
Tableau 8 : Recommandations issus de l'évaluation OASIS et leur prise en compte par le GT .....	109
Tableau 9 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité en France hexagonale via le DSPM .....	121
Tableau 10 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité à La Réunion via le DSPM.....	123
Tableau 11 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité à Mayotte via le DSPM .....	126
Tableau 12 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité aux Antilles via le DSPM .....	129
Tableau 13 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité en Guyane via le DSPM .....	131

## Liste des figures

Figure 1 : La surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et la lutte antivectorielle .....	26
Figure 2 : Opérateurs de la surveillance entomologique en France hexagonale et dans les DROM .....	29
Figure 3 : Intégration des différents dispositifs de surveillance et des actions de LAV dans le SI-LAV .....	30
Figure 4 : Photographie d'un piège pondoir utilisé pour la surveillance entomologique du moustique <i>Aedes albopictus</i> .....	32
Figure 5 : Traitement des signalements dans le SI-LAV et acteurs impliqués .....	36
Figure 6 : Objectifs des surveillances épidémiologique humaine et entomologique pour les maladies à transmission vectorielle et contributions d'un dispositif de surveillance participatif .....	40
Figure 7 : Le dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) et ses interconnexions .....	50
Figure 8 : Mosquito Alert, un réseau de surveillance participative qui s'étend à l'échelle européenne depuis 2021 .....	78
Figure 9 : Provenance des signalements effectués sur l'application Mosquito Alert en 2024	79
Figure 10 : Pages d'accueil (à gauche) et de signalement (à droite) de l'application Mosquito Alert .....	98
Figure 11 : Distribution des pièges pondoirs en France hexagonale et dans les DROM en 2024 .....	115

# 1. Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise

## 1.1. Contexte

Les moustiques vecteurs<sup>3</sup> constituent un enjeu de santé publique majeur, car ils sont susceptibles de transmettre des agents pathogènes. En France hexagonale<sup>4</sup>, c'est le moustique tigre (*Aedes albopictus*) qui, détecté pour la première fois à Menton en 2004, préoccupe les autorités sanitaires, car il peut potentiellement être vecteur d'arbovirus<sup>5</sup>. C'est pourquoi, il fait l'objet d'une surveillance entomologique reposant sur des réseaux de pièges pondoires d'une part et sur le site internet Signalement-moustique<sup>6</sup> d'autre part. Ce site de surveillance participative permet aux citoyens de signaler la présence de moustiques dont les caractéristiques morphologiques sont susceptibles de correspondre à *Ae. albopictus*. Les deux modes de surveillance contribuent de manière complémentaire à la surveillance entomologique de cette espèce.

Depuis sa création en 2014, le site Signalement-moustique a montré son utilité et son efficacité pour suivre le front de colonisation de ce vecteur sur le territoire hexagonal. En 2014, *Ae. albopictus* n'était présent que dans 18 départements de France hexagonale. En 2026, il est présent dans 81<sup>7</sup> des 96 départements et dans les 13 régions de France hexagonale. La part de la population exposée à *Ae. albopictus* a augmenté parallèlement à cette avancée. En 2025, 49 % de la population de France hexagonale résidait dans des communes colonisées par *Ae. albopictus* (données du SI-LAV<sup>8</sup>) et était donc exposée à un risque potentiel de transmission vectorielle.

Jusqu'en 2025, les cas autochtones de dengue, de chikungunya ou de Zika observés en France hexagonale étaient des cas secondaires liés à des cas importés par des voyageurs en phase virémique provenant de zones endémiques ou épidémiques pendant la période d'activité d'*Ae. albopictus* (du printemps à l'automne sur le territoire hexagonal).

Dans un contexte de changements globaux<sup>9</sup> (dérèglement climatique, urbanisation, déforestation, mouvements de biens et personnes, etc.) et d'augmentation des territoires

---

<sup>3</sup> Par souci de simplification, le terme vecteur sera utilisé dans le présent avis pour désigner des moustiques potentiellement vecteurs.

<sup>4</sup> Le 23 mai 2023, un amendement remplaçant le terme « métropole » par celui d'« Hexagone » a été voté à l'unanimité à l'Assemblée nationale. Un projet de loi constitutionnelle vise également à modifier l'article 74-1 de la constitution et remplacer le terme « métropole » par « France hexagonale ». Dans cette acception, le terme de France hexagonale inclut aussi la Corse.

<sup>5</sup> Arbovirus : terme venant de « *Arthropod-borne virus* », virus transmis biologiquement par un arthropode vecteur (ex : virus de la dengue, du chikungunya ou du Zika).

<sup>6</sup> [https://Signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/](https://Signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/)

<sup>7</sup> <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine> (mise à jour du 16/05/2025).

<sup>8</sup> Le SI-LAV est le système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle. Il est prévu par l'article R. 3114-13 du Code de la santé publique et l'arrêté du 23 juillet 2019. Cet outil national, géré par la DGS, sert au suivi des actions de LAV et centralise plusieurs types de données.

<sup>9</sup> L'expression « changements globaux » désigne l'ensemble des évolutions qui s'observent à l'échelle de la planète entière. Dans le contexte actuel, le terme fait plus spécifiquement référence aux effets de l'activité humaine sur l'environnement et, de ce fait, les changements globaux désignent de nos jours des évolutions tant sociétales qu'environnementales.

colonisés par *Ae. albopictus*, le risque d'épidémies d'arboviroses augmente en France hexagonale (Anses 2024b), comme l'illustre l'augmentation notable du nombre de foyers épidémiques de dengue observés chaque année depuis 2022. En 2025, un nombre élevé de cas autochtones de chikungunya a été observé (près de 800 cas, très proche du nombre de cas importés, légèrement au-dessus de 1 000)<sup>10</sup>. Et pour la première fois, certains foyers autochtones semblent s'être déclarés sans lien direct avec un cas importé, ce qui suggère une transmission locale du virus.

Dans les départements et régions d'outre-mer (DROM), les moustiques sont présents tout au long de l'année. L'inventaire des espèces de moustiques vecteurs présentes et à risque d'introduction est spécifique à chacun de ces territoires. Le contexte épidémiologique des maladies à transmission vectorielle (arboviroses, paludisme) a conduit à mettre en place et à structurer une stratégie de surveillance entomologique propre à chaque territoire. La surveillance y est fondée uniquement sur des pièges dont le nombre et la distribution sont adaptés au contexte local, les DROM ne bénéficiant pas d'un site internet de surveillance participative.

L'expansion continue d'*Ae. albopictus* sur le territoire hexagonal, son arrivée récente sur la collectivité de Saint Barthélemy près de la Guadeloupe, ainsi que le risque d'introduction et d'installation d'autres moustiques vecteurs, y compris dans d'autres zones de l'Hexagone ou des DROM, renforcent la nécessité de répondre à de nouveaux objectifs en termes de surveillance entomologique. Les différentes évolutions du contexte décrites appellent à repenser les objectifs du site de surveillance participative Signalement-moustique au sein du dispositif global de surveillance entomologique.

## 1.2. Objet de la saisine

La DGS a saisi l'Anses le 12 décembre 2022 (voir Annexe 1 : lettre de saisine) afin de définir les besoins et d'établir des recommandations en vue d'un cahier des charges pour un nouveau site Signalement-moustique.

Les questions de la saisine étaient les suivantes :

- « prendre en considération les recommandations issues de l'évaluation selon la méthode OASIS<sup>11</sup> du dispositif de surveillance d'*Ae. albopictus* et étudier la faisabilité de leur mise en œuvre ;
- proposer la mise en place de nouvelles fonctionnalités, notamment le signalement de gîtes larvaires productifs, dans l'optique d'en informer les collectivités locales (*cf.* enjeu n° 5, action 1 du plan d'action national d'adaptation au changement climatique), ainsi

<sup>10</sup><https://www.santepubliquefrance.fr//maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/documents/bulletin-national/chikungunya-dengue-zika-et-west-nile-en-france-hexagonale.-bulletin-de-la-surveillance-renforcee-du-26-novembre-2025>

<sup>11</sup> La méthode OASIS pour Outil d'Analyse des Systèmes de Surveillance a été mise en œuvre en 2020 à la demande de l'Anses pour évaluer le dispositif de surveillance d'*Ae. albopictus* (OASIS-Anses 2021).

que la collecte de données sur la bioécologie d'*Ae. albopictus* (saisonnalité, heure, lieu (intérieur/extérieur) et fréquence d'exposition aux piqûres, etc.) ;

- élargir la réflexion pour évaluer, sur la base de données scientifiques, la pertinence et l'efficacité qui pourraient être attendues de ce nouveau dispositif, afin de permettre la surveillance d'autres moustiques/vecteurs d'intérêt en santé humaine ;
- étudier la faisabilité d'interconnecter l'outil de signalement citoyen Signalement-moustique à Mosquito Alert<sup>12</sup>, pour entrer dans une dynamique européenne harmonisée et ainsi contribuer à la mise en place d'une surveillance entomologique uniformisée à l'échelle européenne, tout en répondant aux besoins nationaux, en particulier à ceux du système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle (SI-LAV) ;
- faire des propositions pour organiser la gouvernance et l'expertise nécessaires en vue d'assurer un fonctionnement efficace et pérenne du site ».

### 1.3. Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

#### 1.3.1. Organisation de l'expertise

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) « Surveillance des moustiques vecteurs » l'instruction de cette saisine. Ce GT a été créé après appel à candidature publique et il a été rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « SABA – Santé et bien-être des animaux ».

Ses travaux sont issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires (notamment en écologie et biologie des moustiques vecteurs, épidémiologie des maladies à transmission vectorielle, lutte antivectorielle, surveillance épidémiologique, sciences participatives, sciences citoyennes, anthropologie, santé publique). La mise en commun des contributions et des échanges s'est tenue en réunions de GT, à raison d'environ une réunion par mois de septembre 2023 à octobre 2025.

Les travaux du GT ont été soumis régulièrement au CES SABA, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport produit par le GT tient compte des observations et éléments transmis par les membres du CES SABA. Le GT vecteurs a également été associé pour avis aux travaux du GT, dans son champ de compétences.

Deux relecteurs extérieurs ont également été sollicités pour relire et commenter le rapport le 6 juin et échanger avec les experts du GT le 20 juin 2025.

Les travaux du GT « Surveillance des moustiques vecteurs » ont été validés en GT vecteurs le 6 novembre puis adoptés en CES SABA le 18 novembre 2025.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Janvier 2024) ».

---

<sup>12</sup> Mosquito Alert est un projet académique mis en place en 2014 en Espagne par un groupe de scientifiques de divers instituts de recherche. L'outil constitue une plateforme innovante de surveillance et sciences participatives qui grâce à une application mobile, vise à renforcer la lutte contre les maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques, améliorer la sensibilisation des populations et soutenir la recherche scientifique grâce à l'implication active des citoyens. Le projet est présenté en Annexe 2 du rapport.

### 1.3.2. Limites du champ d'expertise

Conformément à la demande de la saisine, le rapport d'expertise ne porte que sur les moustiques vecteurs d'agents pathogènes pour l'être humain, à savoir les espèces vectrices et anthropophiles, y compris les moustiques vecteurs d'agents pathogènes zoonotiques. Les autres arthropodes vecteurs (tiques, phlébotomes, culicoïdes, etc.), ainsi que les moustiques vecteurs d'agents pathogènes infectant exclusivement les animaux et les moustiques non vecteurs sont hors du champ de la saisine.

De plus, conformément à la demande de la saisine, le GT a formulé des propositions d'amélioration pour la surveillance participative des moustiques vecteurs avec le site Signalement-moustique. Toutefois, la surveillance entomologique étant intégrée, ces propositions s'appuient sur l'organisation actuelle de la surveillance entomologique (y compris celle réalisée avec des pièges) telle que décrite dans le rapport, afin de les ancrer dans la réalité du terrain et d'en renforcer la pertinence.

D'un point de vue géographique, les territoires de la France hexagonale et les DROM ont été pris en compte (c'est-à-dire la Guyane, la Guadeloupe -ainsi que Saint-Martin et Saint-Barthélemy<sup>13</sup>-, la Martinique, La Réunion et Mayotte).

En outre, les limites des dispositifs de surveillance participative en général et leur contribution à l'amélioration de la surveillance des moustiques réalisée avec des pièges ne faisaient pas l'objet de la saisine et n'ont pas été analysées. Les propositions d'amélioration faites dans ce rapport n'ont pas non plus été évaluées et chiffrées en vue d'une approche coûts-bénéfices.

Enfin, les experts du GT soulignent que les propositions qui sont faites dans le cadre de la présente expertise sont plus proches de la stratégie et du conseil que de l'expertise purement scientifique. Elles n'abordent pas directement les aspects techniques du site Signalement-moustique, mais serviront par la suite à rédiger un cahier des charges pour sa future version.

### 1.3.3. Méthodologie suivie pour l'expertise

#### 1.3.3.1. Recherches bibliographiques et analyses

Le GT a mené une réflexion visant à renforcer le dispositif français de surveillance entomologique (voir chapitre 2) en attribuant de nouveaux objectifs au site Signalement-moustique (voir chapitre 3) et en proposant un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) (voir chapitre 4). Pour cela, il s'est nourri des constats et des recommandations issus de productions antérieures (Covars 2023a; OASIS-Anses 2021; PNSE4 2021) et d'auditions menées avec les acteurs de la lutte antivectorielle, ainsi que de la littérature sur les sciences et recherches participatives.

La sélection des documents utilisés dans le cadre de cette expertise a été faite sur l'avis des experts du GT. Ces derniers ont identifié des articles et documents pertinents pour documenter les propositions faites dans le rapport (cf. chapitre 4). Ils se sont en particulier appuyés sur la recension effectuée dans l'article de Sousa et al. 2022<sup>14</sup>, pour comparer les différents sites de

---

<sup>13</sup> St-Martin et St-Barthélemy sont deux collectivités territoriales dépendantes de l'ARS Guadeloupe pour ce qui concerne le domaine de la santé.

<sup>14</sup> Sousa *et al.* (2022) ont recensé 29 sites Internet de participation citoyenne, dans 16 pays différents, s'intéressant aux moustiques vecteurs ; certains relevant d'une démarche de surveillance et d'autres étant plutôt orientés vers la recherche. Ils indiquent que ce type de surveillance se développe rapidement dans le monde entier, ce qui permet

surveillance participative (notamment Mosquito Alert présenté en Annexe 2 et d'autres exemples présentés en Annexe 3).

### 1.3.3.2. Auditions

Des auditions ont été réalisées afin d'obtenir des données et des informations relatives aux attentes et aux besoins des acteurs de la surveillance entomologique (ARS, opérateurs de démoustication - OpD) vis-à-vis du site Signalement-moustique et aux données qui pourraient être collectées pour mieux piloter la stratégie de lutte antivectorielle (LAV).

En amont des auditions, une liste de questions a été envoyée aux personnes auditionnées. Les auditions se sont déroulées en visioconférence ou en présentiel. Après une présentation de la personne auditionnée et de ses missions ou travaux, la discussion suivait la trame du questionnaire envoyé.

Les experts du GT ont réalisé un travail d'analyse du contenu de ces auditions. Ils en ont tiré les éléments d'information jugés importants, et les ont utilisés pour alimenter certaines parties du rapport. Cette restitution, qui appartient aux experts du GT, n'engage aucune des personnes auditionnées, bien qu'elle s'appuie évidemment sur les entretiens conduits avec elles. La liste des personnes auditionnées par les experts du GT figure dans le Tableau 1.

### 1.3.3.3. Questionnaire

Afin de consolider la réflexion menée par le GT sur l'opportunité de déployer Mosquito Alert en France, les experts du GT ont sollicité différents acteurs de pays européens impliqués dans un programme de surveillance participative de moustiques et les ont questionnés sur leur lien avec Mosquito Alert. Pour ceci, un questionnaire, préparé par le GT, a été envoyé en juillet 2025 aux personnes en charge de la surveillance participative en Italie, en Belgique et en Autriche.

Deux personnes ont répondu au questionnaire (voir Tableau 1) et, comme pour les auditions, les informations jugées importantes ont été utilisées pour alimenter certaines parties du rapport.

### 1.3.3.4. Prise en considération des recommandations du rapport OASIS

Une évaluation OASIS (Outil d'Analyse de Systèmes d'Information en Santé) du site Signalement-moustique a été réalisée en 2021 afin d'identifier les points forts et les axes d'amélioration du dispositif (OASIS-Anses 2021). L'ensemble des recommandations issues de l'évaluation OASIS (cf. Annexe 4 pour l'explication de la méthode) ont été prises en compte dans ce rapport, qu'il s'agisse de l'évolution des objectifs du dispositif de surveillance entomologique, des propositions d'amélioration de la qualité des données (recueil, exploitation, type de procédure, vérification, formation, etc.) ou encore du renforcement des actions de communication (voir Annexe 5 pour les recommandations issues de cette évaluation).

---

la participation du public à faible coût, et l'amélioration de la surveillance des moustiques. Ils notent aussi que les progrès technologiques favorisent un plus grand engagement dans la pratique des sciences et facilitent les interactions entre les participants et les chercheurs grâce au partage de données en temps réel (Sousa *et al.* 2022).

Une attention plus grande a été portée par les experts aux points qui avaient obtenu les notes les plus faibles dans l'évaluation, notamment aux questions de gouvernance et de communication qui sont développés dans le chapitre 4.

#### **1.4. Prévention des risques de conflits d'intérêts**

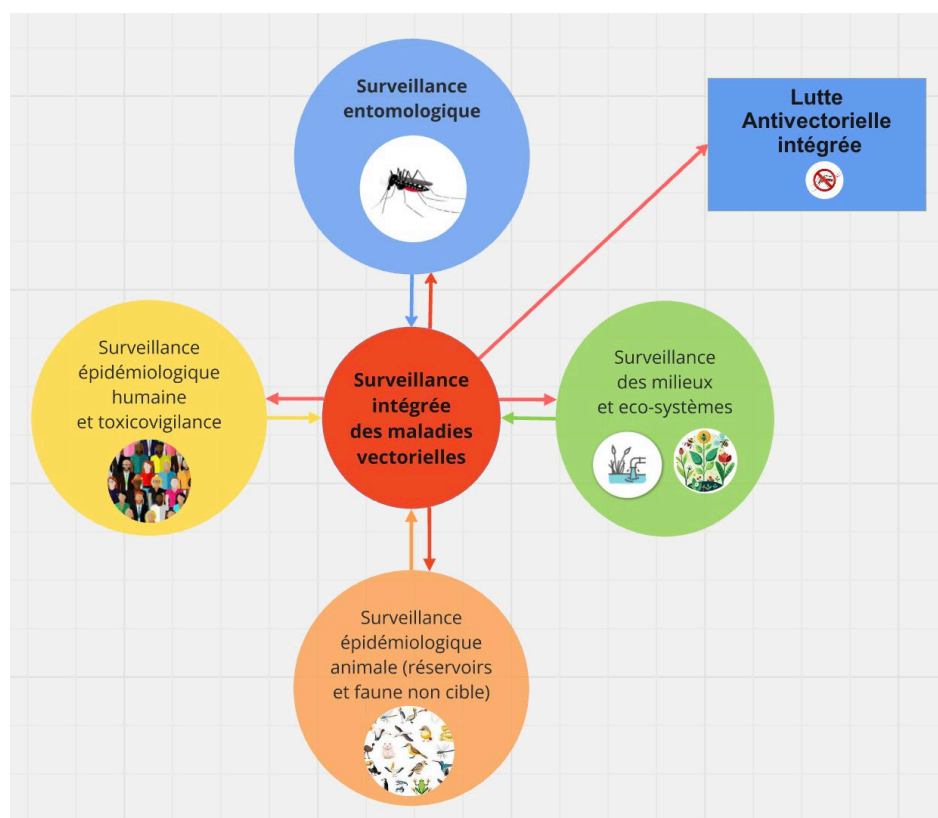
L'Anses a analysé les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

## 2. Le dispositif français de surveillance entomologique

Par définition, la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle vise à produire des informations utiles pour la prévention et le contrôle de ces maladies, à les diffuser en temps opportun aux acteurs et partenaires impliqués dans leur gestion à une échelle territoriale adaptée, en tenant compte des caractéristiques (administratives, géographiques, climatiques, etc.) de la zone concernée. Pour cela, elle repose sur quatre composantes (Figure 1) :

- la surveillance entomologique ;
- la surveillance épidémiologique humaine et la toxicovigilance relative à l'usage des insecticides ;
- la surveillance épidémiologique des populations animales pouvant jouer un rôle dans le cycle épidémiologique des maladies humaine à transmission vectorielle, ainsi que la toxicovigilance en lien avec les traitements de LAV ;
- la surveillance environnementale (des milieux et des écosystèmes, y compris de la faune non cible) potentiellement impactés par les actions de LAV.



Source : d'après l'avis de l'Anses du 29 septembre 2022 relatif à l'évaluation des stratégies de lutte antivectorielle.

Figure 1 : La surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et la lutte antivectorielle

Au sein de ce dispositif de surveillance intégrée, la surveillance entomologique vise à détecter, suivre et prévenir la présence de moustiques vecteurs d'agents pathogènes (tels que ceux responsables de la dengue, du chikungunya, du Zika, ou encore de la fièvre du Nil Occidental ou du paludisme).

Ce chapitre présente le dispositif de surveillance entomologique français (France hexagonale et DOM), son cadre réglementaire (§ 2.1), ses acteurs (§ 2.2) et son organisation actuelle (§ 2.3, 2.4 et 2.5).

## 2.1. Le cadre réglementaire

En France hexagonale, la surveillance du moustique *Ae. albopictus* a été instaurée en 1998, dans le cadre d'une convention passée entre le Ministère chargé de la santé et des opérateurs de démoustication publics<sup>15</sup> en charge de la mise en œuvre de la surveillance entomologique et des opérations de démoustication. Il s'agissait alors d'une surveillance dite active, reposant sur des réseaux sentinelles de pièges pondoires, ainsi que des enquêtes et visites de sites des principaux importateurs de pneumatiques usagés. En 2014, une surveillance dite participative, c'est-à-dire fondée sur les signalements des citoyens, est venue compléter le dispositif de surveillance avec la création du site Signalement-moustique.

Les objectifs de cette surveillance entomologique (EID-Méditerranée 2016) étaient de :

- détecter précocement la présence du moustique *Ae. albopictus* ;
- suivre son front de colonisation dans l'Hexagone, sa distribution et estimer l'abondance des populations présentes ;
- contribuer à cibler les actions de LAV autour des cas de dengue ou de chikungunya détectés par la surveillance épidémiologique et les investigations autour des cas.

Depuis le décret n°2019-258 du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies à transmission vectorielle, la mise en œuvre des missions de surveillance entomologique et d'intervention autour des nouvelles implantations de moustiques vecteurs et des cas suspects d'arboviroses a été confiée aux ARS.

En Guadeloupe, à La Réunion et à Mayotte comme en France hexagonale, ce décret est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020. Par dérogation, en Guyane et en Martinique, les dispositions du décret de 2019 relatives à la surveillance entomologique des insectes vecteurs sont entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2023, délai nécessaire pour redéfinir l'articulation des actions menées par les ARS et les collectivités territoriales concernées, compte tenu de l'organisation spécifique dans ces territoires.

L'arrêté du 23 juillet 2019 relatif « aux modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique, d'intervention autour des détections et de prospection entomologique, traitement et travaux autour des lieux fréquentés par les cas humains [d'arboviroses] » précise que l'ARS établit un programme annuel de surveillance entomologique, en concertation avec les préfets, les services de l'État et les collectivités territoriales concernées.

---

<sup>15</sup> Les partenaires de cette surveillance étaient : l'EID Rhône-Alpes, l'EID Atlantique, le Syndicat de Lutte contre les Moustiques-Lauterbourg, 67, la Brigade Verte du Haut Rhin, l'agence régionale de santé de Corse, le Conseil départemental du Val-de-Marne (CD94).

Ainsi, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020, l'ensemble des départements de l'Hexagone sont considérés comme à risque d'installation et de propagation d'*Ae. albopictus*. Les actions de surveillance entomologique sont mises en œuvre par l'ARS ou par le ou les organismes publics ou privés mentionnés à l'article R. 3114-11 du Code de la santé publique qu'elle aura habilité(s) à cet effet, dans les conditions prévues au même article.

Depuis 2020 et la mise en application de cette réglementation, le programme de surveillance entomologique des moustiques vecteurs est défini par les ARS et a pour objectifs :

- de détecter l'introduction de nouvelles espèces vectrices sur le territoire, notamment au niveau des points d'entrée (i.e. tout port ou aéroport ouvert au trafic international au sens du règlement sanitaire international - RSI et frontières) ;
- d'éviter<sup>16</sup> de nouvelles implantations de moustiques vecteurs lorsque cela est réalisable (moustiques du genre *Aedes* notamment, qui inclut plusieurs espèces invasives ou à risque d'introduction sur les territoires européens, notamment : *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*) ;
- de suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus* afin d'éclairer la décision d'intervention autour des cas humains d'arboviroses (en évitant les interventions inutiles dans les lieux où le moustique vecteur n'est pas implanté).

Pour l'ensemble des départements, la surveillance entomologique cible principalement les espèces vectrices d'agents pathogènes pour l'être humain, du genre *Aedes* (principaux vecteurs des virus de la dengue, du chikungunya et du Zika). Dans les zones à risque de transmission des parasites du paludisme, cette surveillance est complétée par une surveillance des espèces vectrices du genre *Anopheles*. En cas d'émergence de foyer de fièvre du Nil Occidental (causée par le virus *West-Nile*), une surveillance des espèces vectrices impliquées, notamment du genre *Culex*, peut également être mise en place. Le cas échéant, la surveillance porte sur d'autres espèces vectrices selon le contexte entomo-épidémiologique local.

Sur le plan opérationnel, en 2025, le dispositif de surveillance entomologique repose sur les deux modalités décrites dans l'arrêté susvisé : la surveillance avec des pièges (§ 2.4) et la surveillance avec le site Signalement-moustique pour l'espèce *Ae. albopictus* (§ 2.5).

## 2.2. Les acteurs de la surveillance entomologique à l'échelle territoriale

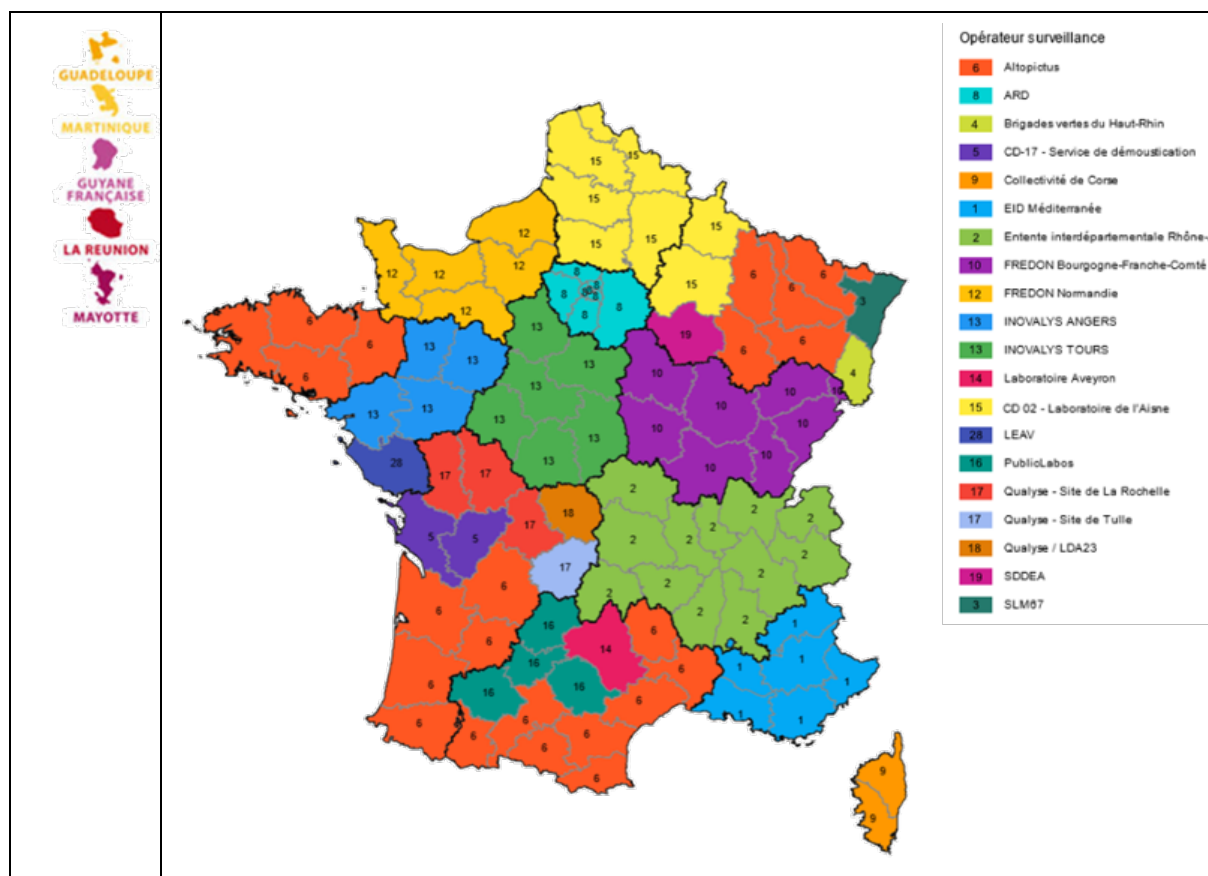
En France hexagonale, la surveillance entomologique et la LAV sont menées à l'échelle territoriale dans le cadre d'un marché public contractualisé pour une période de quatre ans entre l'ARS et un ou plusieurs OpD publics (ententes interdépartementales de démoustication – EID) ou privés (Altopictus, Fredon, etc.).

Dans les DROM, avant le décret n° 2019-258 du 29 mars 2019, la LAV était un service du département. En 2023, l'ARS de La Réunion est devenue l'autorité compétente et a signé une convention avec le département pour maintenir une continuité de service. Mayotte dispose depuis 2020 d'une ARS indépendante et le service de LAV est un service interne à l'ARS Mayotte qui, comme l'ARS de La Réunion et celle de Guadeloupe, n'a pas désigné

<sup>16</sup> À défaut d'éviter une nouvelle implantation d'*Ae. albopictus* dans une zone donnée, l'objectif est de retarder cette implantation dans le but notamment de préparer et d'accompagner la population et les communes dans la mise en œuvre de mesures de prévention et de contrôle.

d'opérateur. En Martinique, l'opérateur chargé de la LAV est un partenariat entre l'agence régionale de santé (ARS) de Martinique et la collectivité territoriale de Martinique (CTM). Ce partenariat est organisé autour du Centre de démoustication et de recherches entomologiques – Lutte antivectorielle (CEDRE-LAV).

Une vingtaine d'OpD publics et privés interviennent dans le champ de la surveillance entomologique dans les territoires français (Figure 2).



Source : DGS, 2023

Figure 2 : Opérateurs de la surveillance entomologique en France hexagonale et dans les DROM

L'OpD, l'ARS ou la collectivité assure la surveillance menée avec des pièges pondoirs (§ 2.4), ainsi que pour l'Hexagone, la validation des signalements de moustiques *Ae. albopictus* faits par les citoyens sur le site Signalement-moustique lorsque ceux-ci proviennent d'une zone de leur territoire non encore connue comme colonisée (§ 2.5). Il/elle assure aussi une partie de l'information de la population, notamment celle relative aux bons gestes pour éliminer les gîtes larvaires.

À noter que la lutte contre les nuisances générées par les moustiques, dont celle due aux moustiques vecteurs *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*, est gérée par les collectivités locales, principalement les départements, en lien avec des opérateurs publics de démoustication, selon les modalités prévues par la loi n° 64-1246 du 16 décembre 1964 relative à la lutte contre les moustiques. Les maires peuvent participer à cette lutte dans le cadre de leurs pouvoirs de police.

## 2.3. Le SI-LAV : un outil d'intégration pour la surveillance des maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques

Le SI-LAV est un système d'information prévu par l'article R. 3114-13 du Code de la santé publique et l'arrêté du 23 juillet 2019. Cet outil national, géré par la DGS, sert au suivi des actions de LAV et centralise plusieurs types de données (Figure 3) :

- les données épidémiologiques relatives aux cas d'arboviroses issues de VOOZARBO17 ;
- les données de la surveillance entomologique réalisée avec des pièges (voir § 2.4) ;
- les signalements issus du site Signalement-moustique (voir § 2.5) ;
- les actions de LAV menées par les OpD.

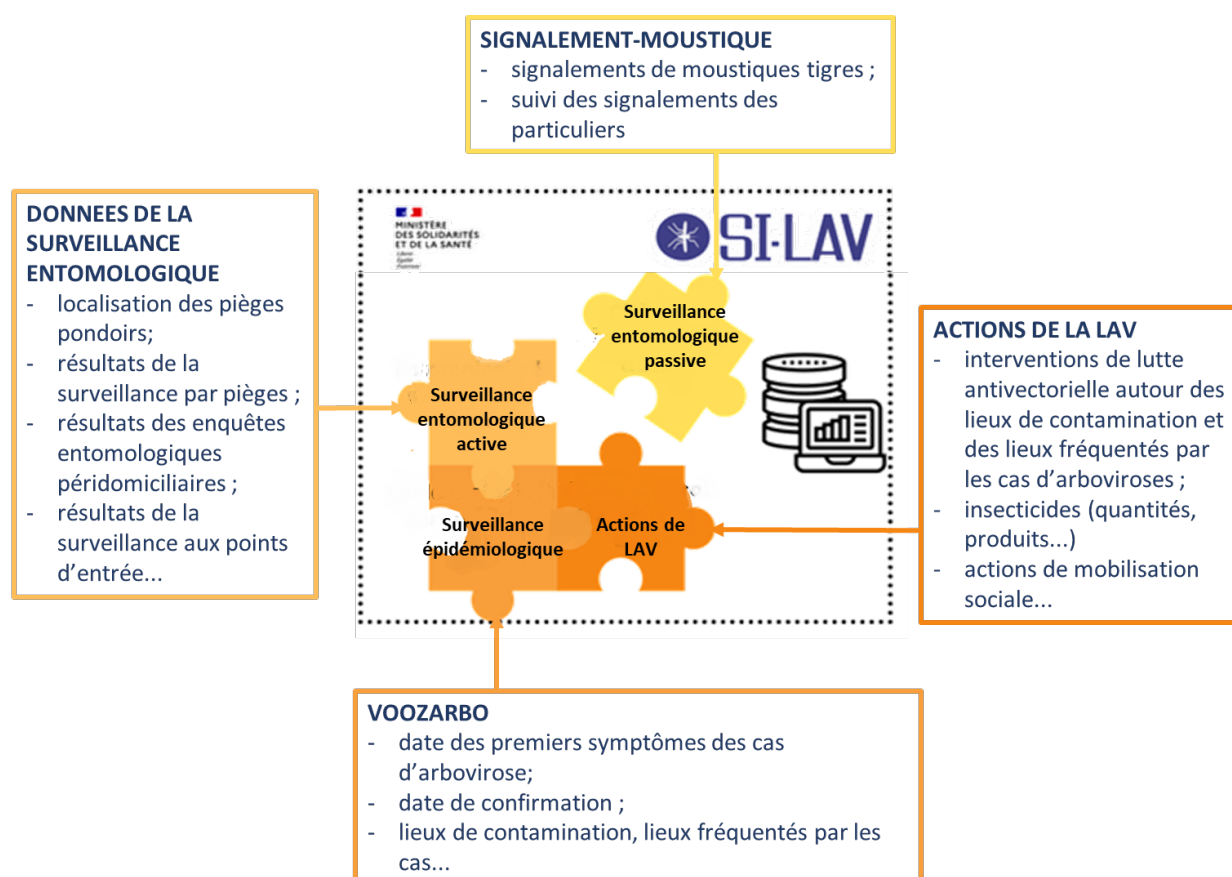


Figure 3 : Intégration des différents dispositifs de surveillance et des actions de LAV dans le SI-LAV

Le SI-LAV permet d'intégrer dans un système d'information unique les données de surveillance entomologique telles que présentées ci-après (§ 2.4) avec les données de surveillance épidémiologique humaine (voir exemples de données sur la Figure 3 : date des premiers symptômes, date de confirmation du cas, etc.) pour aider à la prise de décision quant aux actions de LAV à mettre en place sur le terrain.

<sup>17</sup> VOOZARBO : système d'information de Santé publique France dédié au suivi épidémiologique des cas d'arboviroses.

Lorsqu'un cas humain d'arbovirose (dengue, chikungunya, Zika) est signalé, les ARS enregistrent les données dans le SI-LAV. Si le moustique vecteur est présent dans la zone concernée, le SI-LAV permet d'activer et de suivre les actions de LAV (démoustication, enquêtes de terrain, sensibilisation, etc.), les OpD y consignant les interventions réalisées. Le SI-LAV facilite la coordination entre les acteurs (ARS, OpD, DGS, Anses, etc.), le suivi en temps réel, la traçabilité des actions et offre la possibilité d'effectuer des bilans. Ses données sont utilisées pour coordonner la réponse sanitaire.

Dans les DROM où le SI-LAV est également utilisé pour la surveillance et la lutte contre les moustiques vecteurs, son déploiement et son utilisation sont variables et adaptés selon le contexte entomo-épidémiologique local.

## 2.4. Surveillance entomologique réalisée avec des pièges

### 2.4.1. Objectifs et organisation

Les objectifs spécifiques de la surveillance entomologique réalisée avec des pièges pondoirs, notamment les espèces de moustiques cibles, ne sont pas directement explicités dans le décret n°2019-258 du 29 mars 2019, mais il est précisé que dès lors qu'« un département est fortement colonisé par une espèce vectrice, la surveillance entomologique sera recentrée sur la détection de nouvelles espèces vectrices, notamment en concentrant les pièges autour des points d'entrée au sens du RSI ».

Les lieux, la fréquence et la période de la surveillance réalisée avec des pièges pondoirs sont précisés dans l'arrêté du 23 juillet 2019. Généralement, cette surveillance a lieu entre juin et novembre en France hexagonale et toute l'année dans les DROM, mais des adaptations peuvent être envisagées au cas par cas en fonction du contexte.

Cette surveillance repose sur des réseaux essentiellement constitués de pièges pondoirs (voir § 2.4.2) installés par les OpD (voir § 2.2) sur des sites à risque élevé d'introduction ou de dissémination de moustiques (plateformes logistiques, aires d'autoroute, marchés d'intérêt national, etc.) ou présentant une sensibilité particulière (établissements de santé, etc.) et dans les zones les plus fortement peuplées (unités urbaines supérieures à 20 000 habitants).

Des cartes figurant la répartition des pièges pondoirs ainsi que des pièges à moustiques femelles adultes dans les différents territoires français sont représentées en Annexe 6.

### 2.4.2. Les pièges pondoirs

Les pièges pondoirs sont constitués d'un pot noir rempli d'eau stagnante et d'un support de ponte (Figure 4). Ces dispositifs miment des sites d'oviposition pour les femelles de certaines espèces d'*Aedes* (telles qu'*Ae. albopictus*, ou d'autres espèces ayant un comportement de ponte similaire, telles qu'*Ae. aegypti*, *Ae. japonicus* ou *Ae. koreicus*) qui déposent leurs œufs dans des gîtes en contenant<sup>18</sup>. La surveillance de ces pièges pondoirs consiste en un relevé

---

<sup>18</sup> Contrairement aux *Anopheles* ou aux *Culex*, ces espèces d'*Aedes* ont un cycle larvaire qui se déroule dans de petits volumes d'eau stagnante contenus dans des récipients naturels ou artificiels (elles sont dites "container-breeding"), tels que cavités d'arbres, feuilles retenant l'eau, mais surtout des récipients d'origine humaine : seaux, pots, coupelles, pneus, bidons, gouttières, matériels abandonnés, etc.

périodique des supports de pontes pour vérifier la présence d'œufs d'une espèce cible. Celle-ci indique la présence de femelles adultes de cette même espèce dans l'entourage immédiat du piège pondoir.



Source : EID Rhone-Alpes

**Figure 4 : Photographie d'un piège pondoir utilisé pour la surveillance entomologique du moustique *Aedes albopictus***

Les pièges pondoirs sont relevés *a minima* une fois par mois et permettent, si des œufs sont présents :

- de détecter la présence d'une ou plusieurs espèces cibles d'*Aedes* permettant de caractériser un phénomène d'introduction, d'implantation, de maintien ou de disparition en fonction des contextes ;
- plus globalement d'affiner les connaissances sur l'aire de répartition spatiale de l'espèce cible (de suivre par exemple l'expansion territoriale d'*Ae. albopictus* sur de nouvelles communes) ;
- de préciser la période d'activité des femelles de l'espèce cible (de sa sortie de diapause au printemps à la persistance de son activité en fin de saison en automne).

Cette méthode simple, peu coûteuse et très employée s'avère extrêmement efficace pour détecter la présence d'une espèce de moustiques, mais souffre cependant de quelques limites.

En particulier, et bien que les œufs puissent être dénombrés, il est très difficile d'établir une relation robuste entre le nombre d'œufs collectés dans le piège pondoir et l'abondance réelle de femelles de moustiques, voire de femelles agressives pour l'être humain dans l'environnement direct du piège pondoir (Manica *et al.* 2017). En effet, de nombreux facteurs de confusion existent (climatiques comme la pluviométrie, écologiques comme le nombre de sites alternatifs d'oviposition qui entrent en compétition avec le piège pondoir, démographiques comme les densités humaines par rapport à celles d'hôtes animaux alternatifs). Les données issues de collectes sur sujet humain (méthode de référence pour estimer le degré d'exposition de l'être humain aux piqûres des femelles) ou de pièges ciblant les moustiques femelles adultes sont nécessaires pour évaluer l'abondance des femelles agressives. À défaut, à la connaissance des experts, des travaux de modélisation réalisés avec ArboCarto (non publiés au moment de la rédaction du rapport) ont récemment suggéré que les données de pièges pondoirs pouvaient être utilisées comme *proxy* (variable de substitution) des densités agressives dans des modèles épidémiologiques, en tenant compte

de certaines limites (notamment du fait que les pièges pondoirs ne tiennent pas en compte les femelles néonates<sup>19</sup>, et que dans des zones où il y a beaucoup de gîtes naturels ou artificiels, les pièges pondoirs ne reflètent pas la densité des femelles, car celles-ci peuvent “ignorer” ces pièges et pondre ailleurs).

Outre le fait que les pièges pondoirs ne sont pas adaptés pour suivre les densités de moustiques, il est à noter qu'ils ne le sont pas non plus pour caractériser d'autres composantes essentielles de la capacité vectorielle (comportements trophiques par exemple) des *Aedes*, et qu'ils ne permettent pas de collecter des œufs de moustiques vecteurs appartenant à d'autres genres car ayant d'autres comportements de ponte et d'autres types de gîtes larvaires que les *Aedes* (*Culex* et *Anopheles* par exemple). Il est donc nécessaire d'avoir recours à d'autres types d'actions de surveillance entomologique active (voir § 2.4.3) ou encore à de la surveillance participative (voir § 2.5) en fonction des informations souhaitées et des espèces ciblées.

### 2.4.3. Prospections entomologiques et pièges à adultes

L'ARS ou l'OpD habilité en charge de la surveillance entomologique peuvent compléter la surveillance réalisée avec des pièges pondoirs par des actions de prospection entomologique<sup>20</sup> et/ou la mise en place de pièges destinés à collecter des moustiques adultes, sur des sites spécifiques (sites sensibles ou à risque élevé d'introduction ou de dissémination de moustiques par exemple) et à une fréquence adaptée à la nature du risque vectoriel.

## 2.5. Surveillance entomologique réalisée avec le site Signalement-moustique

### 2.5.1. Historique et objectifs

Le site Signalement-moustique est un site participatif permettant aux citoyens de déclarer la présence d'*Ae. albopictus* en France hexagonale afin de surveiller son front de colonisation. Il a été mis en place, en mars 2014 par le Centre national d'expertise sur les vecteurs (Cnev) et l'IRD à la demande du Ministère en charge de la santé, suite à une recommandation du Cnev (Cnev 2011). La gestion du site Signalement-moustique a été assurée jusqu'en 2018 par l'IRD puis reprise par l'Anses en 2018.

Ce site de surveillance participative permet aux autorités sanitaires d'augmenter le maillage territorial de la surveillance entomologique avec un coût de traitement des signalements probablement très inférieur à celui généré par le suivi du réseau de pièges (Cnev 2017). En effet, la forte nuisance causée par *Ae. albopictus* (liée à son caractère fortement anthropophile), constitue un levier de motivation pour que les citoyens déclarent sa présence sur le site. Par ailleurs, le manque de sensibilité des pièges pondoirs en milieu urbain<sup>21</sup>, renforce l'intérêt de la surveillance participative, qui permet d'augmenter la sensibilité du

<sup>19</sup> Il s'agit de femelles tout juste émergées de leur stade nymphal.

<sup>20</sup> Cette surveillance a permis la première détection sans implantation d'*Ae japonicus* en France hexagonale (F. Schaffner, Chouin et Guilloteau 2003).

<sup>21</sup> La disponibilité de sites de ponte (i.e. gîtes larvaires) à proximité des pièges pondoirs déployés en milieu urbain génère une forte compétition susceptible de diminuer leur attractivité vis-à-vis des femelles gravides présentes.

dispositif de surveillance entomologique sur l'ensemble du territoire hexagonal. Il permet une couverture large du territoire, une réactivité importante et favorise l'implication citoyenne. Toutefois, son efficacité est limitée par le fait que les signalements dépendent de l'engagement et de la capacité des usagers à identifier correctement *Ae. albopictus*.

Les objectifs du site, tels que définis dans l'arrêté du 23 juillet 2019, sont les suivants :

- « pendant la période de surveillance entomologique, suivre la distribution [géographique] du vecteur ;
- suivre la dynamique saisonnière du vecteur ;
- détecter, le cas échéant, de nouvelles implantations d'*Ae. albopictus* ou éventuellement d'autres espèces<sup>22</sup> vectrices de maladies humaines ».

D'un point de vue technique, Signalement-moustique est un site Web sans application mobile, mais optimisé pour être utilisé sur un téléphone (site *responsive design*). Il a été développé avec des technologies informatiques<sup>23</sup> dites *open source*, c'est-à-dire libres et accessibles à tous. Les photos envoyées par les utilisateurs sont stockées sur un serveur de l'Anses.

## 2.5.2. Fonctionnement

Pour les citoyens, le site Signalement-moustique permet de :

- signaler la présence d'*Ae. albopictus* par l'envoi de photos ou de spécimens à l'OpD du département ;
- connaître la liste des communes colonisées par *Ae. albopictus* ;
- s'informer sur *Ae. albopictus* : son mode de vie, son aire de répartition, les risques sanitaires associés et les conseils pour s'en protéger et éliminer les gîtes larvaires.

Le site s'appuie sur le principe d'une contribution active et délibérée des citoyens. Pour procéder à un signalement, les déclarants doivent d'abord répondre à trois questions filtres sur :

- la taille du moustique (< 5 mm) ;
- les couleurs (noir et blanc) ;
- la présence de rayures (cinq anneaux d'écaillés blanches sur les pattes postérieures et une ligne dorsale blanche sur le thorax) sur le moustique qu'ils ont observé.

Les déclarants sont ensuite invités à télécharger une ou plusieurs photographie(s) ou à envoyer par courrier le spécimen de moustique pour permettre son identification.

Les modalités d'analyse des signalements sont définies dans l'arrêté du 23 juillet 2019 et s'appliquent depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020 de la manière suivante :

- sur une commune qui n'est pas encore connue comme colonisée par *Ae. albopictus* ou qui est partiellement colonisée : les signalements sont transférés automatiquement et quotidiennement au SI-LAV pour vérification et validation par l'OpD en charge de la surveillance entomologique dans le département concerné. L'ARS ou son OpD analyse

---

<sup>22</sup> Le site n'a pas été conçu à l'origine pour permettre le signalement d'autres espèces de moustiques vectrices qu'*Ae. albopictus*. À noter cependant que depuis la première détection d'*Ae. japonicus* en Alsace avec des prospections de gîtes larvaires dans les cimetières (Krebs *et al.* 2014), le site permet de détecter de manière fortuite sa présence et contribue à suivre son front de colonisation (comm. pers. Philippe Bindeler, Service démoustication Brigade Verte).

<sup>23</sup> Les technologies utilisées sont : le langage PHP, un cadre de développement appelé CakePHP, et une base de données PostgreSQL.

le signalement et informe le déclarant du résultat (pour lui indiquer si le spécimen de moustique déclaré correspond ou pas à un *Ae. albopictus* et rappeler les bons gestes de prévention le cas échéant) ;

- sur une commune connue comme étant déjà colonisée par *Ae. albopictus* : une réponse automatique est envoyée depuis le site précisant les bons gestes pour éliminer les gîtes larvaires et se protéger des piqûres de moustiques. Dans ce cas, les signalements (environ 30 % du total des signalements depuis 2014 et 80 % sur l'année 2024) ne sont pas vérifiés, mais seulement archivés.

L'annexe 2 de l'arrêté du 23 juillet 2019 précise qu'en cas de signalement positif sur une commune qui n'est pas encore colonisée, des actions de démoustication peuvent être envisagées. La mise en œuvre de ces actions est décidée par l'ARS en tenant compte de l'évaluation entomologique et des conditions environnementales. L'ARS informe préalablement le maire de la commune et le préfet de la date d'intervention et des moyens mis en œuvre. Ces opérations sont réalisées sur la voie publique et chez les particuliers l'acceptant.

Un suivi est ensuite réalisé avec la pose de pièges pondoires pendant un mois dans un périmètre de 1 km avec relevés hebdomadaires. Une promotion du site Signalement-moustique doit également être faite au niveau local pour vérifier l'efficacité des actions de démoustication.

Le cas échéant, la commune prend le statut de commune colonisée si au moins l'un des trois critères suivants (définis dans l'arrêté du 23 juillet 2019) est rempli :

- des œufs sont observés sur trois relevés hebdomadaires successifs de pièges pondoires ;
- la prospection entomologique permet l'observation de larves et/ou d'adultes dans un rayon supérieur à 150 m autour d'un signalement ou d'un piège pondoire positif ;
- la distance entre deux pièges pondoires positifs ou deux signalements positifs est supérieure à 500 m.

L'information concernant une nouvelle commune colonisée par un moustique vecteur est envoyée par l'ARS au préfet et au maire concerné. L'information concernant un nouveau département<sup>24</sup> colonisé par un moustique vecteur est envoyée par l'ARS au préfet et aux maires du département, ainsi qu'au conseil départemental. Des mesures de sensibilisation des acteurs locaux et de la population (mobilisation sociale) peuvent également être décidées.

L'ARS tient à jour la liste des communes colonisées dans chaque département. Elle en informe la DGS qui consolide les données à l'échelle nationale. La liste des communes colonisées est consultable et mise à jour plusieurs fois par an sur le site Signalement-moustique dans l'onglet « communes colonisées ». Le changement de statut est également pris en compte pour, le cas échéant, orienter les traitements de LAV autour des cas d'arboviroses<sup>25</sup> (Anses 2024a).

---

<sup>24</sup> Un département est considéré comme colonisé si au moins une commune est colonisée. Deux cas de figure peuvent être distingués :

- les départements faiblement colonisés si moins de 40 % des communes du département sont colonisées ;
- les départements fortement colonisés si au moins 40 % des communes du département sont colonisées.

<sup>25</sup> Voir Avis de l'Anses relatif à la priorisation des lieux fréquentés par les cas importés d'arbovirose pour la réalisation des prospections entomologiques et des actions de lutte antivectorielle (2022-AST-0103) (Anses 2024a).

Les informations liées aux signalements par les particuliers reçus sur le site Signalement-moustique sont standardisées (localisation, photo ou spécimen, validation par l'OpD, etc.) et celles issues de communes non colonisées sont transférées quotidiennement et stockées dans le SI-LAV (Figure 5).

Les données validées sont accessibles aux ARS et aux OpD.

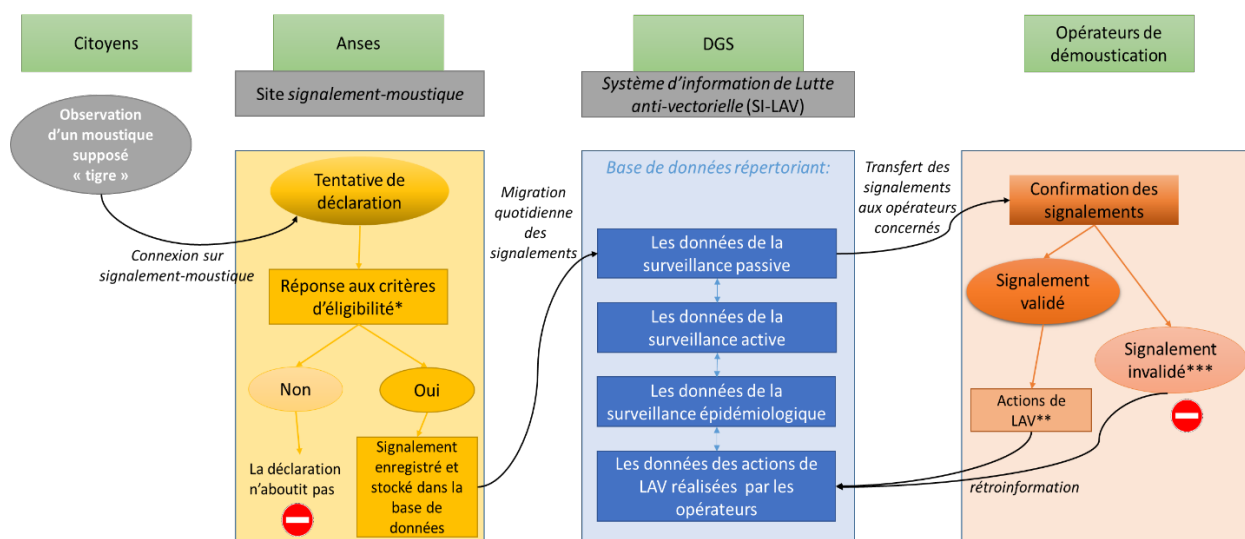


Figure 5 : Traitement des signalements dans le SI-LAV et acteurs impliqués

### 2.5.3. Bilan et utilisation des données du site

Entre sa mise en place en 2014 et le 1<sup>er</sup> janvier 2025, le site Signalement-moustique a enregistré près de 90 000 déclarations citoyennes et a permis de suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus*.

Au 1<sup>er</sup> septembre 2025, sur les 34 800 communes françaises, 6 608 (soit 19 %) sont considérées colonisées. La plupart ont été identifiées grâce au site.

En résumé, les données de présence d'*Ae. albopictus* collectées avec le site Signalement-moustique servent à :

- détecter de nouvelles implantations d'*Ae. albopictus* et décider de réaliser des enquêtes entomologiques pour vérifier sa présence et mettre en place des actions de démoustication le cas échéant ;
- suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus* (nombre et distribution des communes et départements colonisés) et orienter les actions de surveillance entomologique avec des pièges ;
- orienter les enquêtes épidémiologiques autour des cas d'arboviroses (en fonction de la présence ou non d'*Ae. albopictus*) (Anses 2024a), ainsi que plus généralement les actions de démoustication sur le terrain.

#### 2.5.4. Évaluation et adéquation au contexte actuel

L'Anses a réalisé une évaluation du « dispositif de surveillance du moustique tigre » (seul vecteur actuellement surveillé) à travers le site Signalement-moustique, afin d'en identifier des axes d'amélioration. Celle-ci a été réalisée en 2021 selon la méthode générique OASIS développée pour, d'une part, réaliser une analyse approfondie du fonctionnement et de la qualité d'un dispositif de surveillance épidémiologique et, d'autre part, identifier et formuler des recommandations pour son amélioration. La méthode est présentée en Annexe 4.

En termes de résultats, l'évaluation a mis en évidence un fonctionnement du dispositif globalement satisfaisant, avec une bonne implication des acteurs locaux (ARS et OpD). La supervision et l'animation du réseau réalisées essentiellement par la DGS ont été considérées effectives. Cependant, la gouvernance n'est pas réellement formalisée ni structurée dans le temps. Les objectifs du dispositif sont clairs et alignés avec la réglementation, à l'exception de l'objectif de détection d'autres espèces vectrices présent dans l'arrêté du 23 juillet 2019, mais qui n'est pas, jusqu'à présent, un objectif du site Signalement-moustique.

D'après l'évaluation OASIS, les principales forces du dispositif de surveillance du moustique tigre résident dans la simplicité du site de signalement, l'organisation territoriale, et l'intégration des données dans le SI-LAV. Toutefois, des faiblesses structurelles ont été identifiées :

- un manque de formalisation des structures de gouvernance (comités) ;
- une communication insuffisante ;
- un retour limité aux citoyens déclarants ;
- une faible représentativité des données ;
- une qualité inégale des signalements (photos/spécimens).

Les évaluateurs ont notamment recommandé (voir présentation détaillée des recommandations OASIS en Annexe 5) :

- de réviser les objectifs du dispositif de surveillance ;
- de renforcer la gouvernance du réseau ;
- d'améliorer la formation des acteurs ;
- de structurer le suivi de performance (indicateurs, tableaux de bord) ;
- de mieux valoriser le rôle des citoyens dans la surveillance ;
- d'envisager une application mobile ;
- de mettre en place une politique de communication renforcée.

## Synthèse du chapitre 2 : le dispositif français de surveillance entomologique

La surveillance entomologique est l'une des composantes du dispositif de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle incluant par ailleurs la surveillance épidémiologique humaine et la toxicovigilance, la surveillance épidémiologique animale, ainsi que la surveillance environnementale.

Le décret n°2019-258 du 29 mars 2019 et l'arrêté du 23 juillet 2019 fixent le cadre réglementaire de la surveillance entomologique mise en œuvre par les ARS et leurs OpD. Depuis 2020 et la mise en application de cette réglementation, le programme de surveillance entomologique des moustiques vecteurs est défini par les ARS et a pour objectifs de détecter précocement l'introduction de nouvelles espèces vectrices, de limiter leur implantation et en cas d'échec, de suivre leur front de colonisation sur le territoire, afin d'éclairer la décision d'intervention (notamment la mise en œuvre de traitements insecticides) autour des cas humains d'arboviroses.

Dans l'ensemble des territoires français, la surveillance repose sur un réseau de pièges et, uniquement en France hexagonale, sur le site internet Signalement-moustique, créé en 2014 pour suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus*. Les pièges pondoirs permettent de récolter des œufs d'*Ae. albopictus* et d'autres espèces d'*Aedes* qui déposent leurs œufs dans des gîtes en contenants, et donc de surveiller ces espèces sans toutefois permettre d'évaluer précisément les densités de moustiques adultes. Cependant, ces pièges ne sont pas adaptés à la surveillance d'autres espèces de moustiques vecteurs (des genres *Anopheles* et *Culex* par exemple) qui n'exploitent pas ce type de collections d'eau comme gîtes larvaires. Le site Signalement-moustique est, quant à lui, un site de surveillance participative qui permet aux citoyens de signaler la présence d'*Ae. albopictus* et permet d'améliorer la sensibilité de la surveillance entomologique avec un coût de traitement des signalements probablement très inférieur à celui généré par le suivi du réseau de pièges. Il a permis d'identifier efficacement de nombreuses communes colonisées. Les données qu'il collecte sont transmises au système d'information national relatif à la lutte antivectorielle, le SI-LAV.

Le SI-LAV est un outil qui centralise et intègre les données entomologiques, épidémiologiques et les actions de LAV menées sur le terrain, notamment pour guider la stratégie de LAV à mettre en place par les ARS et les OpD.

Une évaluation OASIS menée par l'Anses a souligné l'intérêt du site Signalement-moustique au sein du dispositif de surveillance entomologique pour lutter contre les maladies à transmission vectorielle dans le contexte de changements globaux et d'expansion territoriale d'*Ae. albopictus*. Elle a aussi révélé des lacunes (notamment en termes de communication, gouvernance, retour aux citoyens) conduisant à des recommandations.

En tenant compte de ces recommandations et pour répondre aux questions de la saisine, le GT a mené une réflexion pour renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique, afin d'améliorer notamment la détection de nouvelles espèces, le suivi de leurs distributions et la connaissance de la bioécologie des moustiques vecteurs, afin de mieux anticiper les risques (chapitre 3).

Les propositions présentées et discutées ci-après ne concernent que la surveillance participative des moustiques, et non la surveillance entomologique dans son ensemble, notamment celle menée avec des pièges.

### 3. Renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique

Au sein du dispositif de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle, la surveillance entomologique vise à produire des informations utiles à : 1) à l'évaluation du risque vectoriel et 2) au pilotage de la stratégie de LAV (en incluant la prévention) et d'évaluer son efficacité (Figure 6).

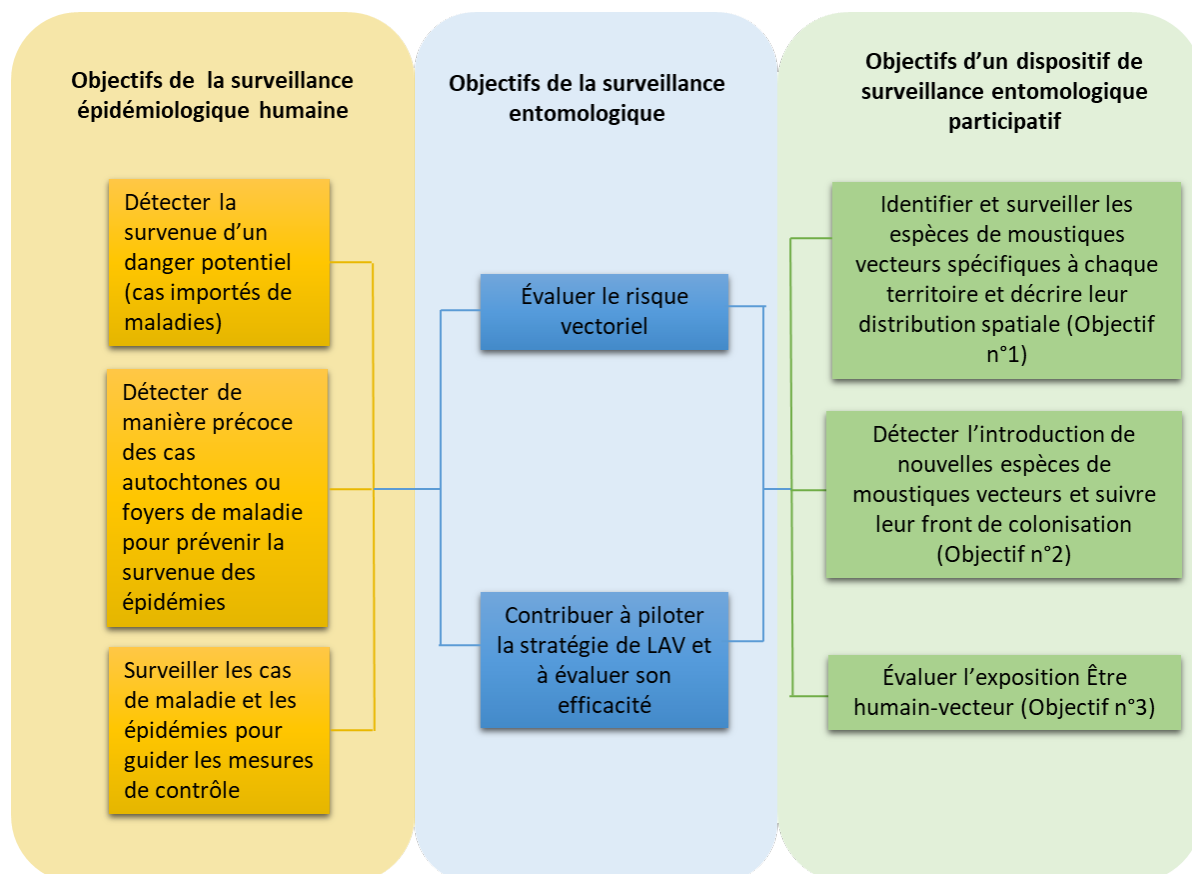


Figure 6 : Objectifs des surveillances épidémiologique humaine et entomologique pour les maladies à transmission vectorielle et contributions d'un dispositif de surveillance participatif

Au moment de la rédaction du rapport, le site Signalement-moustique contribue aux objectifs de la surveillance entomologique en surveillant le front de colonisation d'*Ae. albopictus* (en se fondant sur l'indicateur « commune colonisée » tel que défini au § 5.2.1)

Afin de renforcer le dispositif de surveillance entomologique, notamment dans le contexte actuel de changements globaux et d'augmentation des risques vectoriels, les experts considèrent que le site devrait également contribuer à (Figure 6) :

- 1) identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé humaine déjà présentes sur le territoire étudié et décrire leur distribution spatiale (§ 3.1.1 – Objectif n°1) ;
- 2) détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs et suivre leur front de colonisation (§ 3.1.2 - Objectif n°2) ;

- 3) évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs en collectant de nouvelles données sur la bioécologie d'*Ae. albopictus* et d'autres espèces de moustiques vecteurs spécifiques à chaque territoire (ex : dynamique saisonnière, périodes d'activité, etc.) (§ 3.2 – Objectif n°3).

Dans ce chapitre sont détaillés ces nouveaux objectifs. Pour y répondre, le renforcement de la participation citoyenne<sup>26</sup> sera nécessaire.

### 3.1. Détecter, identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs

#### 3.1.1. Objectif n°1 : identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé humaine spécifiques à chaque territoire et décrire leur distribution spatiale

Chaque espèce de moustique vecteur possède des caractéristiques biologiques et écologiques uniques, conditionnant ses préférences en matière d'habitat, de conditions climatiques, et d'hôte(s), ainsi que sa capacité à transmettre des agents infectieux.

La cartographie de la distribution spatiale des moustiques vecteurs (qu'ils soient autochtones ou invasifs établis) contribue à :

- identifier les zones à risque vectoriel et la nature du risque vectoriel ;
- anticiper les épidémies potentielles de maladies liées aux vecteurs en orientant efficacement les actions de surveillance et de lutte.

La connaissance fine de la distribution spatiale d'un moustique vecteur (à l'échelle communale, voire infra-communale dans le cas de villes de taille importante, ainsi que sa limite altitudinale en fonction de la latitude) est un élément clef pour la mise en œuvre des actions de LAV (telles que l'utilisation de larvicides, d'adulticides, la distribution de moustiquaires imprégnées, de campagnes de sensibilisation ciblées), ainsi que pour guider les autres actions de la surveillance intégrée.

Or, en 2025, le site Signalement-moustique se limite uniquement à la surveillance d'*Ae. albopictus*. **Aussi, les experts estiment que la surveillance entomologique réalisée à l'aide du site Signalement-moustique devrait être multi-genres et permettre le signalement d'autres espèces de moustiques vecteurs (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, etc.) présentes dans les territoires français.**

À cet égard, une liste d'espèces de moustiques vecteurs présentant un enjeu de santé publique et déjà présentes dans les territoires français, et qui pourraient faire l'objet d'une surveillance est présentée dans le Tableau 2 (voir méthode de sélection des espèces en Annexe 7 et arguments pour chaque territoire français en Annexe 8). Celle-ci pourra être revue

---

<sup>26</sup> À l'image de projets de surveillance participative développés depuis le début des années 2000, tels que : la surveillance de la grippe avec le programme ActionGrippe (Lee, Mukhi et Bancej 2021), la surveillance des déchets marins et de leurs impacts (Gambaiani 2023), ou de certains vecteurs d'agents infectieux comme les moustiques et les tiques (voir Annexe 9).

À noter que la surveillance participative du syndrome d'allure grippale est pratiquée depuis 2003 et a été mise en œuvre dans de nombreux pays (Wójcik *et al.* 2014).

en concertation avec les acteurs locaux de la surveillance entomologique. Le futur site devra donc être évolutif et permettre une adaptation aux différents enjeux territoriaux.

**De manière générale, le futur site Signalement-moustique devrait permettre de signaler, voire même d'identifier toute espèce de moustique vecteur.**

**Tableau 2 : Espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé publique déjà présentes et à surveiller dans les territoires français avec le site Signalement-moustique**

France hexagonale	La Réunion	Mayotte	Antilles	Guyane
<i>Ae. albopictus*</i> <i>Ae. japonicus*</i>	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. Albopictus*</i>	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. Albopictus*</i>	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. taeniorhynchus</i>	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. serratus</i>
<i>An. hyrcanus</i> <i>An. labranchiae</i>	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. funestus</i> <i>An. gambiae</i> <i>An. merus</i>	<i>An. albimanus</i> <i>An. aquasalis</i>	<i>An. darlingi</i> <i>An. marajoara</i> <i>An. aquasalis</i>
<i>Cx. modestus</i> <i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i> <i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i> <i>Cx. tritaeniorhynchus</i>  <i>Er. quinquevittatus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i> <i>Cx. nigripalpus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i> <i>Cx. portesi</i> <i>Cx. nigripalpus</i>  <i>Haemagogus janthinomys</i> <i>Haemagogus leucoceleanus</i>  <i>Sabethes</i> (sous genre <i>Sabethes</i> ) sp. (toutes les espèces)

\* Espèce invasive établie.

*Ae.*, *Aedes* ; *An.*, *Anopheles* ; *Cx.*, *Culex* ; *Er.*, *Eretmapodites*.

La distribution (latitude, longitude) des moustiques vecteurs sur les territoires français, ainsi que la limite altitudinale (en fonction de la latitude) des populations varient en fonction de leur adaptation, de la saison et des changements globaux.

En 2025, le site Signalement-moustique ne permet de connaître que l'adresse du signalement, sans documenter la limite altitudinale d'*Ae. albopictus*. Si elle existait (ce qui pourrait être fait automatiquement), une telle information permettrait d'adapter les plans de surveillance et de mieux guider les actions de LAV en affinant la connaissance des zones sur lesquelles intervenir.

Les données sur la distribution des moustiques vecteurs (voir indicateur de distribution au § 5.2.1.2) sont utiles aux autorités sanitaires et aux OpD pour la mise en place d'actions de LAV, ainsi qu'aux collectivités afin d'orienter leurs actions de prévention des risques vectoriels et de gestion de la nuisance.

### 3.1.2. Objectif n°2 : détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs et suivre leur front de colonisation

L'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs constitue une menace en termes de santé publique. Aussi, les experts considèrent que le dispositif de surveillance entomologique devrait être en mesure de détecter de manière précoce l'introduction, l'installation et la progression de nouvelles espèces de moustiques vecteurs, afin d'alerter les autorités sanitaires et de mettre en place les mesures de contrôle *ad hoc*.

En 2025, c'est la surveillance aux points d'entrée, telle que prévue dans le cadre du RSI, qui est supposée permettre de détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs. Cependant, les modalités de cette surveillance sont insuffisantes, entre autres car les moustiques peuvent être véhiculés par des moyens de transport variés (camions, voitures, etc.) pouvant nécessiter la surveillance de différents points de passage, notamment transfrontaliers<sup>27</sup>. De plus, cette surveillance avec des pièges pondoirs est difficile et coûteuse à mettre en œuvre.

Aussi, le site Signalement-moustique devrait pouvoir servir à détecter toute espèce de moustique vecteur à risque d'introduction et d'installation en complétant un réseau de pièges. Pour cela, et comme déjà indiqué au § 3.1.1, les experts considèrent que **le futur site Signalement-moustique devrait permettre de signaler et d'identifier, toute espèce de moustique vecteur.**

À titre indicatif, une liste d'espèces de moustiques vectrices et invasives à risque d'introduction et d'installation prioritaires pour la surveillance entomologique dans les différents territoires français est présentée dans le Tableau 3 (voir méthode de sélection des espèces en Annexe 7 et arguments pour chaque territoire français en Annexe 8). Ces espèces ont été considérées comme prioritaires en raison de leurs exigences climatiques et écologiques en adéquation avec les conditions actuelles des territoires considérés, et du fait de leurs dynamiques d'invasion actuelle, qu'elles soient globales ou régionales.

De plus, compte tenu des changements globaux, les experts estiment que le site Signalement-moustique devrait être flexible et adaptable en ce qui concerne le choix des espèces à surveiller. Les listes d'espèces identifiées comme prioritaires dans le Tableau 3 ci-après devront être révisées en fonction du contexte territorial et des priorités définies par les acteurs locaux de la surveillance. Quoi qu'il en soit, le site devrait être **multi-genres et permettre le signalement de toutes les espèces vectrices (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, etc.), afin de renforcer la détection des moustiques vecteurs invasifs propres à chacun de ces territoires.**

---

<sup>27</sup> Ce devrait être le cas par exemple à la frontière entre l'Espagne et la France au niveau du Pays basque ; *Ae. japonicus* ayant été identifié du côté espagnol (installé depuis 2020 aux Pays basque et aux Asturies et plus récemment détecté en 2024 en Navarre) (Cevidanés *et al.* 2023), ainsi qu'en France en 2013 (Krebs *et al.* 2014).

**Tableau 3 : Espèces de moustiques vecteurs à risque d'introduction et d'installation et à surveiller dans les territoires français à l'aide du site Signalement-moustique**

France hexagonale	La Réunion	Mayotte	Antilles	Guyane
<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. atropalpus</i> <i>Ae. koreicus</i> <i>Ae. triseriatus</i>			<i>Ae. albopictus</i> * <i>Ae. (Fr.) vittatus</i>	<i>Ae. albopictus</i> <i>Ae. (Fr.) vittatus</i>
<i>An. sacharovi</i> <i>An. stephensi</i>	<i>An. funestus</i> <i>An. gambiae</i> <i>An. stephensi</i>	<i>An. arabiensis</i> <i>An. stephensi</i>	<i>An. stephensi</i>	<i>An. stephensi</i>

\* Espèce détectée à St Barthélémy en octobre 2024, installation à surveiller aux Antilles.

*Ae.*, *Aedes* ; *An.*, *Anopheles* ; *Fr.*, *Fredwardsius*.

En complément des signalements sur le site Signalement-moustique, les experts proposent de faire des campagnes de promotion ciblées géographiquement (par exemple dans des zones habitées à proximité des points d'entrée inclus ou non dans le RSI et dans des zones transfrontalières) pour solliciter davantage de signalements dans ces zones, afin de renforcer le dispositif de surveillance entomologique et la capacité de détection d'espèces à risque d'introduction et d'installation. Il pourrait également être envisagé de recruter des volontaires via le site Signalement-moustique pour la collecte de spécimens dans ces zones (voir § 4.7).

### 3.2. Objectif n°3 : évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs

En complément de l'identification des espèces, la collecte de données sur la bioécologie<sup>28</sup> (dynamique saisonnière, périodes d'activité, typologie, localisation et productivité des gîtes larvaires, comportements trophiques, densité agressive pour l'être humain, etc.) des moustiques vecteurs est nécessaire, notamment pour :

- évaluer les risques vectoriels ;
- définir et mettre en œuvre la stratégie de LAV, en planifiant, guidant, ajustant et/ou priorisant les actions (information, sensibilisation, prévention, mobilisation sociale, gestion de la nuisance, réduction de l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs, priorisation des cas d'arboviroses devant conduire à des enquêtes épidémiologiques autour des cas, traitements, etc.).

Les experts considèrent que le site Signalement-moustique devrait contribuer à collecter davantage de données sur la bioécologie des moustiques vecteurs, notamment pour les paramètres utiles à la LAV décrits ci-après. Ces données permettraient également d'affiner les connaissances scientifiques sur les vecteurs.

<sup>28</sup> La bioécologie des moustiques vecteurs fait référence aux interactions entre les moustiques vecteurs et leur environnement, ainsi qu'aux processus biologiques et écologiques qui influencent leur reproduction, leur survie, leur comportement et leur capacité à transmettre des agents infectieux responsables de maladies.

### 3.2.1. Abondance et comportements trophiques

Caractériser l'exposition aux piqûres de moustiques nécessite de connaître, à une échelle spatiale appropriée, les comportements trophiques des moustiques vecteurs, notamment :

- le nombre de piqûres,
- les lieux (intérieur/extérieur) de piqûres ou exo- ou endophilie,
- le niveau d'anthropophilie,
- les horaires de piqûre, etc.

L'exposition aux piqûres de moustiques est fonction de l'abondance relative de moustiques adultes, ainsi que des préférences trophiques variables en fonction des espèces de moustiques et de la disponibilité des hôtes. Estimer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs est essentiel pour :

- évaluer les risques de transmission d'agents infectieux, cartographier ces risques et identifier les zones les plus à risque ;
- définir et adapter la stratégie de LAV en fonction du niveau de risque, planifier et guider les actions.

Par exemple, bien qu'*Ae. albopictus* soit un moustique réputé pour piquer le jour, en fin de journée et de préférence en extérieur, il arrive aussi qu'il pique durant la nuit ou à l'intérieur des habitations, traduisant la grande plasticité adaptative de certaines espèces de moustiques vecteurs en réponse à l'hétérogénéité des facteurs environnementaux. Il est donc nécessaire de documenter ces paramètres à une échelle spatiale appropriée, car il s'agit de détecter des différences locales de comportement des moustiques, notamment dans un contexte de changements globaux.

Des approches participatives peuvent permettre de collecter à large échelle de telles données (voir proposition d'indicateurs au § 5.2), souvent difficiles ou impossibles à collecter par la seule surveillance entomologique active (territoire à couvrir trop grand, activité chronophage et coûteuse en termes de ressources humaines, etc.).

### 3.2.2. Dynamique saisonnière des moustiques vecteurs

La dynamique saisonnière des moustiques vecteurs fait référence aux variations d'abondance de la population et de l'activité des moustiques en fonction des saisons, et de leurs évolutions temporelles. Résultant d'une interaction complexe entre les facteurs météorologiques, climatiques, biologiques et anthropiques, elle est grandement affectée par des facteurs macro- et micro-environnementaux.

La connaissance de cette dynamique constitue un enjeu important pour :

- évaluer les risques vectoriels (en permettant d'identifier les périodes les plus à risque) ;
- définir la stratégie de LAV et notamment aider à identifier les périodes adéquates au déploiement de la surveillance entomologique active (à l'aide de pièges) et à la surveillance épidémiologique renforcée.

Plutôt que d'être définies à une échelle nationale, les périodes d'activité des moustiques vecteurs devraient être définies à une échelle territoriale appropriée permettant d'identifier les mois/semaines présentant un risque entomologique élevé.

En effet, il est plus que probable que la dynamique saisonnière des populations (ou phénologie) d'*Ae. albopictus* soit très hétérogène d'une région à l'autre en France hexagonale en raison de la diversité des conditions environnementales et météorologiques. Or, la période d'activité de l'espèce est, jusqu'à présent, définie de manière unique pour tout l'Hexagone du 1<sup>er</sup> mai au 30 novembre sur la base de connaissances relatives à la sortie/entrée de diapause observées pour cette espèce en zone tempérée. Il existe cependant des données, notamment dans les régions méridionales de l'Europe (Petric *et al.* 2021), suggérant que l'espèce reste active en dehors de cette fenêtre temporelle, pouvant donc conduire à une période à risque de transmission d'arbovirus plus longue. Cette extension de la période à risque de transmission pourrait par ailleurs être exacerbée par les changements climatiques actuels ou futurs.

De même, la dynamique saisonnière des autres populations de moustiques vecteurs doit varier d'un territoire à un autre.

Au moment de la rédaction du rapport, le site Signalement-moustique ne permet pas de documenter et d'analyser cette variabilité, car les signalements ne font pas l'objet d'une vérification par l'OpD en dehors de la période comprise entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 novembre.

Les experts estiment donc que documenter les éventuelles sorties précoces de diapause et les phénomènes de persistance des espèces surveillées au-delà des limites temporelles actuellement considérées permettrait de mieux évaluer les risques liés aux moustiques vecteurs. Pour cela, toutes les déclarations devraient être prises en compte sans limite dans le temps (c'est-à-dire pendant toute l'année), ni dans l'espace (y compris dans les communes déjà colonisées), et ce, pour l'ensemble des espèces vectrices d'intérêt (§ 3.1.1). Ceci nécessitera d'accroître considérablement les capacités de validation des signalements (cf. propositions au § 4.4), ainsi que les capacités d'analyse et d'exploitation des données collectées.

### 3.2.3. Typologie, localisation et productivité des gîtes larvaires sur le domaine public

Connaître et identifier les gîtes larvaires à une échelle territoriale constitue un autre enjeu de la surveillance entomologique. La collecte d'informations qualitative (typologie et localisation), voire semi-quantitative (nombre, notion de productivité par type de gîte, localisation sur la voie publique, etc.) relatives aux gîtes larvaires est nécessaire pour conduire une stratégie de LAV. En complément des prospections larvaires (recherche active de larves réalisées chez les particuliers ou sur la voie publique), la surveillance des gîtes larvaires peut aussi reposer sur un dispositif de surveillance participative ciblé sur le domaine public (la prise de photo étant interdite dans le domaine privé sans l'accord du propriétaire). Le site Signalement-moustique devrait ainsi permettre de recueillir des informations relatives aux gîtes larvaires (sur la base de photographies) pour *Ae. albopictus* ou d'autres espèces en fonction des territoires.

À noter cependant qu'il peut être difficile pour la population d'apprécier « ce qu'est un gîte larvaire » (risque de signalement de piscines, fontaines, etc.) et *a fortiori* d'identifier précisément les gîtes productifs. Il peut également être difficile de repérer les gîtes larvaires sur le domaine public, du fait notamment de leur caractère cryptique. Ceci souligne l'intérêt d'accompagner la surveillance participative d'un travail pédagogique, d'information et de sensibilisation sur la typologie des gîtes tout en donnant des conseils ciblés sur les moyens de les éliminer. Au-delà de la collecte de données (dont la qualité reste à vérifier en conditions

réelles), le fait d'associer la population à la surveillance des gîtes larvaires sur le domaine public, permet de sensibiliser et de renforcer la prévention et la lutte antivectorielle.

Par ailleurs, les informations collectées seront également utiles pour guider les actions des collectivités et des OpD en termes de contrôle des gîtes larvaires en vue d'une meilleure gestion de la nuisance (pour cibler les actions de lutte mécanique ou l'usage éventuel de larvicides vers les gîtes larvaires les plus productifs ou les plus nombreux sur le domaine public, ou encore pour orienter la mobilisation sociale, etc.).

Deux écueils sont donc à éviter avec le signalement des gîtes larvaires par la population :

- la délation entre voisins pour signaler des gîtes sur un domaine privé<sup>29</sup> qui ne leur appartient pas (ex : pour dénoncer le mauvais entretien d'un jardin ou d'une gouttière) ;
- l'apparition d'une certaine frustration chez les citoyens contributeurs si aucune action efficace n'est engagée par les acteurs de la LAV suite à leur signalement.

Enfin, dans une moindre mesure et sous réserve de vérification de la fiabilité des données collectées relatives aux gîtes larvaires, celles-ci pourraient également servir à l'objectif n°3 « évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs » en estimant de manière indirecte et imparfaite les densités des femelles agressives, à l'aide de validations ciblées par des prospections larvaires standardisées et d'outils de modélisation tels que ArboCarto, un outil de cartographie prédictive des densités de populations d'*Aedes* développé à La Réunion et transféré actuellement à d'autres territoires français pour optimiser les actions de surveillance et de LAV (présenté en Annexe 10).

---

<sup>29</sup> L'application Mosquito Alert ne permet plus de signaler les gîtes larvaires en dehors de l'espace public.

### **Synthèse du chapitre 3 : renforcer la surveillance entomologique en repensant le site Signalement-moustique**

Dans le cadre de la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle, la surveillance entomologique vise à produire des informations utiles pour l'évaluation du risque vectoriel, le pilotage et la mise en œuvre de la LAV.

L'actuel site Signalement-moustique contribue aux objectifs de la surveillance entomologique essentiellement en suivant le front de colonisation d'*Ae. albopictus*. Du fait notamment de l'expansion continue de cette espèce sur le territoire hexagonal, ainsi que du risque d'introduction et d'installation de nouvelles espèces de moustiques vecteurs, les experts estiment que les objectifs du site méritent d'être revus et adaptés aux différents territoires français.

Aussi, les experts du GT recommandent que le site contribue à :

- 1) identifier et surveiller les espèces de moustiques vecteurs d'intérêt en santé humaine spécifiques à chaque territoire et décrire leur distribution spatiale (Objectif n°1) ;
- 2) détecter l'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs et suivre leur front de colonisation (Objectif n°2) ;
- 3) évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs en collectant de nouvelles données sur la bioécologie d'*Ae. albopictus* et d'autres espèces de moustiques vecteurs spécifique à chaque territoire (Objectif n°3).

Pour que les nouvelles données collectées puissent répondre à ces objectifs, la création d'un dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs, intégrant des améliorations techniques et organisationnelles, est nécessaire. Des propositions sont présentées en ce sens au chapitre 4.

## 4. Créer un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs

Plus que la simple refonte du site Signalement-moustique, les experts proposent la mise en place un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) disposant de moyens dédiés, financiers, matériels et humains, nécessaires pour l'animation, le pilotage, l'exploitation des données, et le développement de nouveaux outils.

Des propositions sont faites ci-après pour optimiser les outils existants et mettre en place une gouvernance *ad hoc*, afin de répondre aux objectifs du dispositif de surveillance participative tels que présentés au chapitre 3.

Selon les experts, la mise en place d'un DSPM (Figure 7) devra passer notamment par :

- la création d'un nouveau site Signalement-moustique permettant de collecter de nouvelles données pour de nouveaux moustiques vecteurs (§ 4.1) ;
- la formalisation et la pérennisation d'une gouvernance dédiée (§ 4.2) ;
- l'intégration des DROM (§ 4.3) ;
- le développement d'outils numériques performants pour l'identification (par intelligence artificielle - IA) et la validation des signalements (§ 4.4) ;
- l'utilisation du site Signalement-moustique comme outil de lutte contre la nuisance au niveau local (§ 4.5) ;
- le renforcement de l'implication des citoyens (§ 4.6) grâce aux technologies de l'information et de la communication facilitant l'implication et la fidélisation des contributeurs et par l'amélioration de l'expérience des utilisateurs (OpD, ARS, collectivités, etc.) ;
- la possibilité de collecter des spécimens et d'autres données complémentaires utiles à la stratégie de LAV et à la lutte contre les maladies à transmission vectorielle (§ 4.7).

Le futur site Signalement-moustique n'est donc qu'un élément constitutif du DSPM (voir Figure 7).

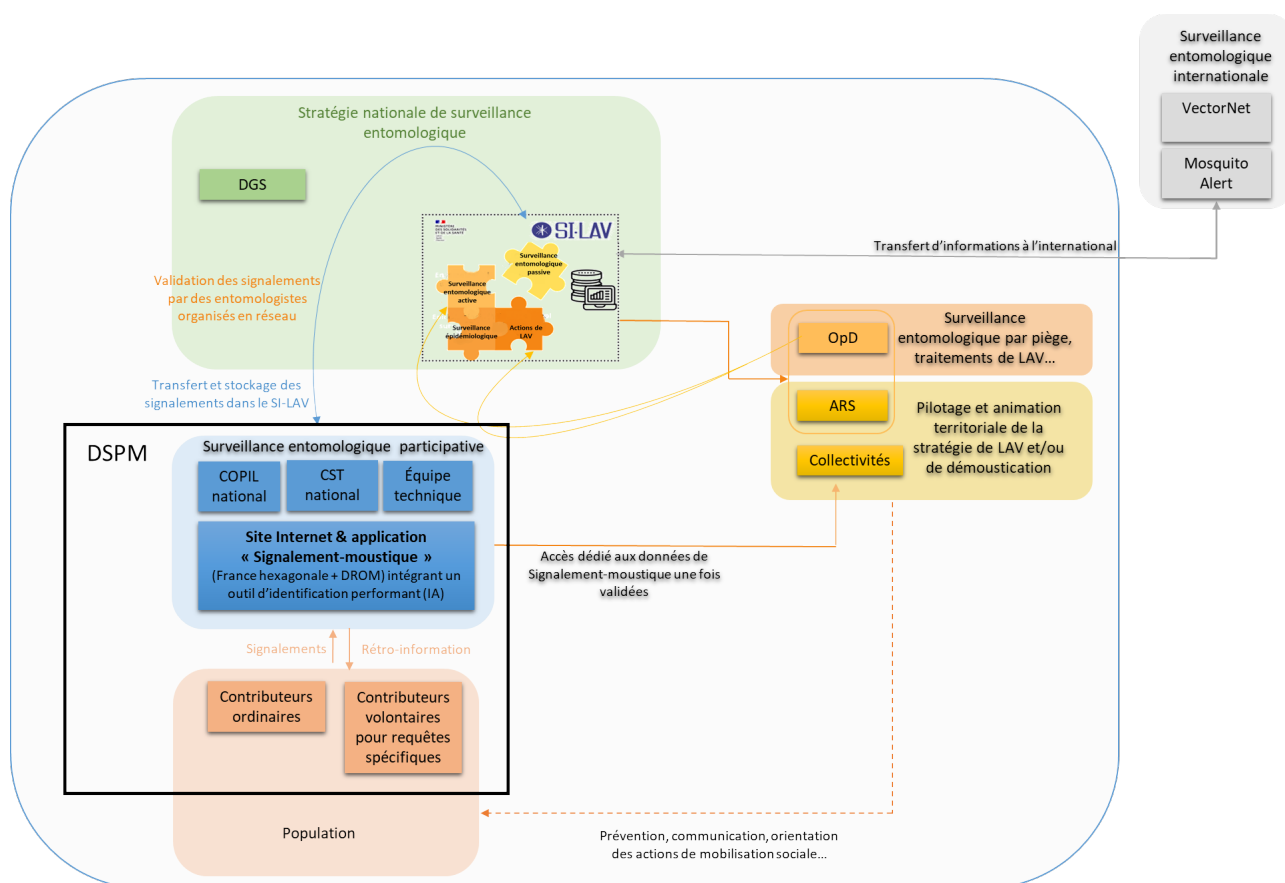


Figure 7 : Le dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) et ses interconnexions

Des financements consacrés à cette surveillance devront être mobilisés, et comme précisé dans le rapport du Covars, ils devront faire l'objet d'un ajustement annuel dans le cadre des marchés publics passés entre les ARS et leurs OpD incluant l'implication de ces derniers au DSPM (Covars 2023b).

#### 4.1. Développer un nouveau site Signalement-moustique

Le site Signalement-moustique n'a bénéficié que de corrections mineures depuis sa création en 2014. Il n'a connu ni mise à jour technique préventive, ni évolution fonctionnelle. Il est également sujet à des instabilités fréquentes liées à des erreurs techniques. Aussi, le site a besoin d'une refonte structurelle. Au moment de la rédaction du rapport, le site est hébergé par les serveurs de l'Anses. Sa refonte sera l'occasion de définir l'hébergeur le plus adéquat (DGS, Agence sanitaire ou institut technique dédié à la LAV à mettre en place par exemple).

De plus, la refonte permettra de prendre en compte les nouveaux objectifs tels que définis au chapitre 3, et de garantir la qualité, la sécurité et l'entretien des données tout en répondant aux besoins spécifiques des différents territoires français, y compris les DROM (cf. § 4.3) tout en s'adaptant aux évolutions contextuelles.

Le futur site devra être évolutif pour pouvoir intégrer de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles espèces de moustiques vecteurs en fonction des enjeux territoriaux et faire l'objet d'améliorations au fil du temps.

Comme le site actuel, le futur site devra également s'adapter à la taille de l'écran sur lequel il est visualisé (*responsive design*). En complément, les experts recommandent qu'il soit aussi disponible sous forme d'application mobile<sup>30</sup>, ce qui faciliterait la géolocalisation des signalements, l'animation d'une communauté de participants volontaires (voir § 4.6) et leur sollicitation pour des requêtes spécifiques (voir § 4.7). Le futur site devra aussi être interopérable avec d'autres sites ou applications afin de faciliter le partage des données (voir § 5.3). Enfin, il devra également être développé selon les standards techniques actuels, être sécurisé tout en étant facile à maintenir pour garantir des mises à jour et une administration simplifiées.

## 4.2. Formaliser et pérenniser la gouvernance du DSPM

Le rapport des inspections générales (IGAS) sur les « Moyens et gouvernance de la politique de santé environnement » (IGAS 2023) considère qu'une bonne gouvernance doit reposer sur l'élaboration d'une stratégie nationale, d'une capacité de pilotage cohérente, d'une planification coordonnée, d'une représentation citoyenne et professionnelle affirmée, et sur l'identification des financements consacrés à cette stratégie.

Certaines de ces dimensions de la gouvernance font l'objet des principales conclusions du rapport d'évaluation OASIS du dispositif de surveillance du moustique tigre en France (OASIS-Anses 2021), qui a mis en évidence :

- la faiblesse de l'organisation institutionnelle centrale, avec une absence de formalisation des structures de pilotage et d'animation et une faible diversité des partenaires impliqués dans le réseau de surveillance ;
- l'insuffisance de la communication, avec l'absence actuelle de vérification du retour aux citoyens sur leur déclaration dans les communes non colonisées, d'information des collectivités suite aux signalements et d'explications sur le site du dispositif de surveillance et des résultats ;
- une absence de formalisation de la formation à la participation au dispositif de surveillance.

Les modalités proposées par les experts ci-après pour la gouvernance du futur DSPM s'appuient sur les préconisations du rapport OASIS (OASIS-Anses 2021) et l'approche méthodologique utilisée dans le rapport de l'IGAS (IGAS 2023).

### 4.2.1. Une stratégie nationale de surveillance entomologique

La DGS définit, pilote et coordonne la politique nationale de lutte antivectorielle, en lien avec les agences sanitaires et les acteurs territoriaux (ARS notamment), afin de protéger la population contre les maladies à transmission vectorielle et de réduire les risques épidémiques. À cet égard, elle joue un rôle central dans la LAV, ses missions étant de définir la stratégie nationale, de piloter et de coordonner les actions, dont la surveillance entomologique, entre les différents acteurs, et de définir un cadre réglementaire. Au niveau

---

<sup>30</sup> À noter qu'une application mobile est généralement plus facile à utiliser qu'un site Internet, mais présente l'inconvénient de devoir être téléchargée, d'utiliser de l'espace de stockage sur le téléphone mobile et de devoir donner des autorisations d'accès, ce qui peut ne pas convenir à certains utilisateurs.

territorial, la surveillance est réalisée par les OpD à l'aide de pièges pondoirs (voir § 2.4) et du site Signalement-moustique (voir § 2.5).

Le décret n°2019-258 du 29 mars 2019 fait état du rôle de chaque partenaire (ARS, services de l'État, collectivités, préfet) dans la surveillance entomologique (cf. § 2.1, p 27). Cependant, ce document ne précise pas les orientations stratégiques (cadre de référence et objectifs généraux), ni n'explique de lignes d'action précises.

Les experts estiment donc qu'il est indispensable de définir au plan national la stratégie de surveillance entomologique et d'expliquer clairement le rôle et la contribution de la surveillance citoyenne (avec le futur site Signalement-moustique) au sein de celle-ci. Ceci permettrait de fixer des objectifs pluriannuels transversaux (et de vérifier s'ils ont été atteints) et justifierait l'affectation de moyens dédiés à l'ensemble des acteurs concernés.

Concernant le DSPM, celui-ci devrait s'intégrer dans un système de gouvernance<sup>31</sup> globale de la surveillance entomologique reposant sur :

- une coordination nationale - confiée à une agence de santé publique, une plateforme ou à un institut technique à mettre en place - de l'ensemble des différents acteurs impliqués dans les actions de surveillance et utilisateurs des données (l'Anses, les ARS, les OpD, les services concernés des départements et des régions, les collectivités locales et les associations de citoyens, etc.) ;
- un comité de pilotage (COFIL) national réunissant de manière régulière des représentants des utilisateurs et bénéficiaires des données de la surveillance, dont celles issues du futur site Signalement-moustique (ARS, OpD, DGS, Anses, SpF, etc.). Ce comité serait notamment chargé de définir les indicateurs de pilotage dont il a besoin et d'organiser la validation des signalements ;
- un comité scientifique et technique (CST) national composé d'experts (entomologistes, épidémiologistes, etc.) et de représentants de structures en charge de la mise en œuvre de la LAV (ARS, OpD, etc.). Il aurait notamment pour mission de contribuer à la définition des indicateurs (de pilotage et de performance), et d'analyser et interpréter les données collectées par le DSPM. Il aurait également pour mission d'évaluer la pertinence et la faisabilité des projets scientifiques nécessitant des requêtes spécifiques pouvant être réalisées à l'aide du site Signalement-moustique (voir § 4.7) et d'émettre un avis à l'intention du comité de pilotage ;
- une équipe technique : un animateur/coordonateur au niveau national (pour produire les indicateurs en routine, exploiter les données, restituer les résultats, animer les réseaux et communiquer autour du DSPM, etc.) et un support informatique (pour développer et maintenir les outils).

---

<sup>31</sup> La gouvernance s'organise autour d'une fonction « d'orientation » qui consiste à mobiliser des savoirs, du *leadership*, des leviers d'actions et des mécanismes d'apprentissage, et d'une fonction de « gestion » pour assurer l'efficacité du système.

## 4.2.2. Un pilotage et une animation à l'échelle territoriale

Si la gouvernance du DSPM doit reposer sur une organisation nationale, son pilotage doit être mené dans le cadre de la stratégie territoriale de LAV (Anses 2022), par les déclinaisons territoriales du COPIL et du CST (Anses 2022).

À l'échelle territoriale, l'animation du DSPM implique d'organiser en particulier les activités suivantes :

- vérification de la qualité des données collectées avec le site Signalement-moustique et leur analyse ;
- utilisation des résultats de la surveillance entomologique (participative et avec des pièges) pour guider les actions de LAV et contribuer à la surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle (en lien avec les résultats de la surveillance épidémiologique et les autres données du SI-LAV) ;
- information des citoyens et des parties prenantes et communication avec un choix diversifié et cohérent de canaux d'information (bilans, bulletins d'information, etc.) (cf. § 4.6.2).

Il est aussi nécessaire d'envisager une rétro-information spécifique pour les acteurs de la LAV, sous forme de bilans et de retours d'expériences. En effet, celle-ci permet d'entretenir le lien social entre les acteurs d'un territoire et d'améliorer la pérennisation du dispositif et son animation. C'est aussi un moyen de valoriser l'engagement des participants et d'instaurer un dialogue entre les différentes parties prenantes.

## 4.3. Intégrer les DROM dans le DSPM

Le futur site Signalement-moustique devra également contribuer à la surveillance des moustiques vecteurs dans les DROM, afin de renforcer la surveillance entomologique réalisée à l'aide de pièges dans ces territoires.

Les DROM sont situés en climat tropical dans différentes écozones : néotropicale pour les Antilles et La Guyane, et afrotropicale pour La Réunion et Mayotte. Aussi, les espèces de moustiques, y compris les espèces considérées comme vectrices d'agents infectieux, y sont différentes de celles rencontrées en France hexagonale. Dans les DROM, les moustiques sont présents tout au long de l'année, même si la phénologie des espèces est affectée par des effets saisonniers avec notamment des abondances plus élevées durant la saison des pluies, chaude et humide, et plus faibles durant la saison sèche qui est moins chaude. Cette particularité impose de suivre la distribution spatio-temporelle et la bioécologie des moustiques vecteurs tout au long de l'année, afin d'estimer les risques vectoriels. En outre, l'inventaire des espèces de moustiques vecteurs présentes et à risque d'introduction est spécifique à chacun de ces territoires (voir en Annexe 8 pour plus de détails).

Depuis les années 1990, la recrudescence de la transmission d'arbovirus (de la dengue, du chikungunya, ou du Zika) par des moustiques du genre *Aedes* est notable dans tous les territoires tropicaux français, notamment pour la dengue, avec une situation actuelle pouvant être qualifiée d'endémo-épidémique<sup>32</sup> dans les Caraïbes et en Guyane, voire désormais aussi

---

<sup>32</sup> Se dit d'une maladie endémique, qui peut devenir épidémique.

dans l'océan Indien. Le contexte épidémiologique passé (paludisme) et actuel (arboviroses) des maladies à transmission vectorielle dans ces territoires a conduit à y mettre en place et à structurer une surveillance entomologique active (voir § 2.4).

Il paraît donc essentiel aux experts que le futur site Signalement-moustique puisse être déployé dans les DROM, afin d'y renforcer l'actuel dispositif de surveillance entomologique. Cela permettrait de compléter les données de distributions spatiales et de bioécologie (dynamiques saisonnières des moustiques vecteurs spécifiques à chacun de ces territoires, etc.) et d'améliorer la sensibilité du dispositif de surveillance dans ces territoires qui sont confrontés à des épidémies récurrentes de maladies à transmission vectorielle.

#### 4.4. Développer des outils d'identification multi-niveaux et les capacités de validation des signalements

En 2025, les données produites par le site Signalement-moustique ne permettent de surveiller que le front de colonisation d'*Ae. albopictus*. Afin d'identifier et de surveiller toutes les espèces de moustiques vecteurs déjà présentes dans les différents territoires français (cf. Objectif n°1 au § 3.1.1), les déclarants devraient avoir la possibilité de signaler toutes les espèces de moustiques vecteurs, notamment celles identifiées comme prioritaires sur leur territoire. Cela contribuerait également à la détection précoce d'introduction de nouvelles espèces de moustiques vecteurs (cf. Objectif n°2 au § 3.1.2).

À cet égard, l'architecture du site devrait permettre de classer et d'identifier les espèces prioritaires en fonction de chaque contexte territorial ; des « avis de recherche » et des « challenges » pouvant être lancés spécifiquement sur certaines espèces ciblées. Il faudra donc que l'interface et la structure du site permettent de trier les informations selon leur pertinence en fonction des contextes et besoins locaux.

Il ne s'agit pas de tout cibler partout et tout le temps, au risque de démobiliser les citoyens. Néanmoins, le site devra être en capacité de permettre l'identification de chaque espèce de moustique vecteur ciblée, y compris dans les DROM (voir § 4.2).

Afin que les nouvelles espèces vectrices puissent être détectées avec une bonne sensibilité, et que des données de bioécologie puissent être collectées dans toutes les communes y compris celles déjà colonisées<sup>33</sup>, une augmentation significative des capacités d'identification et des améliorations du dispositif actuel de validation des signalements sont nécessaires (voir propositions ci-après).

##### 4.4.1. Recevabilité des signalements

Une fois un signalement reçu, sa recevabilité doit être vérifiée en amont du processus de classement. En effet, selon le rapport d'évaluation OASIS (2021), un tiers des signalements qui ont été reçus sont à exclure d'emblée pour différentes raisons :

- prise de vue non conforme au protocole ;
- mauvaise qualité de la photographie ;
- manque d'un élément essentiel pour pouvoir classer le signalement, etc.

---

<sup>33</sup> Depuis 2020, les signalements provenant de communes déjà colonisées ne sont pas analysés mais seulement archivés (cf. 2.5.2).

L'assignation à l'espèce d'un spécimen de moustique (i.e. classement) sur la base de critères morphologiques n'est pas toujours simple et peut nécessiter l'identification de plusieurs critères (conformation, coloration, ornementation de zones précises situées sur la tête, les palpes, le proboscis, les antennes, le thorax, l'abdomen, les pattes ou encore les ailes) avec un matériel optique adapté. Par ailleurs, il est souvent nécessaire d'observer le spécimen selon différents plans d'orientation, car les critères à étudier sont eux-mêmes situés dans des plans différents (faces dorsale, latérales, ventrale). Il est ainsi parfois difficile d'identifier précisément un spécimen sur la base d'une photographie unique qui ne présenterait, par exemple, que la partie dorsale.

De plus, l'écrasement ou le frottement d'un spécimen peut engendrer la perte de certains caractères indispensables à la diagnose d'espèce : par exemple la perte des écailles du thorax qui façonnent les patrons d'écailles sur le scutum (face dorsale du thorax) spécifiques à *Ae. albopictus* ou à *Ae. aegypti*. Toutefois, l'observation d'autres caractères peut être réalisée (analyse combinatoire) dès lors que des clichés multiples présentent le spécimen sous d'autres plans d'orientation.

Aussi, il est nécessaire :

- de mettre à disposition du public un tutoriel visant à améliorer la qualité des photographies ;
- de mettre en place des filtres supplémentaires empêchant le dépôt de photographies ne répondant pas à une certaine qualité d'image et ne respectant pas le « cahier des charges » relatif au signalement (par exemple, si la qualité de la première photographie n'est pas jugée suffisante<sup>34</sup> pour une identification par l'IA, il pourrait être proposé de déposer des photographies supplémentaires sur le site : une face dorsale, une face ventrale et une vue latérale).

Dans certains cas, si l'état de dégradation est trop important (ou dans le cas très spécifique d'espèces morphologiquement identiques), il devient indispensable d'avoir recours à des techniques d'identification alternatives<sup>35</sup> (voir Annexe 14 sur les techniques moléculaires) qui nécessitent l'envoi de tout ou partie du spécimen à un laboratoire spécialisé.

#### 4.4.2. Tri et classement

Certains signalements effectués sur le site Signalement-moustique ne correspondent pas à un moustique (une tipule, une mouche ou une abeille au lieu d'un moustique par exemple)<sup>36</sup>.

Au-delà de la recevabilité, d'autres types de tri préliminaires ou de classement en amont de la classification peuvent être envisagés (par exemple, l'assignation au genre, voire une proposition d'espèce déjà présente sur le territoire).

Ces tris préliminaires ou classement éventuel pourront :

---

<sup>34</sup> Il faut néanmoins préciser que toute contrainte est de nature à limiter les signalements (sensibilité vs spécificité).

<sup>35</sup> En plus des techniques moléculaires (telles que le diagnostic par *barcoding* moléculaire ou la spectrophotométrie de masse, Maldi-TOF présentés en Annexe 14), de nouvelles méthodes en cours de développement, fondées par exemple sur l'analyse de spectres de couleurs (des ailes par exemple), de comportements ou de sons spécifiques liés au vol des moustiques, sont de plus en plus envisageables pour l'identification d'espèces de moustiques, du fait du développement de l'IA (Nolte *et al.* 2024).

<sup>36</sup> D'après une analyse des signalements réalisés sur la période 2014-2019, 43 % des signalements transmis au SI-LAV et analysés correspondaient à du moustique tigre, le reste des photographies était soit inexploitable, soit pas du moustique tigre (autre moustique, autre insecte, voire tout autre chose).

- reposer sur des personnes ressources disposant de compétences entomologiques ;
- être réalisé ou complété par l'intelligence artificielle (IA) à l'aide d'un logiciel entraîné (notamment par le *deep learning* - apprentissage en profondeur)(Nolte *et al.* 2024).  
Par exemple, l'IA pourrait être utilisée dans un premier temps pour éliminer les clichés ne correspondant pas à des moustiques, voire, en fonction du développement de l'IA, pour l'assignation au genre, puis de manière ultime à l'espèce.

Le développement de l'IA nécessite toutefois un investissement de départ à la fois technique et financier, ou l'acquisition de solutions existantes en cours de développement en 2025.

À titre d'exemple, Mosquito Alert (présenté en Annexe 2) a élaboré un algorithme d'apprentissage par IA pour reconnaître différentes espèces de moustiques d'intérêt en santé publique en Europe (*Ae. albopictus*, *Ae. aegypti*, *Ae. koreicus*, *Ae. japonicus* et *Culex pipiens*) sur la base de données de photos de moustiques validées par des experts (Pataki *et al.* 2021). L'étape de tri par l'IA avec un retour au contributeur se fait en moins de 15 minutes (cf. Audition de Frederic Bartumeus & Roger Eritja).

En France, un projet porté par l'UMR INRAE-VetAgro Sup EPIA (EPIdémologie des maladies Animales et zoonotiques), Moustiques-IA, est également en cours de développement (le facteur limitant étant le seuil d'environ 5 000 photos de moustiques nécessaires pour que l'outil soit bien entraîné sur une espèce).

Un tel outil constituerait un gain de temps considérable pour les OpD (et donc une réduction des coûts humains), tout en libérant des capacités d'identification afin de répondre aux volumes croissants de données à prendre en compte. Les performances d'un tel outil devraient augmenter avec le temps et les développements à venir. À noter cependant que les frais de fonctionnement n'ont pas été estimés, que cette solution est très gourmande en matières premières et en énergie et présente un impact environnemental (non évalué), notamment en raison du recours à des centres de données (*datacenters*).

Bien entendu, l'utilisation de ces ressources pourra évoluer en fonction des développements futurs de l'IA dans ce domaine.

#### **4.4.3. Assignation des signalements à l'espèce et validation finale du signalement**

Afin de garantir que le signalement soit exploitable, le spécimen observé doit être identifié aussi précisément que possible. Qu'il s'agisse de photographies ou, le cas échéant, de spécimens, il est nécessaire de mettre en place un circuit permettant de garantir le meilleur degré d'assignation taxonomique.

Dans l'attente de l'acquisition d'une IA performante, l'assignation finale des signalements (analyses d'images, ou éventuellement de spécimens expédiés) doit être systématiquement réalisée sur la base de critères morpho-taxonomiques par des entomologistes agréés (par exemple, OpD désigné par l'ARS dans le cadre d'un marché public, comme c'est le cas actuellement). Sur le plan opérationnel, les entomologistes professionnels en charge de valider les signalements issus du site Signalement-moustique dans le SI-LAV pourraient, à terme, être structurés en réseau national. Cette structuration permettrait de mutualiser les compétences et d'équilibrer la charge de travail entre les régions fortement colonisées et celles qui le sont beaucoup moins.

Une fois une IA performante mise en place, l'assignation des signalements par des entomologistes pourra intervenir dans certaines situations spécifiques, notamment :

- en cas de situation complexe ou d'impossibilité d'identification par l'IA ;
- en cas de suspicion ou de détection d'une nouvelle espèce (espèce non présente sur le territoire concerné) ;
- pour effectuer le contrôle qualité du tri en amont (par exemple pour évaluer la capacité de l'IA à différencier deux espèces proches).

#### **4.5. Faire de Signalement-moustique un outil de lutte contre la nuisance en associant les populations à l'échelle locale**

Les signalements de moustiques vecteurs effectués sur le site sont aussi un reflet des nuisances ressenties par les contributeurs à l'échelle locale. Aussi, pourraient-ils également servir à identifier les périodes et les zones où mettre en œuvre en priorité des actions de lutte contre les nuisances dues aux moustiques. Celles-ci seraient fondées sur une collaboration étroite entre les habitants, les responsables des collectivités locales concernées et les services déconcentrés de l'État (ARS).

Ceci nécessite en premier lieu que les collectivités soient destinataires des informations qui leur sont utiles (§ 5.3.2), et d'indicateurs adaptés à leurs besoins (§ 5.2). En effet, les collectivités locales, en tant que garantes de l'hygiène et de la salubrité publique, ont un rôle majeur dans la lutte contre la nuisance due aux moustiques, y compris les moustiques vecteurs. Ce rôle repose sur l'élimination des gîtes larvaires dans le domaine public, ainsi que sur la sensibilisation de la population aux gestes de prévention (au titre du Code général des collectivités territoriales et de l'article R1331-13 du Code de la santé publique et du Règlement Sanitaire Départemental<sup>37</sup>).

Par ailleurs, depuis le décret n°2019-258 du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies à transmission vectorielle, les ARS ont en charge la LAV, ce qui comprend les actions de prévention, d'information et de sensibilisation du public pour lutter contre les moustiques vecteurs. Les ARS sont d'ores-et-déjà destinataires des signalements transmis au SI-LAV.

Aussi, les experts estiment qu'il est nécessaire de définir des indicateurs qui soient utiles à la prise de décision pour lutter contre les nuisances (§ 5.2) et de mettre à disposition des collectivités et des ARS les données collectées à l'aide du site et les indicateurs correspondants (§ 5.3.2).

Les signalements pourront alors être utilisés pour cibler les actions :

- de démoustication (lutte mécanique et/ou larvicide) des collectivités et des OpD ;
- d'information et de sensibilisation de la population en fonction du contexte entomologique local visant à déclencher des actions de mobilisation sociale (élimination des gîtes larvaires par la population) sous l'impulsion des acteurs locaux concernés.

Par exemple, des messages d'information sur la façon de supprimer les eaux stagnantes dans lesquelles les moustiques pondent leurs œufs et se reproduisent, pourraient être relayés dans

---

<sup>37</sup> Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) est un outil au service du maire pour lui permettre d'assurer le bon ordre, la sûreté et la salubrité publique au sein de sa commune et de contrôler le respect des règles générales d'hygiène pour les habitations, leurs abords et dépendances.

une zone ciblée par une application Signalement-moustique permettant de localiser les déclarants de la zone concernée.

## 4.6. Renforcer l'implication des citoyens

Le nombre annuel de signalements (près de 10 000 en 2025) témoigne de l'implication des citoyens dans la surveillance participative du moustique tigre telle qu'elle existe au moment de la rédaction du rapport (cf. § 2.5.3). Afin de répondre aux nouveaux objectifs de la surveillance participative présentés au chapitre 3, avec une bonne sensibilité (notamment pour détecter l'introduction de nouvelles espèces) et une bonne représentativité (pour documenter les paramètres de bioécologie des moustiques à une échelle territoriale fine), les experts estiment important de maintenir, voire d'améliorer cette participation.

D'après des travaux dans le domaine des sciences et recherches participatives (Dias da Silva, Heaton et Millerand 2017; Ellis 2011; Julliard 2012), les leviers de motivation de la participation citoyenne sont :

- la compréhension de l'intérêt en santé publique du projet (il est important de préciser l'objectif du signalement en lien avec les enjeux sanitaires sous-jacents) ;
- le fait de se sentir nécessaire (déclarer une nuisance ou une espèce d'intérêt sanitaire constitue un motif pour effectuer un signalement, de même que participer à un projet de science participative) ;
- le plaisir à participer (à s'informer, acquérir du savoir, etc.) ;
- l'appartenance à un réseau social (Julliard 2014).

En tenant compte des recommandations du Covars<sup>38</sup>, du PNSE4<sup>39</sup> et de la littérature sur les sciences et recherches participatives, les experts du GT proposent des pistes pour actionner ces leviers afin :

- d'impliquer et fidéliser les déclarants (§ 4.6.1) ;
- de définir et de mettre en place une stratégie de communication, à la fois pour impliquer des citoyens et partenaires dans le dispositif, ainsi que pour leur faire un retour d'information (§ 4.6.2).

Par ailleurs, il a été montré que la distribution spatiale des contributeurs ainsi que leur profil socio-économique constituent des dimensions importantes à prendre en compte dans une stratégie de LAV impliquant la population (Padilla-Pozo *et al.* 2024), les auteurs ayant mis en évidence que la mobilisation des citoyens contributeurs ne se concentre pas forcément sur les

---

<sup>38</sup> Le Covars dans son rapport sur les risques sanitaires du virus de la dengue et d'autres arbovirus transmissibles par les moustiques *Aedes* en lien avec les changements climatiques et environnementaux indique qu'il est nécessaire de « redéfinir la structure et les objectifs du site web Signalement-moustique » en mobilisant davantage la société, et notamment en ayant « redéfini les stratégies et modes de communication sur les arboviroses à *Aedes* » et « expérimenté et évalué des stratégies innovantes de mobilisation par une participation sociale et citoyenne... » (Covars 2023b).

<sup>39</sup> Le PNSE 4, dans la 1<sup>ère</sup> partie de l'action 11 « Prévenir les maladies vectorielles transmises par les moustiques », mentionne que « la mobilisation sociale et l'éducation sanitaire sont des outils essentiels pour prévenir les maladies vectorielles » et donne des indications sur les acteurs susceptibles de jouer un rôle actif : « L'État, les collectivités territoriales, le tissu associatif et les citoyens doivent être acteurs de la lutte antivectorielle notamment en renforçant la participation citoyenne à la surveillance de l'implantation des vecteurs par le biais de l'outil Signalement-moustique ».

zones où la densité de moustiques vecteurs est la plus élevée. Il y a donc des biais possibles dans la répartition géographique de la mobilisation sociale et sa composante socio-économique (ces deux dimensions vont souvent de pair) qu'il s'agit de prendre en compte et de corriger pour réduire cette asymétrie entre la mobilisation pour signaler et l'abondance de moustiques.

#### 4.6.1. Impliquer et fidéliser les déclarants

##### 4.6.1.1. Définir différents niveaux d'implication

Le futur site Signalement-moustique pourrait s'appuyer sur plusieurs niveaux d'implication citoyenne en termes de collecte des données, avec :

- des contributeurs « ordinaires » (unique statut existant en 2025) ;
- des contributeurs « volontaires » (statut à créer).

Les contributeurs ordinaires sont les personnes qui signalent au moins une fois un événement d'intérêt pour la surveillance entomologique des moustiques. Ils sont essentiels pour démultiplier le nombre de données collectées et leur participation permet d'augmenter la puissance et l'efficacité de la surveillance dans son ensemble.

Un contributeur ordinaire pourrait, s'il le souhaite, s'engager davantage dans le DSPM en donnant son accord pour être sollicité pour des requêtes spécifiques. Il pourrait ainsi contribuer à l'objectif n°4 de la surveillance participative (voir § 3.4) en devenant un contributeur « volontaire » et participer à des collectes spécifiques.

Le système des *data collection challenges*<sup>40</sup> proposés par l'application mobile de science participative de la NASA, *Globe Observer* (présentée en Annexe 12), dans le cadre du programme GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) est un exemple de ce type de fonctionnement. Le futur site Signalement-moustique pourrait s'en inspirer.

Certains dispositifs de surveillance participative permettent ainsi la montée en compétences des contributeurs avec différents niveaux d'implication (ou statut) et l'octroi d'une forme de reconnaissance des compétences acquises (par exemple, l'obtention de badges), ainsi qu'un système de récompenses par points (voir § 4.6.1.2).

L'enrichissement des possibilités de contribution peut être un levier de motivation pour garantir une participation active des citoyens dans la durée.

---

<sup>40</sup> De manière spécifique, *Globe Observer* demande aux citoyens scientifiques de collecter des données d'un type particulier ou dans un lieu particulier (ou une série de lieux) dans le cadre d'un défi : [Data Challenges - GLOBE Observer - GLOBE.gov](https://www.globeobserver.org/)

#### 4.6.1.2. Mettre en place un système de récompenses

La fidélisation des contributeurs au futur site Signalement-moustique permettra de les impliquer sur le long terme en les faisant revenir sur le site pour effectuer de nouveaux signalements. Ceci permettrait d'augmenter la sensibilité et la représentativité du dispositif participatif de surveillance entomologique, afin de mieux répondre aux nouveaux objectifs définis au chapitre 3. C'est aussi un moyen de recruter des contributeurs « volontaires » (voir § 4.6.1.1).

Par exemple, les sites Vigie Nature ou iNaturalist (voir présentations en Annexe 9) qui contribuent de manière participative à l'établissement d'états des lieux de la biodiversité en France depuis plusieurs années, ont mis en place des systèmes de récompenses pour les personnes qui font des signalements réguliers ou qui ont acquis une compétence en matière de validation. Ce fonctionnement a montré<sup>41</sup> qu'il permettait d'augmenter le niveau d'adhésion et le nombre de participants réguliers aux dispositifs de recueil de données (par exemple, Lichens GO, Herbonautes, etc.) (Audition de Rémy Poncet du Muséum National d'Histoire Naturelle, MNHN).

Dans le cas de l'application Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN Espèces) du MNHN, chaque contribution est déposée sur un portail et chaque dépôt est associé à un certain nombre de points en fonction de la rareté de l'espèce identifiée pour cet inventaire de biodiversité (Tableau 4).

---

<sup>41</sup> Pour une description de la mise en pratique de ce système de badge, se référer à l'encadré 4 de (Dias da Silva, Heaton et Millerand 2017). Les auteurs prennent l'exemple du projet Herbonautes (<http://lesherbonautes.mnhn.fr/>).

**Tableau 4 : Descriptif synthétique et système de récompenses de l'application Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN Espèces) du MNHN**

<b>Objectif</b>	INPN Espèces est la seule application en France permettant de découvrir l'ensemble des espèces de la faune et de la flore françaises (Hexagone et Outre-Mer) à travers leurs caractéristiques, leur répartition ou encore leur statut de conservation. Grâce à une entrée facilitée par l'image et à une géolocalisation depuis le téléphone mobile, chacun peut mieux connaître la nature autour de soi.
<b>Validation des signalements</b>	Les participants peuvent essayer d'aller plus loin en indiquant eux-mêmes le groupe taxonomique (papillons de jour, salamandres et tritons, plantes à fleur, etc.) de l'espèce observée. L'application propose également une liste illustrée d'espèces probables pour permettre de mettre un nom sur l'espèce observée. Une fois l'observation envoyée, les participants sont informés des avancées concernant le traitement de leurs observations.
<b>Récompenses et badges</b>	En fonction de la qualité de la photographie et des éléments transmis, les participants peuvent cumuler des points et gravir des échelons. Quand la donnée est produite, elle arrive sur le portail et est accessible aux experts qui peuvent la valider puis au grand public. Le grand public a un intérêt à contribuer en fonction de la rareté de la donnée. Plus la donnée est rare, plus elle est chiffrée (elle rapporte des points), suivant une approche dite de ludification (ou <i>gaming</i> ) utilisant des mécanismes et des leviers empruntés aux jeux pour favoriser l'implication des participants. Les participants peuvent également devenir valideurs d'un groupe et obtenir des badges différents par catégorie taxonomique.  Les participants peuvent gagner des objets promotionnels ( <i>goodies</i> ) du MNHN grâce aux points obtenus.
<b>Requêtes spécifiques</b>	Il est également possible de faire des requêtes spécifiques. Les utilisateurs sont informés et peuvent participer à une requête qui leur rapporte également des points.
<b>Animation</b>	Des réunions biannuelles de retours d'expériences (avec les experts et certains contributeurs) sont organisées, au cours desquelles sont posées les questions méthodologiques et sont discutés les résultats. Ceci permet également d'entretenir la motivation des participants.

La fidélisation peut aussi passer par des jeux apprenants ou des quiz. Par exemple, il pourrait être envisagé une forme de jeu permettant aux citoyens (par exemple, des naturalistes amateurs) de tester leurs compétences en taxonomie sur les photographies envoyées par les autres contributeurs. Un tel jeu leur permettrait d'acquérir des connaissances en termes d'identification des moustiques et des badges permettant de reconnaître les compétences acquises.

La création d'une application Signalement-moustique associée au site (voir § 4.1) pourrait également faciliter la fidélisation des contributeurs en rendant l'accès direct à l'application et en permettant l'envoi de notifications pour mobiliser ou informer les utilisateurs.

## 4.6.2. Définir et mettre en place une stratégie de communication

Comme tout dispositif participatif, le succès du site Signalement-moustique et l'ampleur de la participation sont fonction de l'investissement et de la stratégie de communication mis en œuvre pour l'accompagner. Les experts insistent sur le fait que la communication autour du futur site Signalement-moustique devra s'intégrer dans une stratégie de communication plus large autour de la LAV et de la prévention des maladies à transmission vectorielle.

### 4.6.2.1. Campagnes de promotion

Les experts recommandent de réaliser une campagne nationale de promotion du nouveau site Signalement-moustique pour accompagner son lancement, et de la renouveler régulièrement afin d'augmenter le nombre de signalements et la sensibilité du dispositif de surveillance participative.

Dès sa mise en place, il sera indispensable que soit expliqué par le Ministère en charge de la santé (la DGS) et les ARS en quoi consiste le nouveau DSPM et surtout dans quelle stratégie il s'inscrit. En effet, la production de connaissances sur les moustiques vecteurs se situe à la croisée de deux finalités différentes des démarches participatives appliquées à la surveillance : celle relevant d'enjeux sanitaires (pour caractériser l'exposition aux moustiques vecteurs, les nuisances) et, dans une moindre mesure, celle relevant de la production de connaissances entomologiques d'intérêt en santé humaine.

Ces deux leviers (enjeu sanitaire, ou nuisance et intérêt pour la biodiversité) peuvent être actionnés pour recruter des participants. Les risques sanitaires et la surveillance des moustiques ne sont pas forcément associés pour le grand public. En effet, même si la perception du risque sanitaire augmente avec le niveau d'exposition (Raude *et al.* 2012), les travaux récents de sciences sociales (Bley *et al.* 2024; Duval, Valiente Moro et Aschan-Leygonie 2022), mettent plutôt en évidence qu'en France hexagonale « les citoyens [...] perçoivent généralement les piqûres de moustiques comme une nuisance mineure plutôt que comme une menace pour la santé » (Mannucci, Carrère et Terral 2024). Ce n'est donc probablement pas le principal moteur qui pousse les déclarants à faire un signalement. En revanche, au moment de la rédaction du rapport, la nuisance est clairement l'une des principales, si ce n'est la principale motivation, pour les déclarants qui se connectent au site Signalement-moustique et espèrent une action des pouvoirs publics (comme l'attestent les messages envoyés sur l'adresse de contact du site).

Par ailleurs, les naturalistes qui aiment observer les insectes dans leur milieu naturel peuvent aussi être enclins à faire des signalements pour partager leurs observations. C'est d'ailleurs ce levier de motivation qui est utilisé par le site Vigie Nature animé par le MNHN et qui s'adresse à des personnes sensibilisées à la nature et à la biodiversité (cf. Audition de Rémy Poncet, du MNHN).

Il semble donc nécessaire de se positionner sur cette question complexe entre risques sanitaires ou nuisance et observation de la biodiversité des moustiques vecteurs en communiquant sur les deux dimensions pour tenir compte, de l'aspect nuisance encore très présent dans les perceptions et représentations des populations, tout en l'inscrivant dans une approche sanitaire indispensable à une politique de santé publique.

Ces campagnes de promotion devront également être déclinées à l'échelle territoriale. L'article 2 de l'arrêté du 23 juillet 2019, portant sur les modalités de mise en œuvre des missions de

surveillance entomologique, précise déjà que les ARS doivent prévoir « un volet d'information des populations et des collectivités territoriales sur la prévention des maladies [à transmission vectorielle] ».

Ces campagnes pourront également être déclinées lors de semaines régionales consacrées aux questions de santé et d'environnement. Elles pourront également s'adresser à des publics cibles tels que les scolaires qui constituent de bons relais pour faire passer des messages de prévention au sein de leur foyer.

#### 4.6.2.2. Relais locaux d'information

Certaines structures peuvent être des relais d'information importants (ex : Fredon, Le GRAINE, Centres Permanents d'Initiatives pour l'Environnement - CPIE, etc.). Les associations nationales ou locales (association sciences citoyennes ou <https://www.insectes.org/> par exemple), les boutiques de sciences<sup>42</sup> sont aussi des partenaires qu'il conviendra de mobiliser pour promouvoir le futur site Signalement-moustique.

En effet, en complément de tutoriels mis en ligne sur le site (par exemple, pour l'acquisition de compétences en entomologie), ces partenaires pourraient proposer des séances de formation, des sorties de terrain destinées à des naturalistes amateurs ou encore des animations spécifiques (par exemple, lors de journées thématiques) autour de la surveillance, de la bioécologie des moustiques vecteurs, de leur importance sanitaire comme vecteur et nuisant, ainsi que de leur rôle dans les écosystèmes. Ce serait aussi une façon de créer une dynamique en faisant appel aux citoyens et en jouant sur l'un des leviers de leur motivation à contribuer à un dispositif de surveillance participatif (i.e. le plaisir de participer en acquérant de nouvelles connaissances et capacités d'observation<sup>43</sup>).

Tout ceci dépendra de l'investissement consenti par les acteurs locaux dans la formation et l'animation dans le cadre d'une stratégie globale de mobilisation sociale autour de la prévention des risques liés aux moustiques vecteurs.

Par ailleurs, les référents communaux en charge des questions d'environnement et/ou de santé dans les communes pourraient également jouer un rôle. La surveillance de l'ambrosie<sup>44</sup> ou la surveillance du frelon asiatique reposent déjà en partie sur un réseau de référents<sup>45</sup> qui pourrait être mobilisé dans le cadre de la surveillance entomologique proposée pour les moustiques vecteurs. En retour, ces référents pourraient avoir un accès dédié aux données collectées par le site et utiles pour leur contribution à la surveillance et à la lutte contre les moustiques vecteurs (voir proposition au § 5.3.2).

Pour l'ARS Occitanie, le fait d'avoir un référent sanitaire par collectivité apparaît comme une solution à retenir (Audition d'Isabelle Esteve-Moussion de l'ARS Occitanie). Il en est de même en Normandie, où l'opérateur Fredon a mis en place depuis 2022, à l'initiative de l'ARS, un réseau de référents sanitaires (élus ou agents de la collectivité) qui étaient historiquement mobilisés sur la problématique de l'ambrosie (Audition de Déborah Marie et Gaëtan Douchin

---

<sup>42</sup> Une boutique des sciences (*Science Shops* en anglais) est un dispositif de médiation qui connecte les acteurs de la société civile avec les acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur : <https://boutiquedessciences.net/liste-des-boutiques-des-sciences-francophones/>

<sup>43</sup> Par exemple, la capacité de reconnaître sur le terrain, grâce une combinaison d'éléments, une espèce dont l'identification sur la seule base de critères morphologiques nécessite des spécialistes. Cette combinaison d'éléments ou « allure générale » est désignée sous le terme de *jizz* en anglais dans le monde des naturalistes (Ellis 2011).

<sup>44</sup> <https://fredon.fr/cvl/formations/webinaire-le-referent-territorial-ambrosie>

<sup>45</sup> <https://lefrelon.com/>

de Fredon Normandie). Ce sont des personnes qui connaissent les modalités de signalement, en l'occurrence le signalement des moustiques, ainsi que les signalements de chenilles urticantes et de l'ambroisie, et l'utilisation des plateformes de déclaration<sup>46</sup>.

C'est aussi ce que propose le rapport du Covars, qui recommande de former des acteurs de proximité (OpD, élus des territoires, agents des services déconcentrés de l'État) afin qu'ils constituent des relais d'information pertinents (Covars 2023b).

Il serait intéressant par ailleurs de mutualiser les efforts de communication et la motivation des réseaux de surveillance déjà en place pour ces espèces. Ceci pourrait prendre notamment la forme d'un portail unique rassemblant l'ensemble des dispositifs de surveillance des espèces à enjeux sanitaires.

#### 4.6.2.3. Dialogue avec les citoyens et rétro-information

Le rapport d'évaluation OASIS (OASIS-Anses 2021) a souligné les limites du « réseau de surveillance événementielle du moustique tigre » en termes de rétro-information envers les participants et de contribution à la LAV.

Or, pour garantir une participation active dans la durée et ainsi fidéliser les déclarants, les auditions menées par le GT, ainsi que la littérature sur les sciences et recherches participatives, mettent en avant la nécessité de les informer sur l'utilité de leur signalement (rétro-information dans un temps court, bilans, etc.).

En effet, lorsqu'un contributeur signale un événement, il attend en retour *a minima* un accusé de réception lui notifiant l'intérêt de son action. Le fait d'indiquer aux contributeurs si leur signalement correspond bien à un spécimen d'*Ae. albopictus* ou à une autre espèce permet de maintenir un meilleur engagement de ces citoyens grâce à un sentiment d'utilité accru et une compréhension immédiate de l'intérêt sanitaire et scientifique de participer à cette surveillance.

La possibilité de contacter le déclarant (voir § 5.1.6) devrait être exploitée pour faire un retour personnalisé sur le signalement (espèce de moustique identifiée, message de prévention, etc.), voire des campagnes de communication spécifiques.

Afin de maintenir également la possibilité que l'OpD puisse contacter le déclarant pour une intervention (par exemple, une enquête de terrain destinée à confirmer le signalement, action de mobilisation sociale, etc.), il sera nécessaire de garder un moyen direct de contacter le déclarant.

La mise en place d'une cartographie interactive (par exemple, présentant des métadonnées, la distribution et la diversité des moustiques vecteurs, etc.) mise à jour régulièrement, devrait également contribuer à informer les contributeurs. Elle permettrait de rendre visible leurs contributions tout en situant leur signalement dans le temps et dans l'espace. C'est un outil de rétro-information essentiel qui participe à un premier niveau d'animation du dispositif de surveillance participative.

Enfin, dans le cas de Vigie Nature, le portail où les contributions sont déposées est un lieu d'échange (forum) et d'apprentissage où les novices se socialisent avec des experts. Ce système d'échange autour de la validation d'une contribution favorise la montée en

---

<sup>46</sup> Dans cette région, il y a actuellement 600 référents sanitaires recensés pour 2 700 communes. L'opérateur organise des ateliers techniques qui sont de courtes formations sur les espèces (l'ambroisie en 2023, les chenilles processionnaires en 2024, les moustiques en 2025).

compétences des contributeurs. Les experts estiment que l'opportunité de mettre en place ce type de forum sur le futur site Signalement-moustique mériterait d'être envisagée.

#### 4.7. Permettre la collecte de données complémentaires *ad hoc*

En complément des signalements réalisés en routine, des spécimens de moustiques et des données complémentaires pourraient être collectés en fonction de besoins spécifiques territoriaux et servir à la stratégie de LAV et de lutte contre les maladies à transmission vectorielle, ainsi que fournir des données utiles à la recherche (voir § 5.4.3).

Ces collectes pourraient se faire à la demande :

- du comité de pilotage national ou territorial, qui devront préalablement être mis en place (voir § 4.1.2.1) ;
- d'acteurs de la LAV ;
- d'équipes de recherche.

Ces projets de requêtes spécifiques devraient être préalablement évaluées par un comité scientifique et technique (CST) (également à mettre en place, voir § 4.1.2.1) et nécessiteront des protocoles *ad hoc* définis en lien avec le CST.

Ces requêtes spécifiques pourront être organisées, en tant que de besoin (en fonction de périodes, de contextes, de projets particuliers, etc.) à l'aide de questionnaires et/ou de collectes d'échantillons à expédier à des laboratoires de diagnostic entomologique agréés pour la surveillance des moustiques vecteurs et/ou des laboratoires d'analyses préalablement identifiés pour chaque territoire. Ces collectes de spécimens ou de données nécessiteront des modalités spécifiques (à définir au cas par cas : particuliers déjà équipés de pièges comme cela a déjà été expérimenté par le réseau MASCARA<sup>47</sup>, distribution de pièges comme lors de l'expérience MOUS'TEAM<sup>48</sup>, capture sur être humain, envoi de photos, questionnaires, etc.).

Des protocoles et une formation des contributeurs volontaires seront nécessaires, le cas échéant pour assurer de bonnes conditions de collecte, de transport et de conservation des échantillons vers les laboratoires.

Ainsi, le site Signalement-moustique pourrait servir d'interface pour recruter et animer une communauté de contributeurs volontaires (voir § 4.6.1.1) pour répondre à des requêtes spécifiques. Ces requêtes (nécessitant éventuellement l'envoi de spécimens de moustiques, des diagnostics ou des analyses en laboratoire) pourraient contribuer à guider la stratégie de LAV en fonction du contexte, notamment par :

- la recherche des agents infectieux (nécessitant des analyses virologiques ou moléculaires en laboratoire) chez les moustiques vecteurs dans des zones de circulation virale, par exemple en cas de circulation de WNV (voir Annexe 13) ;

---

<sup>47</sup> Le réseau MASCARA (Moustiques et arbovirus : surveillance et action collective en Auvergne-Rhône-Alpes) est constitué notamment de Santé Publique France, l'agence régionale de santé Auvergne-Rhône-Alpes, l'Entente interdépartementale Rhône-Alpes pour la démoustication, l'Anses et le Centre national de référence des arbovirus.

<sup>48</sup> Dans le cadre de l'expérience MOUS'TEAM à Lyon, 400 personnes volontaires se sont proposées pour installer des pièges à leur domicile afin de collecter des moustiques. Les auteurs de l'étude en ont retenu 100, dont 75 sont venus retirer leurs pièges et 69 sont arrivés au bout de l'étude (Viginier *et al.* 2024).

- la surveillance de la résistance<sup>49</sup> aux insecticides des moustiques vecteurs (voir Annexe 13) ;
- le renforcement de la détection d'espèces à risque d'introduction et d'installation, notamment aux points d'entrée et de passage transfrontaliers (comme évoqué au § 3.1.2) en faisant des campagnes de communication dans les zones sensibles et en mobilisant des outils d'identification *ad hoc* le cas échéant, en particulier des diagnostics de biologie moléculaire<sup>50</sup> (voir Annexe 14) ;
- le recueil de données complémentaires relatives à la bioécologie des moustiques vecteurs (par exemple pour affiner des travaux de modélisation), etc.

Les analyses nécessaires devraient reposer sur des laboratoires équipés possédant une expertise spécifique, et si possible des laboratoires de référence désignés pour chaque territoire.

---

<sup>49</sup> À noter que dans les DROM, les ARS et/ou les collectivités territoriales mènent avec leurs moyens propres ou contractualisent avec un prestataire la surveillance de la résistance aux insecticides chez les moustiques vecteurs, souvent dans le cadre d'une coopération régionale avec les pays voisins. Pour autant, il n'existe pas de plan de gestion de cette résistance.

En France hexagonale, il n'y a pas au moment de la rédaction du rapport de surveillance systématique de la résistance aux insecticides chez les moustiques vecteurs, ni de stratégie organisée sur l'utilisation des produits biocides pour limiter la sélection et la diffusion d'éventuelles résistances.

<sup>50</sup> Les techniques moléculaires (*barcoding*) permettent d'identifier par PCR (*Polymerase Chain Reaction*) et analyse de séquences plusieurs espèces de moustiques présentes dans un même échantillon simultanément (Reichl *et al.* 2024). Ces techniques tendent à se démocratiser et le développement des nouvelles techniques de séquençage (NGS) permettent de diminuer les coûts.

## Synthèse du chapitre 4 : créer un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs

Le site Signalement-moustique n'a bénéficié que de correctifs mineurs depuis sa création en 2014. Il n'a connu ni mise à jour technique préventive, ni évolution fonctionnelle. Il est également sujet à des instabilités fréquentes liées à des erreurs techniques. Mais au-delà d'une refonte structurelle, il doit contribuer à renforcer la surveillance entomologique pour répondre aux objectifs définis au chapitre 3 sur l'ensemble des territoires français. Pour cela, plus qu'un nouveau site Signalement-moustique, les experts recommandent de mettre en place un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM) comprenant notamment :

- la refonte structurelle du site Signalement-moustique, qui n'a connu ni mise à jour technique préventive, ni évolution fonctionnelle depuis 2014, et la création d'une application mobile ;
- la formalisation d'une gouvernance à l'échelle nationale et territoriale avec la mise en place d'instances *ad hoc* (ou l'élargissement des missions d'instances existantes) : Comité de pilotage (COFIL), Comité scientifique et technique (CST), etc. intégrées au sein des instances de gouvernance de la stratégie de LAV (existantes ou à mettre en place) ;
- le choix d'une structure (DGS, agence sanitaire ou institut technique dédié à la LAV à mettre en place) pour assurer le fonctionnement du DSPM et héberger le futur site Signalement-moustique ;
- l'augmentation des capacités de traitement des signalements à partir de photos, notamment par le développement d'outils numériques performants (recours à l'IA en particulier) pour l'identification et la classification des signalements ;
- la mise en place d'un réseau national d'entomologistes agréés (OpD, ARS) en charge du processus<sup>51</sup> de validation des signalements issus du site Signalement-moustique dans le SI-LAV, afin de mutualiser les compétences et de répartir la charge de travail au sein du réseau ;
- la mise à disposition des informations collectées par le site Signalement-moustique auprès des collectivités pour contribuer à guider la lutte contre les nuisances dues aux moustiques et les actions de mobilisation sociale au niveau local ;
- l'amélioration de l'engagement citoyen grâce aux technologies de l'information et de la communication facilitant l'implication et la fidélisation des contributeurs (récompenses, ludification, etc.) ;
- l'élaboration d'une stratégie de communication autour du DSPM (campagnes de promotion, relais locaux d'information, outils numériques, rétro-information, etc.).

Des moyens dédiés (financiers, matériels et humains) nécessaires pour l'animation, le pilotage, l'exploitation des données, et le développement de nouveaux outils, devront être consacrés à ce DSPM et faire l'objet d'un ajustement annuel dans le cadre des marchés publics passés entre les ARS et leurs OpD.

<sup>51</sup> Ce processus de tri et de validation sera à préciser dans les spécifications techniques du futur site et sera discuté avec les partie-prenantes.

## 5. Collecter, analyser et partager les données

En complément des données déjà collectées actuellement (§ 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.6), le futur site Signalement-moustique devra en collecter de nouvelles (par ex. altitude au § 5.1.2, et autres données aux § 5.1.4, 5.1.5, 5.1.7) pour de nouvelles espèces de moustiques vecteurs, toute l'année et dans de nouveaux territoires.

### 5.1. Collecter des données

Afin de répondre aux objectifs présentés au chapitre 3, le futur site Signalement-moustique devra permettre de collecter les données mentionnées ci-après. Celles-ci devront répondre aux principes FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable* ou Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables dans le cadre des Sciences ouvertes).

#### 5.1.1. Photographie(s) de moustique

Une ou plusieurs photographies (ou l'envoi d'un spécimen à l'OpD du département où a lieu la déclaration) sont nécessaires pour permettre l'identification du moustique.

#### 5.1.2. Coordonnées GPS et altitude

Les coordonnées GPS (latitude, longitude et altitude) des signalements (que ce soit un moustique, un gîte larvaire ou une piqûre) devront être collectées. Les coordonnées (latitude, longitude) pourront être renseignées manuellement ou sur une carte (soit à partir de l'adresse du déclarant, soit en cliquant sur une carte comme c'est déjà le cas avec le site actuel). Elles pourraient également être renseignées automatiquement en recourant à une application pour Smartphone (en veillant à permettre d'ajuster la localisation du signalement en cas de signalement différé du moment de l'observation).

Dans tous les cas, les experts estiment qu'il est nécessaire que l'altitude soit reliée automatiquement à chaque signalement à l'aide de l'adresse ou des coordonnées GPS (ce qui n'est pas le cas actuellement), afin de documenter la limite altitudinale de présence des moustiques vecteurs.

À noter cependant que l'apport pour la géolocalisation peut être difficile à obtenir sur une application, voire un frein à la déclaration. En Belgique, par exemple, moins de 10 à 15 % de gens utilisent l'application mobile de signalement des tiques par rapport au site internet et très peu de gens géolocalisent les données qu'ils saisissent (comm. pers. Tinne Lernout).

#### 5.1.3. Date des signalements

Les experts recommandent que les signalements soient identifiés toute l'année (pas uniquement entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 novembre), afin de pouvoir caractériser la saisonnalité de chaque moustique vecteur à l'échelle territoriale. Les dates de sortie de diapause, de fin d'activité vectorielle, ou encore le pic d'activité des vecteurs d'intérêt, sont utiles pour évaluer

les risques et guider les actions de LAV. Aussi, l'analyse des dates de signalement doit pouvoir être effectuée à une échelle plus ou moins fine (par région, département ou commune) selon les besoins.

#### **5.1.4. Comportements trophiques**

Certains dispositifs européens de surveillance participative des moustiques s'intéressent à la nuisance occasionnée par les moustiques au sens « taux de piqûres » (Tableau 5). C'est le cas notamment de Mosquito Alert (en Espagne et plus largement dans une partie de l'Europe) (présenté en Annexe 2), de Muggenradar (aux Pays-Bas) ou encore de ZanzaMapp (en Italie) (présentés en Annexe 3).

**Tableau 5 : Exemples de sites de surveillance participative des moustiques s'intéressant à la nuisance culicidienne**

	<b>Mosquito-Alert</b>	<b>Muggenradar</b>	<b>Zanzamap</b>
<b>Pays</b>	Espagne	Pays-Bas	Italie
<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveiller les espèces de moustiques présentes (<i>Aedes albopictus</i>, <i>Ae. aegypti</i>, <i>Ae. koreicus</i>, <i>Ae. japonicus</i>, <i>Culex pipiens</i>)</li> <li>- Étudier l'abondance et la perception de la nuisance</li> <li>- Étudier la typologie, la localisation et la productivité des gîtes larvaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveiller toutes les espèces de moustiques présentes</li> <li>- Étudier l'abondance et la perception de la nuisance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveiller toutes les espèces de moustiques présentes</li> <li>- Étudier l'abondance et la perception de la nuisance</li> </ul>
<b>Plateforme</b>	Application multiplateformes (Android, iOS, Windows Phone, site web : <a href="https://www.mosquitoalert.com/en/">https://www.mosquitoalert.com/en/</a> )	Nature Today (plate-forme hébergeant divers sites de science citoyenne : <a href="https://www.naturetoday.com/ntl/nl/observations/mosquito-radar">https://www.naturetoday.com/ntl/nl/observations/mosquito-radar</a> )	Application multiplateformes (Android, iOS, Windows Phone) et site web : <a href="http://web.zanzamapp.it">http://web.zanzamapp.it</a> )
<b>Informations collectées relatives aux piqûres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localisation géographique de la détection (actuelle, sélection sur carte)</li> <li>- Lieu (intérieur d'un véhicule ou d'un bâtiment, extérieur ou ne sait pas)</li> <li>- Nombre de piqûres (de 0 à 20)</li> <li>- Partie(s) du corps piquée(s) (sélection sur schéma)</li> <li>- Heure de la piqûre (maintenant, ou au cours des 24 dernières heures/matin, milieu de journée, après-midi ou soir) ;</li> <li>- Commentaires libres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horaire de piqûre</li> <li>- Date de la piqûre</li> <li>- Localisation de la piqûre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localisation géographique de la détection du moustique</li> <li>- Nombre de moustiques (tous types de moustiques) détectés selon 4 classes numériques discrètes (0, 1-3, 3-30, &gt;30)</li> <li>- Heure de la détection (matin, après-midi, nuit, ou au cours de la dernière heure)</li> <li>- Lieu (intérieur habitation / extérieur)</li> </ul>

	Mosquito-Alert	Muggenradar	Zanzamap
Analyse des données	/	Informations qualitatives selon quatre classes : - pas de nuisance, - quelques nuisances, - beaucoup de nuisances, - énormément de nuisances.	Transformation des données semi-quantitatives en une échelle numérique représentant la valeur médiane de chaque classe (0, 2, 17, 34 moustiques)
Outils d'analyse	Portail de données : - reposant sur un système de gestion des données fondé sur les principes FAIR <sup>52</sup> (données facile à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables) ; - avec descriptions détaillées des métadonnées des ensembles de données et des exemples d'accès aux données par des scripts Python ; - possibilité de créer ses propres requêtes.	/	R package CSmosquitoSp développé pour calculer spatialement la fraction d'abondance des moustiques (variant entre 0 et 1) permettant l'analyse de la distribution spatiale et temporelle de l'abondance

À l'aune de ces expériences, le futur site Signalement-moustique devrait également intégrer cette notion d'exposition aux piqûres (au sens de « taux de piqûres » ou nuisance due aux moustiques). Ainsi, pour estimer l'abondance et la densité agressive, les contributeurs seront invités à renseigner un questionnaire concernant les informations suivantes :

- niveau de gêne ou de nuisance culicidienne (par exemple, faible, moyenne, élevée), voire nombre de piqûres de moustiques subies par le contributeur au cours d'une tranche horaire donnée précédant la prise de photo ou de capture du spécimen ;
- horaire(s) de la prise de photo ou de capture du spécimen par le contributeur ;
- lieu de piqûres (par exemple : à l'intérieur d'un bâtiment, d'un véhicule ou à l'extérieur afin d'estimer le taux d'endophagie) ;
- éventuellement l'activité du moustique (en vol ou au repos) lors de sa capture par le contributeur, et le lieu de repos du moustique afin de caractériser l'endo/exophilie.

Ces données seront utiles pour calculer des indicateurs d'abondance (§ 5.2.1.4).

### 5.1.5. Gîtes larvaires sur le domaine public

Le fait de rendre possible la collecte de données relatives aux gîtes larvaires pourra être utilisé principalement comme levier de mobilisation sociale, à des fins pédagogiques (voir § 3.2.3).

<sup>52</sup> Données FAIR : données dont l'identification, la description normalisée, les conditions d'accès techniques ou juridiques et le type de licence facilitent la mise à disposition et l'exploitation par les personnes intéressées.

Les données à collecter seront les suivantes :

- photographie de gîte larvaire sur le domaine public et/ou signalement d'un gîte selon une typologie donnée (par exemple, regards d'égouts, avaloirs d'eaux pluviales, caniveaux, mobilier urbain, etc.) ;
- géolocalisation du gîte ;
- productivité : estimation (qualitative, semi-quantitative ou quantitative) du nombre de larves dans le gîte (donnée utilisable après vérification de la validité des données).

Le recueil de ces données sera rendu possible à l'aide du site Signalement-moustique et devra rester optionnel. Étant données les difficultés à obtenir des données de qualité relatives à la productivité des gîtes, une étude de faisabilité devra être réalisée avant de les utiliser pour estimer les densités de femelles agressives et contribuer ainsi à l'objectif n°3 « évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs ». Le cas échéant, des contributeurs « volontaires » pourront être formés à la collecte de ces informations (voir § 4.6.1.1).

### 5.1.6. Coordonnées du déclarant

Les coordonnées (numéro de téléphone et/ou courriel) du déclarant devront être renseignées, comme c'est déjà le cas sur la version actuelle du site Signalement-moustique. L'application associée au site Signalement-moustique pourra également permettre d'envoyer des notifications directement sur le téléphone des utilisateurs (notification *push*), afin de recontacter les déclarants en cas de besoin (par exemple, nécessité de réaliser une prospection entomologique, etc.) ou dans le cadre d'actions de communication ciblées (par exemple dans une zone où la nuisance est élevée, afin de mettre en place des actions de mobilisation sociale).

Ceci requiert la sécurisation des données transmises et le respect du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) (comme c'est déjà le cas sur la version actuelle du site Signalement-moustique).

### 5.1.7. Autres

D'autres données pourront être collectées en fonction des évolutions du site ou de requêtes spécifiques localisées dans le temps et l'espace (voir § 4.7).

À noter cependant qu'un nombre trop élevé d'informations demandées aux déclarants pourrait constituer un frein à la déclaration.

## 5.2. Définir des indicateurs et les analyser

La surveillance vise à recueillir des données utiles à l'élaboration et au suivi des indicateurs entomologiques nécessaires au pilotage de la stratégie de LAV à l'échelle territoriale et à l'évaluation du risque vectoriel.

Quelques-uns de ces indicateurs sont proposés ci-après. Néanmoins, une réflexion devra être conduite pour les développer dans le cadre d'une phase pilote au cours de laquelle ils devront être élaborés et testés. Le délai de leur mise à disposition (en temps réel ou pas) devra également faire l'objet d'une réflexion avec les acteurs concernés.

### 5.2.1. Indicateurs de pilotage

Les indicateurs de pilotage sont des outils qui permettent de suivre en temps réel ou périodiquement l'activité du dispositif afin d'ajuster les actions en cours, selon la planification prévue. Ils servent aux comités de pilotage (au niveau national et territorial) pour orienter les décisions et maintenir la trajectoire vers l'atteinte des objectifs fixés.

Quelques indicateurs sont listés et proposés ci-après à titre d'exemples.

#### 5.2.1.1. Indicateurs d'utilisation du site

Au moment de la rédaction du rapport, le site Signalement-moustique fournit trois indicateurs relatifs à l'utilisation du site et correspondant au :

- 1) nombre total de signalements non analysés depuis la création du site car :
  - 1.1) au moins une des réponses aux trois questions filtres (cf. § 2.5.2) pour savoir si le signalement peut potentiellement correspondre à un moustique *Ae. albopictus* était fausse ;
  - 1.2) le signalement provient d'une commune déjà colonisée ;
- 2) nombre total de signalements depuis la création du site vérifiés par un entomologiste professionnel.

Dans le cadre d'une activité de pilotage, les experts recommandent de mener une réflexion pour compléter et améliorer ces indicateurs, afin d'assurer le suivi et l'évaluation des activités du site, ainsi qu'une exploitation des données recueillies à des fins d'analyse (par mois ou année, par département, etc.).

#### 5.2.1.2. Indicateur de distribution des moustiques vecteurs (pour répondre à l'objectif n°1)

Au moment de la rédaction du rapport, le site Signalement-moustique permet de surveiller le front de colonisation d'*Ae. albopictus* en contribuant à identifier les communes colonisées (cf. § 2.5.2). En 2025, la présence de cette espèce a été rapportée et confirmée dans 6 608 communes de France hexagonale (soit 19 % des communes représentant 49 % de la population exposée).

Cet indicateur pourrait également être utilisé pour d'autres espèces de moustiques vecteurs d'intérêt.

Aussi, les maires devraient être informés dès qu'une commune prend le statut de commune colonisée pour une espèce de moustique vecteur donnée, afin de les aider à cibler leurs actions de démoustication, leurs messages de prévention et à orienter les actions de mobilisation sociale.

#### 5.2.1.3. Indicateur relatif à la détection d'une nouvelle espèce de moustique vecteur (pour répondre à l'objectif n°2)

Le suivi de cet indicateur permettra d'orienter le DPSM vers la surveillance d'une nouvelle espèce de moustique vecteur dans le lieu de découverte et dans les territoires concernés afin de suivre le front de colonisation, selon les modalités déjà mises en place pour le suivi d'*Ae. albopictus*.

#### 5.2.1.4. Indicateurs d'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs (pour répondre à l'objectif n°3)

Les données collectées relatives à l'exposition, c'est-à-dire aux comportements trophiques des moustiques (niveau de nuisance culicidienne ou taux de piqûres et taux d'endophagie, cf. § 5.1.4) et/ou à la productivité des gîtes larvaires pourront servir à estimer (à l'aide d'une variable proxy) l'abondance et la densité agressive des moustiques dans une zone donnée, grâce à des outils de modélisation (par exemple, le modèle ArboCarto présenté en Annexe 10).

De tels outils utilisent des informations de calibration à acquérir sur le terrain, telles que le nombre de gîtes larvaires sur une zone donnée et leur productivité pour prédire les densités de moustiques adultes résultantes, selon les conditions météorologiques en cours ou attendues, et des données de télédétection à haute ou très haute résolution spatiale, ainsi que des données additionnelles telles que l'occupation du sol.

Ces données permettront :

- de mieux caractériser les risques vectoriels (grâce aux résultats des modélisations) et de mieux évaluer voire d'optimiser la stratégie de la LAV et de lutte contre la nuisance ;
- d'orienter les prospections entomologistes ;
- de cibler les messages de prévention et d'orienter les actions de mobilisation sociale.

Les utilisateurs de ces données seront principalement les collectivités, les OpD et les épidémiologistes.

### 5.2.2. Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance mesurent le degré d'atteinte des objectifs du dispositif. Ils permettent d'évaluer l'efficacité et l'efficience des actions menées, en fournissant une évaluation quantitative et/ou qualitative, *a posteriori*, des résultats obtenus à des fins stratégiques.

Une réflexion devra être menée pour définir ces indicateurs de performance du DSPM, en lien avec le COPIL, le SI-LAV et les acteurs concernés, dès lors que des objectifs auront été définis à l'échelle nationale et territoriale.

## 5.3. Partager les données

La finalité principale de Signalement-moustique est de fournir des données utiles à la mise en œuvre de la stratégie de LAV. Son interconnexion et son interopérabilité<sup>53</sup> avec les outils d'aide à la décision et de gestion, en particulier le SI-LAV, est donc essentielle.

En 2025, les signalements effectués sur le site sont transférés au SI-LAV qui les transmet ensuite aux OpD. Les données validées servent uniquement à orienter les actions de LAV.

---

<sup>53</sup> L'interopérabilité fait référence aux normes, protocoles, technologies et mécanismes qui permettent la circulation des données entre divers systèmes avec une intervention humaine minimale.

L'évolution du site Signalement-moustique, en tant qu'outil du DPSM, ouvre la possibilité de nouvelles fonctions :

- enrichir la liste des données collectées et utiles aux opérateurs de terrain (§ 5.3.1), ainsi que des données utiles aux collectivités pour guider leurs actions de démoustication (§ 5.3.2) ;
- contribuer à la surveillance entomologique à l'échelle européenne (§ 5.3.3) ;
- contribuer à la recherche scientifique (§ 5.3.4).

Aussi, les données collectées devront être conçues pour être interopérables et conformes aux principes FAIR, afin de faciliter les futures interconnexions entre différentes bases de données.

### **5.3.1. Préserver la connexion existante avec le SI-LAV et enrichir la liste des données transmises**

En 2025, les données collectées par le site Signalement-moustique sont transférées quotidiennement au SI-LAV (voir § 2.3), qui sert au suivi et au pilotage des actions de LAV. Il est donc indispensable de maintenir cette connexion, qui constitue l'un des principaux atouts du dispositif français de surveillance et de gestion des maladies à transmission vectorielle. Les données transmises au SI-LAV sont en effet essentielles pour le pilotage de la stratégie de LAV et en particulier pour la priorisation des interventions autour des cas d'arbovirose (Anses 2024a).

Les experts du GT proposent de compléter la liste des données déjà transmises au SI-LAV par la collecte de nouvelles données de bioécologie des moustiques vecteurs, en particulier sur la typologie et la productivité des gîtes larvaires dans le domaine public (localisation, dynamique saisonnière, etc.), ainsi que sur les comportements trophiques (voir § 5.1). Sur le plan opérationnel, ces données pourraient en partie être collectées par les contributeurs « volontaires » et formés (voir § 4.6.1.1).

Dans certaines conditions à définir et à tester (collaboration avec les OpD, formation de contributeurs volontaires, etc.), celles-ci pourraient faciliter les actions sur le terrain des OpD et les guider dans la priorisation des interventions autour des cas d'arbovirose par exemple.

Par ailleurs, ces données pourraient servir à enrichir et améliorer le modèle ArboCarto (voir présentation en Annexe 10). Ce modèle pourrait à terme être utilisé en routine par les OpD pour prédire les densités de populations d'*Aedes*.

### **5.3.2. Rendre les informations et les données collectées accessibles aux collectivités**

Les collectivités locales, en tant que garantes de l'hygiène et de la salubrité publique, ont un rôle majeur dans la démoustication et par conséquent dans la lutte contre les moustiques vecteurs. Ce rôle repose sur l'élimination des gîtes larvaires dans le domaine public, ainsi que sur la sensibilisation de la population aux gestes de prévention (au titre du Code général des collectivités territoriales et de l'article R1331-13 du Code de la santé publique et du Règlement Sanitaire Départemental).

Aussi, un accès dédié aux collectivités devrait être prévu sur le futur site Signalement-moustique, afin de leur permettre de consulter les signalements, les cartes et toutes les données collectées qui leur sont utiles.

Ceci nécessitera au préalable une réflexion avec les collectivités pour connaître leurs besoins (par exemple, le statut colonisé de la commune, l'indicateur de sortie de diapause sur la commune, l'abondance et nombre de signalements de moustiques et de piqûres par habitant, la localisation des gîtes larvaires, etc.) (voir au § 5.1) et de format des restitutions.

Cet accès direct aux informations devrait leur permettre d'optimiser leurs actions de démoustication sur la voie publique, et de cibler les messages de prévention ainsi que d'orienter les actions de mobilisation sociale. Ceci nécessitera en retour davantage d'implication de leur part, afin de fournir des réponses à certains signalements, associées ou non à une action terrain.

### 5.3.3. Participer à la surveillance entomologique au niveau européen

La participation de la France à un dispositif de surveillance entomologique supranational, repose sur plusieurs arguments stratégiques et opérationnels qui en soulignent l'intérêt et la nécessité :

- évaluer les risques vectoriels à une échelle internationale : seule une approche coordonnée européenne, voire internationale, soutenue par des échanges de données standardisées pour avoir une vision globale de la distribution, de l'activité, de la bioécologie des moustiques vecteurs à une échelle internationale peut permettre de détecter précocement l'expansion des vecteurs et d'anticiper les risques vectoriels ;
- mieux prévenir les risques sanitaires liés aux maladies à transmission vectorielle pour la population française tout en contribuant à la santé publique mondiale : en s'impliquant activement dans des réseaux internationaux de surveillance entomologique, la France peut renforcer utilement son influence au sein des instances internationales (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies - ECDC, OMS), y compris dans les zones d'influence des DROM (Caraïbes, Amérique du Sud, Océan Indien), tout en améliorant la gestion des risques sanitaires à une échelle internationale ;
- soutenir la recherche scientifique et l'innovation : la participation à des initiatives internationales facilite l'accès à des données massives, diversifiées et comparables. Ces données sont cruciales pour les chercheurs, afin d'étudier les dynamiques des populations de moustiques, leurs capacités de transmission d'agents pathogènes et les impacts des changements climatiques et environnementaux. Cela renforce également la capacité d'innovation en matière de méthodes de surveillance et de lutte (modélisations prédictives, etc.).

En 2025, deux dispositifs existants contribuent à fédérer et harmoniser la surveillance entomologique à une échelle européenne : Vectornet, porté par l'ECDC et l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (§ 5.3.3.1) et Mosquito Alert, une initiative académique espagnole d'ambition internationale (§ 5.3.3.2).

#### 5.3.3.1. VectorNet : le réseau institutionnel européen

Au niveau européen, l'ECDC et l'EFSA coordonnent la surveillance des moustiques vecteurs par le recueil des données de surveillance des pays européens grâce au réseau VectorNet. Ce réseau permet d'alimenter un observatoire des arthropodes vecteurs en Europe. Son objectif est de collecter, harmoniser et partager des données sur la distribution et la présence

des arthropodes vecteurs (moustiques, tiques, phlébotomes, etc.) en Europe et dans les pays voisins. Il génère ainsi des cartes<sup>54</sup> de distribution des principales espèces de moustiques vecteurs. Des alertes sanitaires peuvent également être transmises aux pays de l'Union Européenne par cette instance le cas échéant.

La France participe à ce réseau depuis sa création en 2014. Les bilans établis, sur la base à la fois des données issues des pièges et de la surveillance participative sont transmis régulièrement au réseau VectorNet avec une résolution départementale.

Cependant, VectorNet présente plusieurs limites. Le système repose essentiellement sur la remontée volontaire des données et la qualité et l'exhaustivité des données dépendent de l'implication et des moyens disponibles dans chaque État membre. Ceci conduit à des disparités régionales importantes et à des zones sous-documentées. En outre, les délais de mise à jour parfois longs et la granularité spatiale des cartes produites, souvent trop grande, ne permettent pas d'orienter utilement et en temps réel les actions locales de LAV.

Enfin, l'interopérabilité avec les bases nationales n'est pas toujours optimale, ce qui limite la valorisation croisée des données et freine la constitution d'un véritable *continuum* entre la surveillance locale, nationale et européenne.

### 5.3.3.2. Mosquito Alert : un projet académique à ambition internationale

- Présentation

Mosquito Alert est une plateforme de surveillance reposant sur une application mobile, issue d'un projet académique espagnol créé en 2014. Le projet est présenté en détail en Annexe 2. Mosquito Alert a été conçu à l'origine pour signaler et identifier prioritairement les moustiques invasifs et d'intérêt sanitaire en Espagne.

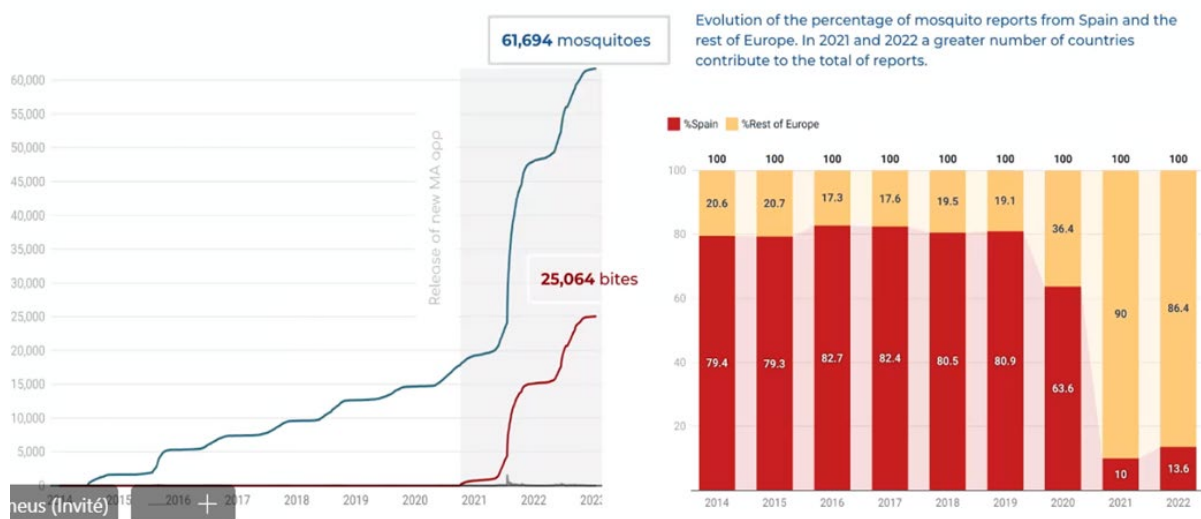
Mosquito Alert a rejoint le consortium Global Mosquito Alert en 2017 (Tyson *et al.* 2018), l'intégrant dans une dimension internationale. Dès 2020, par le biais d'un programme de recherche européen (Action AIM-COST)<sup>55</sup>, l'équipe de Mosquito Alert a cherché à élargir sa portée en collaborant avec divers partenaires européens et en rendant l'application disponible dans plus de vingt langues. L'application a permis de commencer à suivre l'évolution des populations de moustiques à l'échelle européenne à partir de 2021 (voir Figure 8).

---

<sup>54</sup> Voir la carte établie par l'ECDC ici : <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-may-2024>

<sup>55</sup> Le projet AIM-COST (AIM= *Aedes Invasive Mosquitoes*, COST= *European Cooperation in Science and Technology*) se compose de trois groupes de travail : (WG1) surveillance et suivi des moustiques envahissants *Aedes*, (WG2) outils pour contrôler ces moustiques, et (WG3) diffusion et communication du problème et des résultats obtenus.

## Surveillance with citizen science becomes European in 2020



Source : Mosquito Alert

**Figure 8 : Mosquito Alert, un réseau de surveillance participative qui s'étend à l'échelle européenne depuis 2021**

Des signalements de moustiques peuvent être envoyés du monde entier à Mosquito Alert, y compris depuis la France. Pour l'année 2024, plus de 26 000 signalements ont été reçus, provenant de nombreux pays différents (Figure 9), dont 120 effectués depuis la France. La majorité des signalements proviennent d'Espagne (9 955 signalements), mais depuis le déploiement de Mosquito-Alert en Europe, des pays comme l'Italie (plus de 7 800 signalements en 2024), l'Autriche (4 800 signalements) ou les Pays-Bas (près de 1 000 signalements) contribuent de manière significative aux signalements de moustiques.

En 2025, Mosquito Alert est déployé dans une vingtaine de pays européens et non européens, permettant désormais d'intégrer jusqu'à 95 espèces de moustiques sur la base des données issues des signalements. Entre 2014 et 2025, 34 espèces de moustiques provenant de 28 pays différents ont ainsi pu être identifiées (cf. Audition de Frederic Bartumeus & Roger Eritja).

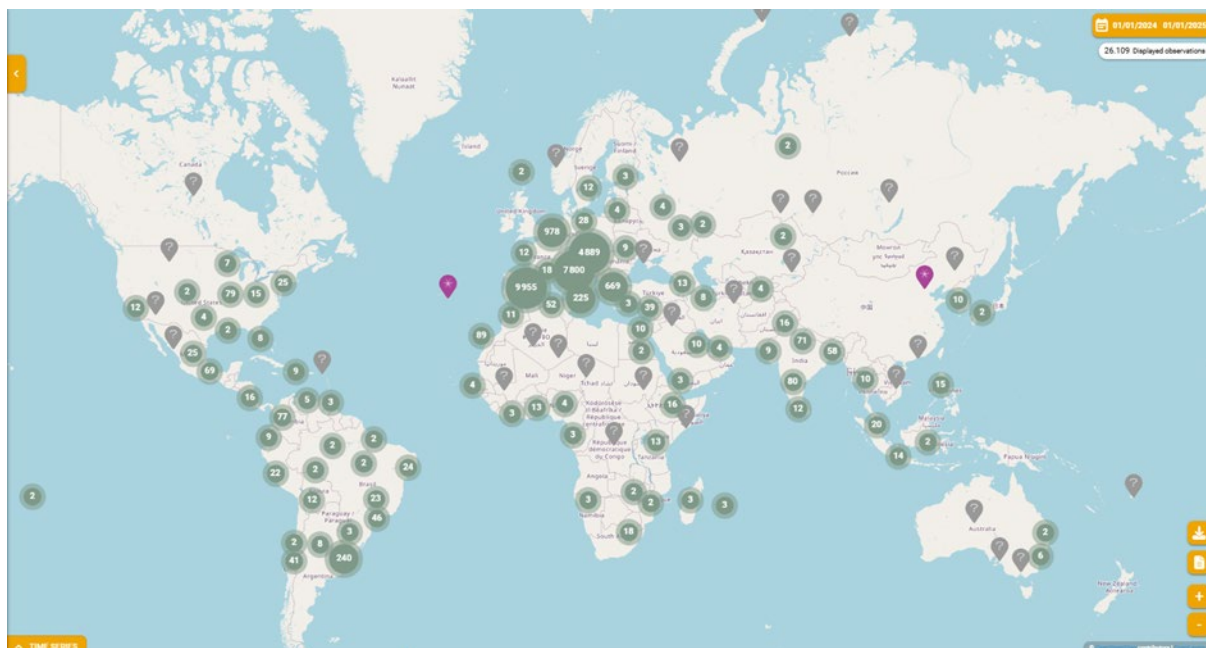


Figure 9 : Provenance des signalements effectués sur l'application Mosquito Alert en 2024

De plus, Mosquito Alert a été intégré aux réseaux scientifiques européens et internationaux du *Global mosquito observations dashboard* (GMOD) (Uelmen Jr *et al.* 2023), ce qui facilite le partage et l'harmonisation de données entre pays et peut soutenir, indirectement, la coordination des actions de lutte contre les moustiques à l'échelle mondiale.

Dans l'esprit des sciences ouvertes<sup>56</sup>, les experts du GT estiment que les données françaises devraient être mises à disposition de Mosquito Alert (sous forme d'autorisation d'accès ou d'interconnexion avec transfert automatique). Cela nécessiterait un traitement préalable des données transmises afin de garantir leur conformité au RGPD.

#### 5.3.4. Contribuer à la recherche scientifique sur les maladies à transmission vectorielle

Le futur site Signalement-moustique pourrait servir d'interface pour recruter des citoyens volontaires pour participer à des projets de sciences participatives (voir définition en Annexe 11). En effet, la recherche a aussi un rôle à jouer dans le renforcement de la surveillance et de la lutte contre les maladies à transmission vectorielle. Surveillance et recherche ne sont pas antagonistes néanmoins, elles ne répondent pas aux mêmes missions et ne mobilisent pas forcément les mêmes moyens à mettre en œuvre et, en ce sens, elles ont été distinguées dans cette saisine.

Les sciences participatives se distinguent de la surveillance participative, car elles visent à décrire un phénomène ou à tester une hypothèse sans pour autant conduire systématiquement à des actions. De plus, les projets de recherche s'inscrivent presque toujours dans une temporalité finie, contrairement à la production de connaissances qui,

<sup>56</sup> La science ouverte (ou *Open Science*) est un mouvement dont l'objectif est de rendre universellement accessibles les résultats de la recherche scientifique (publications et données de recherche, notamment). Concrètement, il s'agit de sortir ces connaissances des revues et des bases de données payantes ou fermées, pour les diffuser à tous – chercheurs, entreprises et citoyens – sans entrave, sans délai et gratuitement.

lorsqu'elle s'effectue dans le cadre d'un dispositif de surveillance, s'inscrit dans une temporalité pérenne.

Conformément aux principes portés par le mouvement de science ouverte, les données collectées par le futur site Signalement-moustique pourront être mises à disposition des équipes de recherche qui en feront la demande. Cette mise à disposition aura pour objectif de favoriser la réutilisation des données collectées par le site à des fins scientifiques, par exemple pour améliorer les connaissances sur la bioécologie des moustiques, affiner les modèles de surveillance, ou encore développer de nouveaux outils de détection et de prévention.

Les sollicitations pour accéder aux données collectées en routine par le site Signalement-moustique (par exemple, la transmission des données à Mosquito Alert) ou pour collecter spécifiquement des spécimens de moustiques (par exemple, pour réaliser un inventaire de la faune culicidienne<sup>57</sup> dans une zone précise) ou de nouvelles données en se servant du site comme d'une interface entre les équipes de recherche et des contributeurs volontaires devront être soumises à un accord préalable du CST (voir § 4.2.1).

---

<sup>57</sup> Par exemple, le site allemand The Muckenatlas (<https://mueckenatlas.com/about/>) invite les citoyens à collecter des moustiques dans leur environnement dans le cadre d'un projet de science participative (Walther et Kampen 2017) visant à faire un inventaire de la faune culicidienne allemande et à contribuer à des projets de recherche.

## Synthèse du chapitre 5 : collecter, analyser et partager les données

Afin de répondre aux objectifs de la surveillance entomologique présentés au chapitre 3, les experts du GT recommandent :

- que le futur site Signalement-moustique permette la collecte et l'analyse de nouvelles données (altitude et date de signalement, comportements trophiques, gîtes larvaires, etc.), en complément de celles déjà collectées ;
- que la fenêtre de signalement et d'analyse soit étendue à toute l'année ;
- que ces données répondent aux principes FAIR (i.e. faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables) afin de faciliter les interconnexions avec d'autres bases de données, nationales et internationales ;
- que les données collectées conduisent à la production d'indicateurs utiles au pilotage de la stratégie de LAV et à l'évaluation du risque vectoriel.

De plus, l'interconnexion du site avec les outils d'aide à la décision pour la gestion des maladies à transmission vectorielle étant essentielle, les experts du GT recommandent également :

- de maintenir la connexion entre le site Signalement-moustique et le SI-LAV, qui constitue l'un des principaux atouts du dispositif français en termes de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et de pilotage de la LAV ;
- qu'une interface dédiée aux collectivités territoriales soit prévue sur le futur site Signalement-moustique, afin de leur permettre de consulter les signalements, les cartes et les données utiles pour optimiser leurs actions de démoustication, de prévention et de mobilisation sociale en fonction du statut colonisé ou non de leur commune ;
- que les données collectées soient transférées aux dispositifs de surveillance entomologique internationaux, comme VectorNet<sup>58</sup> ou Mosquito Alert, et puissent être mises à disposition des équipes de recherche qui en feraient la demande ;
- que les données collectées relatives à l'exposition aux piqûres et à la productivité des gîtes larvaires puissent servir à des outils de modélisation prédictifs du risque vectoriel (ex : ArboCarto).

<sup>58</sup> Au niveau européen, l'ECDC et l'EFSA coordonnent la surveillance des moustiques vecteurs par le recueil des données de surveillance des pays européens grâce au réseau VectorNet. Ce réseau permet d'alimenter un « observatoire » des arthropodes vecteurs en Europe. Son objectif est de collecter, harmoniser et partager des données sur la distribution et la présence des arthropodes vecteurs (moustiques, tiques, phlébotomes, etc.) en Europe et dans les pays voisins.

## 6. Conclusions

Depuis sa création en 2014, le site Signalement-moustique donne la possibilité aux citoyens de signaler la présence d'*Ae. albopictus* en France hexagonale. En tant qu'outil de surveillance participative il permet, à moindre coût, d'améliorer le maillage et la sensibilité de la surveillance entomologique menée avec des pièges pondoirs. Les données collectées sont quotidiennement transmises au système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle (SI-LAV).

L'expansion continue d'*Ae. albopictus* sur le territoire hexagonal, son arrivée récente sur la collectivité de Saint Barthélemy près de la Guadeloupe, ainsi que le risque d'introduction et d'installation d'autres moustiques vecteurs, y compris dans d'autres zones de l'Hexagone ou des départements et régions d'outre-mer, renforcent la nécessité de répondre en termes de surveillance entomologique à de nouveaux objectifs liés à l'évolution de la situation entomologique et épidémiologique des arboviroses dans les différents territoires français. Le site, qui n'a bénéficié que de correctifs mineurs depuis sa création en 2014, ne permet pas de répondre à ces objectifs et nécessite une refonte structurelle.

Le futur site de surveillance participative, en plus d'assurer le suivi du front de colonisation d'*Ae. albopictus*, devra donc contribuer à renforcer de manière globale le dispositif de surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques. Pour cela, les experts estiment qu'il devra notamment permettre d'identifier et de surveiller les différentes espèces de moustiques vecteurs déjà présentes sur un territoire, de décrire leur distribution spatiale, de détecter l'introduction de nouvelles espèces et de suivre également leur front de colonisation, ainsi que de contribuer à mieux évaluer l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs.

De plus, le futur site devra servir d'outil pour les ARS dans le champ de la lutte antivectorielle, ainsi que pour les collectivités territoriales pour la conduite de leurs missions de prévention et de lutte contre la nuisance due aux moustiques. Il devra également contribuer à améliorer l'information des citoyens, à faciliter leur implication et leur fidélisation pour la collecte de données.

Selon les experts, le développement du futur site doit aussi être l'occasion de mettre en place un dispositif complet de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM). Celui-ci devra être constitué d'un COPIL, d'un CST, d'une équipe technique et de contributeurs. Il a été pensé comme un dispositif disposant de moyens dédiés, financiers, matériels (outils numériques innovants pour l'identification et la validation de tous les signalements) et humains. Ces moyens sont nécessaires pour l'animation, le pilotage, l'exploitation des données, et le développement de nouveaux outils. Ce DSPM devra être en interaction avec le SI-LAV, les parties prenantes nationales (ARS, OpD, collectivités) et internationales.

Un travail sur les indicateurs de pilotage et de performance du DSPM doit être mené en lien avec les utilisateurs (DGS, ARS, OpD et collectivités) des données de surveillance, pour expliciter leurs besoins afin de contribuer au mieux au pilotage national et territorial de la stratégie de LAV.

Enfin, les données qui seront collectées avec le DSPM devront être interopérables, en particulier avec le SI-LAV, avec des outils de prédiction des risques vectoriels (par exemple

ArboCarto) et d'autres dispositifs de surveillance entomologique à l'échelle européenne (tels que VectorNet ou Mosquito Alert), ainsi que pour des projets de recherche.

**Date de validation du rapport d'expertise collective par le groupe de travail le 17 octobre, le 6 novembre par le GT vecteurs et le 18 novembre 2025 par le CES SABA.**

## 7. Recommandations

En préambule, les experts du GT rappellent que les pistes d'amélioration présentées dans ce rapport visent à faire évoluer la surveillance participative des moustiques vecteurs pour enrichir l'actuel dispositif de surveillance entomologique et répondre à de nouveaux objectifs, tels que définis dans le rapport (cf. chapitre 3, p 40).

**Le rapport comporte ainsi des recommandations pour une refonte du site Signalement-moustique dans le cadre de la mise en place d'un dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs (DSPM)<sup>59</sup>. Les recommandations concernant spécifiquement le site et le DSPM sont reprises sous forme de puces dans les encadrés de synthèse des chapitres 4 (p 67) et 5 (p 81).**

Considérant les données épidémiologiques de l'été 2025 dans l'Hexagone, les experts du GT soulignent l'urgence de la mise en place d'un tel DSPM afin de se préparer aux épidémies d'arboviroses à venir. Aussi, afin de développer et de déployer ce DSPM de manière pleinement opérationnelle, ils rappellent que des moyens financiers rapidement disponibles et pérennes sont nécessaires.

De plus, ils recommandent aux instances de gouvernance du DSPM (cf. COPIL et CST à mettre en place aux échelles nationale et territoriale, § 4.2) de s'appuyer sur les trois grands principes définis ci-après.

### 7.1. Co-construire le DSPM avec ses utilisateurs finaux

Considérant la nécessité :

- que le futur site Signalement-moustique et le DSPM répondent aux besoins des acteurs et utilisateurs finaux sur l'ensemble des territoires (à savoir : DGS, ARS, OpD, référents communaux, etc.) ;
- de pérenniser le DSPM en formalisant son animation et son pilotage, ainsi qu'en lui assurant des moyens dédiés ;

les experts du GT recommandent :

- d'impliquer les utilisateurs finaux dans la co-construction du futur site Signalement-moustique et du DSPM ;
- de réaliser une phase pilote avant le déploiement du futur site, en lien avec le prestataire qui sera en charge du marché ;
- de développer des indicateurs de pilotage et de performance pour le DSPM avec tous les acteurs concernés (i.e. le COPIL, le CST et les utilisateurs finaux - ARS, OpD et collectivités), afin de garantir la qualité, la pertinence et l'utilité des données collectées et de les tester lors de la phase pilote ;

---

<sup>59</sup> Le DSPM est présenté en détail au chapitre 4 (avec une illustration Figure 7, p 48).

- d'évaluer régulièrement le DSPM afin de vérifier qu'il réponde à ses objectifs (par exemple selon la méthode OASIS telle que mise en œuvre en 2021).

## 7.2. Faire du futur site Signalement-moustique un outil évolutif

Considérant la nécessité de produire des informations nécessaires à :

- différents objectifs (évaluer les risques vectoriels et prévenir l'émergence de maladies à transmission vectorielle, piloter la stratégie de LAV, etc.) susceptibles d'évoluer rapidement (du fait des changements globaux) ;
- différents acteurs (ARS, OpD, collectivités territoriales, population générale, chercheurs le cas échéant, etc.) ;

les experts du GT recommandent :

- de prévoir un site modulable permettant, en fonction des contextes entomo-épidémiologiques de chaque territoire, de signaler et identifier les espèces de moustiques vecteurs prioritaires à surveiller (sur avis du COPIL et du CST) ;
- d'étudier la faisabilité de recueillir des données spécifiques avec des requêtes *ad hoc* (par exemple pour renforcer la surveillance entomologique aux points d'entrée) auprès de publics cibles (ex : scolaires, populations situées en zones aéroportuaires, etc.) et d'impliquer certains citoyens volontaires dans les premières étapes d'identification des moustiques.

## 7.3. Promouvoir le futur site Signalement-moustique

Considérant que le renforcement de la participation citoyenne passe par une meilleure information, communication et restitution des résultats auprès du grand public, les experts du GT recommandent :

- de réaliser en amont une enquête auprès des contributeurs de l'actuel site Signalement-moustique, afin de comprendre leurs attentes et les déterminants de leur participation (leviers de motivation et freins) ;
- de réaliser des campagnes de communication ciblées, afin d'adapter celles-ci aux contextes national et local ;
- d'identifier des relais locaux (associations de quartier, référents communaux, etc.) pour promouvoir le site ;
- d'étudier la possibilité de créer un portail unique intégrant la surveillance participative de toutes les espèces animales ou végétales à enjeux sanitaires. Ce portail (à l'image du portail de signalement des événements sanitaires indésirables<sup>60</sup>) redirigerait les utilisateurs vers les sites dédiés : Signalement-moustique, « CiTique », etc. tout en leur assurant une meilleure visibilité.

---

<sup>60</sup> <https://signalement.social-sante.gouv.fr/>

## 8. Bibliographie

### 8.1. Publications

- Adde, A., I. Dusfour, E. Roux, R. Girod et S. Briolant. 2016. "Anopheles fauna of coastal Cayenne, French Guiana: modelling and mapping of species presence using remotely sensed land cover data." *Mem Inst Oswaldo Cruz* 111 (12): 750-756. <https://doi.org/10.1590/0074-02760160272>.
- Aitken, THG. 1972. "Habits of some mosquito hosts of VEE (Mucambo) virus from northeastern South America, including Trinidad." Proceedings of workshop-symposium on Venezuelan encephalitis virus. Washington: Pan American Health Organization.
- Anses. 2021a. *Résistance des moustiques vecteurs aux insecticides. Partie 1 – Lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs de type Aedes, Anopheles et Culex aux insecticides. (Saisine 2020-SA-0029). Maisons-Alfort : Anses, 166 p. .*
- Anses. 2021/10/15/ 2021b. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail relatif à la "proposition de lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs de type Aedes, Anopheles et Culex aux insecticides". (Maisons-Alfort), 188.*
- Anses. 2022-09-29 2022. *Avis de l'Anses : Evaluation des stratégies de lutte anti-vectorielle (LAV). Anses. <https://anses.hal.science/anses-04073055>, 19 p.*
- Anses. 2024/01/22/ 2024a. *Avis de l'Anses relatif à la priorisation des lieux fréquentés par les cas importés d'arbovirose pour la réalisation des prospections entomologiques et des actions de lutte antivectorielle (2022-AST-0103). (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2022AST0103.pdf>.*
- Anses. 2024b. "Avis de l'Anses sur la probabilité d'apparition et ampleur d'épidémies dues à un arbovirus transmis par *Aedes albopictus* en France hexagonale et leurs impacts sur la santé et l'économie. (saisine 2022-SA-0146). Maisons-Alfort : Anses, 26 p. ."
- Bagny Beilhe, Leila, Stéphane Arnoux, Hélène Delatte, Gilles Lajoie et Didier Fontenille. 2012. "Spread of invasive *Aedes albopictus* and decline of resident *Aedes aegypti* in urban areas of Mayotte 2007–2010." *Biological Invasions* 14 (8): 1623-1633. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0177-1>.
- Bagny, L., H. Delatte, S. Quilici et D. Fontenille. 2009. "Progressive decrease in *Aedes aegypti* distribution in Reunion Island since the 1900s." *J Med Entomol* 46 (6): 1541-5. <https://doi.org/10.1603/033.046.0644>.
- Baldari, Marco, Angelo Tamburro, Guido Sabatinelli, Roberto Romi, Carlo Severini, Giampiero Cuccagna, Gabriella Fiorilli, Maria Pia Allegri, Cristina Buriani et Mario Toti. 1998. "Malaria in Maremma, Italy." *The Lancet* 351 (9111): 1246-1247. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)10312-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)10312-9).
- Balenghien, Thomas, Eric Cardinale, Véronique Chevalier, Nohal Elissa, Anna-Bella Failloux, Thierry Nirina Jean Jose Nipomichene, Gaëlle Nicolas, Vincent Michel Rakotoharinome, Matthieu Roger et Betty Zumbo. 2013. "Towards a better understanding of Rift Valley fever epidemiology in the south-west of the Indian Ocean." *Veterinary Research* 44 (1): 78. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-78>.
- Benitez, A. J., M. Alvarez, L. Perez, R. Gravier, S. Serrano, D. M. Hernandez, M. M. Perez, G. Gutierrez-Bugallo, Y. Martinez, A. Companioni, C. Peña, J. R. de Armas, D. Couto, I. I. Betancourt, M. R. Sanchez, S. Resik, V. Kouri et M. G. Guzman. 2024. "Oropouche Fever, Cuba, May 2024." *Emerg Infect Dis* 30 (10): 2155-2159. <https://doi.org/10.3201/eid3010.240900>.

- Bigéard, C., L. Pezzi, R. Klitting, N. Ayhan, G. L'Ambert, N. Gomez, G. Piorkowski, R. Amaral, G. A. Durand, A. M. G. Colmant, C. Giraud, K. Ramiara, C. Migné, G. Grard, T. Touzet, S. Zientara, R. Charrel, G. Gonzalez, A. Duvignaud, D. Malvy, X. de Lamballerie et A. Fontaine. 2024. "Molecular Xenomonitoring (MX) allows real-time surveillance of West Nile and Usutu virus in mosquito populations." *PLoS Negl Trop Dis* 18 (12): e0012754. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012754>.
- Bigéard, Clément, Laura Pezzi, Raphaëlle Klitting, Nazli Ayhan, Grégory L'Ambert, Nicolas Gomez, Géraldine Piorkowski, Rayane Amaral, Guillaume André Durand, Agathe M. G. Colmant, Cynthia Giraud, Katia Ramiara, Camille Migné, Gilda Grard, Thierry Touzet, Stéphan Zientara, Rémi Charrel, Gaëlle Gonzalez, Alexandre Duvignaud, Denis Malvy, Xavier de Lamballerie et Albin Fontaine. 2024. "Molecular Xenomonitoring (MX) allows real-time surveillance of West Nile and Usutu virus in mosquito populations." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 18 (12): e0012754. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012754>.
- Bley, Daniel, Ghazlane Fleury-Bahi, Clara Galland, Manuel Hefti, Marie-Jo Menozzi, Oscar Navarro, Dominique Pecaud, Frédéric Simard, Anne Tallec et Nicole Vernazza-Licht. 2024. "Pratiques et logiques d'action en matière de lutte anti-vectorielle." *Humanités environnementales: sciences, arts et citoyennetés face aux changements globaux* 1 (1).
- Bonifay, T., P. Le Turnier, Y. Epelboin, L. Carvalho, B. De Thoisy, F. Djossou, J. B. Duchemin, P. Dussart, A. Enfissi, A. Lavergne, R. Mutricy, M. Nacher, S. Rabier, S. Talaga, A. Talarmin, D. Rousset et L. Epelboin. 2023. "Review on Main Arboviruses Circulating on French Guiana, An Ultra-Peripheral European Region in South America." *Viruses* 15 (6). <https://doi.org/10.3390/v15061268>.
- Bonney, Rick, Heidi Ballard, Rebecca Jordan, Ellen McCallie, Tina Phillips, Jennifer Shirk et Candie C Wilderman. 2009. "Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report." *Online submission*.
- Boussès, P., J. S. Dehecq, C. Brengues et D. Fontenille. 2013. "Inventaire actualisé des moustiques (Diptera : Culicidae) de l'île de La Réunion, océan Indien." *Bulletin de la Société de pathologie exotique* 106 (2): 113-125. <https://doi.org/10.1007/s13149-013-0288-7>.
- Boussès, Philippe, Gilbert Le Goff, Christian Barnabé, Cécile Brengues et Vincent Robert. 2022. "Description d'un nouveau moustique d'Aldabra (Seychelles), *Aedes* (*Aedimorphus*) *suzannae* n. sp., et du stade larvaire d'*Aedes* (*Coetzeomyia*) *fryeri* (Theobald, 1912) (Diptera : Culicidae)." *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 58 (1): 63-80. <https://doi.org/10.1080/00379271.2022.2036639>.
- Brown, Phil, Rachel Morello-Frosch et Stephen Zavestoski. 2011. *Contested illnesses: Citizens, science, and health social movements*. Univ of California Press.
- Brygoo, E.R. et Jacques Brunhes. 1970. Genève.
- Caputo, B., M. Manica, F. Filipponi, M. Blangiardo, P. Cobre, L. Delucchi, C. M. De Marco, L. Iesu, P. Morano, V. Petrella, M. Salvemini, C. Bianchi et A. Della Torre. 2020. "ZanzaMapp: A Scalable Citizen Science Tool to Monitor Perception of Mosquito Abundance and Nuisance in Italy and Beyond." *Int J Environ Res Public Health* 17 (21). <https://doi.org/10.3390/ijerph17217872>.
- Cardinale, E., C. Bernard, S. Lecollinet, V. M. Rakotoharinome, J. Ravaomanana, M. Roger, M. M. Olive, D. Meenowa, M. R. Jaumally, J. Melanie, J. M. Héraud, S. Zientara et C. Cêtre-Sossah. 2017. "West Nile virus infection in horses, Indian ocean." *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 53: 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2017.06.006>.
- CDC. 1988. "Guideline for evaluating surveillance system." *Mmwr* 37 (5): 1-18.
- Celone, M., B. Okech, B. A. Han, B. M. Forshey, A. Anyamba, J. Dunford, G. Rutherford, N. K. Mita-Mendoza, E. L. Estallo, R. Khouri, I. C. de Siqueira et S. Pollett. 2021. "A

- systematic review and meta-analysis of the potential non-human animal reservoirs and arthropod vectors of the Mayaro virus." *PLoS Negl Trop Dis* 15 (12): e0010016. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010016>.
- Cêtre-Sossah, C., C. Lebon, P. Rabarison, E. Cardinale, P. Mavingui et C. Atyame. 2023. "Evidence of Eretmapodites subsimplicipes and Aedes albopictus as competent vectors for Rift Valley fever virus transmission in Mayotte." *Acta Trop* 239: 106835. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106835>.
- Cevidane, A., F. Goiri, J. F. Barandika, P. Vázquez, J. Goikolea, A. Zuazo, N. Etxarri, G. Ocio et A. L. García-Pérez. 2023. "Invasive Aedes mosquitoes in an urban—peri-urban gradient in northern Spain: evidence of the wide distribution of Aedes japonicus." *Parasites and Vectors* 16 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05862-6>.
- Charvolin, Florian. 2024. *Les sciences participatives au secours de la biodiversité: une approche sociologique*. Éditions Rue d'Ulm via OpenEdition.
- Cnev. 2011. "Avis relatif au programme de surveillance 2012 d'Aedes albopictus en France métropolitaine."
- Cnev. 2017. "Surveillance des moustiques invasifs au sein des départements en niveau 1 du plan antidissémination de la dengue et du chikungunya en France métropolitaine."
- Covars. 2023a. Risques sanitaires de la Dengue du Zika et du Chikungunya en lien avec le changement climatique.
- Covars. 2023b. "Risques sanitaires de la Dengue du Zika et du Chikungunya en lien avec le changement climatique. ."
- da Moura, A. J. F., F. Tomaz, T. Melo, G. Seixas, C. A. Sousa et J. Pinto. 2024. "Vector competence of Culex quinquefasciatus from Santiago Island, Cape Verde, to West Nile Virus: exploring the potential effect of the vector native Wolbachia." *Parasites and Vectors* 17 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06609-7>.
- da Silva, E. Silva L. H., F. S. da Silva, D. B. A. Medeiros, A. C. R. Cruz, S. P. da Silva, A. O. Aragão, D. D. Dias, B. L. Sena do Nascimento, J. W. R. Júnior, D. B. R. Vieira, H. A. O. Monteiro et J. P. N. Neto. 2022. "Description of the mitogenome and phylogeny of Aedes spp. (Diptera: Culicidae) from the Amazon region." *Acta Trop* 232: 106500. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106500>.
- Deblauwe, Isra, Katrien De Wolf, Jacobus De Witte, Anna Schneider, Ingrid Verlé, Adwine Vanslembrouck, Nathalie Smitz, Julie Demeulemeester, Thomas Van Loo, Wouter Dekoninck, Meryam Krit, Maxime Madder, Ruth Müller et Wim Van Bortel. 2022. "From a long-distance threat to the invasion front: a review of the invasive Aedes mosquito species in Belgium between 2007 and 2020." *Parasites & Vectors* 15 (1): 206. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05303-w>.
- Delatte, Helene, Amelie Desvars, Anthony Bouétard, Séverine Bord, Geoffrey Gimonneau, Gwenaél Vourc'h et Didier Fontenille. 2010. "Blood-Feeding Behavior of *Aedes albopictus*, a Vector of Chikungunya on La Réunion." *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 10 (3): 249-258. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0026>.
- Dias da Silva, Patrícia, Lorna Heaton et Florence Millerand. 2017. "Une revue de littérature sur la « science citoyenne » : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique." *Natures Sciences Sociétés* Vol. 25 (4): 370. <https://doi.org/10.1051/nss/2018004>.
- Dowsett, C. K., F. Frentiu, G. J. Devine et W. Hu. 2025. "Japanese encephalitis transmission in Australia: challenges and future perspectives." *Med J Aust* 222 (2): 58-62. <https://doi.org/10.5694/mja2.52550>.
- Dufour, B. 1999. "Technical and economic evaluation method for use in improving infectious animal disease surveillance networks." *Vet Res* 30 (1): 27-37.
- Dufour, Barbara et Pascal Hendrickx. 2011. *Surveillance épidémiologique en santé animale: 3e édition*. Éditions Quæ.

- Dusfour, I., F. Jarjaval, P. Gaborit, M. Mura, R. Girod et F. Pagès. 2012. "Confirmation of the occurrence of Anopheles (Nyssorhynchus) marajoara in French Guiana." *J Am Mosq Control Assoc* 28 (4): 309-11. <https://doi.org/10.2987/12-6248r.1>.
- Duval, Pénélope, Claire Valiente Moro et Christina Aschan-Leygonie. 2022. "How do attitudes shape protective practices against the Asian tiger mosquito in community gardens in a nonendemic country?" *Parasites & Vectors* 15 (1): 439. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05520-3>.
- ECDC, European Centre for Disease Prevention Control. 2014. *Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe*. ECDC Stockholm.
- EID-Méditerranée. 2016. Surveillance du moustique Aedes albopictus en France métropolitaine Bilan 2016.
- Ellis, R. 2011. "Jizz and the joy of pattern recognition: virtuosity discipline and the agency of insight in UK naturalists' arts of seeing." *Soc Stud Sci* 41 (6): 769-90. <https://doi.org/10.1177/0306312711423432>.
- Eritja, Roger, Ignacio Ruiz-Arondo, Sarah Delacour-Estrella, Francis Schaffner, Jorge Álvarez-Chachero, Mikel Bengoa, María-Ángeles Puig, Rosario Melero-Alcibar, Aitana Oltra et Frederic Bartumeus. 2019. "First detection of Aedes japonicus in Spain: an unexpected finding triggered by citizen science." *Parasites & Vectors* 12 (1): 53. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3317-y>.
- Flies, Emily J., Cheryl Toi, Philip Weinstein, Stephen L. Doggett et Craig R. Williams. 2015. "Converting Mosquito Surveillance to Arbovirus Surveillance with Honey-Baited Nucleic Acid Preservation Cards." *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 15 (7): 397-403. <https://doi.org/10.1089/vbz.2014.1759>.
- Fontenille, D. 1989. "[Arbovirus transmission cycles in Madagascar]." *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar* 55 (1): 1-317.
- Fontenille, D., J. P. Lepers, M. Coluzzi, G. H. Campbell, I. Rakotoarivony et P. Coulanges. 1992. "Malaria transmission and vector biology on Sainte Marie Island, Madagascar." *J Med Entomol* 29 (2): 197-202. <https://doi.org/10.1093/jmedent/29.2.197>.
- Fontenille, Didier, Christophe Lagneau, Sylvie Lecollinet et Régine Lefait Robin. 2009. *La lutte antivectorielle en France*. IRD Orstom.
- Gambaiani, Delphine. 2023. "Monitoring of marine litter and of their impacts : toward Participatory Action Research approaches  
Surveillance des déchets marins et de leurs impacts : vers des approches de Recherche Action Participative." Université Paris sciences et lettres (2023UPSLP001). <https://theses.hal.science/tel-04550724>.
- Girod, R, M Salvan, F Simard, L Andrianaivolambo, D Fontenille et S Laventure. 1999. "Evaluation of the vectorial capacity of Anopheles arabiensis (Diptera: Culicidae) on the island of Réunion: an approach to the health risk of malaria importation in an area of eradication." *Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique (1990)* 92 (3): 203-209.
- Girod, R., M. Coetzee, M. Salvan et R. H. Hunt. 2001. "[Chromosomal polymorphism of populations of Anopheles arabiensis (Diptera: Culicidae) from Reunion island and cross-fertility among continental African populations]." *Parassitologia* 43 (3): 99-103.
- Gouagna, Louis C., Jean-Sébastien Dehecq, Romain Girod, Sebastien Boyer, Guy Lempérière et Didier Fontenille. 2011. "Spatial and temporal distribution patterns of Anopheles arabiensis breeding sites in La Reunion Island - multi-year trend analysis of historical records from 1996-2009." *Parasites & Vectors* 4 (1): 121. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-121>.
- Guidez, Amandine, Sourakhata Tirera, Stanislas Talaga, Guillaume Lacour, Romuald Carinci, Edith Darcissac, Damien Donato, Pascal Gaborit, Emmanuelle Clervil, Yanouk Epelboin, Benoit de Thoisy, Isabelle Dusfour, Jean-Bernard Duchemin et Anne

- Lavergne. 2024. Mosquito Feeding Habits in Coastal French Guiana: Mammals in the Crosshairs? *Insects* 15 (9). Consulté. <https://doi.org/10.3390/insects15090718>.
- Hamon, Jacques. 1953. "Etudes biologique et systématique des Culicinae de l'île de La Réunion." *Mem. Inst. Scient. Madagascar* 4: 521-541.
- Hendriks, P., E. Gay, M. Chazel, F. Moutou, C. Danan, C. Richomme, F. Boue, R. Souillard, F. Gauchard et B. Dufour. 2011. "OASIS: an assessment tool of epidemiological surveillance systems in animal health and food safety." *Epidemiol Infect* 139 (10): 1486-96. <https://doi.org/10.1017/s0950268811000161>.
- Hoch, A. L., F. P. Pinheiro, D. R. Roberts et M. L. Gomes. 1987. "Laboratory transmission of Oropouche virus by *Culex quinquefasciatus* Say." *Bull Pan Am Health Organ* 21 (1): 55-61.
- Houllier, François et Jean-Baptiste Merilhou-Goudard. 2016. "Les sciences participatives en France. État des lieux, bonnes pratiques et recommandations."
- IGAS. 2023. "Moyens et gouvernance de la politique de santé environnement, Rapport, IGAS N°2022 011R/IGF N°2022-M-006-02 / CGAAER N°21135/CGEDD N°014240-01/IGA N°22005R/IGESR N°2022-1."
- Jones, J. W., M. J. Turell, M. R. Sardelis, D. M. Watts, R. E. Coleman, R. Fernandez, F. Carbajal, J. E. Pecor, C. Calampa et T. A. Klein. 2004. "Seasonal distribution, biology, and human attraction patterns of culicine mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a forest near Puerto Almendras, Iquitos, Peru." *J Med Entomol* 41 (3): 349-60. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.3.349>.
- Julliard, Romain. 2012. "Vigie-Nature, un réseau de citoyens qui fait avancer la science." *La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques* (144): 42-47.
- Julliard, Romain. 2014. "Vigie Nature, un réseau de citoyens qui fait avancer la science." *Pour* 223 (3): 53-60.
- Julvez, Jean et Jean Mouchet. 1994. "Le Peuplement Culicidien des îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien.: l'Action de l'Homme dans l'Importation des Espèces d'Intérêt Médical." *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 30 (4): 391-401. <https://doi.org/10.1080/21686351.1994.12277873>.
- Jupp, P. G., A. Kemp, A. Grobbelaar, P. Lema, F. J. Burt, A. M. Alahmed, D. Al Mujalli, M. Al Khamees et R. Swanepoel. 2002. "The 2000 epidemic of Rift Valley fever in Saudi Arabia: mosquito vector studies." *Med Vet Entomol* 16 (3): 245-52. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2002.00371.x>.
- Krebs, Thomas, Philippe Bindler, Grégory L'Ambert, Céline Toty, Yvon Perrin et Frédéric Jourdain. 2014. "First establishment of *Aedes japonicus japonicus* (Theobald, 1901) (Diptera: Culicidae) in France in 2013 and its impact on public health." *Journal of Vector Ecology* 39 (2): 437-440. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jvec.12119>.
- Lamy, K., A. Tran, T. Portafaix, M. D. Leroux et T. Baldet. 2023. "Impact of regional climate change on the mosquito vector *Aedes albopictus* in a tropical island environment: La Réunion." *Science of The Total Environment* 875: 162484. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162484>.
- Lee, Liza, Shamir Mukhi et Christina Bancej. 2021. "Succès de la surveillance participative des maladies: le programme ActionGrippe." *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 47 (9): 390-2.
- Lefrançois, T., P. Hendriks, N. Vachiéry, N. Ehrhardt, M. Millien, L. Gomez, L. Gouyet, G. Gerbier, V. Gongora, J. Shaw et M. Trotman. 2010. "Interaction between research and diagnosis and surveillance of avian influenza within the Caribbean animal health network (CaribVET)." *Transbound Emerg Dis* 57 (1-2): 11-4. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01120.x>.

- Lepère, Jf, L Collet, Ab Idaroussi et Bruno Pradines. 2023. "[Mayotte, a malaria-free island at last?]." *Médecine Tropicale et Santé Internationale. Magazine* 3 (1): mtsi.v3i1.2023.289. <https://doi.org/10.48327/mtsi.v3i1.2023.289>.
- Linthicum, Kenneth J., Seth C. Britch et Assaf Anyamba. 2016. "Rift Valley Fever: An Emerging Mosquito-Borne Disease\*." *Annual Review of Entomology* 61 (Volume 61, 2016): 395-415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023819>.
- Longaretti, Pierre-Yves. 2013. "« 10. Changements globaux »." In *Le développement durable à découvert, édité par Agathe Euzen, Laurence Eymard, et Françoise Gaill. Paris: CNRS Éditions*. <https://doi.org/doi:10.4000/books.editions-cnrs.10583>.
- Luneau, Aymeric, Élise Demeulenaere, Stéphanie Duvail, Frédérique Chlous et Romain Julliard. 2021. "Le tournant démocratique de la citizen science: sociologie des transformations d'un programme de sciences participatives." *Participations* 31 (3): 199-240.
- Lwande, Olivia Wesula, Vincent Obanda, Anders Lindström, Clas Ahlm, Magnus Evander, Jonas Näslund et Göran Bucht. 2020. "Globe-Trotting <i>Aedes aegypti</i> and <i>Aedes albopictus</i> : Risk Factors for Arbovirus Pandemics." *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 20 (2): 71-81. <https://doi.org/10.1089/vbz.2019.2486>.
- Manica, M., R. Rosà, A. Della Torre et B. Caputo. 2017. "From eggs to bites: do ovitrap data provide reliable estimates of *Aedes albopictus* biting females?" *PeerJ* 5: e2998. <https://doi.org/10.7717/peerj.2998>.
- Mannucci, Mélissa, Geoffroy Carrère et Philippe Terral. 2024. "Lutter ou « vivre avec » le moustique-tigre : adaptations citoyennes et relations à l'action publique plus formelle." *Revue française des affaires sociales* (1): 29. <https://doi.org/10.3917/rfas.241.0029>.
- McGregor, Bethany L., C. R. Connelly et Joan L. Kenney. 2021. Infection, Dissemination, and Transmission Potential of North American *Culex quinquefasciatus*, *Culex tarsalis*, and *Culicoides sonorensis* for Oropouche Virus. *Viruses* 13 (2). Consulté. <https://doi.org/10.3390/v13020226>.
- Métrás, R., W. J. Edmunds, C. Youssouffi, L. Dommergues, G. Fournié, A. Camacho, S. Funk, E. Cardinale, G. Le Godais, S. Combo, L. Filleul, H. Youssouf et M. Subiros. 2020. "Estimation of Rift Valley fever virus spillover to humans during the Mayotte 2018-2019 epidemic." *Proc Natl Acad Sci U S A* 117 (39): 24567-24574. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004468117>.
- Nolte, Kristopher, Felix Gregor Sauer, Jan Baumbach, Philip Kollmannsberger, Christian Lins et Renke Lühken. 2024. "Robust mosquito species identification from diverse body and wing images using deep learning." *Parasites & Vectors* 17 (1): 372. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06459-3>.
- OASIS-Anses. 2021. "Rapport d'évaluation OASIS - Evaluation du réseau de surveillance événementielle du moustique tigre."
- OMS. 1997. Protocol for the evaluation of epidemiological surveillance systems / prepared by Liverpool School of Tropical Medicine and Ministry of Health and Child Welfare, Zimbabwe. Geneva: World Health Organization.
- OMS. 2004. "Global strategic framework for integrated vector management." Dans *Global strategic framework for integrated vector management*.
- OMS. 2014. "Élimination du paludisme sur l'île de La Réunion: 40 ans plus tard."
- Padilla-Pozo, Álvaro, Frederic Bartumeus, Tomás Montalvo, Isis Sanpera-Calbet, Andrea Valsecchi et John R. B. Palmer. 2024. "Assessing and correcting neighborhood socioeconomic spatial sampling biases in citizen science mosquito data collection." *Scientific Reports* 14 (1): 22462. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73416-6>.
- Pagac, B. B., A. R. Spring, J. R. Stawicki, T. L. Dinh, T. Lura, M. D. Kavanaugh, D. B. Pecor, S. A. Justi et Y. M. Linton. 2021. "Incursion and establishment of the Old World

- arbovirus vector *Aedes* (*Fredwardsius*) *vittatus* (Bigot, 1861) in the Americas." *Acta Trop* 213: 105739. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105739>.
- PAHO. 2003. "Pan American Health Organization. Integrated Management Strategy for Dengue Prevention and Control (IMS-Dengue). Washington, D.C. (Resolution CD44.R9)."
- Pataki, B. A., J. Garriga, R. Eritja, J. R. B. Palmer, F. Bartumeus et I. Csabai. 2021. "Deep learning identification for citizen science surveillance of tiger mosquitoes." *Sci Rep* 11 (1): 4718. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83657-4>.
- Paternoster, Giulia, Sara Babo Martins, Andrea Mattivi, Roberto Cagarelli, Paola Angelini, Romeo Bellini, Annalisa Santi, Giorgio Galletti, Simonetta Pupella, Giuseppe Marano, Francesco Copello, Jonathan Rushton, Katharina D. C. Stärk et Marco Tamba. 2017. "Economics of One Health: Costs and benefits of integrated West Nile virus surveillance in Emilia-Romagna." *PLOS ONE* 12 (11): e0188156. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188156>.
- Petrić, M., E. Ducheyne, C. M. Gossner, C. Marsboom, G. Nicolas, R. Venail, G. Hendrickx et F. Schaffner. 2021. "Seasonality and timing of peak abundance of *Aedes albopictus* in Europe: Implications to public and animal health." *Geospat Health* 16 (1). <https://doi.org/10.4081/gh.2021.996>.
- PNSE4. 2021. "Plan National Santé-Environnement 4 (PNSE 4) : "un environnement, une santé" (2021-2025)."
- Ponçon, N., C. Toty, G. L'Ambert, G. Le Goff, C. Brengues, F. Schaffner et D. Fontenille. 2007. "Biology and dynamics of potential malaria vectors in Southern France." *Malar J* 6: 18. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-6-18>.
- Raele, Donato Antonio, Francesco Severini, Luciano Toma, Michela Menegon, Daniela Boccolini, Giovanni Tortorella, Marco Di Luca et Maria Assunta Cafiero. 2024. "Anopheles sacharovi in Italy: first record of the historical malaria vector after over 50 years." *Parasites & Vectors* 17 (1): 182. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06252-2>.
- Raude, Jocelyn, Kimberly Chinfatt, Peiching Huang, Charles Olivier Betansedi, Kenneth Katumba, Nicole Vernazza et Daniel Bley. 2012. "Public perceptions and behaviours related to the risk of infection with *Aedes* mosquito-borne diseases: a cross-sectional study in Southeastern France." *BMJ Open* 2 (6): e002094. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002094>.
- Reichl, Julia, Christina Prosegger, Sarah Petutschnig, Maria Sophia Unterköfler, Karin Bakran-Lebl, Mateusz Markowicz, Alexander Indra et Hans-Peter Fuehrer. 2024. "Comparison of a multiplex PCR with DNA barcoding for identification of container breeding mosquito species." *Parasites & Vectors* 17 (1): 171. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06255-z>.
- Richards, Stephanie L., Sheri L. Anderson, Cynthia C. Lord et Walter J. Tabachnick. 2012. "Effects of Virus Dose and Extrinsic Incubation Temperature on Vector Competence of *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) for St. Louis Encephalitis Virus." *Journal of Medical Entomology* 49 (6): 1502-1506. <https://doi.org/10.1603/ME12054>.
- Rios-Velásquez, Claudia M, Keillen M Martins-Campos, Rejane C Simões, Thiago Izzo, Edineuza V dos Santos, Felipe AC Pessoa, José BP Lima, Wuelton M Monteiro, Nágila FC Secundino et Marcus VG Lacerda. 2013. "Experimental *Plasmodium vivax* infection of key *Anopheles* species from the Brazilian Amazon." *Malaria journal* 12 (1): 460.
- Romi, R., M. Di Luca et G. Majori. 1999. "Current status of *Aedes albopictus* and *Aedes atropalpus* in Italy." *J Am Mosq Control Assoc* 15 (3): 425-7.
- RSI. 2005. "Règlement sanitaire international."
- Salvan, M. et Jean Mouchet. 1994. "*Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* à l'île de La Réunion." *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* 74 (4): 323-326.

- Schaffner, F., S. Chouin et J. Guilloteau. 2003. "First record of *Ochlerotatus* (Finlaya) japonicus japonicus (Theobald, 1901) in metropolitan France." *J Am Mosq Control Assoc* 19 (1): 1-5.
- Schaffner, Francis, Veerle Versteirt et Jolyon Medlock. 2014a. "Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe." *ECDC: Stockholm*.
- Scholte, E J, W Den Hartog, M Braks, C Reusken, M Dik et A Hessels. 2009. "First report of a North American invasive mosquito species *Ochlerotatus atropalpus* (Coquillett) in the Netherlands, 2009." *Eurosurveillance* 14 (45): 19400. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.2807/ese.14.45.19400-en>.
- Scholte, Ernst Jan, Marian T.A. Dik, Antonio Justicia, Wietse Den Hartog, Bruce Schoelitsz, M. Brooks, Marieta Braks et Marco Steeghs. 2012. "Findings and control of two invasive exotic mosquito species, *Aedes albopictus* and *Ae. atropalpus* (Diptera: Culicidae) in the Netherlands, 2011." *European Mosquito Bulletin* 30: 1-14.
- Sousa, Larissa Braz, Adam Craig, Upma Chitkara, Stephen Fricker, Cameron Webb, Craig Williams et Katherine Baldock. 2022. "Methodological diversity in citizen science mosquito surveillance: A scoping review." *Citizen Science: Theory and Practice* 7 (1): 1-19.
- Strasser, Bruno J, Jérôme Baudry, Dana Mahr, Gabriela Sanchez et Elise Tancoigne. 2019. "'Citizen science'? Rethinking science and public participation." *Science & Technology Studies* 32 (2): 52-76.
- Sudeep, A. B., S. Mohandas, S. R. Bhanarkar, Y. S. Ghodke et P. A. Sonawane. 2020. "Vector competence of *Aedes vittatus* (Bigot) mosquitoes from India for Japanese encephalitis, West Nile, Chandipura and Chittoor viruses." *J Vector Borne Dis* 57 (3): 234-239. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.311776>.
- Sudeep, A. B. et P. Shil. 2017. "*Aedes vittatus* (Bigot) mosquito: An emerging threat to public health." *J Vector Borne Dis* 54 (4): 295-300. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.225833>.
- Tantely, Michaël Luciano, Steven M. Goodman, Tsirinaina Rakotondranaivo et Sébastien Boyer. 2016. "Review of West Nile virus circulation and outbreak risk in Madagascar: Entomological and ornithological perspectives." *Parasite* 23.
- Tarantola, A., F. Eltges, V. Ardillon, T. Lernout, D. Sissoko, E. Kendjo, A. Achirafi, J. Thiria, C. Flamand, E. D'Ortenzio, S. Cohuet, I. Quatresous, P. Quenel, L. Filleul et M. Gastellu-Etchegorry. 2011. "Le paludisme en France : métropole et outre-mer." *Médecine et Maladies Infectieuses* 41 (6): 301-306. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.medmal.2011.02.004>.
- Toty, Céline, Hélène Barré, Gilbert Le Goff, Isabelle Larget-Thiéry, Nil Rahola, Daniel Couret et Didier Fontenille. 2010. "Malaria risk in Corsica, former hot spot of malaria in France." *Malaria Journal* 9: 1-8.
- Turell, M Jones, JW Jones, MR Sardelis, DJ Dohm, RE Coleman, DM Watts, R Fernandez, C Calampa et TA Klein. 2000. "Vector competence of Peruvian mosquitoes (Diptera: Culicidae) for epizootic and enzootic strains of Venezuelan equine encephalomyelitis virus." *Journal of medical entomology* 37 (6): 835-839.
- Versteirt, V., E. M. De Clercq, D. M. Fonseca, J. Pecor, F. Schaffner, M. Coosemans et W. Van Bortel. 2012. "Bionomics of the established exotic mosquito species *Aedes koreicus* in Belgium, Europe." *J Med Entomol* 49 (6): 1226-32. <https://doi.org/10.1603/me11170>.
- Viginier, B, C Bellet, M Le Tyrant, N Benyamina, A Lagoutte, M Mathon, L Colin-Moreau, C Di Benedetto, F Arnaud et M Ratinier. 2024. "Mous' Team: Une expérience de sciences participatives pour améliorer la cartographie du moustique-tigre dans la Métropole de Lyon." Journée d'animation scientifique du département santé animale INRAe.

- Vitousek, Peter M. 1994. "Beyond global warming: ecology and global change." *Ecology* 75 (7): 1861-1876.
- Walther, Doreen et Helge Kampen. 2017. "The Citizen Science Project 'Mueckenatlas' Helps Monitor the Distribution and Spread of Invasive Mosquito Species in Germany." *Journal of Medical Entomology* 54 (6): 1790-1794. <https://doi.org/10.1093/jme/tjx166>.
- Wójcik, Oktawia P., John S. Brownstein, Rumi Chunara et Michael A. Johansson. 2014. "Public health for the people: participatory infectious disease surveillance in the digital age." *Emerging Themes in Epidemiology* 11 (1): 7. <https://doi.org/10.1186/1742-7622-11-7>.

## 8.2. Normes

AFNOR. 2003. NF X 50-110 *Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise*. AFNOR (indice de classement X 50-110).

ISO (International Organization for Standardization). 1997. *Information and Documentation - Rules for the Abbreviation of Title Words and Titles of Publications*. ISO 4:1997. Paris: ISO.

## 8.3. Législation et réglementation

Décret n°2019-258 du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies à transmission vectorielle, la mise en œuvre des missions de surveillance entomologique et d'intervention autour des nouvelles implantations de moustiques vecteurs et des cas suspects d'arboviroses a été confiée aux ARS. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038318199>

Arrêté du 23 juillet 2019 relatif aux modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique, d'intervention autour des détections et de prospection, traitement et travaux autour des lieux fréquentés par les cas humains de maladies transmises par les moustiques vecteurs. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038829411/>

---

# ANNEXES

---

# Annexe 1 : Lettre de saisine

2023-SA-0004

**Direction générale de  
la santé**

SOUS-DIRECTION VEILLE ET SECURITE SANITAIRE  
BUREAU DES RISQUES INFECTIEUX EMERGENTS ET DES VIGILANCES  
Affaire suivie par :  
Alexis PERNIN  
Tél. : 01.40.56. 61.12  
[alexis.pemin@sante.gouv.fr](mailto:alexis.pemin@sante.gouv.fr)

Paris, le 12 OCT. 2022

Nos réf. : D-22-015493

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur Benoît VALLET  
Directeur Général de l'agence  
nationale de sécurité sanitaire,  
de l'alimentation, de l'environnement  
et du travail

**Objet :** Saisine relative à l'amélioration de la surveillance du moustique tigre *Aedes albopictus* via le site signalement-moustique.

Depuis 2014, le dispositif de surveillance entomologique du moustique tigre *Aedes albopictus*, basé sur un réseau sentinelle de pièges pondoirs, a été complété d'un dispositif de surveillance « passive » reposant sur le site Internet [www.signalement-moustique.fr](http://www.signalement-moustique.fr). Ce site a été ouvert au grand public dans le but de permettre à la population de signaler des spécimens de moustiques susceptibles de correspondre à *Aedes albopictus*. Depuis son déploiement, ce site a prouvé son efficacité quant à sa capacité à suivre le front de progression de ce vecteur sur le territoire national et sa plus-value dans le dispositif de surveillance entomologique d'*Aedes albopictus*. Cependant, ce site, dont la gestion a été confiée à l'ANSES par la DGS depuis 2018, nécessite des améliorations techniques, car les multiples modifications apportées depuis 2014 rendent son implémentation difficile.

En parallèle, une initiative européenne, le projet AIM-COST (<https://www.aedescost.eu/>), développe et déploie à l'échelle européenne un outil de surveillance des moustiques vecteurs, Mosquito Alert<sup>1</sup>, actuellement en œuvre dans 18 pays européens.

Afin de définir les besoins et d'établir des recommandations en vue d'un cahier des charges pour un nouveau site "Signalement-moustique", le groupe de travail devra notamment :

- prendre en considération les recommandations issues de l'évaluation OASIS du dispositif de surveillance du moustique tigre et étudier la faisabilité de leur mise en œuvre ;
- proposer la mise en place de nouvelles fonctionnalités, notamment le signalement de gîtes larvaires dans l'optique d'en informer les collectivités locales (cf. Enjeu n°5, action 1 du plan national d'adaptation au changement climatique), ainsi que la collecte de données sur la bio-écologie d'*Aedes albopictus* (heure, lieu (intérieur/extérieur) et fréquence d'exposition aux piqûres...);

<sup>1</sup> Site de surveillance citoyenne développé par le CREAM, le CEAB-CSIC et l'ICREA en Espagne.

14 avenue Duquesne – 75350 Paris 07 SP  
Tél. 01 40 56 60 00 - [www.social-sante.gouv.fr](http://www.social-sante.gouv.fr)

Le traitement de vos données est nécessaire à la gestion de votre demande et entre dans le cadre des missions confiées aux ministères sociaux.  
Conformément au règlement général sur la protection des données (RGPD), vous pouvez exercer vos droits à l'adresse [dgs.rgd@sante.gouv.fr](mailto:dgs.rgd@sante.gouv.fr) ou par voie postale.  
Pour en savoir plus : <https://sol.paris-sante.gouv.fr/ministere/article/les-donnees-personnelles-et-cookies>

- élargir la réflexion, sur la base de données scientifiques, pour évaluer la pertinence et l'efficacité qui pourraient être attendues de permettre via signalement-moustique la surveillance d'autres moustiques/vecteurs d'intérêt en santé humaine ;
- étudier la faisabilité d'interconnecter l'outil de signalement citoyen "Signalement-moustique" à Mosquito Alert pour entrer dans une dynamique européenne harmonisée et contribuer à la mise en place d'une surveillance entomologique uniformisée à l'échelle européenne, tout en répondant aux besoins nationaux, en particulier à ceux du SI-LAV<sup>2</sup>.
- faire des propositions pour organiser la gouvernance et l'expertise nécessaires en vue d'assurer un fonctionnement efficace et pérenne du site.

Je souhaite disposer de votre avis dans les 24 mois à compter de la création du groupe de travail en charge de ce dossier.

Mes services se tiennent à votre disposition pour toute question complémentaire.

  
Jérôme SALOMON

<sup>2</sup> Système d'information national de la DGS relatif à la lutte antivectorielle.

## Annexe 2 : Mosquito Alert, un dispositif espagnol de surveillance participative des moustiques vecteurs à ambition internationale

Il existe plusieurs dispositifs nationaux de surveillance participative des moustiques vecteurs développés à travers le monde (Sousa *et al.* 2022). Parmi ceux-ci, seul l'outil développé en Espagne, Mosquito Alert (<https://www.mosquitoalert.com/en>) a une ambition internationale.

### Présentation de l'outil

Mosquito Alert est un projet académique mis en place en 2014 en Espagne par un groupe de scientifiques de divers instituts de recherche : CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals), UPF (Universitat Pompeu Fabra) ICREA (Institució Catalana de Investigació y Estudios Avanzados) et CEAB-CSIC (Centro de Estudios Avanzados de Blanes). L'outil constitue une plateforme innovante de surveillance et sciences participatives qui grâce à une application mobile, vise à renforcer la lutte contre les maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques, améliorer la sensibilisation des populations et soutenir la recherche scientifique grâce à l'implication active des citoyens.

À son lancement, Mosquito Alert était conçu pour identifier prioritairement les moustiques invasifs et d'intérêt sanitaire en Espagne, c'est-à-dire les quatre principales espèces invasives d'*Aedes* (*Ae. albopictus*, *Ae. aegypti*, *Ae. koreicus*, *Ae. japonicus*), ainsi que *Culex pipiens*.

Les signalements sont réalisés à l'aide d'une application mobile (Figure 10) sur laquelle les utilisateurs téléchargent leur photographie. Celle-ci est accompagnée de la localisation de l'observation et d'autres informations nécessaires à l'identification de l'espèce.

L'application permet également de signaler des gîtes larvaires dans l'espace public. Elle peut également être utilisée pour signaler des piqûres de moustiques (nombre, lieu).

Depuis juin 2014<sup>61</sup>, Mosquito Alert a reçu près de 200 000 signalements provenant de plus de 67 000 citoyens issus de 183 pays. Parmi ces signalements, 54 % étaient des signalements de moustiques, 35 % de piqûres de moustiques et environ 10 % des gîtes larvaires (Padilla-Pozo *et al.* 2024).

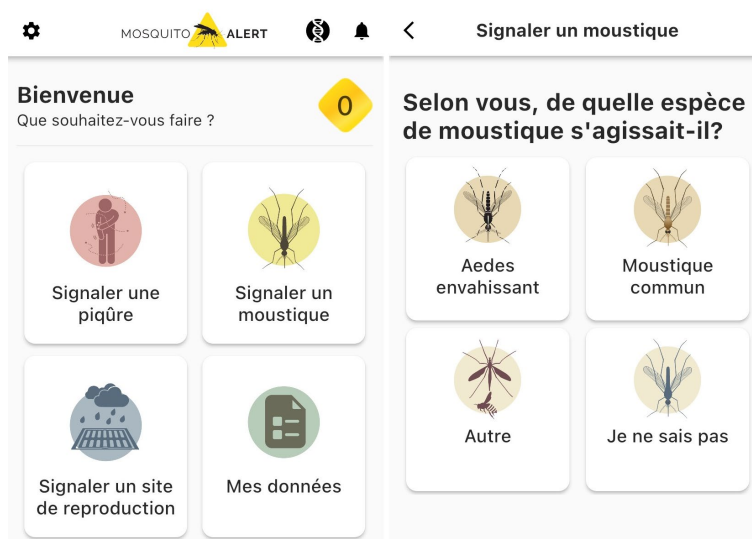


Figure 10 : Pages d'accueil (à gauche) et de signalement (à droite) de l'application Mosquito Alert

<sup>61</sup> Pour les dernières statistiques à jour, voir : <https://labs.mosquitoalert.com/participation/>

### Validation des signalements

Pour gagner en efficacité pour l'identification des espèces, Mosquito Alert a développé une IA pour l'identification des différentes espèces de moustiques. Le système d'IA suit un modèle en deux étapes, combinant la détection d'objets et l'identification des espèces :

- la première étape, fondée sur un modèle de détection d'objet (YOLOv8), détecte avec une précision supérieure à 99 % les moustiques dans les images. Si aucun objet ressemblant à un moustique n'est détecté, l'image est filtrée comme étant hors sujet ;
- la deuxième étape utilise EfficientNet<sup>62</sup>\_v2 pour classer les espèces (notamment les cinq espèces cibles) dans les catégories suivantes :
  - le genre *Aedes* (dont quatre espèces cibles sont classées au niveau de l'espèce : *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Aedes japonicus*, *Aedes koreicus*) ;
  - le genre *Anopheles* (classée au niveau du genre uniquement) ;
  - le genre *Culex* (dont une seule espèce cible est classée au niveau de l'espèce : *Culex pipiens*) ;
  - le genre *Culiseta* (classée au niveau du genre uniquement) ;
  - « Autres » : "autre", "complexe" ou "Hors sujet".

La plupart des catégories comprennent des sous-catégories.

En outre, pour les images d'espèces non ciblées et les images de faible qualité (par exemple, les moustiques flous ou écrasés), le classificateur a la possibilité de les étiqueter comme :

- "Autres espèces" pour les premières,
- "Pas sûr/Incertain" pour les autres.

Ces étiquettes permettent de concentrer les efforts des experts sur les signalements les plus pertinents.

Le système d'IA développé est léger en termes de ressources informatiques. Il est entraîné périodiquement à l'aide de ressources externes du CSIC et, une fois entraîné, il stocke les données sur le serveur de production de Mosquito Alert sans nécessiter de processeur graphique ou GPU (de l'anglais *graphics processing unit*).

Pour le moment, les signalements sont tous validés par des experts entomologistes dont l'un au moins est un expert national, qui vérifient et confirment les identifications des espèces, ce qui assure leur fiabilité et leur pertinence pour la recherche scientifique.

Les signalements seront bientôt partiellement validés par l'IA dans les cas où le système a démontré une grande précision pour certaines espèces (Audition Frédéric Bartemeus & Roger Eritja).

---

<sup>62</sup> EfficientNet est une famille de réseaux de neurones à convolution (*convolutional neural networks*, CNN).

### **Technique utilisée et propriété des données**

Mosquito Alert est un projet développé en *Open source*<sup>63</sup>. Le code source est libre et accessible gratuitement, le logiciel pouvant facilement être utilisé. L'application est disponible gratuitement sur les plateformes Apple et Android.

Les langages (Java, JavaScript, Python, Objective-C et HTML) et technologies informatiques utilisés dans le cadre du projet Mosquito Alert sont déjà couramment utilisés pour ce type d'application, avec un risque d'obsolescence faible.

La base de données des signalements est stockée dans des serveurs appartenant au CEAB. Elle peut être consultée par une carte interactive ou par la conception de script en Python pour des requêtes spécifiques.

Les données collectées sont stockées par Mosquito Alert et appartiennent aux organismes espagnols.

### **Restitution des résultats**

Tous les signalements de moustiques adultes sont instantanément analysés par une IA, fournissant aux utilisateurs un résultat préliminaire en moins de 15 minutes (Audition de Frédéric Bartumeus & Roger Eritja).

Les images sont stockées, annotées, classées et une notification est ensuite envoyée au déclarant pour indiquer le résultat de la catégorisation du signalement. Les signalements accompagnés d'une photo, sont affichés de manière anonyme et localisés (à l'échelle d'une rue, voire d'une maison) sur une carte accessible au public (<https://map.mosquitoalert.com/en>).

Après la classification, Mosquito Alert peut également envoyer des alertes aux équipes régionales en charge de la surveillance lorsqu'une espèce est détectée dans une zone qui n'avait pas été signalée auparavant.

À noter que Mosquito Alert a montré son efficacité pour la première détection de l'installation de l'espèce invasive *Ae. japonicus* dans les Asturies, dans le nord de l'Espagne (Eritja *et al.* 2019).

### **Modélisation et analyse des résultats**

À partir des données recueillies, un modèle prédisant la probabilité de rencontrer notamment un moustique *Ae. albopictus* dans une région donnée a été développé et utilisé par l'Espagne. Les prévisions sont mensuelles et fondées sur les observations passées pour le mois en question et sont mises à jour en temps réel avec les observations de l'année en cours ; le modèle tient compte du nombre d'appareils équipés de l'application Mosquito Alert dans la région considérée, ainsi que de la qualité et de la quantité des signalements envoyés.

Au-delà de ces prévisions mensuelles, Big Mosquito Bytes est un projet qui propose d'utiliser Mosquito Alert et le Big Data pour prédire en temps réel l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs, et d'analyser, sur la base de quelques cas isolés, là où il est le plus probable qu'un foyer épidémique se développe. L'objectif final est de fournir un outil d'alerte précoce aux agences de santé publique, afin qu'elles identifient les endroits où le risque de transmission est le plus élevé pour une gestion entomologique et sanitaire plus ciblée et plus

---

<sup>63</sup> Il s'agit de logiciels dont le code est accessible, modifiable et partageable par d'autres développeurs afin de le faire évoluer. Le « code source ouvert » se distingue du « logiciel propriétaire » qui implique l'achat d'une version compilée au sein d'un agrégat logiciel.

efficace. Dans cette optique, des modèles mathématiques dynamiques et spatiaux sont en cours de développement, alimentés par des données en temps réel provenant de Mosquito Alert, des informations provenant des services de contrôle des moustiques, des données climatiques et environnementales, ainsi que des données socio-démographiques de la population humaine. À terme, les modèles incluront également des données sur la mobilité humaine provenant de X (tweets géolocalisés), de téléphones portables et d'autres sources, ainsi que la mise à jour des données épidémiologiques relatives aux cas, tant autochtones qu'importés. Le projet vise également à étudier si l'inégalité sociale croissante dans les zones urbaines se traduit par une inégalité des risques sanitaires liés aux maladies à transmission vectorielle liées aux moustiques (Padilla-Pozo *et al.* 2024).

### **Communication et animation**

La promotion locale joue un rôle crucial dans la réussite de l'engagement communautaire en instaurant la confiance, en augmentant la participation et en garantissant un engagement à long terme.

Pour Mosquito Alert, une équipe de deux personnes est dédiée à la communication et à la visibilité du projet en Espagne afin d'attirer de nouveaux utilisateurs et de fidéliser ceux qui existent déjà. Elle gère le site web, les médias sociaux, les communiqués de presse, les relations avec les médias et les campagnes de sensibilisation en collaboration avec les institutions de santé publique.

En outre, un programme éducatif touche chaque année environ 2 000 élèves dans 50 centres éducatifs dans le pays où les élèves sont encouragés à "cartographier" les sites de reproduction autour de leur école pour sensibiliser l'opinion publique.

### **Lien avec les autorités sanitaires**

L'équipe en charge de Mosquito Alert étudie des pistes et a déjà conclu des accords afin de permettre aux autorités sanitaires des communautés autonomes<sup>64</sup> ou de certaines municipalités espagnoles de pouvoir bénéficier de l'outil pour sa surveillance (Audition Frédéric Bartumeus). Ainsi par exemple, l'unité de contrôle des vecteurs de l'agence de santé publique de la ville de Barcelone (ASPB) surveille les rapports de Mosquito Alert sur la carte et les utilise avec ses propres données pour classer les zones à risque. En outre, et c'est encore plus pertinent pour le service public, lorsqu'un utilisateur signale un problème dans une zone publique, l'ASPB peut le vérifier, mettre en œuvre des actions, puis fournir un retour d'information sur les résultats à l'utilisateur par le biais d'une notification personnalisée avec le logo de l'ASPB. L'équipe de Mosquito Alert travaille également avec le gouvernement régional de Galice.

En tant que système de surveillance, Mosquito Alert fournit un système d'alerte précoce et tout le monde peut consulter les cartes établies. Toutefois, si une espèce s'introduit pour la première fois à un endroit, un avertissement est envoyé immédiatement aux autorités locales (ainsi qu'au ministère de la santé) en Espagne sans attendre l'apparition sur la carte (qui peut parfois être un peu lente en raison du processus de validation). Toutes les données sont publiques, il n'y a donc pas de niveaux d'accès différents. Toutefois, les agences publiques

---

<sup>64</sup> L'Espagne est divisée en 17 *comunidades autónomas* (communautés autonomes) et deux villes autonomes. Le système de santé espagnol est un système décentralisé. Un décret du 1<sup>er</sup> janvier 2002 a délégué les compétences aux communautés autonomes. Les 17 gouvernements sont donc responsables de leur politique de santé.

qui ont conclu des accords de collaboration avec Mosquito Alert bénéficient de services supplémentaires (possibilité d'envoyer des notifications à des téléphones portables spécifiques par exemple).

### Annexe 3 : Autres exemples de dispositifs de surveillance participative des moustiques vecteurs : Surveillance moustiques, ZanzaMapp, Muggenradar et Mosquito Alert en Autriche

Il existe plusieurs dispositifs nationaux de surveillance participative des moustiques vecteurs développés à travers le monde (Sousa *et al.* 2022). Certains, comme Mosquito Alert (Annexe 2) sont portés par des équipes de recherche. D'autres, comme Surveillance moustiques, sont mis en œuvre par des autorités sanitaires. Les objectifs peuvent donc être différents.





#### Surveillance des moustiques vecteurs en Belgique

En Belgique, la surveillance des moustiques vecteurs a fait l'objet depuis 2007 de nombreuses activités de surveillance active par piégeage menées à travers plusieurs projets, notamment aux points d'entrée et concernant les espèces invasives d'installation récente dans le pays : *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*. Le site Internet "Surveillance Moustiques" (<https://surveillancemoustiques.be/>) a été lancé en 2022. Il s'est inspiré du modèle français de Signalement-moustique.

Depuis 2025, la surveillance des moustiques est coordonnée par Sciensano<sup>65</sup> en collaboration avec l'Institut de Médecine Tropicale (IMT) d'Anvers et plusieurs partenaires régionaux<sup>66</sup>.

Actuellement, seul le moustique tigre (*Ae. albopictus*) fait l'objet d'une surveillance participative en Belgique. En 2022, le site a reçu 304 signalements. Depuis, leur nombre augmente chaque année : 803 en 2023 et 1 289 en 2024 (Tableau 6).

Tableau 6 : Nombre de signalements reçus sur Surveillance-moustique

	2022	2023	2024
	304	803	1289
	143 (47%)	534 (67%)	942 (81%)
	12	29	47
	8	16	12

Au moment de la rédaction de ce rapport, à chaque signalement de moustique tigre reçu et confirmé par une photo, le citoyen est contacté afin de confirmer l'adresse de l'observation et d'obtenir des informations complémentaires notamment sur la nuisance subie. L'Institut de

<sup>65</sup> Sciensano est responsable de la surveillance épidémiologique de plusieurs maladies à transmission vectorielle touchant les humains et/ou les animaux, ainsi que de la surveillance participative des moustiques exotiques du genre *Aedes* en Belgique. L'IMT d'Anvers a, de plus, en charge les activités de surveillance active sur le terrain.

<sup>66</sup> Pour l'historique de la surveillance des moustiques vecteurs invasifs en Belgique : (Deblauwe *et al.* 2022).

Médecine Tropicale d'Anvers est informé du signalement positif et décide par la suite de se rendre ou non sur place afin d'effectuer des prospections larvaires. Les informations sont également communiquées à la commune d'où a été fait le signalement, ainsi qu'aux autorités régionales pour la santé et pour l'environnement, responsables de la prévention et de la lutte contre les maladies à transmission vectorielle.

Les données sont également analysées pour suivre l'évolution temporelle de la situation en Belgique. Le nombre de moustiques tigrés et les métadonnées sont utilisés pour classer les communes en différents scénarios (voir Tableau 7).

**Tableau 7 : les différents scénarios élaborés pour illustrer la situation du moustique tigre en Belgique**

Niveau	Scénario correspondant
0	Aucun moustique tigre n'a été signalé, mais il existe un risque d'introduction
1	Signalement de moustique tigre
2	Suspicion d'hivernage local (population capable de survivre à l'hiver) et d'implantation locale du moustique tigre
3	Le moustique tigre est répandu dans la région

Cette classification aide les communes à sensibiliser la population en conséquence. Ce tableau de bord est accessible au public. Ainsi, tous les citoyens peuvent voir dans quel « scénario » se trouve leur localité en fonction de la présence signalée de moustiques tigres. De plus, les données sont également utilisées en combinaison avec les données de la notification obligatoire des cas de dengue, chikunguya et Zika.

### ZanzaMapp en Italie

Le projet ZanzaMapp (<https://www.zanzamapp.it/>) mené en Italie par des équipes de recherche vise, notamment, à permettre aux utilisateurs de déclarer la présence et la quantité de moustiques piquant l'être humain, à s'informer et à suivre la nuisance des moustiques avec des données et des cartes mises à jour en temps réel, permettant d'évaluer les zones dans lesquelles il convient d'intervenir afin de réduire la nuisance pour la population et de prévenir le risque vectoriel. Pour cela, les données recueillies à l'aide d'une application de surveillance participative ont fait l'objet d'une étude comparative avec celles issues d'une surveillance entomologique active menée dans une île touristique du golfe de Naples, permettant aux auteurs de conclure que les données recueillies par l'application pouvaient être exploitées pour approximer l'abondance des moustiques et l'exposition de l'être humain aux moustiques vecteurs (Caputo *et al.* 2020).

À noter cependant que l'exploitation des données telle que réalisée dans ce projet a fait appel à des compétences avancées en termes de statistiques et de modélisation apportées par l'équipe de recherche porteuse du projet. Il est à noter également que si les programmes d'exploitation de données ont été développés sous R et sont en libre accès (*open source*), ils sont néanmoins formatés sur les données recueillies par Zanzamap et les bases de données italiennes.

Enfin, il semblerait qu'il soit prévu que ce site soit remplacé par Mosquito Alert pour rejoindre l'intégration à l'échelle européenne.

## Muggenradar aux Pays-Bas

Le projet Muggenradar (<https://www.buienradar.nl/nederland/gezondheid/muggenradar>) est un outil de science citoyenne fondé sur une cartographie collaborative en ligne et porté par une équipe de recherche multidisciplinaire et développé aux Pays-Bas. Il est ouvert au grand public pour permettre, entre autres, de signaler les moustiques et les nuisances causées par ces derniers. Celles-ci peuvent être signalées tout au long de l'année ; le grand public étant parfois activement encouragé à le faire au cours de périodes spécifiques et à envoyer des spécimens de moustiques observés au laboratoire pour un examen plus approfondi, comprenant des analyses génétiques ou la recherche d'agents pathogènes. Ces spécimens de moustiques peuvent donc être utilisés pour étudier la distribution, l'activité et les préférences d'hôtes propres à chaque espèce. Les données ainsi recueillies ont permis de produire des cartes de nuisance culicidienne mettant en évidence une distribution spatiale hétérogène à l'échelle du pays. Elles ont également permis de mettre en évidence un lien positif entre cette nuisance et les températures élevées.

Cependant, aucune évaluation de ce dispositif portant notamment sur la spécificité de la nuisance déclarée avec une espèce donnée de moustique ne figure sur la plateforme. Aucun exemple ou illustration n'est non plus donné concernant l'utilité des données produites pour piloter les actions de LAV.

Enfin, il semble que l'évolution de ce dispositif aille également vers une intégration dans un dispositif européen reposant sur le projet Mosquito Alert.

## Mosquito Alert en Autriche

En Autriche, Mosquito Alert a été adopté en 2020 dans le cadre du déploiement de cette application à l'échelle européenne avec l'initiative AIM-COST. L'application a été traduite en allemand dans ce cadre. La surveillance des moustiques, active ou participative par Mosquito Alert, est coordonnée par l'Agence autrichienne pour la sécurité sanitaire et alimentaire (Dusfour *et al.*) et menée en collaboration avec d'autres experts nationaux de Vetmeduni Vienna et de l'Université de Vienne et le portail *Österreich forscht*.

Cette initiative de science citoyenne permet aux habitants de signaler des moustiques exotiques invasifs comme *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus* ou *Ae. koreicus*, en envoyant une photo et la localisation sur une application mobile gratuite. Les signalements sont vérifiés par des entomologistes experts et intégrés à la cartographie nationale, contribuant ainsi à la surveillance et à la détection précoce des foyers d'implantation de ces moustiques invasifs. Le résultat est ensuite communiqué à l'utilisateur et est également accessible au public sur le site web du projet ([www.mosquitoalert.com/en](http://www.mosquitoalert.com/en)). Il n'y a pas de site web dédié en Autriche, seule l'application est en allemand, et les données sont consignées dans la base de données internationale (en anglais). Mosquito Alert fait l'objet d'une page web sur le site de l'AGES<sup>67</sup>.

Des rapports annuels des signalements, de leur répartition et de la progression des moustiques d'intérêt en Autriche sont réalisés, comme celui de 2024<sup>68</sup>.

---

<sup>67</sup> [https://www.ages.at/en/research/project-highlights/mosquito-alert?sword\\_list%5B0%5D=mosquito&sword\\_list%5B1%5D=alert&no\\_cache=1](https://www.ages.at/en/research/project-highlights/mosquito-alert?sword_list%5B0%5D=mosquito&sword_list%5B1%5D=alert&no_cache=1)

<sup>68</sup> [https://www.ages.at/en/research/wissen-aktuell/detail/mosquito-alert-jahresbericht-2024?sword\\_list%5B0%5D=alert&sword\\_list%5B1%5D=mosquito&no\\_cache=1](https://www.ages.at/en/research/wissen-aktuell/detail/mosquito-alert-jahresbericht-2024?sword_list%5B0%5D=alert&sword_list%5B1%5D=mosquito&no_cache=1)

L'utilisation de Mosquito Alert connaît une croissance rapide en Autriche : seulement 15 signalements enregistrés en 2020 (année du lancement), contre 259 en 2021, 1 042 en 2022, 2 955 en 2023, et 4 577 en 2024. Parmi ces derniers, 517 correspondaient à des *Ae. albopictus*, 251 des *Ae. japonicus* et 3 des *Ae. koreicus*.

## Annexe 4 : Présentation de la méthode OASIS

La méthode OASIS (Hendrikx *et al.* 2011) a été développée à partir de plusieurs méthodes d'évaluation (OMS 1997; B. Dufour 1999; Lefrançois *et al.* 2010; CDC 1988) pour réaliser une analyse approfondie du fonctionnement et de la qualité d'un dispositif de surveillance épidémiologique et faciliter l'identification et la formulation de recommandations pour son amélioration. Il s'agit d'un véritable audit du fonctionnement d'un dispositif de surveillance.

L'audit est conduit par une équipe d'évaluation composée de membres externes (c'est-à-dire n'occupant pas de fonction dans le pilotage, l'animation ou la coordination du dispositif) et de membres internes (habituellement le ou les animateurs) au dispositif de surveillance évalué. De manière générale, l'équipe d'évaluation cherche un consensus ; en cas éventuel de désaccord, le dernier mot de l'évaluation revient aux membres externes de l'équipe.

Il existe deux manières d'appliquer la méthode OASIS : i) la manière dite approfondie qui repose sur des entretiens de toutes les parties prenantes du dispositif et qui est donc détaillée mais chronophage (habituellement au minimum une quinzaine de jours de travail) et, ii) la manière dite « flash » sans entretien et reposant seulement sur l'information documentaire disponible et les avis de l'équipe de notateurs. Dans le cas de la surveillance d'*Ae. albopictus* avec le site Signalement-moustique, c'est la méthode flash qui a été utilisée en raison du temps disponible pour effectuer l'évaluation.

Dans tous les cas, la méthode OASIS est fondée sur un questionnaire détaillé permettant de collecter toutes les informations nécessaires à une description précise du fonctionnement et des résultats opérationnels du dispositif de surveillance évalué. Ce questionnaire est divisé en dix sections qui approfondissent chacune un compartiment ou un ensemble d'activités du dispositif de surveillance (objectifs et contexte de la surveillance, organisation institutionnelle centrale, organisation institutionnelle de terrain, laboratoire, outils de surveillance, modalités de surveillance, gestion des données, formation, communication, évaluation). Chaque section est composée d'un certain nombre de critères (variable en fonction des sections : de 4 à 14 critères) permettant d'explorer le fonctionnement de la section.

Chacun des critères composants chacune des dix sections fait ensuite l'objet d'une évaluation semi quantitative aboutissant à une notation. La notation est effectuée par une équipe qui, outre l'équipe d'évaluation, comprend des représentants de chacun des types d'acteurs du dispositif (terrain, local et national). La journée de notation doit permettre de trouver un consensus parmi les participants pour noter chacun des critères.

La notation de chaque critère s'effectue de 0 à 3 (selon le niveau de conformité par rapport à ce qui est attendu) et s'appuie sur un guide qui comporte un descriptif des conditions d'application de chacune des notes de manière à guider l'équipe de notation et à assurer un certain niveau de standardisation de cette notation. La notation d'un critère peut s'accompagner d'un commentaire détaillant par exemple les raisons du choix effectué. À la fin de la notation de tous les critères d'une section, un commentaire général peut être formulé pour cette section en orientant notamment vers des recommandations pour l'amélioration de la situation et du fonctionnement de cette partie du dispositif.

Lorsque l'ensemble du questionnaire est rempli et toutes les notes attribuées, les résultats de l'évaluation sont exprimés sous forme de trois graphiques complémentaires qui sont présentés à l'équipe de notation :

- Fonctionnement et situation générale du dispositif représenté par 10 graphiques en secteur (un par section). Chaque graphique en secteur représente, pour chaque section,

la note obtenue par rapport à la note maximale attribuable à la section. Cette présentation permet une expression visuelle du niveau de satisfaction du fonctionnement du dispositif dans son ensemble. Accompagné des commentaires et recommandations effectués pour chaque section, ce mode de représentation identifie facilement les sections qui demandent le plus d'attention et permet également de faire un suivi dans le temps à la faveur de nouvelles évaluations.

- Analyse des points critiques : Les notes des critères d'évaluation sont associées et pondérées de manière à apprécier chacun des sept points critiques identifiés par la méthode d'évaluation des réseaux de surveillance (B. Dufour 1999). Le résultat se présente sous la forme d'un histogramme comportant une barre pour chaque point critique (objectifs, échantillonnage, animation, outils, recueil et circulation des données, traitement et interprétation, diffusion de l'information). Le résultat 2 permet donc de pointer spécifiquement le niveau de contrôle des points critiques du dispositif de surveillance. Ce résultat est utile pour proposer des améliorations pertinentes au fonctionnement du dispositif de surveillance.
- Analyse des attributs de qualité : les attributs de qualité sont ceux élaborés par les CDC aux USA et l'OMS (OMS 1997; CDC 1988). Chaque attribut de qualité est noté en associant et en pondérant, pour chacun, un certain nombre des critères notés au cours de la première étape de la méthode. Ceci permet d'aboutir à une estimation du niveau de réalisation de chaque attribut de qualité sans avoir à effectuer de nouvelle notation. Ces critères de qualité, sont au nombre de dix : la sensibilité, la spécificité, la représentativité, la rapidité, la flexibilité, la fiabilité, la stabilité, l'acceptabilité, la simplicité et l'utilité. Une représentation au format « radar » avec un axe par attribut de qualité et la représentation de la note obtenue par rapport à la note maximale attribuable permet de visualiser facilement les attributs forts et les attributs plus faibles du dispositif.

Une fois que l'équipe de notation a pris connaissance des trois sorties, les recommandations qui ont été formulées critère par critère, sont reprises et permettent au groupe de proposer des recommandations plus générales et prioritaires qui sont validées par consensus.

L'audit fait ensuite l'objet d'un rapport final remis au demandeur de l'évaluation. Ce rapport présente et justifie les principaux résultats et les principales recommandations hiérarchisées. Il est rédigé d'abord par les membres externes de l'équipe d'évaluation puis corrigé et complété par les membres interne.

## Annexe 5 : Recommandations issues de l'évaluation OASIS

Le Tableau 8 présente les recommandations issues de l'évaluation OASIS réalisée en 2021. Ces recommandations ont servi de base aux réflexions du groupe de travail (GT) concernant l'évolution du dispositif de surveillance participative des moustiques vecteurs.

Une partie des analyses et propositions formulées dans le rapport s'appuie en effet sur ces recommandations. Le Tableau 8 synthétise, pour chaque recommandation, la manière dont elle a été prise en compte par le GT, les propositions formulées en conséquence, ainsi que les objectifs associés à leur mise en œuvre. Dans la mesure du possible, les acteurs concernés par chaque recommandation ont également été identifiés.

**Tableau 8 : Recommandations issues de l'évaluation OASIS et leur prise en compte par le GT**

Recommandations OASIS		Acteurs impliqués	Objectifs (opportunités / leviers)	Prise en compte par le GT
<b>1/ Faire évoluer les objectifs du réseau à court-moyen terme</b>	<b>1a-</b> A court-terme, remanier l'objectif <sup>369</sup>	<b>GT/Anses</b> pour la définition des objectifs ; <b>Le DSPM</b> pour la mise en œuvre	Opportunité de créer un processus d'évaluation et de révision régulière des objectifs pour améliorer de façon continue le DSPM	Proposition de nouveaux objectifs à mettre en œuvre
	<b>1b-</b> A court ou moyen terme, voir comment prendre en compte (ou pas) l'attente citoyenne de besoin de réponse à la nuisance	<b>GT/Anses</b> pour la proposition ; <b>Le DSPM</b> pour la mise en œuvre	- Renforcer le lien avec la prévention (SpF, communes) - Améliorer le retour aux déclarants (organisation de réunions de quartiers, MOOC <sup>70</sup> , etc)	Proposition de nouveaux objectifs à mettre en œuvre
	<b>1c-</b> A court ou moyen terme, voir s'il faut intégrer la mesure de l'abondance du moustique tigre	<b>GT/Anses</b> pour la proposition ;	Acquérir d'autres données comme par exemple : saisonnalité, altitude et latitude	Proposition de nouveaux objectifs à mettre en œuvre et des données <i>ad hoc</i> à recueillir

<sup>69</sup> Le rapport OASIS a proposé de remanier l'objectif, car la partie concernant le suivi de l'implantation d'autres espèces de moustiques vecteurs d'agents pathogènes pour l'être humain n'est pas atteignable compte tenu de la configuration actuelle du dispositif (notamment filtre sur le site de déclaration mais aussi moyens disponibles pour le diagnostic) ; le maintien de l'objectif nécessiterait par contre une réorganisation de la surveillance.

<sup>70</sup> *Massive Open Online Course*, c'est-à-dire en français « cours en ligne ouverts et massifs » (CLOM).

Recommandations OASIS		Acteurs impliqués	Objectifs (opportunités / leviers)	Prise en compte par le GT
		Le DSPM pour la mise en œuvre		
	<b>1d-</b> A moyen-terme les objectifs devront s'adapter au changement de la situation sanitaire une fois que la colonisation par le moustique tigre s'étendra à tout le territoire de la France hexagonale		Flexibilité du DSPM pour permettre de réagir rapidement aux changements et besoins en fonction du contexte sanitaire	Prise en compte d'autres espèces de moustiques invasives selon le contexte territorial
<b>2- Formaliser les structures nécessaires à tout réseau : comité de pilotage, comité d'animation et comité scientifique et technique (ces deux derniers pouvant être regroupés)</b>		Tous les acteurs impliqués dans le <b>DSPM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessaire pour renforcer le dialogue entre les acteurs opérationnels, scientifiques et institutionnels</li> <li>- Volonté partagée entre les acteurs d'améliorer la coordination nationale</li> </ul>	<p>À court terme : mise en place d'un Comité de pilotage et d'un comité scientifique et technique, et définition des rôles respectifs</p> <p>À moyen terme : réfléchir à la possibilité de créer un institut technique de la LAV</p>
<b>3- Créer des procédures / guides à l'échelle nationale pour harmoniser le travail de diagnostic des opérateurs</b>		Appui possible du ministère	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'harmoniser à partir de référentiels ou de lignes directrices déjà produits par certaines régions</li> <li>- Facilite la consolidation nationale des données et l'évaluation du dispositif.</li> </ul>	Hors champs de compétence du GT
<b>4- Améliorer la qualité/traçabilité des envois de spécimens : ajouter sur le site des recommandations sur le conditionnement et l'envoi postal et instaurer un identifiant unique pour le suivi des envois</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création d'un guide "bonnes pratiques d'envoi" sur le site</li> <li>- Option d'envoi uniquement possible lors de campagnes spécifiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommandation technique</li> <li>- Proposition d'intégrer des solutions simples (FAQ, messages types, guides, infobulles)</li> </ul>

Recommandations OASIS		Acteurs impliqués	Objectifs (opportunités / leviers)	Prise en compte par le GT
<b>5- Rendre disponibles les recommandations pour la prise de photo au moment du téléchargement de la photo</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création d'un guide "photos : bonnes pratiques " sur le site</li> <li>- Améliorer le téléchargement de la photo (infobulle, encadré, guide, IA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommandation technique</li> <li>- Proposition d'intégrer des solutions simples (FAQ, messages types, guides, infobulles)</li> </ul>
<b>6- Quantifier le retour vers le citoyen sur sa déclaration et, s'il n'est pas de 100 %, le systématiser</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer la transparence, la confiance et la participation citoyenne dans le dispositif de signalement</li> <li>- Automatisation partielle envisageable grâce à des messages types ou des notifications</li> </ul>	Proposition d'intégrer un indicateur de performance spécifique dans le suivi global du dispositif (taux de retour citoyen)
<b>7- Si l'objectif de suivi du front est prioritaire, cibler géographiquement les campagnes de communication sur les zones d'intérêt pour permettre un meilleur suivi du front de progression ; si l'objectif de suivi de l'abondance est ajouté, une communication homogène sur le territoire comme actuellement est à privilégier</b>			Possibilité d'adapter facilement les supports de communication selon les zones (déclinaison régionale à partir d'un modèle national).	Proposition d'améliorer la communication générale du site avec des campagnes de communication ciblées par territoires en fonction des contextes
<b>8- Faire évoluer le SI-LAV pour résoudre les problèmes de lenteur</b>				
<b>9- Améliorer l'exploitation des résultats</b>	<b>9a-</b> Analyser la saisonnalité pour répondre à l'un des objectifs du réseau		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser une première analyse des données déjà disponibles</li> <li>- Mieux comprendre les dynamiques saisonnières et d'ajuster les actions en conséquence.</li> </ul>	Proposition d'analyser les données au niveau régional sur la base d'un protocole national d'analyse
	<b>9b-</b> Décrire les déclarations dans les communes colonisées		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser une première analyse des données déjà disponibles</li> </ul>	Proposition d'analyser les données au niveau régional sur la base d'un protocole national d'analyse

Recommandations OASIS		Acteurs impliqués	Objectifs (opportunités / leviers)	Prise en compte par le GT
			- Utiliser les signalements comme proxy de la densité/nuisance	
	<b>9c-</b> Décrire les déclarations inexploitable		Permet de créer des guides ou recommandations pour les contributeurs et d'améliorer la qualité des futures déclarations	Proposition d'intégrer des indicateurs de performance spécifiques, d'utiliser des outils basés sur l'IA pour aider au tri des photos et d'améliorer la formation des contributeurs et la qualité des analyses
	<b>9d-</b> Mettre en place les nouveaux indicateurs mensuels et des tableaux de bord		- Possibilité d'automatiser certains calculs ou graphiques - Permet un suivi standardisé et comparatif entre régions, opérateurs et campagnes afin d'harmoniser les pratiques.	Proposition d'améliorer le suivi opérationnel et la visibilité des données, afin de mieux piloter le réseau et d'orienter les décisions.
<b>10- Mettre en place une vérification et une validation externes des données</b>			Garantir la fiabilité et la qualité scientifique des données collectées, tout en renforçant la crédibilité du dispositif auprès du public et de ses utilisateurs	Proposition d'organiser un réseau national de vérificateurs (entomologistes) et de favoriser l'harmonisation des pratiques de vérification à l'échelle nationale- et d'intégrer les outils d'IA pour aider à l'identification des signalements
<b>11- Mettre en place et formaliser des actions de formation des différents acteurs du réseau</b>			Assurer la montée en compétence des acteurs, harmoniser les pratiques et améliorer la qualité globale du DSPM	Hors champs de compétence du GT
<b>12- Améliorer la communication avec les particuliers déclarants sur les communes déjà colonisées, en expliquant mieux leur rôle dans la surveillance et/ou en modifiant le message de</b>		Opérateurs / ARS DSPM Collectivités	- Maintenir l'engagement citoyen, même lorsque la déclaration n'apporte pas de nouvelle information	Proposition d'adapter simplement le message automatique ou le contenu informatif sur le site

Recommandations OASIS	Acteurs impliqués	Objectifs (opportunités / leviers)	Prise en compte par le GT
réponse automatique de non prise en compte de la déclaration		- Permet de valoriser le rôle des citoyens dans le dispositif de surveillance	
13- Mettre en place une procédure de vérification de l'information des collectivités suite aux signalements sur communes non colonisées (et au basculement du statut de la commune)	ARS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantir le fait que les collectivités reçoivent des informations fiables et actualisées pour permettre un suivi efficace et une meilleure coordination locale</li> <li>- Possibilité d'utiliser des outils numériques ou des tableaux de suivi existants pour automatiser ou faciliter la procédure</li> </ul>	Proposition de partager les données collectées par le DSPM avec les collectivités
14- Communiquer sur le dispositif de surveillance : son fonctionnement, les résultats produits (sur le site de signalement ?)		- Renforcer la visibilité, la compréhension et l'adhésion au dispositif, tant auprès des contributeurs que des partenaires institutionnels en montrant l'impact concret des contributions individuelles	Proposition de créer des synthèses automatiques régulières et publiées sur le site
15- Mettre en place quelques indicateurs de performance simples qui pourraient être calculés automatiquement		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faciliter le suivi du DSPM, optimiser les prises de décision</li> <li>- Faible coût de mise en œuvre</li> </ul>	Proposition d'automatiser certaines tâches à l'aide des outils existants et de mettre en place des indicateurs (de suivi d'actions, de performance...)
16- Essayer d'estimer la représentativité du réseau		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les biais éventuels et d'améliorer la fiabilité des analyses</li> <li>- Identifier les zones sous-représentées pour orienter des futures campagnes ou actions de communication</li> </ul>	Proposition de mettre en place des études comparatives des données de surveillance participative versus surveillance active

## Annexe 6 : Distribution des réseaux de pièges pondoires dans les territoires français

En France hexagonale, les pièges pondoires sont plus ou moins répartis sur l'ensemble du territoire pour suivre le front de colonisation d'*Ae. albopictus* et selon les priorités définies par chaque ARS.

En Guyane, les pièges pondoires se concentrent sur les centres urbains.

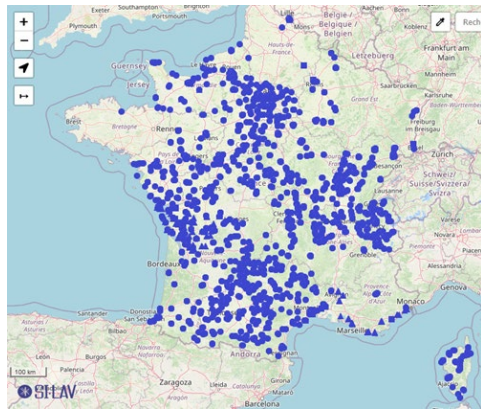
En Martinique, l'introduction d'*Ae. albopictus* est surveillée, ce qui explique en partie le nombre important de pièges pondoires et leur large répartition.

En Guadeloupe<sup>71</sup>, les pratiques et les priorités sont différentes et les relevés de pièges peu nombreux, se font essentiellement au niveau des points d'entrée principaux.

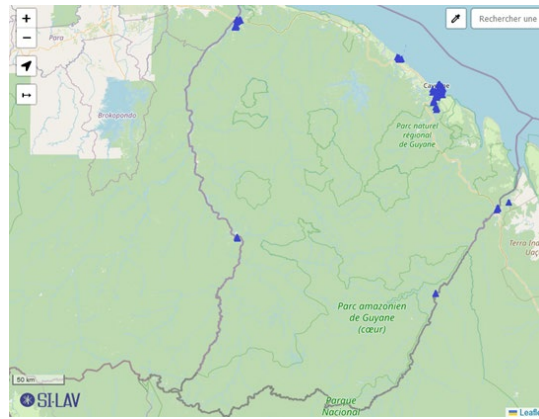
Pour La Réunion, l'ARS n'utilise pas directement SI-LAV comme outil de suivi mais GéoLav. Le renseignement dans SI-LAV se fait par imports automatiques (comme pour signalement moustique), mais partiellement. Sont représentés ici les pièges pondoires fixes placés notamment aux abords des points d'entrée (ports, aéroports) et assez peu nombreux, alors que le maillage de pièges pondoires mobiles est en réalité important à La Réunion.

---

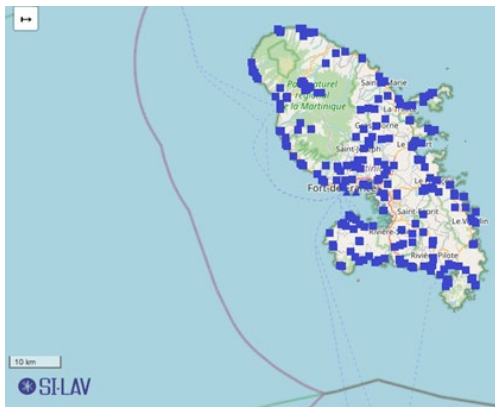
<sup>71</sup> À proximité de la Guadeloupe, *Ae. albopictus* a été détecté en octobre 2024 à Saint-Barthélemy.



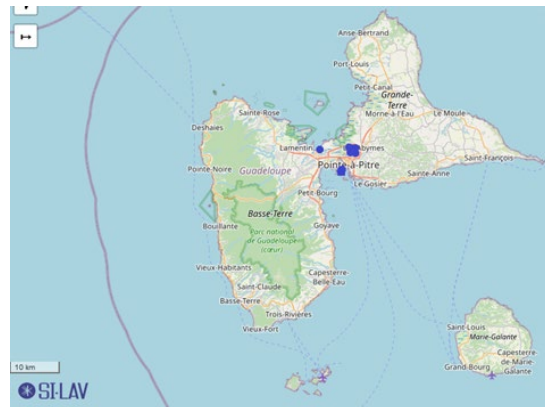
France hexagonale



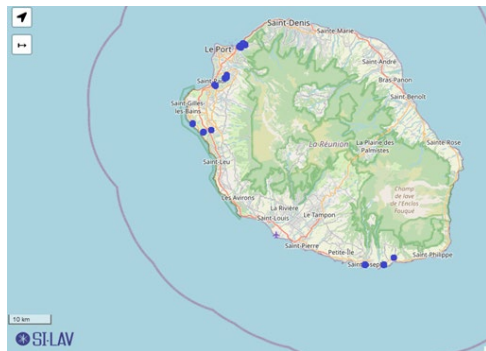
Guyane



Martinique



Guadeloupe



La Réunion



Mayotte

**Légende :**

Localisation nationale des gîtes/pièges actifs

- Piège pondoir
- ▲ Piège adultes
- Gîte

Un point correspond à un piège.

Source : SI-LAV<sup>72</sup>

**Figure 11 : Distribution des pièges pondoirs en France hexagonale et dans les DROM en 2024**

<sup>72</sup> Système d'Information du Ministère chargé de la santé dédié à la prévention des maladies vectorielles : <https://silav.sante.gouv.fr/silav/#/login>

## Annexe 7 : Méthode de sélection des espèces de moustiques vecteurs à surveiller

Pour évaluer l'intérêt de surveiller ou non une espèce de moustique vecteur sur un territoire donné (voir § 3.1), les experts du GT ont pris en compte deux critères :

- la présence de l'espèce de moustique en question sur le territoire concerné : le moustique est présent OU est à risque d'introduction, voire d'installation ;
- l'indice de potentiel vectoriel.

Deux approches ont été utilisées pour identifier les informations à documenter :

- la recherche bibliographique dans la littérature scientifique ;
- la consultation d'entomologistes médicaux extérieurs au GT.

L'importance relative de ces deux approches a varié selon la région étudiée et la littérature scientifique disponible.

Deux experts ont été consultés pour la Guadeloupe et la Martinique, et deux autres pour la Guyane (voir liste des personnes extérieures ayant apporté une contribution, Tableau 1, p 7). Pour la France hexagonale<sup>73</sup>, La Réunion et Mayotte, les données de la littérature et les connaissances des experts du GT ont été considérées suffisantes pour compléter les tableaux de sélection des moustiques vecteurs à surveiller.

### Statut de présence

#### Présence du vecteur sur le territoire concerné

Les experts se sont intéressés à la présence du vecteur sur le territoire considéré et l'ont qualifiée de la manière suivante :

- absence de données ;
- moustique absent ;
- moustique présent : introduit ou présence établie<sup>74</sup>.

Ils se sont par ailleurs interrogés sur deux situations particulières que sont le risque d'introduction et celui d'installation.

---

<sup>73</sup> Voir note de bas de page n°4, p20.

<sup>74</sup> Au moins une commune est colonisée sur le territoire.

D'après l'instruction du 12/12/19, une commune est considérée comme colonisée par *Ae. albopictus* si au moins l'un des trois critères suivants est rempli :

- des œufs sont observés sur trois relevés successifs des pièges pondoirs ;
- la prospection entomologique permet l'observation de larves et/ou d'adultes dans un rayon supérieur à 150 mètres autour d'un signallement ou d'un piège positif ;
- la distance entre deux pièges positifs ou deux signalements positifs de particuliers est supérieure à 500 m.

Cette définition doit être adaptée à d'autres espèces vectrices en adaptant les systèmes de piégeage et les stades larvaires observés.

### **Vecteur à risque d'introduction, voire d'installation**

Pour considérer qu'un moustique vecteur est à risque d'introduction sur un territoire, il faut qu'il remplisse au moins l'une des trois conditions suivantes :

- le moustique est déjà présent sur un territoire limitrophe (référence à l'appui) ;
- le moustique est présent sur un territoire connecté (par liaisons aériennes, routières ou maritimes pour des échanges de biens et/ou de personnes) au territoire considéré et les échanges sont considérés importants et réguliers (sur avis d'expert) ;
- le moustique a été détecté par le passé sur le territoire en question (référence à l'appui). Il peut potentiellement être réintroduit.

Si l'une des trois conditions est remplie, le moustique est considéré comme à risque d'introduction.

Par ailleurs, pour savoir si un moustique vecteur est à risque d'installation sur un territoire donné, les experts ont pris en compte l'adéquation entre ses exigences climatiques et écologiques et les conditions actuelles du territoire.

### **Indice de potentiel vectoriel**

La notion de « potentiel vectoriel » retenue ici pour une espèce de moustique est fondée sur la mise en évidence :

- du caractère anthropophile de l'espèce et du fait qu'elle a l'être humain pour hôte préférentiel ;
- de spécimens collectés sur le terrain et infectés par l'agent infectieux ont été trouvés ;
- de sa compétence vectorielle pour un agent infectieux donné ;
- de son rôle de vecteur avéré pour l'agent infectieux dans le territoire considéré.

L'échelle de notation, de 1 à 5 proposée ci-après et inspirée de celle de l'ECDC (Francis Schaffner, Versteirt et Medlock 2014a), a été utilisée pour noter l'indice de potentiel vectoriel de chaque espèce de moustique considérée :

- Note de 1 : des moustiques de l'espèce considérée, collectés en milieu naturel, ont été trouvés infectés par au moins un agent infectieux à risque pour l'être humain dans au moins une étude dans le monde (mais il n'existe pas d'étude de compétence vectorielle) ;
- Note de 2 : des moustiques de l'espèce considérée, collectés en milieu naturel, ont été trouvés infectés par cet agent infectieux à risque pour l'être humain dans au moins une étude dans le monde ET la compétence vectorielle pour cet agent infectieux a été démontrée ;
- Note de 3 : les critères précédents (note de 2) sont remplis ET des moustiques de l'espèce considérée, collectés en milieu naturel (population locale du territoire considéré) ont été trouvés avec cet agent infectieux dont la compétence vectorielle a été démontrée (ce qui indique que le moustique est en contact avec l'agent infectieux localement) ;
- Note de 4 : les critères précédents (note de 3) sont remplis ET l'espèce de moustique a l'être humain pour hôte préférentiel ;
- Note de 5 : les critères précédents (note de 4) sont remplis ET l'espèce de moustique considérée a déjà été impliquée dans la transmission d'un agent infectieux sur le territoire considéré (survenue de cas humains).

**Choix des vecteurs d'intérêt pour la surveillance du territoire concerné**

Après avoir réuni les informations et complété les tableaux afférents, les experts du GT se sont prononcés sur l'intérêt des espèces de moustiques à surveiller en prenant en compte les deux critères précédemment décrits :

- le statut de présence :
  - l'espèce est déjà présente ;
  - l'espèce est à risque d'introduction ;
  - l'espèce est à risque d'installation ;
- l'indice de potentiel vectoriel.

La conclusion sur l'intérêt de surveiller l'espèce de moustique vecteur sur le territoire considéré a été formulée sur avis d'expert de la manière suivante :

- l'espèce n'est pas à surveiller si l'indice de potentiel vectoriel est 1, 2 ou 3 ou si l'espèce n'est pas à risque d'installation ;
- l'espèce est à surveiller si elle est présente ou à risque d'installation et si son indice de potentiel vectoriel est de 4 ou 5.

Voir application de la méthode à l'Annexe 8.

## Annexe 8 : Proposition d'espèces prioritaires de moustiques vecteurs à surveiller pour les territoires français

Les tableaux présentés ci-après ont été réalisés selon la méthode décrite en Annexe 7.

### France hexagonale

#### *Espèces vectrices invasives établies*

Depuis son arrivée, *Ae. albopictus* poursuit son expansion dans l'Hexagone<sup>75</sup> et, au 1<sup>er</sup> janvier 2025, il est présent dans 81 (84%) des 96 départements et dans les 13 régions de France hexagonale. Dans un contexte de changements globaux et d'augmentation des territoires colonisés par *Ae. albopictus*, le risque d'épidémies d'arboviroses augmente en France hexagonale (Anses 2024b), comme l'illustre l'augmentation notable du nombre de foyers épidémiques de dengue observés chaque année depuis 2022 et de chikungunya en 2025.

D'autres espèces vectrices invasives sont aussi déjà présentes en France comme *Ae. japonicus* (Krebs *et al.* 2014; F. Schaffner, Chouin et Guilloteau 2003). Le réseau de surveillance TIGER<sup>76</sup> mis en place dans la région Grand-Est a permis en effet de détecter son introduction et son installation dans cette région en 2013, puis son expansion. L'aire de répartition d'*Ae. japonicus* continue de s'étendre. Depuis 2018, *Ae. japonicus* a colonisé l'ensemble du Haut-Rhin (comm. pers. Philippe BINDLER, Brigade Verte). Selon les cartes de l'ECDC<sup>77</sup>, le nombre de départements français où *Ae. japonicus* est établi est passé de cinq en 2018 à huit en 2023 toujours situé dans le Grand-Est et l'introduction de cette espèce a été confirmée en Haute-Marne en 2020.

L'expansion de cette espèce vectrice invasive, déjà présente, doit faire l'objet d'une surveillance entomologique au même titre qu'*Ae. albopictus*. Aussi, le DSPM devrait pouvoir permettre son identification et son signalement.

#### *Espèces vectrices autochtones*

Étant donné son rôle dans la transmission du WNV, *Culex pipiens* doit faire l'objet d'une surveillance entomologique spécifique (surveillance de la circulation virale) en fonction de la situation épidémiologique. Le DSPM permettrait de cibler cette surveillance, en permettant l'identification et les signalements de *Cx. pipiens* sur les territoires concernés de l'Hexagone. Cette surveillance spécifique (dispositifs de xénomonitoring moléculaire, etc.) en fonction du contexte épidémiologique du WNV devrait également inclure *Cx. modestus*, moustique des zones rurales inondées, permanentes ou semi-permanentes avec de la végétation (marais, rizières, prairies inondables, roubines<sup>78</sup>). Ce moustique est très agressif pour l'être humain localement et a démontré sa compétence vectorielle au laboratoire pour le WNV et son rôle de vecteur sur le terrain dans certains contextes comme les roselières en Camargue.

<sup>75</sup> <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine>

<sup>76</sup> <https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/projets/tiger-reseau-experts-appui-institutions-en-charge-risque-sanitaire-lie-moustique-tigre>

<sup>77</sup> ECDC (2018 et 2023). *Map of the distribution of Aedes japonicus in Europe* : [https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/images/Aedes\\_japonicus\\_2023\\_10.png](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/images/Aedes_japonicus_2023_10.png)

<sup>78</sup> Roubine : canal de communication d'un étang salé avec la mer ; canal d'adduction d'eau douce.

Par ailleurs, les anophèles présents dans les zones humides, notamment en Camargue (*An. hyrcanus*) et ceux présents en Corse (*An. labranchiae*), vecteurs de parasites du genre *Plasmodium* responsables du paludisme chez l'être humain, devraient également faire l'objet d'une surveillance spécifique en fonction du contexte épidémiologique ; *An. hyrcanus* étant considéré actuellement comme le seul vecteur susceptible de jouer un rôle dans une transmission du paludisme en Camargue, car il est abondant et anthropophile (Ponçon *et al.* 2007) et *An. labranchiae* étant responsable de cas de paludisme autochtones en Italie en 1997 (Baldari *et al.* 1998) et plus récemment en 2017 (Raele *et al.* 2024). Le DSPM pourrait contribuer à cette surveillance selon des modalités spécifiques ciblées sur des territoires donnés, à l'aide de contributeurs « volontaires » mobilisés en fonction du contexte (e.g. en cas de survenue de cas autochtones de paludisme).

À noter également qu'*An. atroparvus* est une espèce autochtone, vecteur historique du paludisme en France (indice de potentiel vectoriel inférieur ou égal à 3) et présente sur le territoire hexagonal. Cependant, contrairement à *Ae. japonicus*, elle ne figure pas dans le Tableau 9, car il n'y a plus de transmission autochtone de paludisme en France hexagonale depuis plus de 50 ans, depuis le dernier foyer signalé en Corse en 1971-1972 (Toty *et al.* 2010).

#### Espèces vectrices à risque d'introduction et d'installation

Certaines espèces vectrices à risque d'introduction sont déjà présentes en Europe (*Ae. aegypti*<sup>79</sup> présent à Chypre, Madère et en Turquie) ou sont susceptibles de s'y installer. C'est le cas par exemple des moustiques américains *Ae. atropalpus*<sup>80</sup> (Romi, Di Luca et Majori 1999; E J Scholte *et al.* 2009; Ernst Jan Scholte *et al.* 2012) et *Ae. triseriatus*<sup>81</sup>.

*Aedes koreicus*, autre espèce invasive vectrice, a déjà été détectée en France hexagonale, à la frontière avec l'Italie, et est également présente dans des pays limitrophes de la France, en Italie, en Suisse, en Belgique et en Allemagne (Versteirt *et al.* 2012)<sup>82</sup>.

*Anopheles sacharovi*, vecteur d'agents du paludisme, qui a disparu de Corse depuis des décennies<sup>83</sup>, est présent en Grèce et en Turquie et a été introduit récemment en Italie<sup>84</sup> (Raele *et al.* 2024). Il est à surveiller pour son potentiel invasif (réintroduction récente en Italie).

Enfin, *An. stephensi*, vecteur du paludisme en Inde est en pleine expansion en Afrique continentale notamment sur la côte est-africaine et également présent en Afrique de l'Ouest

<sup>79</sup> *Ae. aegypti* a également été introduit aux Pays-Bas en 2023, mais contrôlé. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-aegypti-current-known-distribution-october-2023>

<sup>80</sup> <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-atropalpus>

<sup>81</sup> *Ae. triseriatus* est un vecteur de la crosse virus (*equine encephalitis*, DENV) en laboratoire, originaire d'Amérique du Nord. Il a été détecté en France en 2004 mais ne semble pas s'être installé. Il n'a pas été détecté depuis.

ECDC: Mosquito factsheets. Fact sheets. 2020; <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets>. Accessed 15 October 2025.

<sup>82</sup> European Centre for Disease Prevention and Control : [https://www.ecdc.europa.eu/en/search?s=%22Aedes%20koreicus%20-%20current%20known%20distribution%22&items\\_per\\_page=10&sort\\_bef\\_combine=date\\_DESC&f%5B0%5D=categories%3A1382](https://www.ecdc.europa.eu/en/search?s=%22Aedes%20koreicus%20-%20current%20known%20distribution%22&items_per_page=10&sort_bef_combine=date_DESC&f%5B0%5D=categories%3A1382)

<sup>83</sup> <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/anopheles-sacharovi>

<sup>84</sup> La détermination a été faite avec des techniques de biologie moléculaire, car il appartient au complexe *maculipennis* et est donc indistinguishable morphologiquement.

(Nigeria, Ghana). Il est également à risque d'introduction en Europe par voie aérienne, y compris en France hexagonale.

Les principaux vecteurs présents et à risque d'introduction et d'installation en France hexagonale sont listés dans le Tableau 9.

**Tableau 9 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité en France hexagonale avec le site Signalement-moustique**

Moustique vecteur d'agents pathogènes	Indice de potentiel vectoriel	Objectif(s) de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces invasives établies</b>		
<i>Ae. albopictus</i>	5 (dengue, chikungunya, Zika)	Front de colonisation Données de bioécologie
<i>Ae. japonicus</i>	3* (WNV)	
<b>Espèces autochtones</b>		
<i>Cx. pipiens</i>	5 (WNV)	Données de bioécologie et/ou autres données (recherche d'agents pathogènes, etc.) selon le contexte
<i>Cx. modestus</i>	5 (WNV)	
<i>An. labranchiae</i>	5 (paludisme)	
<i>An. hyrcanus</i>	5 (paludisme)	
<b>Espèces à risque d'introduction et d'installation</b>		
<i>Ae. aegypti</i>	4 (fièvre jaune, dengue, chikungunya, Zika)	Détection
<i>Ae. atropalpus</i>	3 (WNV)	
<i>Ae. koreicus</i>	2 (chikungunya)	
<i>Ae. triseriatus</i>	3 (WNV)	
<i>An. sacharovi</i>	5 (paludisme)	
<i>An. stephensi</i>	4 (paludisme)	

\**Ae. japonicus* : cette espèce invasive est déjà installée et bien que son indice de potentiel vectoriel soit de 3 vis-à-vis du WNV, la surveillance est recommandée au niveau européen (ECDC 2014).

## La Réunion

### *Espèces vectrices présentes*

Depuis les années 1990, la recrudescence de la transmission d'arbovirus (dengue, chikungunya, Zika) par les *Aedes* est notable dans tous les territoires tropicaux français, notamment pour la dengue, avec une situation actuelle pouvant être qualifiée d'endémo-épidémique<sup>85</sup> dans les Caraïbes et en Guyane, voire désormais aussi dans l'océan Indien. Après la première épidémie massive de 2005-2006, le chikungunya a de nouveau frappé l'île en 2024-2025 avec près de 55 000 cas confirmés et 43 décès pour la seule année 2025.

À La Réunion, le vecteur de ces arboviroses est *Ae. albopictus*. Cette espèce présente dans l'île dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle (Delatte *et al.* 2010) est présente, du littoral jusqu'à 1 200 m d'altitude, notamment dans les zones habitées où elle est très agressive vis-à-vis des êtres humains.

*Aedes aegypti*, autre vecteur majeur d'arbovirus, est aussi présent à La Réunion mais les populations de cette espèce sont désormais isolées dans des ravines de l'Ouest et du Sud de l'île. Sa raréfaction pourrait s'expliquer par son endophilie marquée qui l'aurait particulièrement exposé aux campagnes massives de lutte utilisant du DDT<sup>86</sup> en aspersion intradomestique dans les années 1950 et ciblant les Anophèles vecteurs du paludisme (Hamon 1953). Cet isolement d'*Ae. aegypti* s'expliquerait également par des interactions compétitives entretenues avec *Ae. albopictus* qui l'auraient repoussé et confiné à des habitats moins anthropisés, notamment dans le fond de certaines ravines (Salvan et Mouchet 1994; Bagny *et al.* 2009).

*Anopheles arabiensis* est la seule espèce du complexe *An. gambiae* présente sur l'île (P. Boussès *et al.* 2013). Cette espèce a été vraisemblablement introduite sur l'île par les transports maritimes entre l'Afrique, Madagascar et La Réunion au 19<sup>ème</sup> siècle (Julvez et Mouchet 1994). Un paludisme autochtone a sévi dès 1869 à La Réunion et fut seulement éliminé dans les années 1970 (OMS 2014). Les populations d'*An. arabiensis* qui ont un comportement exophile marqué, se cantonnent désormais dans certaines zones localisées de l'île à une altitude inférieure à 400 m (Gouagna *et al.* 2011). Une surveillance entomologique continue toutefois à être déployée à La Réunion sur les populations localisées du vecteur et des traitements larvicides sont prévus en cas d'introduction de *Plasmodium* par des personnes, pouvant venir notamment des régions limitrophes impaludées (Afrique, Comores, Madagascar).

*Culex quinquefasciatus*, deuxième espèce la plus abondante sur l'île après *Ae. albopictus*, est présent sur tout le littoral et jusqu'à 2 000 m d'altitude en été austral, notamment dans les zones d'activités humaines (urbaines, agricoles, transport) du fait du développement préférentiel de ses larves dans les eaux riches en matières organiques. Ce moustique a été le principal vecteur de *Wuchereria bancrofti*, l'agent responsable de la filariose de Bancroft qui sévissait à La Réunion au 19<sup>ème</sup> siècle mais qui a aujourd'hui complètement disparu. C'est aussi le vecteur du WNV dont la circulation a été détectée à La Réunion et dans les autres îles du sud-ouest de l'océan Indien (Cardinale *et al.* 2017) et est enzootique à Madagascar (Tantely *et al.* 2016) mais sans cas clinique identifié pour le moment à La Réunion, aussi bien chez les chevaux que chez l'être humain. D'autre part, *Cx. quinquefasciatus* est connu comme vecteur de l'encéphalite Japonaise en Asie, virus non présent dans le sud-ouest de l'océan Indien mais

---

<sup>85</sup> Se dit d'une maladie endémique, qui peut devenir épidémique.

<sup>86</sup> Dichlorodiphényltrichloroéthane.

à risque d'introduction du fait de son expansion récente en Australie (Dowsett *et al.* 2025). Cette espèce a été aussi impliquée dans la transmission du virus de la fièvre de la vallée du Rift présent dans le sud-ouest de l'océan Indien (Madagascar, Comores, Mayotte).

D'origine asiatique, *Culex tritaeniorhynchus*, le vecteur principal de l'encéphalite Japonaise en Asie, est présent à La Réunion sur l'ensemble du littoral mais généralement en faible abondance, et concentré aux abords des étangs et de certaines zones humides. Ses gîtes larvaires sont préférentiellement des gîtes naturels et très ensoleillés (trous de rochers, prairies inondées). C'est une espèce opportuniste, piquant préférentiellement les bovins et les porcs ainsi que les humains lorsque la présence de ses hôtes préférentiels fait défaut. Cette espèce a été impliquée dans la transmission du virus West Nile à Madagascar (D. Fontenille 1989) et de la fièvre de la vallée du Rift en Arabie Saoudite (Jupp *et al.* 2002).

#### Espèces vectrices à risque d'introduction et d'installation

La Réunion est particulièrement exposée au risque invasif d'*An. stephensi*, qui est en pleine expansion en Afrique continentale notamment sur la côte est-africaine et également présent à l'Ouest.

*Anopheles gambiae* et *An. funestus*, vecteurs majeurs du paludisme en Afrique tropicale et tous deux présents à Madagascar, aux Comores et Mayotte, sont absents à La Réunion (R. Girod *et al.* 2001). La proximité de territoires insulaires proches où ces espèces sont présentes, notamment pour *An. gambiae* sur la côte Est de Madagascar où elle est bien implantée (D. Fontenille *et al.* 1992) et l'existence de biotopes larvaires favorables à leur développement, font que ces deux espèces vectrices sont à risque d'introduction et d'installation à La Réunion.

Les principaux vecteurs présents et à risque d'introduction et d'installation à La Réunion sont listés dans le Tableau 10.

**Tableau 10 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité à La Réunion avec le site Signalement-moustique**

Moustique vecteur d'agents pathogènes	Indice de potentiel vectoriel	Objectif de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces autochtones</b>		
<i>Ae. albopictus</i>	5 (dengue, chikungunya) ; 4 (Zika)	Données de bioécologie et/ou autres données (recherche d'agents pathogènes, etc.) selon le contexte
<i>Ae. aegypti</i>	4 (fièvre jaune, dengue, chikungunya, Zika)	
<i>An. arabiensis</i>	5* (paludisme, filariose lymphatique**)	
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	5 (filariose lymphatique**) ; 4 (WNV, encéphalite japonaise***, FVR****)	
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	4 (WNV, encéphalite japonaise***, FVR****)	

Moustique vecteur d'agents pathogènes	Indice de potentiel vectoriel	Objectif de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces à risque d'introduction et d'installation</b>		
<i>An. funestus</i>	4 (paludisme)	Détection
<i>An. gambiae</i>	4 (paludisme)	
<i>An. stephensi</i>	4 (paludisme)	

\* vecteur historique du paludisme et de la filariose lymphatique, mais ne nécessitant pas de surveillance en routine car il n'y a plus de cas de paludisme autochtone à La Réunion depuis 1979<sup>87</sup> et la filariose lymphatique a été éliminée depuis 1970 (Brygoo et Brunhes 1970).

\*\* vecteur historique de la filariose lymphatique, cette parasitose vectorielle ayant été éliminée de La Réunion depuis les années 1970 (Brygoo et Brunhes 1970).

\*\*\* virus de l'encéphalite japonaise, non présent dans le sud-ouest de l'océan Indien, mais à risque d'introduction à partir de l'Asie.

\*\*\*\* virus de la fièvre de la vallée du Rift (FVR), présent dans le sud-ouest de l'océan Indien avec des épizooties/épidémies signalées à Madagascar, aux Comores et à Mayotte.

À noter que les deux espèces suivantes sont considérées en tant que vecteurs potentiels présents à La Réunion mais ne figurent pas dans le Tableau 10 étant donné leur indice de potentiel vectoriel inférieur ou égal à 3 :

- *Cx. neavei* (décrit comme vecteur des virus *West Nile* et de la fièvre de la vallée du Rift en Afrique Australe) ;
- *An. coustani* (décrit comme vecteur du paludisme à Madagascar, mais son indice de potentiel vectoriel est moindre que ceux d'*An. funestus* et *An. gambiae* car il est moins anthropophile).

Les 5 autres espèces de moustiques recensées à La Réunion ne sont pas anthropophiles et ne sont pas considérées comme vecteur d'agents infectieux à risque pour l'être humain.

- une espèce de *Culex* : *Cx. insignis* ;
- deux espèces d'*Aedes* : *Ae. fowleri* et *Ae. dufouri* (endémique) ;
- *Lutzia tigripes* et *Orthopodomyia reunionensis* (endémique).

<sup>87</sup> <https://www.who.int/fr/publications/i/item/9789241507738>

## Mayotte

### Espèces vectrices présentes

Mayotte connaît une situation particulière avec la présence des deux vecteurs d'arbovirus, *Ae. albopictus* et *Ae. aegypti*, la première est d'installation relativement récente (2001) et supplante la seconde en zone urbaine (Bagny Beilhe *et al.* 2012).

Mayotte est entrée en phase d'élimination du paludisme depuis 2014<sup>88</sup>. Celui-ci a fortement régressé ces dernières années et aucun cas autochtone n'a été reporté entre 2020 et 2024 (Lepère *et al.* 2023). Toutefois, l'absence de transmission locale du paludisme doit faire face à de nombreux défis : maintien de populations d'anophèles vecteurs (*An. gambiae*, *An. funestus*) notamment dans le nord de l'île, réintroduction régulière de parasites avec des cas humains importés en provenance de zones impaludées (Archipel des Comores, etc.). Aussi, pour la première fois depuis juillet 2020, douze cas de paludisme acquis localement ont été enregistrés en 2025 : un en février, un en juin et dix au mois de juillet<sup>89</sup>. D'une manière générale, Mayotte doit faire face à un contexte sanitaire difficile et les problèmes d'habitat spontané et d'assainissement sont notamment exacerbés par une forte croissance démographique dans l'île, ce qui complexifie la lutte antivectorielle et la mobilisation sociale. Le cyclone Chido ayant dévasté l'île en décembre 2024 a aggravé cette situation.

En 2021, le CNR des arbovirus a confirmé un diagnostic d'infection par le WNV très probablement autochtone<sup>90</sup> avec comme vecteur principal incriminé, *Cx. quinquefasciatus*.

La fièvre de la vallée du Rift, également causée par un arbovirus zoonotique affectant les animaux domestiques comme les bovins, ovins, caprins, et pouvant toucher l'être humain a frappé Mayotte à deux reprises en 2007 et en 2018-2019 (Cêtre-Sossah *et al.* 2023). Lors de la dernière épidémie de 2018-2019, 143 cas humains ont été reportés. Pour une partie d'entre eux, l'infection par le virus avait été acquise par contact direct ou indirect avec des animaux infectés, pour d'autres par l'intermédiaire d'un arthropode vecteur. Les modalités de la transmission vectorielle du virus de la fièvre de la vallée du Rift (VFVR) à Mayotte restant à établir, le rôle de nombreuses espèces invasives ou autochtones de moustiques demeure à investiguer (Balenghien *et al.* 2013).

En effet, bien que l'identité des moustiques vecteurs du VFVR n'ait pas clairement été établie, de nombreuses espèces de vecteurs susceptibles d'assurer la transmission du virus de la FVR d'animal à animal, et d'animal à être humain sont présentes. Parmi elles, on retrouve pour le genre *Culex* : *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *Cx. antennatus*, *Cx. bitaeniorhynchus*, *Cx. simpsoni*.

Des espèces d'anophèles présentes sur l'île pourraient également être impliquées dans la transmission du VFVR de l'animal à l'être humain du fait de leur caractère à la fois zoo- et anthropophile, même accidentel, comme cela est le cas pour *An. coustani*.

Deux espèces d'*Eretmapodites* présentes à Mayotte, *Er. quinquevittatus* et *Er. subsimplicipes*, sont également suspectées d'intervenir dans la transmission du VFVR à l'être humain. En effet, ces deux espèces sont abondantes et très agressives pour l'être humain en zones forestière et rurale de Mayotte : la première a été retrouvée infectée sur le terrain par le virus en Afrique du Sud et au Kenya et sa compétence vectorielle pour le virus a été démontrée

<sup>88</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/647998/4369783?version=4>

<sup>89</sup> Bulletin Épidémiologique Régional. Publication : 12 août 2025. Bilan de janvier à juillet 2025. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/ocean-indien/documents/bulletin-regional/2025/paludisme-a-mayotte.-bilan-de-janvier-a-juillet-2025>

<sup>90</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/ocean-indien/documents/bulletin-regional/2021/syndromes-dengue-like-a-mayotte.-point-au-10-juillet-2021>

expérimentalement (Linthicum, Britch et Anyamba 2016) ; tout comme pour la seconde (Cêtre-Sossah *et al.* 2023).

#### *Espèces vectrices à risque d'introduction et d'installation*

Mayotte est tout particulièrement exposée au risque invasif d'*An. stephensi*, qui est en pleine expansion en Afrique continentale notamment sur la côte est-africaine et également présent à l'Ouest.

Enfin, *Anopheles arabiensis*, vecteur majeur du paludisme en Afrique tropicale et présent à Madagascar, La Réunion et Maurice, est absent à Mayotte (Philippe Boussès *et al.* 2022; R Girod *et al.* 1999). La proximité avec ces îles, les échanges avec Madagascar et La Réunion et l'existence de biotopes larvaires favorables à son développement, nous font considérer cette espèce vectrice comme à risque d'introduction et d'installation à Mayotte.

Les principaux vecteurs présents et à risque d'introduction et d'installation à Mayotte sont listés dans le Tableau 11.

**Tableau 11 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité à Mayotte avec le site Signalement-moustique**

Moustique vecteur d'agents infectieux	Indice de potentiel vectoriel	Objectifs de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces autochtones</b>		
<i>Ae. aegypti</i>	5 (dengue, chikungunya) ; 4 (fièvre jaune, Zika)	Données de bioécologie et/ou autres données (recherche d'agents pathogènes, etc.) selon le contexte
<i>Ae. albopictus</i>	5 (dengue, chikungunya) ; 4 (Zika)	
<i>An. funestus</i>	5 (paludisme)	
<i>An. gambiae</i>	5 (paludisme)	
<i>An. merus</i>	4 (paludisme)*	
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	4 (WNV, FVR, filariose lymphatique**, encéphalite japonaise***)	
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	4 (WNV, FVR, encéphalite japonaise***)	
<i>Er. quinquevittatus</i>	4 (FVR)	

Moustique vecteur d'agents infectieux	Indice de potentiel vectoriel	Objectifs de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces à risque d'introduction et d'installation</b>		
<i>An. arabiensis</i>	4 (paludisme)	Détection
<i>An. stephensi</i>	4 (paludisme)	

\* rôle vecteur du paludisme démontré pour *An. merus* dans d'autres territoires du sud-ouest de l'océan Indien (Madagascar notamment) mais pas à Mayotte.

\*\* vecteur historique de la filariose lymphatique. En 2003, la prévalence a été estimée à 1,9 % (Didier Fontenille *et al.* 2009) ; cette maladie parasitaire à transmission vectorielle est vraisemblablement quasiment éliminée désormais dans l'île, même si le parasite peut être réintroduit par des sujets humains venant des Comores où elle continue de sévir.

\*\*\* virus de l'encéphalite japonaise non présent dans le sud-ouest de l'océan Indien mais à risque d'introduction à partir de l'Asie.

À noter que les espèces suivantes, considérées comme vecteurs potentiels présents à Mayotte, ne figurent pas dans le Tableau 11 étant donné leur indice de potentiel vectoriel inférieur ou égal à 3 :

- *An. comorensis*, *An. coustani*, *An. maculipalpis*, *An. mascarensis*, *An. pretoriensis*, décrits comme vecteurs du paludisme dans certaines régions d'Afrique subsaharienne ;
- *Cx. antennatus*, *Cx. bitaeniorhynchus*, *Cx. simpsoni* ; *Mansonia uniformis* et *Ae. fowleri*, décrits comme vecteurs du virus de la fièvre de la vallée du Rift dans certaines régions d'Afrique subsaharienne ;
- *Er. subsimplicipes*, suspectée d'intervenir dans la transmission du virus de la FVR à l'être humain (Cêtre-Sossah *et al.* 2023).

## Antilles

### Espèces vectrices présentes

Le vecteur principal d'arboviroses aux Antilles est *Ae. aegypti*.

Certaines espèces locales de *Culex* comme *Culex quinquefasciatus* et *Cx. nigripalpus* sont également décrites comme vectrices pour le virus *West Nile*, notamment au sud des États-Unis (Floride).

L'espèce *Ae. taeniorhynchus*, abondante et agressive pour l'être humain dans les marais d'eau salée et les mangroves, est vecteur sur le continent américain d'encéphalites équine (encéphalite équine Vénézuélienne et encéphalite équine de l'Est, deux arboviroses zoonotiques pouvant également infecter l'être humain).

Le paludisme d'importation est surveillé aux Antilles françaises du fait de la présence à Saint-Martin d'*An. albimanus*, vecteur majeur de *Plasmodium* humains dans les Caraïbes et en Amérique Centrale, et d'*An. aquasalis*, autre espèce décrite comme vectrice dans la zone néotropicale, régulièrement retrouvée en Guadeloupe et en Martinique.

### Espèces vectrices à risque d'introduction et d'installation

Parmi les moustiques vecteurs à risque d'introduction et d'installation aux Antilles, les espèces suivantes sont à considérer en priorité :

- *Ae. albopictus*, qui est présent au Brésil avec un risque d'introduction en Guyane et, présent dans les Grandes Antilles (Cuba) avec un risque d'introduction en Guadeloupe (première détection en octobre 2024 à Saint-Barthélemy) et à la Martinique, doublé d'un risque d'importation élevé depuis l'Europe, notamment du fait des échanges avec la France hexagonale ;
- *An. stephensi*, vecteur urbain du paludisme en Inde et est en pleine expansion en Afrique continentale notamment sur la côte est-africaine et également présent à l'Ouest. Les risques d'importation sont non négligeables depuis l'Afrique de l'Ouest mais restent faibles, car les ports et aéroports de cette partie du continent sont pour l'instant peu infestés. L'importation pourrait venir préférentiellement par une invasion préliminaire du Brésil (du fait des échanges avec certains pays africains comme l'Angola et le Mozambique) ;
- *Aedes (Fredwardsius) vittatus*, récemment détecté à Cuba et en République Dominicaine (Pagac *et al.* 2021; Sudeep *et al.* 2020; Sudeep et Shil 2017) et son rôle de vecteur démontré pour de nombreux arbovirus humains.

Les principaux vecteurs présents et à risque d'introduction et d'installation aux Antilles sont listés dans le Tableau 12.

Tableau 12 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité aux Antilles avec le site Signalement-moustique

Moustique vecteur d'agents infectieux	Indice de potentiel vectoriel	Objectifs de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces autochtones</b>		
<i>Ae. aegypti</i>	5 (fièvre jaune, dengue, chikungunya, Zika)	Données de bioécologie et/ou autres données (recherche d'agents pathogènes, etc.) selon le contexte
<i>Ae. taeniorhynchus</i>	4 (encéphalite équine Vénézuélienne et encéphalite équine de l'Est**)	
<i>An. albimanus</i>	5* (paludisme)	
<i>An. aquasalis</i>	4 (paludisme)	
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	5 (WNV) ; 4 (encéphalite de St Louis**)	
<i>Cx. nigripalpus</i>	5 (WNV) ; 4 (encéphalite de St Louis**)	
<b>Espèces à risque d'introduction et d'installation</b>		
<i>Ae. albopictus</i>	4 (dengue, chikungunya, Zika)	Détection
<i>Ae. (Fr.) vittatus</i>	4 (fièvre jaune, dengue, chikungunya, Zika)	
<i>An. stephensi</i>	4 (paludisme)	

\* vecteur historique du paludisme ne nécessitant pas de surveillance en routine car il n'y a plus de cas de paludisme autochtone aux Antilles depuis les années 1960 (Tarantola *et al.* 2011).

\*\* virus non présent aux Antilles mais à risque d'introduction à partir du continent nord-américain.

## Guyane

### Espèces vectrices présentes

Le vecteur principal d'arbovirose en Guyane française, comme aux Antilles, est *Ae. aegypti*. Il est en expansion, notamment en amont des grands fleuves frontaliers.

D'autres vecteurs d'arboviroses menacent également la Guyane comme les moustiques du genre *Haemagogus* (vecteur de la fièvre jaune, du virus Mayaro circulant en zone selvatique) ou *Sabethes* (Celone *et al.* 2021) ou encore *Aedes serratus* vecteur du virus de l'encéphalite équine du Venezuela, Aura virus (da Silva *et al.* 2022; Jones *et al.* 2004) ou vecteur potentiel du virus Oropouche<sup>91</sup>.

De plus, *Cx. quinquefasciatus*, vecteur anthropophile, est impliqué dans la transmission de nombreux agents infectieux comme le WNV dans la zone néotropicale (da Moura *et al.* 2024). Son rôle dans la transmission du virus Oropouche à Saul en 2020 a également été questionné du fait de sa présence sur le site (Bonifay *et al.* 2023). En effet le virus a été détecté dans des pools de cette espèce au Brésil ou plus récemment à Cuba (Benitez *et al.* 2024), et certaines études ont démontré l'aptitude de l'espèce, bien que très faible, à transmettre le virus (Hoch *et al.* 1987; McGregor, Connelly et Kenney 2021).

Une autre espèce de *Culex*, *Cx. portesi*, devrait faire l'objet d'une attention du fait de son rôle probable dans les transferts à l'être humain de nombreux arbovirus zoonotiques. Cette espèce, très opportuniste, pique de nombreux mammifères dont l'être humain (Guidez *et al.* 2024), et a été retrouvée infectée en Guyane par 14 virus enzootiques (Bonifay *et al.* 2023). Cette espèce est compétente pour le virus Mucambo appartenant au complexe du virus de l'encéphalite équine vénézuélienne (VEEV) (Aitken 1972). *Culex nigripalpus* a également fait l'objet d'isollements de virus enzootiques en Guyane (Bonifay *et al.* 2023), mais l'espèce est de surcroît reconnue comme compétente pour le virus de l'encéphalite de Saint Louis (VESL) (Richards *et al.* 2012).

Les efforts menés pour lutter contre le paludisme ont permis de réduire fortement le nombre de cas : de plus de 4 500 cas en 2005 à environ 600 cas en 2017<sup>92</sup> et 400 cas en 2023<sup>93</sup>. Il persiste néanmoins des cas urbains de paludisme, comme observé en 2023 sur le littoral (essentiellement dans les communes de Kourou, et celles de Roura et Montsinéry-Tonnégrande proche de Cayenne). Le risque palustre persiste également le long des deux fleuves frontières et autour des principales agglomérations côtières avec le maintien de populations d'anophèles vecteurs et la réintroduction régulière de parasites à travers des cas humains importés à partir du Brésil ou du Surinam voisins. *Anopheles darlingi* est le vecteur principal du paludisme en Guyane. Il est abondant le long des rivières et dans les zones de marais, notamment dans les villages forestiers. *Anopheles marajoara*, moins commun, semble remplacer *An. darlingi* dans des habitats plus perturbés par l'activité humaine, comme les zones de déforestation et les exploitations minières illégales (Dusfour *et al.* 2012). *Anopheles aquasalis* est également présent dans certaines zones péri-urbaines du littoral (Adde *et al.* 2016). C'est un vecteur secondaire historique du paludisme sur la zone littorale en Guyane.

<sup>91</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/guyane/documents/rapport-synthese/2025/analyse-du-risque-d-emergence-du-virus-oropouche-orov-en-aout-2024-en-guyane-et-dans-les-antilles-francaises> et <https://www.cdc.gov/oropouche/causes/index.html>

<sup>92</sup> <https://www.guyane.ars.sante.fr/paludisme-1>

<sup>93</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/guyane/documents/bulletin-regional/2024/surveillance-sanitaire-en-guyane.-bulletin-du-5-decembre-2024>

*Espèces vectrices à risque d'introduction et d'installation*

Les espèces à risque d'introduction et d'installation en Guyane sont les mêmes qu'aux Antilles. Les principaux vecteurs présents et à risque d'introduction et d'installation en Guyane sont listés dans le Tableau 13.

**Tableau 13 : Espèces de moustiques vecteurs à surveiller en priorité en Guyane avec le site Signalement-moustique**

Moustique vecteur d'agents infectieux	Indice de potentiel vectoriel	Objectifs de la surveillance avec le site Signalement-moustique
<b>Espèces autochtones</b>		
<i>Ae. aegypti</i>	5 (dengue, chikungunya, zika)	Données de bioécologie et/ou autres données (recherche d'agents pathogènes, etc.) selon le contexte
<i>Ae. serratus</i>	4 (VEEV, AURAV = Tonate Guyanais)	
<i>An. darlingi</i>	5 (paludisme)	
<i>An. marajoara</i>	4 (paludisme)	
<i>An. aquasalis</i>	4 (paludisme)	
<i>Haemagogus janthinomys</i>	5 (fièvre jaune)	
<i>Haemagogus leucoceleanus</i>	5 (fièvre jaune)	
<i>Sabethes</i> <sup>94</sup> (sous genre <i>Sabethes</i> ) sp. (toutes les espèces)	5 (fièvre jaune)	
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	4 (WNV, Encéphalite de St Louis*)	
<i>Cx. portesi</i>	4 (VEEV, + potentiel pour de nombreux virus enzootiques)	
<i>Cx. nigripalpus</i>	4 (WNV, Encéphalite de St Louis*)	
<b>Espèces à risque d'introduction et d'installation</b>		
<i>Ae. albopictus</i>	4 (dengue, chikungunya, Zika)	Détection
<i>Ae. (Fr.) vittatus</i>	4 (fièvre jaune, dengue, chikungunya, Zika)	
<i>An. stephensi</i>	4 (paludisme)	

\* virus non présent aux Antilles, mais à risque d'introduction à partir du continent nord-américain.

<sup>94</sup> Statut taxonomique peu clair pour l'ensemble du sous-genre *Sabethes*.

À noter que les espèces suivantes sont considérées comme des vecteurs potentiels présents en Guyane, mais ne figurent pas dans le Tableau 13 étant donné leur indice de potentiel vectoriel inférieur ou égal à 3 :

- des espèces du genre *Anopheles* potentiellement vecteurs de *Plasmodium* humains :
  - *An. oswaldoi* s.L. (espèces A et B), *An. medialis* (ex *An. intermedius*), trouvées en Guyane (Dusfour *et al.* 2012), mais pas d'étude de compétence vectorielle au labo ;
  - *An. braziliensis* ;
  - *An. nuneztovari*, *An. triannulatus* s.L. (espèces A et B), trouvées infectées en Guyane (Dusfour *et al.* 2012) et compétentes (Rios-Velásquez *et al.* 2013) ;
- des *Aedes* :
  - *Aedes scapularis*, vecteur potentiel de VEEV (Tonate Guyanais), anthropophile, mais pas de compétence vectorielle démontrée en laboratoire et pas de virus retrouvé en Guyane ;
  - *Aedes taeniorhynchus*, vecteur potentiel de Wyeomyia, dont le virus a été isolé en Guyane ;
- *Culex gp spissipes*, vecteur potentiel de Tonate, Caraparu, Catu, Itaporanga, dont les virus ont été isolés en Guyane, mais vecteur difficile à identifier ;
- *Coquillettidia venezuelensis*, vecteur potentiel des virus VEEV, OROV, *Bunyavirus* du groupe Guama (ou Tonate Guyanais) et anthropophile. Des infections expérimentales avec VEEV ont été réalisées, montrant une infection sans transmission (Turell *et al.* 2000) et présence en Guyane de nombreux virus enzootiques (Mucambo, Tonate, Una, Cabassou, Ilheus, Murutucu, Oricoba, Caraparu, Bimiti, Aruac, etc.) (Bonifay *et al.* 2023).

## Annexe 9 : Exemples de projets mobilisant la démarche participative dans un objectif de surveillance

Les exemples ci-après ne sont pas issus d'une revue de la littérature exhaustive qui se voudrait représentative de l'ensemble des initiatives de ce type et relèvent d'un choix opportuniste pour montrer, à titre d'illustration, l'intérêt d'une démarche participative, voire sa nécessité.

### Surveillance syndromique de la grippe

La surveillance syndromique constitue une des actions en santé publique au Canada dans la prévention des pandémies. Elle s'appuie sur des dispositifs participatifs comme Action Grippe et ses 12 000 participants<sup>95</sup>. La participation répond ici à des enjeux de « souplesse, de faibles coûts et de précision » de la surveillance (Lee, Mukhi et Bancej 2021). En effet, ce programme part du principe que toutes les personnes malades ne consultent pas un professionnel de santé pour se faire tester. Le dispositif de surveillance participative repose ainsi sur la déclaration spontanée de symptômes et aide à avoir une meilleure idée de l'incidence ou de la prévalence de maladies respiratoires dans la collectivité.

### Surveillance des déchets marins

La surveillance des déchets marins pose des difficultés que seules les démarches participatives peuvent dépasser puisqu'il s'agit de surveiller quotidiennement des kilomètres carrés de milieux marins et de collecter une grande quantité de données sur les types de déchets et sur l'état biologique de ces milieux.

### Vigie-Nature

Vigie-Nature (<https://www.vigienature.fr/fr>), programme du MNHN et de l'Office français de la biodiversité, est aussi un exemple proposant de nombreux observatoires (oiseaux, insectes pollinisateurs, papillons, flore, chauves-souris, etc.). Le site s'adresse autant aux amateurs néophytes qu'aux naturalistes confirmés, voire aux scolaires avec le site Vigie-Nature École.

### iNaturalist

iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) est un projet de science citoyenne et un réseau social en ligne de naturalistes, de citoyens scientifiques et de biologistes qui part du principe que toute observation peut contribuer à l'étude de la biodiversité, du papillon le plus rare à la mauvaise herbe de jardin la plus courante. Il est construit sur le concept de cartographie et de partage des observations à travers le monde.

iNaturalist est accessible à partir de son site Web ou de ses applications mobiles.

Ces quatre exemples montrent l'intérêt des démarches participatives pour surveiller l'évolution de phénomènes dans le temps et dans l'espace. Pourtant, malgré leurs avantages certains en termes de coût et d'efficacité, les dispositifs de surveillance participative demeurent encore à ce jour peu développés par la puissance publique et pas suffisamment reconnus par les acteurs en charge de la surveillance

---

<sup>95</sup> <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/grippe-influenza/grippe-a-loeil.html>

## Annexe 10 : ArboCarto, un modèle de dynamique de populations d'*Aedes*

Le modèle, AlboRun<sup>96</sup>, développé à partir de 2011 à La Réunion, est devenu ArboCarto (Lamy *et al.* 2023) dans le cadre d'un projet pilote commandé par la DGS. Il est déployé sur le territoire hexagonal et dans les DROM. Il offre un outil générique de cartographie prédictive des densités de populations d'*Aedes* vecteurs à travers une interface logicielle (<https://www.arbocarto.fr/>).

Les données d'entrée sont :

- des données météorologiques (température et pluviométrie quotidiennes) ;
- des données environnementales sur la distribution des gîtes de ponte des moustiques, obtenues à partir de relevés de terrain, de données de télédétection à haute ou très haute résolution spatiale, ou de données additionnelles (Urban Atlas, occupations du sol produites par le Centre d'Expertise Scientifique sur l'occupation des sols (CES OSO) ou l'Institut national de l'information Géographique (IGN), OpenStreetMap).

Les sorties de l'outil sont des cartographies des densités de moustiques :

- pour différents stades (œufs, larves, adultes) ;
- à des échelles spatiales (quartier, îlot IRIS<sup>97</sup>, etc.) et temporelles (fréquences journalières, hebdomadaires, mensuelles, etc.) choisies par l'utilisateur ;
- dans différents formats géographiques pour une visualisation dans un logiciel de Système d'Information Géographique - SIG (.shp) ou avec Google Earth (.kml).

Le croisement des informations produites par le modèle avec les cas rapportés de dengue par la surveillance épidémiologique humaine vise à permettre d'optimiser les actions de LAV.

---

<sup>96</sup> Impact des changements climatiques régionaux sur le moustique tigre à la Réunion / Events - ARBOCARTO, *predictive mapping tool for Aedes mosquito population densities*.

<sup>97</sup> Les îlots regroupés pour l'information statistique (IRIS) constituent chacun un « micro quartier », composé d'un ensemble d'îlots contigus et homogènes, regroupant 2 000 habitants ou plus. Chaque IRIS constitue un secteur communal de base, un « micro quartier » géographique et démographique homogène, clairement et durablement défini par l'Insee. Sur ce « maillon élémentaire » est pratiquée la collecte de données statistiques et démographiques. Ces données sont ensuite analysées et les résultats publiés par l'INSEE.

## Annexe 11 : Sciences participatives

La pratique consistant à faire participer des citoyens<sup>98</sup> dans la production de connaissances a une longue histoire<sup>99</sup> ayant permis d'en démontrer les multiples avantages, notamment :

- le renouvellement des questions de recherche et des méthodes ;
- l'optimisation de la production de données (maillage territorial, grand nombre de données) ;
- la familiarisation des citoyennes et des citoyens avec la démarche scientifique (collecte de données, analyse, interprétation des résultats), *etc.*

Historiquement, ce sont les questions d'environnement et de santé qui ont été investies en premier lieu par des amateurs de sciences naturelles<sup>100</sup> et des citoyens engagés<sup>101</sup>. Des programmes de grande envergure sur la biodiversité, comme Vigie Nature<sup>102</sup> ou Globe Observer<sup>103</sup>, traduisent à la fois l'engouement de certains citoyens pour la participation à la production de connaissances et l'intérêt en termes de retombées scientifiques de cette participation.

Parmi les nombreux termes qui existent pour définir la participation et l'implication de la population dans des projets de recherches, on retrouve le plus fréquemment ceux des sciences participatives qui est d'ailleurs la traduction de l'expression anglaise consacrée « *citizen science* » (Houllier et Merilhou-Goudard 2016). Toutefois, la plupart des travaux de sciences sociales s'accordent au-delà les variations dans les dénominations, pour distinguer deux formes de collaboration :

- les projets de recherche dans lesquels la participation se limite pour l'essentiel à collecter des données,
- les projets conduits conjointement par différentes « parties prenantes » afin de résoudre un problème collectif (Luneau *et al.* 2021).

Les premiers projets sont dits « contributifs » et les seconds « co-construits » (Bonney *et al.* 2009).

Selon Strasser *et al.* (2019) « *la citizen science s'articule autour de « trois promesses ». Les deux premières « promesses » sont scientifiques et éducatives. Si la participation du « public » offre aux communautés de recherche la possibilité de produire de nouvelles connaissances, elle est présentée en retour comme un outil d'acculturation au raisonnement scientifique et de*

---

<sup>98</sup> Ce terme est utilisé ici pour éviter de dire "non-scientifiques", puisque d'une part il n'est pas rare d'avoir des profils de scientifiques parmi les participants et d'autre part nous considérons que c'est davantage la démarche et la méthode qui garantissent le caractère scientifique d'un énoncé que la personne *per se* qui le formule.

<sup>99</sup> Les sociétés savantes et autres groupes d'amateurs naturalistes ont littéralement produit la science du XIX<sup>e</sup> siècle avant que celle-ci ne se professionnalise (Charvolin 2024).

<sup>100</sup> Le programme « *Christmas Bird Census* » lancé aux États-Unis en 1900 visait à inventorier des oiseaux en période de Noël. Aujourd'hui, le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (programme STOC) de la Ligue de Protection des Oiseaux est l'héritier français de cette longue tradition de la science participative dans la collecte de données ornithologiques.

<sup>101</sup> Pour une histoire des différentes formes de sciences et recherches participatives regroupées sous les termes « *citizen science* » (Strasser *et al.* 2019). Les États-Unis ont vu se développer tout un courant d'épidémiologie populaire sur les sujets de santé environnementale (Brown, Morello-Frosch et Zavestoski 2011).

<sup>102</sup> Voir Annexe 8 (<https://www.vigienature.fr/fr/>)

<sup>103</sup> <https://observer.globe.gov/>

*sensibilisation à différents problèmes, comme la crise de la biodiversité ou le réchauffement climatique. La troisième promesse est « démocratique », au sens où la participation doit permettre une distribution du pouvoir plus équitable en rendant le processus de recherche plus accessible, plus transparent, en réduisant les asymétries entre scientifiques et non-scientifiques ou en faisant droit à d'autres formes de savoirs » (cité par (Luneau et al. 2021)).*

En France, il existe une Charte des sciences et recherches participatives<sup>104</sup> s'intitulant « Accompagner, soutenir et promouvoir les collaborations entre acteurs de la recherche scientifique et de la société civile ». Cette charte a été signée par une trentaine d'établissements de l'ESR, d'ONG et d'associations en 2017. Les signataires adoptent la définition qui suit : les sciences et recherches participatives sont des formes de production de connaissances scientifiques auxquelles participent, avec des chercheurs, des acteurs de la société civile, à titre individuel ou collectif, de façon active et délibérée. Cette charte s'appuie sur des valeurs partagées, des principes déontologiques et d'intégrité scientifique, et énumère les conditions de réussite. Ainsi, en 2017, 53 732 personnes ont contribué à des pratiques d'observation et de signalement dans le cadre de projets de sciences participatives (Charvolin 2024).

Cette nouvelle forme de collaboration est issue d'une longue histoire de participation des amateurs aux sciences naturalistes et s'est fortement développée à partir des années 1990, jusqu'à devenir une technique de recherche et de sensibilisation incontournable sur les questions de biodiversité et un outil non plus seulement pour les scientifiques, mais aussi utile pour les collectivités. Cette dimension est bien illustrée notamment par le site « Vigie Nature » (cf. Audition de Rémy PONCET, du MNHN). S'agissant des initiatives de science citoyenne dans le domaine de la surveillance des moustiques, la recension effectuée par Sousa (2022) indique que celles-ci se développent rapidement dans le monde entier, ce qui permet de mettre au point des méthodes innovantes pour prévenir et contrôler les arboviroses et permet la participation du public à faible coût et la mise à l'échelle des méthodes traditionnelles de surveillance des moustiques. Elle indique aussi que les progrès en matière de technologie ont permis un plus grand engagement dans la science et ont facilité l'interconnectivité entre les participants et les chercheurs grâce au partage.

---

<sup>104</sup> <https://www.science-ensemble.org/pdf/charte-francaise-des-sciences-et-recherches-participatives.pdf>

## Annexe 12 : Globe Observer, un dispositif de surveillance participative à vocation internationale

Globe Observer est une application mobile de science participative lancée par la NASA en 2016 dans le cadre du programme GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) qui permet à tous les utilisateurs de fournir des observations sur les nuages, les habitats des moustiques, la couverture terrestre et les arbres. Le module Mosquito Habitat Mapper de Globe Observer lancé en 2017 combine la surveillance des moustiques, la sensibilisation du public et le soutien à la recherche scientifique, tout en renforçant la préparation mondiale face aux maladies à transmission vectorielle. L'application à but non lucratif est disponible dans une dizaine de langues, notamment : Anglais (langue principale de l'application), Espagnol, Français, Allemand, Portugais, Russe, Arabe, Japonais, Chinois (simplifié), Italien, Coréen, Thaïlandais.

Les objectifs (ou caractéristiques) de l'application sont les suivantes :

- Surveillance participative mondiale : l'application permet aux citoyens du monde entier de signaler les habitats de moustiques, améliorant ainsi la couverture spatiale et temporelle de la surveillance, notamment dans les zones rurales ou difficiles d'accès.
- Réactivité en cas de crise sanitaire : en cas de pandémie ou d'épidémie locale de maladies à transmission vectorielle, l'outil peut être rapidement déployé pour collecter des données critiques, même dans des communautés à faibles ressources.
- Complémentarité avec les données satellitaires de la NASA : les données collectées sur le terrain par les citoyens complètent les observations par satellites, permettant d'affiner les analyses environnementales et de mieux comprendre la dynamique des moustiques vecteurs.
- Approche éducative et sensibilisation : le Mosquito Habitat Mapper intègre une dimension éducative forte grâce à des programmes de sensibilisation aux sciences (STEM), soutenus par la NASA, notamment à destination des jeunes et des communautés locales.
- Engagement des citoyens à l'échelle internationale : l'application est utilisée dans de nombreux pays à travers des campagnes de formation et des défis de collecte de données, favorisant un engagement durable des citoyens et le partage des bonnes pratiques.
- Soutien à la recherche scientifique : les données collectées sont intégrées dans des bases publiques accessibles aux chercheurs du monde entier, favorisant la recherche sur les maladies à transmission vectorielle, la dynamique des populations de moustiques et les impacts des changements climatiques.
- Interopérabilité des données et flexibilité d'utilisation : l'outil propose des protocoles de collecte de données flexibles, adaptés à différents contextes de recherche. Il est également interconnecté avec d'autres programmes scientifiques et éducatifs, facilitant le partage des données.
- Innovation technologique : des fonctionnalités avancées, comme le géorepérage (*geofencing*) et la possibilité d'envoyer des messages ciblés aux utilisateurs, renforcent l'efficacité de la collecte de données et la réactivité en cas d'urgence sanitaire.

## Annexe 13 : Exemples d'études *ad hoc* qui pourrait être réalisée grâce à une collecte d'échantillons réalisées à l'aide du DSPM

Dans cette annexe, sont données pour exemples des études qui pourraient être réalisées à partir de collectes de spécimens de moustiques effectuées par des contributeurs « volontaires » du DSPM dans le but de contribuer à des études *ad hoc*.

Comme mentionné au § 4.7, des protocoles et une formation de ces contributeurs volontaires seront nécessaires pour assurer de bonnes conditions de collecte, de transport et de conservation des spécimens vers les laboratoires de diagnostic ou d'analyse.

### 1. Criblage des agents infectieux susceptibles d'être transmis par les moustiques vecteurs

Pour le criblage d'agents infectieux, il pourrait par exemple être envisagé de demander à des contributeurs volontaires :

- soit de poser des pièges MX<sup>105</sup> et d'envoyer à des laboratoires d'analyses préalablement identifiés pour chaque territoire les spécimens de moustiques morts et leurs excréta récoltés dans la MosquitoBox ;
- soit d'envoyer à ces mêmes laboratoires des spécimens de moustiques morts conservés dans un tube avec tampon de préservation des acides nucléiques fourni dans un kit.

De nombreux pays (États-Unis, Italie, Espagne, etc.) surveillent certains agents infectieux chez les vecteurs, bien que cette stratégie s'avère coûteuse et très chronophage (collectes de moustiques en grands nombres, conservation<sup>106</sup>, identification des moustiques, expédition à des laboratoires assurant la recherche d'agents infectieux, etc.). Une étude détaillée réalisée en Émilie Romagne, une région où la circulation du virus *West-Nile* est importante chaque année dans le Nord de l'Italie, a montré qu'une surveillance intégrée du virus *West Nile* incluant tous les acteurs du cycle de transmission (moustiques, oiseaux, chevaux, humains) représentait un bénéfice financier et sanitaire en termes de dépistages évités sur les dons de sang, de coûts d'hospitalisation à court terme et d'indemnisation pour les maladies associées à des transfusions de sang potentiellement infecté (Paternoster *et al.* 2017).

En effet, le criblage d'agents infectieux par biologie moléculaire sur des moustiques vecteurs (dénommé xénomonitoring moléculaire) peut permettre la détection précoce de la circulation d'un agent infectieux transmis par des moustiques vecteurs dans un environnement donné (e.g. la surveillance des virus Usutu et West-Nile à partir de lots de moustiques collectés dans des zones humides réputées à risque pour ces zoonoses vectorielles).

Des travaux de recherche récents ont permis de développer des méthodes améliorant les performances du xénomonitoring moléculaire, telles que le recours à des systèmes de piégeage permettant de collecter et d'analyser les excréta (Clément Bigeard, Pezzi, Klitting, Ayhan, L'Ambert, *et al.* 2024), voire la salive de moustiques déposés sur des supports de type carte FTA<sup>107</sup> placés à l'intérieur de pièges à moustiques (Flies *et al.* 2015; C. Bigeard, Pezzi,

<sup>105</sup> [https://www.albinfontaine.com/St/Protocole\\_MX\\_2025\\_Fr.pdf](https://www.albinfontaine.com/St/Protocole_MX_2025_Fr.pdf)

<sup>106</sup> Le maintien de la chaîne du froid est indispensable à la détection de certains virus.

<sup>107</sup> Les cartes FTA (*Flinders Technology Associates*) sont des cartes en papier cellulosique à base de coton contenant des produits chimiques qui font éclater les cellules, dénaturent les protéines et protègent l'ADN et l'ARN, laissant un échantillon adapté à l'identification moléculaire sans risque de

Klitting, Ayhan, L'Ambert, *et al.* 2024). Ces fluides biologiques issus des moustiques contiennent l'information génomique des agents infectieux (ainsi que des informations sur les moustiques eux-mêmes et sur les hôtes piqués) suffisamment bien conservés pour être amplifiés, séquencés et précisément identifiés.

Cette xénosurveillance peut venir en complément d'autres volets, notamment celui de la surveillance épidémiologique humaine ou animale (e.g. surveillance de l'avifaune dans le cas du virus *West-Nile*). Elle vise à détecter la circulation d'un agent infectieux dans son cycle naturel, voire à le typer par séquençage et à en déterminer le lignage, parfois avant même l'apparition de cas humains. Cette détection précoce permet de mettre en place des mesures en termes de prévention et de contrôle : criblage des donneurs de sang dans un territoire donné, sensibilisation des personnels de santé pour le diagnostic, information des populations et sensibilisation à la protection personnelle, éventuellement mesures collectives de LAV, etc.).

Au-delà de la détection précoce, le criblage d'agents infectieux dans les moustiques, peut permettre d'informer sur l'intensité de la transmission (par exemple durant une épidémie de dengue, en estimant le taux d'infection des moustiques vecteurs), de suivre la distribution spatiale d'un agent infectieux au cours d'une épidémie, d'identifier ou de confirmer l'espèce vectrice et d'apporter ainsi des informations précieuses pour le déploiement de mesures de LAV adaptées.

## 2. Surveillance de la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides

Afin de contribuer à la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides, il pourrait par exemple être envisagé de demander à des contributeurs volontaires de collecter des spécimens de moustiques morts et de les envoyer à des laboratoires d'analyses préalablement identifiés pour chaque territoire. Des analyses de biologie moléculaire pourraient ensuite être réalisées afin de détecter la présence de mutations de cible conférant une résistance aux insecticides<sup>108</sup>.

L'apparition d'une résistance à un (ou plusieurs) insecticide(s)<sup>109</sup> correspond à un événement d'origine génétique et héritable qui conduit à une diminution de la sensibilité des populations d'insectes cibles à un insecticide donné (ou plusieurs insecticides). Tous les mécanismes qui empêchent ou modifient l'effet de l'insecticide au sein de l'organisme peuvent conduire au développement de résistances (encadré ci-dessous).

---

contamination par l'agent pathogène responsable d'une maladie. Les cartes FTA permettent le prélèvement, la stabilisation, le traitement, le transport et l'archivage d'échantillons biologiques.

<sup>108</sup> À noter que les diagnostics moléculaires de certains mécanismes de résistance aux insecticides, notamment aux pyréthrinoïdes (mutation de cible *kdr*) ne sont disponibles que pour certaines espèces de moustiques vecteurs (eg. *Aedes aegypti* et pas encore pour *Aedes albopictus*).

<sup>109</sup> La deltaméthrine et le Bti (*Bacillus thuringiensis subsp. israelensis*) sont actuellement les substances actives insecticides majoritairement utilisées en lutte antivectorielle en France ; la première en tant qu'adulticide, la seconde en tant que larvicide.

### Les différents types de résistances aux insecticides

« Il existe quatre grands types de résistances chez les arthropodes et les moustiques en particulier<sup>110</sup> :

- la détoxification enzymatique de l'insecticide (ou résistance métabolique), terme qui regroupe l'ensemble des mécanismes associés à une biodégradation accrue de l'insecticide en métabolites généralement moins toxiques et plus facilement excrétés ;
- les mutations ponctuelles (ou résistance par modification de la cible) qui diminuent l'affinité de la protéine cible pour l'insecticide ;
- la modification de la cuticule affectant la pénétration de l'insecticide (résistance cuticulaire). Ce mécanisme, à lui seul, n'occasionne en général que de faibles niveaux de résistance bien qu'il puisse, par définition, conférer une résistance croisée à un large spectre de molécules ;
- les changements comportementaux (ou résistance comportementale) ayant pour conséquence une survie accrue des vecteurs à l'insecticide. Les moustiques résistants auront donc tendance à éviter le contact avec un ou plusieurs insecticides (répulsion) » (Anses 2021).

La surveillance des niveaux de résistance des populations de moustiques aux insecticides utilisés dans le cadre de la LAV est une des composantes de la surveillance intégrée et doit faire partie de tout programme de lutte antivectorielle pour d'une part, contribuer à guider et optimiser la stratégie de LAV et d'autre part, en évaluer l'efficacité opérationnelle à l'échelle territoriale.

Cela doit se faire sur la base de bioessais qui nécessitent d'entretenir des colonies de moustiques. Les techniques de biologie moléculaire sont utiles en complément pour détecter et suivre une mutation précise connue pour conférer une résistance. Ces techniques nécessitent des laboratoires équipés et du personnel expérimenté.

L'avis de l'Anses (2021)<sup>111</sup> et le rapport d'expertise collective relatif à la résistance des moustiques vecteurs présentent des lignes directrices pour la surveillance de la résistance, ainsi que des méthodes de détection de la résistance des moustiques vecteurs (Anses 2021b, 2021a).

Il convient de souligner que ces lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs de type *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* émises par l'ANSES depuis 2021 ne sont pas encore appliquées en 2025.

<sup>110</sup> Bien que les bases physiologiques et moléculaires de ces mécanismes de résistance soient distinctes, leur co-occurrence peut entraîner des résistances multiples et/ou croisées à plusieurs familles d'insecticides.

<sup>111</sup> Ce plan propose des actions à mener à deux échelles :

- la surveillance périodique de la résistance à l'échelle populationnelle ;
- la stratification du niveau de risque de résistance (RiR) à l'échelle d'un territoire pour assister la prise de décision.

## Annexe 14 : Techniques d'identification moléculaires

En complément des approches morphologiques, d'autres techniques d'identification des moustiques peuvent être utilisées, notamment des diagnostics de biologie moléculaire tels que :

- PCR (*Polymerase Chain Reaction*) ciblant des gènes spécifiques : amplification de gènes marqueurs comme COI (cytochrome oxydase I, utilisé dans le DNA barcoding) ou ITS2 (Internal Transcribed Spacer 2) ;
- DNA *barcoding* : comparaison de séquences courtes d'ADN mitochondrial (COI) avec des bases de données de référence (BOLD, GenBank) pour attribuer une espèce ;
- qPCR ou PCR en temps réel : détection rapide et sensible, y compris dans des pools de moustiques, utile pour les programmes de surveillance ;
- NGS (*Next-Generation Sequencing*) : permet une identification à haut débit, utile pour explorer la biodiversité ou identifier des espèces cryptiques ;
- Méthodes combinées : couplage entre morphologie, biologie moléculaire et, plus récemment, spectrométrie de masse (MALDI-TOF MS) pour renforcer la fiabilité de l'identification.

Les avantages de ces techniques sont leur précision et leur robustesse, la possibilité d'identifier des moustiques abîmés, des œufs ou des larves, et de révéler des espèces nouvelles ou cryptiques.

En revanche, elles présentent quelques limites telles que la bonne conservation des échantillons, le coût élevé des analyses, la nécessité de laboratoires équipés et la dépendance à la qualité des bases de données de référence.





**anses**

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail

14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex  
[www.anses.fr](http://www.anses.fr)