

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 18 juillet 2023

AVIS

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

**relatif à des « recommandations de stratégies d'utilisation de produits biocides
dans un contexte inter-épidémique et épidémique contre les moustiques
vecteurs de type *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* »**

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 d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

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 18 février 2020 par le Directeur général de la santé et le Directeur général de la prévention des risques pour la réalisation de l'expertise suivante : Recommandations de stratégies d'utilisation de produits biocides dans un contexte inter-épidémique et épidémique contre les moustiques vecteurs de type *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* (saisine n°2020-SA-0029).

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les moustiques des genres *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* peuvent véhiculer des agents pathogènes (virus, bactéries ou parasites) responsables de certaines pathologies humaines ou animales pouvant être fortement invalidantes, voire mortelles.

Dans le contexte actuel de l'émergence ou de la réémergence de certaines maladies vectorielles, notamment en raison des changements climatiques et de la globalisation des échanges, la lutte antivectorielle (LAV), et notamment sa composante biocide, revêt un enjeu crucial. La LAV dans sa composante biocide est menée avec des insecticides, qui sont des

produits biocides (Type de Produits 18 – TP18) dont la mise sur le marché est encadrée par le règlement européen (UE) n° 528/2012¹ (dit règlement biocide).

Dans plusieurs régions françaises, en particulier dans les territoires ultra-marins, les moustiques vecteurs ont développé des mécanismes de résistance aux insecticides utilisés pour les combattre, ce qui peut rendre les opérations de traitements moins efficaces, pouvant aller jusqu'à remettre en cause les stratégies actuelles d'utilisation des insecticides. Les modalités de suivi et de gestion de la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides sont aujourd'hui très variables selon les territoires. C'est dans ce contexte que les dispositions du décret n°2019-258 du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies vectorielles prévoient notamment l'élaboration d'un arrêté sur les modalités de suivi des résistances des espèces vectrices locales aux produits biocides utilisés en LAV (Art. R3114-14 du code de la santé publique).

Par ailleurs, les substances actives insecticides utilisables en LAV et autorisées en application du règlement (UE) n° 528/2012 sont en nombre limité. L'absence d'une palette de molécules aux modes d'action divers constitue un handicap pour la mise en place d'une stratégie de gestion de la résistance des vecteurs aux insecticides, alors que les épidémies liées à des agents pathogènes véhiculés par les moustiques sont plus fréquentes dans les territoires français, notamment en outre-mer, ce qui nécessite un recours de plus en plus fréquent aux insecticides.

A cet égard, dans le cadre du programme de travail 2020 établi entre les ministères de tutelles et l'Anses, la direction générale de la santé (DGS) et la direction générale de la prévention des risques (DGPR) ont saisi l'Anses pour conduire une expertise en vue de proposer dans un premier temps des lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides (« étape 1 »), et dans un second temps des recommandations par territoire pour la mise en place d'une stratégie de traitements par les produits biocides en contexte inter-épidémique et en contexte épidémique (« étape 2 »).

En réponse à la première étape, l'Anses a rendu un avis le 15 octobre 2021² en s'appuyant sur le rapport proposé par un groupe de travail mis en place à cet effet³. Le présent avis vise à répondre aux questions de l'étape 2 de cette saisine.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

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 (Mai 2003) ».

¹ Règlement (UE) n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides

² Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail du 15 octobre 2021 : Anses. (2021). Proposition de 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, 41 p.

³ Anses (2021). 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.

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisés (CES) « Substances actives et produits biocides ».

L'expertise a été conduite par la Direction d'évaluation des produits réglementés (DEPR) en collaboration avec deux experts rapporteurs.

Les travaux ont été présentés au CES « Substances actives et produits biocides », réuni les 16/02/2023 et 30/03/2023. Ceux-ci ont également été présentés au GT « vecteurs », réuni le 26/01/2023, collectif d'experts pérenne de l'Anses sur les sujets ayant trait aux vecteurs.

Les travaux ont été adoptés par le CES « Substances actives et produits biocides », réuni le 30/03/2023.

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 CES

3.1. Cadre réglementaire de la lutte antivectorielle en France

Dans son acception la plus large, la LAV comprend : la prévention, la lutte et la protection contre les arthropodes hématophages (insectes et acariens), vecteurs d'agents pathogènes à l'Homme, aux vertébrés et aux végétaux, ainsi que leur surveillance. Elle inclut la lutte contre les insectes nuisants quand ces derniers sont des vecteurs potentiels ou lorsque la nuisance devient un problème de santé publique ou vétérinaire. Elle s'appuie sur des méthodes qui diffèrent selon les vecteurs et selon les contextes épidémiologiques et socioéconomiques. Elle inclut la lutte biocide, la lutte biologique, la lutte génétique, la protection individuelle, l'action sur l'environnement, l'éducation sanitaire, la mobilisation sociale et l'évaluation permanente de toutes ces méthodes (Fontenille, 2009).

En France, un dispositif réglementaire a été mis en place depuis 2019, confiant aux Agences Régionales de Santé (ARS) les missions de surveillance entomologique et d'intervention autour des nouvelles implantations de moustiques vecteurs. Elles sont également en charge des mesures de prospection, traitements et travaux autour des cas suspects d'arboviroses et des lieux fréquentés par les personnes atteintes de maladie transmise par les moustiques, afin de prévenir les épidémies. Depuis le 1er janvier 2020 pour la métropole, les ARS doivent conduire les actions de LAV ou bien les confier à des opérateurs qu'elles ont mandatés [*via* un marché public], et dont elles assurent le financement. De plus, cette réforme fait désormais reposer la gestion des épidémies de maladies vectorielles sur le dispositif ORSEC⁴.

⁴ Le dispositif ORSEC (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile) est un programme d'organisation des secours à l'échelon départemental, en cas de catastrophe. Il permet une mise en œuvre rapide et efficace de tous les moyens nécessaires sous l'autorité du préfet.

3.1.1. Décret 2019-258 du 29/03/2019 relatif à la prévention des maladies vectorielles et arrêté LAV du 23/07/2019

■ Décret 2019-258 du 29/03/2019

Le décret 2019-258 relatif à la prévention des maladies vectorielles précise les modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique et d'intervention autour des nouvelles implantations de moustiques et des cas suspects, confiées aux ARS pour prévenir les épidémies de maladies vectorielles, ainsi que d'autres mesures de prévention et d'information. La gestion des épidémies, qui repose sur le dispositif ORSEC, et la lutte contre les nuisances générées par les moustiques sont réalisées par les conseils départementaux selon les modalités prévues par la loi n° 64-1246 du 16 décembre 1964 relative à la lutte contre les moustiques, qui prévoient qu'un arrêté préfectoral définit des zones de lutte contre les moustiques dans lesquelles sont mises en œuvre les mesures également définies par arrêté.

Ainsi la lutte contre les maladies transmises par les moustiques a pour objectifs :

- de prévenir l'implantation et le développement des vecteurs d'agents pathogènes par des mesures d'hygiène et de salubrité ;
- de diminuer la transmission d'agents pathogènes et de gérer les épidémies de maladies à vecteur par une intervention rapide autour des cas humains.

■ Arrêté LAV du 23/07/2019

L'arrêté du 23 juillet 2019 spécifie « les modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique (dans son Annexe 1), d'intervention autour des détections et de prospection (dans son Annexe 2), et des traitements et travaux autour des lieux fréquentés par les cas humains de maladies transmises par les moustiques vecteurs (dans son Annexe 3) ».

La surveillance entomologique (Annexe 1) a pour objectif de suivre la dynamique des populations de vecteurs en place afin d'éviter de nouvelles implantations, lorsque cela est réalisable ; de détecter l'introduction de nouvelles espèces vectrices, notamment au niveau des points d'entrée du territoire ; d'éclairer la décision d'intervention autour des cas.

L'Annexe 2 précise les modalités de gestion et de traitement des signalements positifs à *Aedes albopictus* dans les départements non colonisés, ou faiblement ou fortement colonisés.

L'Annexe 3 présente des éléments de cadrage pour l'intervention autour des cas humains, et notamment les modalités d'intervention de LAV (lutte anti larvaire, choix de l'adulticide) pour les différentes situations susceptibles d'être rencontrées.

En cas d'épidémie, les mesures de lutte contre les insectes vecteurs sont définies dans le cadre du dispositif ORSEC. Des programmes spécifiques existent dans certains territoires, comme le PSAGE⁵ Dengue en Martinique et en Guadeloupe qui a pour objectifs de contractualiser le rôle et les missions que chacun des partenaires impliqués dans la lutte contre la dengue s'engage à tenir et de fournir les outils nécessaires pour la conduite des différentes actions du programme dans les domaines de la surveillance épidémiologique et

⁵ Programme de Surveillance, d'Alerte et de Gestion des Epidémies de Dengue (2006)

entomologique, de la démoustication, de la communication, et de la prise en charge des malades.

3.1.2. Le règlement biocide (UE) n°528/2012

La lutte antivectorielle avec des produits biocides fait référence aux produits insecticides (TP 18). Parmi les produits biocides utilisés pour tuer les moustiques, les larvicides ciblent les stades de développement juvéniles aquatiques (larves, nymphes) ; les adulticides (ou imagocides) visent le stade adulte volant.

La mise sur le marché et l'utilisation de ces produits biocides sont encadrées par le règlement (UE) n°528/2012/CE (dit "règlement biocide"). Ce règlement s'applique au territoire métropolitain, aux départements et régions d'outre-mer (DROM)⁶ ainsi qu'à certaines collectivités d'outre-mer (COM⁷), i.e. Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

Le règlement biocide prévoit deux grandes phases d'évaluation :

- L'évaluation des substances actives : les produits biocides doivent contenir des substances actives inscrites sur la liste de l'Union européenne des substances actives approuvées. Le processus d'évaluation de ces substances actives pour aboutir à leur approbation (ou non approbation) est réalisé pour toutes les substances actives notifiées au programme d'examen biocide figurant dans le règlement délégué (UE) n°1062/2014⁸. Ce processus est encore en cours. Le statut des substances actives (approuvées, non approuvées, en cours d'évaluation) est disponible sur le site de l'agence européenne des produits chimiques (ECHA⁹).
- L'évaluation des produits biocides : une fois les substances actives approuvées, les produits biocides contenant ces substances sont évalués conformément aux conditions requises à l'article 19 du règlement¹⁰.

Actuellement deux cas de figure cohabitent sur le marché français :

- La majorité des substances actives TP18 sont approuvées et les produits biocides sont évalués conformément aux conditions requises à l'article 19 du règlement biocide. Les autorisations délivrées peuvent être nationales (valables seulement dans le pays qui a délivré la décision d'autorisation) ou de l'Union (valables dans l'ensemble des pays de l'Union européenne). Une autorisation nationale peut être étendue à d'autres pays de l'Union européenne par reconnaissance mutuelle. Cette demande de reconnaissance

⁶ DROM : Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte, la Réunion

⁷ COM : Nouvelle Calédonie, Polynésie française, Saint-Martin, Saint-Barthélemy, Saint-Pierre-et-Miquelon, Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF), Wallis et Futuna

⁸ Règlement délégué (UE) n°1062/2014 de la Commission du 4 août 2014 relatif au programme de travail pour l'examen systématique de toutes les substances actives existantes contenues dans des produits biocides visé dans le règlement (UE) n°528/2012 du parlement Européen et du Conseil.

⁹ European CHemical Agency : <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/biocidal-active-substances>

¹⁰ Parmi les critères déterminant si un produit peut bénéficier d'une AMM, il doit être démontré que ce produit ne présente pas d'effet néfaste pour la santé humaine ou pour l'environnement, qu'il est suffisamment efficace et qu'il n'induit pas d'effet inacceptable tel qu'une résistance chez les organismes cibles.

mutuelle dans un autre pays est normalement effectuée par le détenteur de l'autorisation de mise sur le marché. Les dispositions à l'article 39 du règlement biocide prévoient qu'en l'absence de demande d'autorisation nationale dans un État membre pour un produit biocide qui est déjà autorisé dans un autre État membre, des organismes officiels ou scientifiques menant des activités phytosanitaires ou de protection de la santé publique peuvent demander l'autorisation nationale du même produit biocide, pour la même utilisation et dans les mêmes conditions d'utilisation que dans ledit État membre. Le demandeur doit accompagner sa demande de la démonstration que l'utilisation de ce produit biocide présente un intérêt général dans cet État membre.

- Quelques substances actives TP18 sont encore en cours d'examen au niveau communautaire et les produits contenant ces substances ne sont pas encore soumis à autorisation de mise sur le marché (AMM) selon le règlement biocide. Pour ces produits en régime dit « transitoire », les exigences nationales s'appliquent. En France, ces produits biocides doivent contenir des substances actives soutenues dans le programme d'examen pour le TP adéquat et conformes à l'article 95 du règlement biocide, être étiquetés conformément aux dispositions de l'article 10 de l'arrêté du 19 mai 2004, être déclarés à des fins de toxicovigilance sur le site Synapse de l'INRS et être déclarés sur le site BioCID¹¹ (anciennement SIMMBAD) hébergé par l'Anses.

3.1.3. Usages dérogatoires prévus par le règlement biocide

Dans certaines circonstances, il peut être possible d'utiliser des produits biocides normalement non autorisés par la réglementation, étant entendu qu'une non autorisation peut résulter soit de la non-conformité de la demande au regard des exigences¹², soit de l'absence de demande d'autorisation. En effet, le règlement biocide prévoit au paragraphe 1 de l'article 55, la possibilité de dérogation aux exigences mentionnées aux articles 17 (relatif à la mise à disposition sur le marché et utilisation des produits biocides) et 19 (relatif aux conditions d'octroi d'une autorisation) pour une période de 180 jours en vue d'une utilisation limitée et contrôlée, en raison d'un danger menaçant la santé publique, la santé animale ou l'environnement qui ne peut pas être maîtrisé par d'autres moyens. L'État membre qui a recours à cette disposition doit en avertir les autres États membres et la Commission européenne. Une telle dérogation peut être prolongée en cas de besoin, pour une durée maximale de 18 mois, sous réserve d'acceptation par la Commission européenne. En France, en application de l'article L. 522-6 du Code de l'Environnement, cette dérogation est délivrée *via* un arrêté par le ministre chargé de l'environnement, qui, sauf en cas d'urgence, consulte préalablement l'Anses.

Cette disposition a été mise en œuvre à quelques reprises par la France ces dernières années dans le cadre de la LAV, afin que les opérateurs ou les populations puissent, dans un contexte d'épidémie ou d'urgence, utiliser des produits biocides en dehors du cadre fixé par le règlement européen.

A titre d'exemples :

¹¹ <https://biocid-anses.fr/biocid#>

¹² Exigences au regard des principes uniformes définis dans le règlement (UE) n°528/2012.

- L'arrêté du 28 septembre 2017 pour le produit biocide « VECTOMAX G » (*Bacillus thuringiensis israelensis* souche AM65-52 et *Bacillus sphaericus* souche 2362) dans les départements et collectivités d'outre-mer¹³. L'objectif de cette dérogation (permettant l'accès au grand public à un produit autorisé uniquement pour des usages professionnels) était le traitement rapide de très nombreuses collections d'eau constituant des gîtes larvaires potentiels sur les îles des Antilles sinistrées par les ouragans Irma et Maria ;
- L'arrêté du 23 février 2016 pour des moustiquaires imprégnées à la deltaméthrine dans les départements et collectivités d'outre-mer¹⁴. Cette dérogation a été prise pendant l'épidémie de Zika pour permettre la distribution de moustiquaires dont l'usage n'était pas autorisé, celles-ci n'ayant pas fait l'objet d'une demande d'AMM lors de l'approbation de la substance active.
- L'arrêté du 5 août 2014 pour l'usage du malathion en Guyane¹⁵. Cette dérogation, autorisant l'usage de produits à base de malathion, alors que cette substance active est interdite dans le cadre de la réglementation biocide, a été prise en réponse à l'épidémie de chikungunya, considérant la très forte résistance des moustiques à la deltaméthrine en Guyane.

3.2. Produits biocides autorisés selon le règlement biocide et utilisables pour la LAV

3.2.1. Produits disponibles contenant des substances actives approuvées selon le règlement biocide

Le tableau 1 ci-dessous récapitule la liste des substances actives approuvées en TP18, incluses dans des produits autorisés selon le règlement biocide et utilisables par des utilisateurs professionnels dans le cadre d'applications autour des nouvelles implantations de moustiques vecteurs et des cas suspects d'arboviroses, afin de prévenir les épidémies.

Les produits adulticides disposant d'une AMM selon le règlement biocide s'appliquent en traitement spatial (intérieur et ou extérieur), ou sous la forme de moustiquaires imprégnées (à noter que les produits appliqués par pulvérisation intradomiciliaire¹⁶ ne sont plus utilisés en France).

Les produits larvicides disposant d'une AMM selon le règlement biocide sont préconisés en traitement des gîtes larvaires à l'intérieur ou à l'extérieur.

¹³ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000035677443>

Avis de l'Anses du 22 septembre 2017 sur l'opportunité de permettre l'utilisation par dérogation du produit biocide « VECTOMAX G » par le grand public. <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOC2017SA0199.pdf>

¹⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000032110575>

Avis de l'Anses du 12 février 2016 relatif à l'opportunité de permettre l'utilisation par dérogation de moustiquaires imprégnées à la deltaméthrine dans les départements français d'Amérique dans le contexte de l'épidémie de Zika <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOC2016SA0024.pdf>

¹⁵ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000029358124>

Avis de l'Anses du 18 mars 2014 relatif aux substances actives biocides pouvant être utilisées dans le cadre de la prévention d'une épidémie de chikungunya en Guyane <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOC2014sa0060.pdf>;

¹⁶ Aussi dénommé IRS « indoor residual spraying »

Tableau 1. Substances actives approuvées et incluses dans un produit de LAV contre les moustiques, autorisé par la France ou par un autre État membre

Substance active (nom commun)	n° CAS	n° EINECS	Mode d'action IRAC ¹⁷	Type d'application	Organismes cibles et stades de développement
Cyperméthrine	52315-07-8	257-842-9	3A	Moustiquaire imprégnée	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade adulte
Deltaméthrine	52918-63-5	258-256-6	3A	Thermonébulisation en intérieur Nébulisation à froid, pulvérisation UBV ¹⁸ en extérieur Moustiquaire imprégnée	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade adulte
Etofenprox	80844-07-1	407-980-2	3A	Nébulisation à froid UBV en intérieur	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. Stade adulte
Perméthrine	52645-53-1	258-067-9	3A	Moustiquaire imprégnée	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade adulte
1R-trans-phénothrine	26046-85-5	247-431-2	3A	Fumigation des cockpits et cabines d'avions	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade adulte
<i>L. sphaericus</i> ¹⁹ 2362, souche ABTS-1743	143447-72-7	Micro-organisme	11B	Traitement des gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. Stade larvaire
Bti ²⁰ , sérotype H14, souche AM65-52	-	Micro-organisme	11A	Traitement des gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade larvaire
Pyriproxyfène	95737-68-1	429-800-1	7C	Traitement des gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. Stade larvaire
S-méthoprène	65733-16-6	-	7A	Traitement des gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. Stade larvaire

¹⁷ Classification des modes d'action selon l'IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) : 3A Modulateurs du canal ionique sodium, pyréthrinoïdes ; 7 Mimétiques de l'hormone juvénile (7C pyriproxyfène) ; 11 Perturbateurs d'origine microbienne des membranes de l'intestin moyen des insectes (11A *Bacillus thuringiensis*, 11B *Bacillus sphaericus*), <https://iraconline.org/modes-of-action/>

¹⁸ UBV : ultra bas volume

¹⁹ *Lysinibacillus sphaericus* (reclassé - précédemment connu sous le nom de *Bacillus sphaericus*)

²⁰ <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.240.902>

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.

Peu d'alternatives autorisées selon le règlement biocide sont disponibles :

- Parmi les produits adulticides, seuls des produits à base de deltaméthrine et d'étofenprox sont autorisés en France en traitement spatial à l'intérieur ou à l'extérieur. Des moustiquaires imprégnées à base d'alpha-cyperméthrine, deltaméthrine et perméthrine sont également disponibles.
Des produits à base de 1R-trans-phénothrine pour le traitement des avions par fumigation sont aussi autorisés. Leur utilisation est encadrée par le règlement sanitaire international (RSI).
Toutes les substances actives adulticides référencées partagent le même site d'action que celui des pyréthrinoïdes (canal sodium des membranes des neurones chez les insectes), ce qui ne permet pas une alternance appropriée des substances actives pour limiter l'apparition de résistance.
- Parmi les produits larvicides, des produits à base de *Bti*, *L. sphaericus* et S-méthoprène sont autorisés en France. Il est à noter que des produits avec la substance active pyriproxyfène sont autorisés pour des usages LAV contre les moustiques dans un autre État membre et pourraient donc être utilisés sous réserve de la conformité d'une autorisation à l'article 39 du règlement biocide.

Le site de l'ECHA²¹ liste pour chaque substance active répertoriée ci-dessus les produits autorisés en France ou dans un autre État membre, ainsi que leurs conditions d'application dans le document annexé RCP (Résumé des caractéristiques du produit).

3.2.2. Produits disponibles contenant des substances actives en cours d'évaluation selon le règlement biocide

Quelques substances actives TP18 sont encore en cours d'évaluation et le site BioCID (anciennement SIMMBAD) répertorie un certain nombre de produits avec des usages contre les moustiques pour ces molécules.

Le tableau 2 ci-dessous récapitule la liste de ces substances actives en cours d'évaluation en TP18, incluses dans des produits disponibles sur le marché français sous le régime transitoire. Néanmoins, il est difficile sur la base des éléments présentés dans BioCID d'identifier les produits qui seraient utilisables par des utilisateurs professionnels dans le cadre d'applications spatiales autour des nouvelles implantations de moustiques vecteurs et des cas suspects ou confirmés d'arboviroses, afin de prévenir les épidémies (l'usage de LAV n'est pas spécifiquement répertorié dans la base BioCID). De plus, lors des auditions menées dans le cadre de la première étape de la saisine, aucun produit biocide en période transitoire n'a été

²¹ <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/biocidal-products>

citée par les organismes auditionnés. Ces substances actives sont donc présentées ci-dessous pour information.

À noter que l'évaluation de la substance active "extrait de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (ou pyrèthre)" a été finalisée récemment (BPC-45 de décembre 2022). Parmi les usages représentatifs du dossier substance active, les applications spatiales en intérieur et en extérieur contre les moustiques ont été évaluées pour un produit à base de pyrèthre + PBO. Des produits incluant ces deux substances actives sont déclarés sur BioCID.

Les substances actives adulticides citées dans le tableau ci-dessous appartiennent pour la plupart toujours à la même famille des pyréthrinoïdes, et ne sont donc pas une alternative en cas de résistance aux pyréthrinoïdes.

Tableau 2 : Substances actives en cours d'évaluation et incluses dans un produit déclaré sur BioCID avec un usage contre les moustiques

Substance active (nom commun)	n° CAS	N°EINECS	Mode d'action IRAC ²²	Organismes cibles et stades de développement
<i>d</i> -Alléthrine	231937-89-6	687-634-7	3A	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp. Stade adulte
Pralléthrine	23031-36-9	245-387-9	3A	
Tétraméthrine	7696-12-0	231-711-6	3A	
<i>d</i> -Tétraméthrine	1166-46-7	214-619-0	3A	
Géraniol	106-24-1	203-377-1	UNE	
Pyrèthre	89997-63-7	289-699-3	3A	

3.3. Produits disponibles pour des applications de LAV en dehors du cadre réglementaire européen

Compte tenu du nombre limité de substances actives avec des modes d'actions variés et produits biocides TP18 utilisables selon le règlement biocide, et des situations de résistances avérées dans certains territoires à certaines de ces substances actives (cf. Avis Anses 1^{ère} étape³), il est pertinent de rechercher des produits insecticides autorisés au travers d'autres dispositifs réglementaires dans le monde.

Ainsi l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a mis en place un dispositif de « pré-qualification » des produits destinés à la lutte antivectorielle et des substances actives des pesticides d'intérêt en santé publique qui vise à garantir que ceux-ci peuvent être utilisés de manière sûre et efficace et qu'ils sont fabriqués selon des normes de qualité élevée.

²² Classification des modes d'action selon l'IRAC. 3A : modulateurs du canal ionique sodium, Pyréthrinoïdes. UNE : mode d'action incertain ou inconnu, extraits, essences ou huiles non raffinés d'origine botanique ou équivalents synthétiques.

Sous l'égide de l'OMS, le PQT/VCP²³ évalue les produits destinés à la lutte antivectorielle ainsi que les substances actives des pesticides d'intérêt en santé publique. L'évaluation des demandes de pré-qualification²⁴ est effectuée selon les critères OMS suivants:

- Qualité – évaluation de la formulation du produit, du processus de fabrication et des caractéristiques physiques/chimiques et établissement de spécifications OMS du produit.
- Sécurité – évaluation de la toxicité aiguë et des dangers, de l'exposition et du risque en fonction de la formulation et de l'utilisation prévue du produit soumis.
- Efficacité – Évaluation des informations démontrant l'impact du produit sur le(s) vecteur(s) cible(s) en fonction des conditions et des méthodes d'applications prévues pour l'utilisation du produit.

Lorsque ces requis sont respectés, ce processus d'évaluation aboutit à l'inscription du produit sur la liste de pré-qualification ainsi qu'à la publication de recommandations.

Les substances actives incluses dans des produits pré-qualifiés par l'OMS²⁵ pour des traitements spatiaux et larvicides figurent dans le tableau 3 ci-dessous. L'existence potentielle de produits équivalents et autorisés selon le règlement biocide européen est également renseignée dans ce tableau mais l'adéquation des compositions et des formulations est à confirmer.

A noter que les produits pré-qualifiés par l'OMS en pulvérisation intra domiciliaire (IRS) n'ont pas été retenus dans le cadre de cette saisine du fait de leur rejet par les populations concernées, y compris lors des situations épidémiques. Des moustiquaires imprégnées sont également qualifiées dans le cadre de ce dispositif mais elles ne sont pas reportées dans le tableau ci-dessous car des moustiquaires sont déjà proposées dans le cadre du règlement biocide. Les moustiquaires pré-qualifiées par l'OMS sont toutes à base de pyréthrinoïdes (et ne constituent donc pas d'alternative satisfaisante aux moustiquaires autorisées en cas de résistance).

Vis-à-vis de la réglementation biocide européenne, plusieurs cas de figure sont identifiés :

- Certains des produits pré-qualifiés sont similaires à ceux déjà autorisés dans le cadre du règlement biocide en France ou dans un autre État membre, ou disponibles en période transitoire sur le marché français, pour des usages de lutte antivectorielle contre les moustiques.
- D'autres produits sont similaires à des produits autorisés en France pour d'autres cibles que les moustiques.
- Enfin certains produits ne possèdent pas d'équivalents disponibles sur le marché français.

Pour les deux derniers cas, une utilisation de ces produits en situation épidémique nécessiterait qu'une dérogation au règlement biocide, telle que décrite au § 1.3.1 soit mise en place.

²³ Prequalification Unit Vector Control Product Assessment Team

²⁴ Overview of the WHO Prequalification Assessment of Vector Control Products - Juin 2021

²⁵ <https://extranet.who.int/pqweb/vector-control-products/prequalified-product-list>

Tableau 3 : Liste de substances actives incluses dans des produits de LAV pré-qualifiés par l'OMS

Substance(s) active(s) (nom commun)	N°CAS	N° EINECS	Mode d'action IRAC	Produits inclus dans la liste OMS			Produit autorisé en France selon le règlement biocide avec un usage LAV contre les moustiques	Alternative possible ²⁶
				Ref. PQT/VC	Type de traitement	Organismes cibles		
Pirimiphos-méthyl	29232-93-7	249-528-5	1B	012-002	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Non	-
Bs souche ABTS-1743 + Bti souche AM65-52	143447-72-7 -	Micro- organisme	11B 11A	011-003	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Oui	-
Bti souche AM65-52	-	Micro- organisme	11A	011-001 011-002	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Oui	-
Diflubenzuron	35367-38-5	252-529-3	15	025-001 025-002 025-003	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Non	Oui : mouches et acariens des litières (FR), puces d'écureuil (DK, ES, FI, LV, NO, SI)
Novaluron	116714-46-6	601-443-8	15	019-001	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Non	-
PDMS	63148-62-9	613-156-5	-	027-001	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Oui (non biocide)	
Pyriproxyfène	95737-68-1	429-800-1	7C	001-002 004-011	Gîtes larvaires	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.	Non	Oui : mouches (CY, EL, IT, ES), moustiques (IT)
				001-006		<i>Aedes</i> spp.		-
Spinosad	168316-95-8	434-300-1	5	020-001	Gîtes larvaires	<i>Aedes</i> spp.	Non	Oui : mouches (FR)
				020-002		<i>Culex</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.		
				020-003		<i>Culex</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.		
				020-004		<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp.		

²⁶ Produit autorisé en France pour d'autres usages que les moustiques, ou dans un autre État membre, pour un usage « moustique » ou d'autres cibles le cas échéant.

Avis de l'Anses
Saisine n° « 2020-SA-0029 »

Substance(s) active(s) (nom commun)	N°CAS	N° EINECS	Mode d'action IRAC	Produits inclus dans la liste OMS			Produit autorisé en France selon le règlement biocide avec un usage LAV contre les moustiques	Alternative possible ²⁶
				Ref. PQT/VC	Type de traitement	Organismes cibles		
				020-005		<i>Culex</i> spp. <i>Anopheles</i> spp		
				022-001		<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp		
Téméphos	3383-96-8	222-191-1	1B	002-003 007-009 002-004	Gîtes larvaires	<i>Aedes</i> spp.	Non	-
Lambda-cyhalothrine	91465-08-6	415-130-7	3A	012-005 004-014	Spatial (intérieur &/ou extérieur)	<i>Anopheles</i> spp	Non	Oui : mouches (FR)
				012-007		<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp		
Perméthrine + PBO + S-Bioalléthrine	52645-53-1	258-067-9	3A	008-003	Spatial (intérieur)	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp.	Non	-
	51-03-6	200-076-7	-					
	28434-00-6	249-013-5	3A					
d,d,trans-cyphénothrine	39515-40-7	254-484-5	3A	001-003	Spatial (intérieur & extérieur)	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp	Non	Oui FR : <i>Culex</i> spp. (IRS)
Deltaméthrine	52918-63-5	258-256-6	3A	008-001 004-016	Spatial (intérieur & extérieur)	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp.	Oui (Trait. spatial int. & ext.)	-
Flupyradifurone + Transfluthrine	951659-40-8	804-373-8	4D	008-007	Spatial (intérieur & extérieur)	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp	Non	-
	118712-89-3	405-060-5	3A					
Imidaclopride + Pralléthrine	138261-41-3	428-040-8	4A	020-006	Spatial (intérieur & extérieur)	<i>Aedes</i> spp.	Non	-
	23031-36-9	245-387-9	3A					
Malathion	121-75-5	204-497-7	1B	013-002 013-003	Spatial (extérieur)	<i>Culex</i> spp. <i>Aedes</i> spp. <i>Anopheles</i> spp	Non	-

3.4. Stratégies d'utilisation de produits biocides utilisables en situation inter-épidémique ou en situation épidémique en fonction des territoires

Les territoires français ultramarins sont de plus en plus concernés par des épidémies récurrentes liées à des agents pathogènes véhiculés par des moustiques (dengue, chikungunya, ...). Dans ces territoires, vont ainsi alterner des situations dites épidémiques et des situations dites inter-épidémiques.

En situation inter-épidémique, la transmission d'un agent pathogène par les moustiques est sporadique, les cas de maladies vectorielles restent isolés, sans propagation de la maladie du fait de conditions défavorables. Pour prévenir l'apparition de foyers, en complément de moyens « mécaniques » (élimination des gîtes larvaires, vêtements couvrants, moustiquaires non traitées aux fenêtres...), le traitement des gîtes larvaires avec des produits insecticides (TP18), les protections individuelles avec des produits répulsifs (TP19), ou l'utilisation de moustiquaires imprégnées (TP18) sont recommandés.

Durant cette période inter-épidémique, une situation épidémiologique « anormale » peut être observée à partir de l'augmentation du nombre hebdomadaire de cas au-delà d'un seuil, témoignant d'une circulation accrue du virus. En application de l'arrêté LAV de 2019, des traitements insecticides sont déclenchés par les autorités sanitaires pour prévenir une propagation épidémique dans les secteurs où un risque est identifié. Les traitements larvicides sont priorités pour éviter la prolifération des moustiques. Les traitements adulticides doivent rester des moyens ponctuels destinés à éviter la propagation de la maladie autour des foyers de contamination.

A noter que la métropole reste à l'heure actuelle, malgré quelques cas isolés ou quelques foyers, un territoire épargné par les épidémies liées aux moustiques et où la situation « normale » est une situation « sans épidémie » (et non « inter-épidémique »). Néanmoins, en cas de détection de cas humains d'arboviroses (dengue en 2022 dans le sud de la France par exemple), des traitements insecticides sont déclenchés, selon des modalités encadrées par l'arrêté LAV de 2019 (§ 3.1.1).

Le rapport Anses de l'étape 1 a présenté la nécessité de mettre en œuvre un plan de surveillance intégré de la résistance (PSIR) sur l'ensemble du territoire français afin de garantir une réponse rapide et adaptée en cas d'émergence et/ou de développement de résistances. En fonction du niveau de risque de résistance (RiR) identifié sur un territoire donné, des actions de surveillance de la résistance et de LAV ont été proposées sous la forme d'un diagramme d'aide à la décision (rappelé en Annexe 5). Le classement d'un territoire dans une des catégories de RiR 2 ou 3 doit entraîner une prise d'actions rapide dans le but d'enrayer l'évolution potentielle de la résistance, dont notamment la sélection de substances actives alternatives.

L'usage des produits biocides sur le territoire français doit être conforme aux obligations réglementaires européennes. Le recours à des insecticides autorisés selon le règlement biocide doit être privilégié afin de garantir la sécurité de leur emploi.

Compte tenu du faible nombre de molécules disponibles pour la LAV et de l'apparition de résistances dans certains territoires, il est impératif de mettre en place une utilisation raisonnée des substances actives afin de garantir durablement l'efficacité des opérations de LAV. Ainsi,

quelle que soit la situation, le choix des produits biocides à utiliser dans le cadre d'opérations de LAV doit être déterminé par le niveau de résistance sur un territoire donné et la disponibilité des produits biocides.

3.4.1. État des lieux de la résistance des moustiques aux insecticides

Un état des lieux des risques de résistance des moustiques (*Aedes* spp., *Anopheles* spp., *Culex* spp.) aux substances actives utilisables selon le règlement biocide européen avait été établi dans le cadre de la réponse à l'étape 1 de la saisine³. Il a été complété ici, en particulier pour les autres substances actives identifiées dans le dispositif de pré-qualification de l'OMS pour la lutte antivectorielle, à partir des publications issues des bases de données bibliographiques des experts rapporteurs et par une recherche effectuée dans la base de données Scopus. Cette recherche a été réalisée sur les substances actives suivantes :

- Substances actives adulticides : alpha-cyperméthrine, bioalléthrine, deltaméthrine, d,d,trans-cyphénothrine, étoufenprox, flupyradifurone, imidaclopride, lambda-cyhalothrine, malathion, PBO, perméthrine, pirimiphos-méthyl, pralléthrine, transfluthrine.
- Substances actives larvicides : *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*, *Lysinibacillus sphaericus*, diflubenzuron, novaluron, pyriproxifène, spinosad, téméphos.
- Autres : Polydiméthylsiloxane ou PDMS (film barrière pour empêcher la ponte des œufs ou le développement de moustiques).

La méthodologie suivie pour réaliser cette recherche bibliographique est détaillée en annexe 1.

3.4.1.1. Indicateurs retenus pour l'analyse de la littérature

Pour l'analyse de la littérature, trois indicateurs ont été retenus : la qualité des données, l'ancienneté de la publication et l'utilisation de la substance active dans le cadre d'un usage phytopharmaceutique sur ce territoire²⁷, puisque cet usage est susceptible de favoriser l'apparition de résistances des moustiques sur le terrain. Le tableau 4 ci-dessous présente la codification adoptée pour les publications.

²⁷ Source : Banque Nationale des Ventes distributeurs, BNV-d, pour la métropole et les DROM à l'exclusion de Mayotte ; données issues de l'observatoire de Mayotte et de la Direction des Affaires Vétérinaires Alimentaires et Rurale du gouvernement de Nouvelle Calédonie et du Journal officiel de la Polynésie Française.
<https://ventes-produits-phytopharmaceutiques.eaufrance.fr/> (années 2016-2020).
<https://www.observatoire-de-mayotte.fr> (année 2019).
https://davar.gouv.nc/sites/default/files/atoms/files/ppua_-_liste_des_produits_phytopharmaceutiques_à_usage_agricole_homologues_en_nouvelle-caledonie_au_28-03-2022.pdf (autorisations en cours).
ARRETE n° 1160 CM du 5 juillet 2022 portant modification des annexes de l'arrêté n° 1065 CM du 25 juillet 2011 modifié fixant la liste des substances actives et préparations commerciales de pesticides autorisées en Polynésie française (autorisations en cours).

Tableau 4 : codification par indicateur de l'analyse bibliographique

Qualité des données	Ancienneté de la publication	Utilisation de la SA dans des produits de protection des plantes, ce qui est susceptible de favoriser l'apparition de résistance
Données complètes et fiables faisant état de l'absence de résistances => code #0	Etude(s) antérieure(s) à 2010 => code #1	Non => code #0
Données incomplètes ou présentant une incertitude non négligeable faisant état de l'absence de résistances => code #1	Etude(s) postérieure(s) à 2010 mais antérieure(s) à 2015 => code #2	Oui => code #1
Données incomplètes ou présentant une incertitude non négligeable faisant état de l'existence de résistances => code #2	Etude(s) postérieure(s) à 2015 => code #3	Absence d'information => code #2
Données complètes et fiables faisant état de l'existence de résistances => code #3	Absence de publication => code #4	
Absence de données => code #4		

Par substance active, par espèce de moustique d'intérêt et par territoire, une synthèse des données a été réalisée sur la base de ces trois indicateurs.

Les tableaux 1 à 4 figurant en annexe 2 présentent par espèce d'intérêt et par territoire (métropole et DROM), une synthèse des données relatives aux résistances des moustiques aux substances actives sélectionnées (règlement européen et pré-qualification OMS), issues de l'analyse bibliographique. Ces données de résistance ont aussi été mises à jour pour les collectivités d'outre-mer (COM), Nouvelle Calédonie et Polynésie française, dans la continuité des travaux de l'étape 1 de la saisine, bien que le règlement biocide n'y soit pas applicable du fait de dispositions législatives et réglementaires spécifiques.

3.4.1.2. Classement des substances actives en fonction de l'état des lieux de la résistance des moustiques

Sur la base de cette synthèse bibliographique (mise à jour en janvier 2023), il est proposé de classer les substances actives pour chaque territoire et chaque espèce d'intérêt selon trois statuts différents :

- Absence vérifiée de moustiques résistants (codifications #030, #031, #032)
=> Données complètes et fiables faisant état de l'absence de résistances (code #0), dont les publications sont postérieures à 2015 (code #3), et utilisées ou non en protection des plantes (codes #0, #1 ou #2).
- Présence avérée de moustiques résistants (codification #3XX)
=> Données complètes et fiables faisant état de l'existence de résistances (code #3), quelle que soit la date de publication (codes #1, #2, ou #3), et utilisées ou non en protection des plantes (codes #0, #1 ou #2).
- Incertitudes sur la présence ou l'absence de résistances ou absence de données ou publications antérieures à 2015 faisant état de l'absence de résistances (codifications 01X, 02X, 1XX, 2XX, 44X)
=> Données antérieures à 2015 (code #0), incomplètes (codes #1 ou #2) ou absence de données (code #4), quelle que soit la date de publication (codes #1, #2, ou #3), et utilisées ou non en protection des plantes (codes #0, #1 ou #2).

Sur la base de cet état des lieux (mis à jour en janvier 2023), des recommandations ont ensuite été établies pour chaque espèce et chaque territoire. Ainsi, pour chaque substance active, trois situations sont *a priori* possibles :

- Utilisation recommandée du fait de l'absence de résistances
- Utilisation non recommandée du fait de la présence de résistances
- Utilisation recommandée après réalisation de tests biologiques préalables, du fait des incertitudes sur la présence ou l'absence de résistances. La sélection de substances actives autorisées et/ou utilisables à titre dérogatoire devra s'effectuer sur la base de tests biologiques ainsi que d'essais d'efficacité de substances alternatives en conditions semi-opérationnelles (cf. Annexe 5 : schéma récapitulatif du dispositif de surveillance de la résistance des moustiques aux stades adulte et larvaire).

Ces situations ont été ajustées par les experts pour certaines substances actives sur la base des considérations suivantes:

- En l'absence de toute résistance au *Bti* reportée dans la littérature y compris dans les zones où il est largement employé, le *Bti* seul ou l'association *Bti* + *Ls* (*L. sphaericus*) peuvent être recommandés même dans les cas où aucune publication n'a été retrouvée dans la recherche bibliographique (codes #44X).
- En cas de résistance à un pyréthriinoïde pour un territoire donné, il n'est pas recommandé d'utiliser un autre pyréthriinoïde formulé seul, même en l'absence de données dans la littérature. Les associations pyréthriinoïde + PBO ou pyrèthre + PBO ne peuvent être envisagées qu'après avoir fait l'objet de tests biologiques préalables, pour évaluer si le PBO peut augmenter significativement l'efficacité de l'insecticide (sauf dans les cas où une résistance pyréthriinoïde + PBO a été démontrée).
- En cas de résistance à un pyréthriinoïde, les associations pyréthriinoïde + insecticide à mode d'action différent peuvent être envisagées après avoir fait l'objet de tests biologiques préalables. Le cas échéant, ceci serait également applicable pour tout type de combinaison autre qu'avec des pyréthriinoïdes.
- L'utilisation ou pas en protection des plantes ne change pas l'affectation des substances actives dans l'une ou l'autre des situations, compte tenu des informations disponibles sur les autres indicateurs.

3.4.2. Recommandations de substances actives utilisables en situation inter-épidémique en fonction du risque de résistance identifié dans la littérature

En dehors des épidémies, l'utilisation de produits biocides insecticides doit être conforme à la réglementation européenne.

Les tableaux 5 à 8 présentent pour chaque espèce d'intérêt et par territoire si les substances actives identifiées dans le cadre du règlement biocide européen peuvent ou non être utilisées, ou si des tests biologiques, préalables à leur utilisation sont nécessaires du fait des incertitudes relevées dans la littérature.

Légendes des tableaux :

- Utilisation recommandée du fait de l'absence de résistances (janvier 2023)**
- Utilisation non recommandée du fait de la présence de résistances (janvier 2023)**
- Tests biologiques préalables nécessaires avant utilisation du fait de l'incertitude sur la présence/absence de résistances (janvier 2023)**

Tableau 5 : *Aedes aegypti* (situation inter-épidémique)

Substance(s) active(s)	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	DROM					COM	
			Martinique	Guadeloupe*	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française
Pyrethrinoïdes : - Deltaméthrine - Cyperméthrine - Permethrine - Etofenprox	3A	Traitement spatial (int. et ext.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pyrèthre + PBO	3A	Traitement spatial (int. ou ext.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S-méthoprène	7A	Larvicide	<input type="checkbox"/>						
Bti H14, AM65-52	11A	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>						
Bti H14, AM65-52 + Bs ABTS-1743)	11A 11B	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>						
Pyriproxyfène (article 39)	7C	Larvicide	<input type="checkbox"/>						

*Ce territoire est administré par une Collectivité Territoriale (CT) unique, qui inclut Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

Tableau 6 : *Aedes albopictus* (situation inter-épidémique)

Substance(s) active(s)	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM	
				Mayotte	La Réunion
<u>Pyréthroïdes :</u> - Deltaméthrine - Cyperméthrine - Permethrine - Etofenprox	3A	Traitement spatial (int. ou ext.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pyréthre + PBO	3A	Traitement spatial (int. et ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S-méthoprène	7A	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bti H14, AM65-52	11A	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bti H14, AM65-52 + Bs ABTS-1743)	11A 11B	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pyriproxyfène (article 39)	7C	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tableau 7 : *Anopheles* spp. (situation inter-épidémique)

Substance active	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM				
				Martinique	Guadeloupe*	Guyane	Mayotte	La Réunion
<u>Pyréthroïdes :</u> - Deltaméthrine - Cyperméthrine - Perméthrine - Etofenprox	3A	Moustiquaire imprégnée** Traitement spatial (int. ou ext.)	<input type="checkbox"/>					
Pyrèthre + PBO	3A	Moustiquaire imprégnée	<input type="checkbox"/>					
S-méthoprène	7A	Larvicide	<input type="checkbox"/>					
Bti H14, AM65-52	11A	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>					
Bti H14, AM65-52 + Bs ABTS-1743)	11A 11B	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>					
Pyriproxyfène (article 39)	7C	Larvicide	<input type="checkbox"/>					

*Ce territoire est administré par une Collectivité Territoriale (CT) unique, qui inclut Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

**La moustiquaire imprégnée est le moyen de lutte le plus pertinent pour lutter contre les anophèles (même en cas de résistance).

Tableau 8 : *Culex* spp. (situation inter-épidémique)

Substance active	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM					COM	
				Martinique	Guadeloupe*	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française
Pyréthriinoïdes : - Deltaméthrine - Cyperméthrine - Perméthrine - Etofenprox	3A	Moustiquaire imprégnée Traitement spatial (int. ou ext.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pyrèthre + PBO	3A	Traitement spatial (int. et ext.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
S-méthoprène	7A	Larvicide	<input type="checkbox"/>							
Bti H14, AM65-52	11A	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>							
Bti H14, AM65-52 + Bs ABTS-1743)	11A 11B	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>							
Pyriproxyfène (article 39)	7C	Larvicide	<input type="checkbox"/>							

*Ce territoire est administré par une Collectivité Territoriale (CT) unique, qui inclut Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

Ces recommandations ne s'appuient que sur l'évaluation d'un risque de résistance, sur la base des données présentes dans la littérature en janvier 2023, qui sont par ailleurs très hétérogènes d'un territoire à l'autre. Cependant, au sein d'un même territoire, les phénomènes de résistance sont susceptibles d'évoluer rapidement, rendant caduques à court terme les recommandations de substances actives proposées dans cet avis. La mise en place du PSIR doit permettre de renforcer la connaissance du niveau de résistance sur l'ensemble du territoire ainsi qu'une mise à jour régulière de ces recommandations et affiner les stratégies de traitement en situation inter-épidémique.

Pour certains territoires ultra-marins, en raison des résistances présentes aux pyréthrinoïdes, seules substances actives adulticides utilisables selon le règlement biocide, aucune recommandation de substance active adulticide ne peut être proposée. Ces territoires sont donc particulièrement démunis face à un risque épidémique, puisqu'aucun traitement biocide adulticide autorisé n'est efficace. Pour ces territoires, les actions préventives de LAV doivent être particulièrement renforcées.

Parmi les traitements larvicides, l'absence actuelle de résistance au *Bti* quels que soient le territoire et l'espèce de moustique, ainsi que l'absence de classement de danger permet de le recommander en priorité. Il conviendra de se référer aux conditions d'autorisation des produits biocides lors des applications. Dans certains cas, d'autres larvicides peuvent être utilisés, notamment dans les situations où le *Bti* peut ne pas être suffisamment efficace (les larves d'Anophèles se nourrissent en surface et le *Bti* sédimente très vite au fond de l'eau, (Lacey, 2007) ou dans le cas des sites difficiles d'accès où une rémanence plus importante que celle apportée par le *Bti* est nécessaire.

3.4.3. Recommandations de substances actives utilisables en situation épidémique en fonction du risque de résistance identifié dans la littérature

En situation épidémique, le niveau de recrudescence saisonnière habituellement observé est franchement dépassé (nombre de cas au-dessus des seuils établis à partir des données de surveillance des années antérieures) du fait d'une généralisation rapide de la transmission de la maladie à de nombreuses communes d'un territoire, provoquant l'apparition d'une épidémie. En cas d'épidémie, les mesures de lutte sont définies dans le cadre du dispositif ORSEC.

Pour un territoire donné, toutes les substances actives utilisables en situation inter-épidémique (utilisées en traitement spatial ou le cas échéant sous forme de moustiquaires imprégnées) peuvent être appliquées en situation épidémique. Il conviendra de se reporter aux tableaux 5 à 8 pour ces substances actives. Par ailleurs, dans certains territoires la résistance des moustiques vecteurs aux substances actives utilisables selon la réglementation européenne rend les traitements de LAV inefficaces et il convient de rechercher des produits efficaces dont l'usage serait possible et pertinent, dans un cadre dérogatoire.

Les tableaux 9 à 12 présentent pour chaque espèce d'intérêt et par territoire si les substances actives identifiées dans le cadre du dispositif de pré-qualification de l'OMS peuvent ou non être utilisées, ou si des tests biologiques préalables à leur utilisation (tels que recommandés dans l'avis relatif à l'étape 1) sont nécessaires du fait des incertitudes relevées dans la littérature.

Légendes des tableaux :

- Utilisation possible du fait de l'absence de résistances (janvier 2023)**
- Utilisation non recommandée du fait de la présence de résistances (janvier 2023)**
- Tests biologiques préalables nécessaires avant utilisation du fait de l'incertitude sur la présence/absence de résistances (janvier 2023)**

Tableau 9 : *Aedes aegypti* (situation épidémique)

Substance(s) active(s)	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	DROM					COM	
			Martinique	Guadeloupe*	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française
Malathion*	1B	Traitement spatial (ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pyrethrinoïdes** : - Lambda-Cyhalothrine - d,d,trans-cyphénothrine	3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Perméthrine + PBO + S-Bioalléthrine	3A	Traitement spatial (int.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Imidaclopride + Pralléthrine	4A 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flupyradifurone + Transfluthrine	4D 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spinosad	5	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diflubenzuron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Novaluron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pirimiphos-méthyl	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Téméphos	1B	Larvicide	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Bien qu'une résistance des moustiques du genre *Aedes* au malathion en Guadeloupe ait été reportée dans la littérature (Goindin *et al.*, 2017), elle reste modérée. L'usage du malathion pourrait donc être envisagé si besoin, sous réserve de la réalisation de tests biologiques au préalable.

**Résistance présente à la famille des pyréthrinoïdes (deltaméthrine)

Tableau 10 : *Aedes albopictus* (situation épidémique)

Substance(s) active(s)	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM	
				Mayotte	La Réunion
Malathion	1B	Traitement spatial (ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Pyrethrinoïdes** :</u> - Lambda-Cyhalothrine - d,d,trans-cyphénothrine	3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Perméthrine + PBO + S-Bioalléthrine	3A	Traitement spatial (int.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Imidaclopride + Pralléthrine	4A 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flupyradifurone + Transfluthrine	4D 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spinosad	5	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diflubenzuron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Novaluron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pirimiphos-méthyl	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Téméphos	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Résistance présente à la famille des pyréthrinoïdes (deltaméthrine)

Tableau 11 : *Anopheles* spp. (situation épidémique)

Substance active	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM				
				Martinique	Guadeloupe	Guyane	Mayotte	La Réunion
Malathion	1B	Traitement spatial (ext.)	<input type="checkbox"/>					
<u>Pyrethrinoïdes :</u> - Lambda-Cyhalothrine - d,d,trans-cyphénothrine	3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>					
Perméthrine + PBO + S-Bioalléthrine	3A	Traitement spatial (int.)	<input type="checkbox"/>					
Imidaclopride + Pralléthrine	4A 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>					
Flupyradifurone + Transfluthrine	4D 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>					
Spinosad	5	Larvicide	<input type="checkbox"/>					
Diflubenzuron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>					
Novaluron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>					
Pirimiphos-méthyl	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>					
Téméphos	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>					

Tableau 12 : *Culex* spp. (situation épidémique)

Substance active	Mode d'action (IRAC)	Type de traitement	Métropole	DROM					COM	
				Martinique	Guadeloupe	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française
Malathion	1B	Traitement spatial (ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pyrethrinoïdes** : - Lambda-Cyhalothrine - d,d,trans-cyphénothrine	3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Perméthrine + PBO + S-Bioalléthrine	3A	Traitement spatial (int.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Imidaclopride + Pralléthrine	4A 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flupyradifurone + Transfluthrine	4D 3A	Traitement spatial (int. & ext.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spinosad	5	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diflubenzuron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Novaluron	15	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pirimiphos-méthyl	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Téméphos	1B	Larvicide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Résistance présente à la famille des pyréthrinoïdes (deltaméthrine)

Ces recommandations ne s'appuient que sur l'évaluation d'un risque de résistance, sur la base de données présentes dans la littérature en janvier 2023. Par ailleurs, aucune évaluation des dangers ou risques pour l'Homme, l'animal ou l'environnement des substances actives n'a été réalisée, dans le cadre de cette saisine.

Pour les traitements larvicides, compte tenu de la disponibilité d'un certain nombre de produits qui sont autorisés selon le règlement biocide, il conviendra de privilégier leur utilisation en situation épidémique. Et notamment, comme en situation inter-épidémique, l'absence actuelle de résistance au *Bti* quels que soient le territoire et l'espèce de moustique, ainsi que l'absence de classement de danger permet de le recommander en priorité.

Pour certains territoires ultra-marins, en raison des résistances aux pyréthrinoïdes, aucune recommandation de traitements adulticides avec des substances actives approuvées selon le règlement biocide ne peut être proposée. Pour ces territoires, il conviendra d'évaluer dans le cadre du PSIR quelle(s) substance(s) active(s) encadrée(s) par le dispositif de pré-qualification de l'OMS pourrai(en)t être utilisée(s) dans le cadre de traitements adulticides et de mettre en œuvre des tests biologiques afin de confirmer leur efficacité pour un territoire donné.

3.5. Conclusion du CES

Le rapport de l'étape 1 a mis en évidence pour l'ensemble du territoire français des lacunes importantes en termes de données récentes et fiables relatives à la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides. Ainsi dans l'avis de l'étape 1, des lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs aux insecticides ont été proposées notamment pour la mise en place d'un plan de surveillance intégrée de la résistance (PSIR) applicable à l'ensemble du territoire national afin de garantir une réponse adaptée par :

- la surveillance périodique de la résistance aux insecticides à l'échelle populationnelle ;
- la stratification du niveau de risque de résistance (RiR) à l'échelle du territoire pour assister la prise de décision.

Par ailleurs, la disponibilité des substances actives insecticides a décliné fortement dans un contexte de recrudescence des épidémies d'arboviroses dans les territoires ultra-marins, et d'une augmentation localisée des foyers de cas d'arboviroses en métropole. Le marché des produits insecticides utilisables dans le cadre de la LAV est très limité en Europe. En effet, les coûts de développement des études requises pour pouvoir mettre sur le marché un produit biocide réduisent drastiquement l'intérêt commercial que trouvent les industriels de la chimie dans ce domaine pour lequel la demande est limitée à quelques États membres.

Dans l'attente de la mise en place de ce plan de surveillance, cet avis présente un état des lieux des risques de résistance des moustiques vecteurs aux substances actives incluses dans des produits disponibles et évalués selon la réglementation biocide ou selon le dispositif de pré-qualification de l'OMS, et des recommandations d'utilisation de ces substances actives dans un contexte inter-épidémique et dans un contexte épidémique.

Par territoire et pour chaque genre de moustique d'intérêt, ces substances ou combinaison de substances actives ont été recommandées ou non selon la disponibilité des informations relatives aux niveaux de résistance des moustiques vecteurs, sachant que ces dernières sont très parcellaires et varient en fonction des espèces et des territoires. Ainsi, sur certains territoires et pour certaines espèces d'intérêt, l'utilisation de la plupart des substances actives sera conditionnée par la mise en place préalable de tests biologiques d'efficacité, voire en conditions semi-opérationnelles, tels que recommandés dans l'avis de l'Anses à l'étape 1.

Les phénomènes de résistances sont par nature évolutifs et dans ce contexte, la mise en place du PSIR permettra d'affiner très régulièrement les recommandations de substances actives utilisables dans des contextes inter-épidémique et épidémique et ainsi de préserver les outils de LAV sur le long terme.

L'identification des substances actives (ou combinaison de substances actives) utilisables par espèces d'intérêt et selon les territoires se fonde uniquement sur leur statut réglementaire (règlement biocide ou pré-qualification OMS) et l'identification d'un risque de résistance des moustiques vecteurs à ces substances actives. Aucune évaluation n'a été réalisée quant aux dangers et risques pour l'Homme, l'animal ou l'environnement. Les profils de dangers toxicologiques et écotoxicologiques des substances actives sont renseignés en Annexe 6.

Avant toute application sur le terrain, il conviendra de se reporter aux conditions d'autorisation pour les produits qui bénéficient d'une AMM, qui garantissent l'absence d'effet néfaste pour la santé humaine et limitent les impacts sur l'environnement. En cas de recours à des produits non autorisés en vertu du règlement biocide, il conviendra de se reporter aux recommandations figurant dans les rapports de pré-qualification.

De plus, le CES recommande qu'en situation épidémique, une évaluation du risque soit mise en œuvre avant toute préconisation et application d'un produit autorisé par dérogation, afin d'identifier les risques potentiels pour les utilisateurs, les populations et l'environnement, et définir les mesures de gestion et d'instructions d'emploi les plus adaptées aux situations permettant de limiter les expositions.

3.6. Recommandations du CES :

- Mettre en œuvre le PSIR dans l'ensemble des territoires français et adapter les actions de LAV en fonction du risque de résistance (RiR) (cf. étape 1 de la saisine).
- Créer un observatoire national de la résistance afin de coordonner le PSIR.
- Réaliser des essais de terrain afin d'évaluer l'efficacité opérationnelle des produits (avec une détermination de la mortalité au-delà de 24h).
- Développer / maintenir à jour les connaissances des espèces vectrices et des moyens de lutte alternatifs aux biocides.

- Adapter quand cela est possible, dans un contexte de forte diminution de substances actives avec des modes d'action différents, les stratégies de LAV en cas de résistance (ex. : alternance des insecticides/programmes de rotations des insecticides, combinaison d'interventions, pulvérisations en mosaïque, etc.).
- Utiliser les insecticides de façon raisonnée.
- Adapter la lutte à la cible :
 - adapter les modes d'applications (ex. : moustiquaires imprégnées, thermonébulisation...);
 - utiliser des produits contenant des synergistes le cas échéant. Par exemple, l'utilisation de produits contenant du PBO en plus d'un pyréthrianoïde devrait être envisagée lorsque le principal ou les principaux vecteur(s) ciblé(s) présente(nt) une résistance aux pyréthrianoïdes qui est : a) confirmée, b) de niveau intermédiaire et c) due (au moins en partie) à un mécanisme de résistance impliquant les mono-oxygénases ;
 - combiner d'autres méthodes chimiques (ex. : TP19 - répulsifs, pièges attractants) ;
 - adopter/combiner des mesures de lutte non chimiques, telles que :
 - la destruction de gîtes larvaires (lutte anti-larvaire contre *Ae. albopictus*) ;
 - l'utilisation de poissons larvivores pour le traitement de structures de stockage de l'eau, notamment dans le cas de gîtes difficilement suppressibles, fermés et restreints (ex. : citernes, sous-bassement de bâtiments, et non en milieu naturel) ;
 - l'utilisation de dispositifs de piégeage de type piège à femelles gravides ou pièges à femelles en recherche d'hôte ;
 - l'utilisation de produits à action physique (ex. : film barrière pour empêcher la ponte des œufs ou le développement de moustiques) ;
 - le développement des opérations dites de salubrité publique.
- Développer les campagnes de sensibilisation et de pédagogie (lutte contre les gîtes larvaires, pose de pièges, etc.) concernant le traitement des nuisances dues aux moustiques.
- Favoriser les projets de recherches appliquée et fondamentale permettant :
 - une amélioration de la connaissance de la dynamique de la résistance, de sa gestion et de son impact pour la LAV ;
 - la caractérisation de nouvelles molécules insecticides et agents synergistes (mode d'action, mécanismes de résistance, impact sur les écosystèmes, formulations utilisables en LAV, etc.) ;
 - la caractérisation de nouvelles cibles insecticides (ex. récepteurs du glutamate, récepteur à la ryanodine, récepteur à l'octopamine) ;
 - l'évaluation de l'efficacité des nouvelles stratégies de LAV, respectueuses de l'environnement et socialement bien acceptées (ex. : autodissémination, piégeage, technique de l'insecte stérile, ...).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Par décret n°2019-258 du 29 mars 2019, relatif à la prévention des maladies vectorielles, les objectifs et une nouvelle organisation de la lutte antivectorielle ont été définis et portés dans le code de la santé publique, organisation articulée en région autour des Agences Régionales de Santé pouvant faire appel à des opérateurs – tant publics que privés – qu'elles habilitent à cet effet. Ces dispositions prévoient également l'élaboration d'un arrêté sur les modalités de suivi des résistances des espèces vectrices locales aux produits biocides utilisés en lutte antivectorielle. L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie en vue de proposer des recommandations de stratégies d'utilisation de produits biocides en situation inter-épidémique et épidémique contre les moustiques vecteurs.

Compte tenu du faible nombre de substances actives disponibles pour la LAV et de l'apparition de résistances dans certains territoires, il est impératif de mettre en place une utilisation raisonnée des substances actives afin de garantir l'efficacité des opérations de LAV.

Le rapport Anses relatif à l'étape 1 de cette saisine a présenté **la nécessité de mettre en œuvre un plan de surveillance intégré de la résistance (PSIR) sur l'ensemble du territoire français afin de garantir une réponse rapide et adaptée en cas d'émergence et/ou de développement de résistances**. En fonction du niveau de risque de résistance identifié sur un territoire donné, des actions de surveillance de la résistance et de LAV ont été proposées sous la forme d'un diagramme d'aide à la décision.

Ainsi, quelle que soit la situation, **le choix des produits biocides à utiliser dans le cadre d'opérations de LAV doit être déterminé par le niveau de résistance sur un territoire donné et la disponibilité des produits biocides**.

Les conclusions et recommandations du CES « substances actives et produits biocides » établies à l'issue du traitement de l'étape 2 de cette saisine sont endossées par l'Anses.

En situation inter-épidémique, l'usage des produits biocides sur le territoire français doit être conforme aux obligations réglementaires européennes. Le recours à des insecticides autorisés selon le règlement biocide doit être privilégié, compte tenu des garanties d'ores et déjà établies quant à leur sécurité d'emploi.

Parmi les traitements larvicides, **l'absence actuelle de résistance connue au *Bti* quels que soient le territoire et l'espèce de moustique, ainsi que l'absence de classement de danger selon le règlement (CE) n° 1272/2008 permettent de les recommander en priorité**.

Pour les traitements adulticides, **en raison des résistances présentes dans certains territoires ultra-marins aux pyréthriinoïdes, seules substances actives adulticides autorisées dans le cadre du règlement biocide, aucune recommandation de substance active adulticide ne peut être proposée.** Ces territoires sont donc particulièrement démunis face à un risque épidémique, puisqu'aucun traitement biocide adulticide autorisé n'est efficace. Pour ces territoires, les actions préventives de LAV doivent être particulièrement renforcées (ainsi que les autres leviers de la lutte intégrée).

En situation épidémique, les produits biocides utilisables sont, par défaut, ceux recommandés pour la situation inter-épidémique.

Parmi les traitements larvicides, **l'absence actuelle de résistance au *Bti* quels que soient le territoire et l'espèce de moustique, ainsi que l'absence de classement de danger permettent de les recommander en priorité.**

Néanmoins, **dans certains territoires ultra-marins, la résistance des moustiques vecteurs aux substances actives adulticides utilisables selon la réglementation européenne rend les traitements de LAV inefficaces et il convient de rechercher des produits efficaces dont l'usage serait possible et pertinent, dans le cadre d'une mise en œuvre dérogatoire au sens du règlement biocide.**

A cet égard, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a mis en place un dispositif de « pré-qualification » des produits destinés à la lutte antivectorielle et des substances actives des pesticides d'intérêt en santé publique qui vise à garantir que ceux-ci peuvent être utilisés de manière sûre et efficace et qu'ils sont fabriqués selon des normes de qualité élevée.

Il conviendra alors de mettre en place le plan de surveillance intégré de la résistance (PSIR) afin notamment d'évaluer, dans ce cadre, quels produits adulticides sélectionnés par le dispositif de pré-qualification de l'OMS pourraient être utilisés et de mettre en œuvre des tests biologiques pour confirmer leur efficacité sur un territoire donné.

Dans le cadre de la mise en œuvre de dérogations au règlement biocide en vue d'une utilisation dans une situation le nécessitant, des évaluations du risque pour l'Homme, l'animal et l'environnement devront être menées et si nécessaire des mesures de gestion du risque proposées.

Il conviendra, par ailleurs de développer les campagnes de sensibilisation et de pédagogie (lutte contre les gîtes larvaires, pose de pièges, etc.) concernant le traitement des nuisances dues aux moustiques afin de promouvoir les approches de lutte antivectorielle intégrée.

Pr Benoit VALLET

MOTS-CLÉS

Aedes, *Anopheles*, biocides, *Culex*, lutte antivectorielle, moustique, résistance, vecteur.
Aedes, *Anopheles*, biocides, *Culex*, vector control, mosquito, resistance, vector.

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2023). Recommandations de stratégies d'utilisation de produits biocides dans un contexte inter-épidémique et épidémique contre les moustiques vecteurs de type *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* aux insecticides. (Saisine 2020-SA-0029). Maisons-Alfort : Anses, 59 p.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LETTRE DE SAISINE

2020-SA-0029



COURRIER ARRIVE

20 FEV. 2020

DIRECTION GENERALE

MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

Paris le 18 FEV. 2020

Le Directeur général
de la prévention des risques

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur le Directeur général de l'Agence
Nationale de Sécurité Sanitaire de
l'Alimentation, de l'Environnement et du
Travail
27-31 Avenue du Général Leclerc
94701 Maisons-Alfort

Objet : Saisine du GT Vecteurs de l'ANSES

Comme prévu au programme de travail de l'ANSES, nous vous sollicitons, pour proposer des lignes directrices pour la surveillance de la résistance des moustiques vecteurs (*Aedes*, *Anophèles* et *Culex*) aux insecticides en tenant compte de la nécessité de mieux identifier des possibles effets synergiques sur l'augmentation des résistances. Dans les territoires où aucune résistance aux insecticides n'est connue, le suivi de la résistance porte sur les biocides utilisables en lutte antivectorielle en France. Sur les territoires où des résistances sont connues (notamment les Territoires Français d'Amérique ou TFA), cette surveillance porte également sur les anciennes molécules utilisées (par exemples le Malathion et le Téméphos) et sur les produits biocides identifiés par l'ANSES, ne disposant pas d'autorisation en UE, mais utilisables en lutte antivectorielle dans le cadre d'une dérogation qui serait mise en place pour faire face à une épidémie (étape 1).

Dans un second temps, nous vous demandons de proposer pour chaque territoire (étape 2) :

- une stratégie d'utilisation des produits biocides utilisables en accord avec la réglementation européenne 528/2012 sur les produits biocides en inter-épidémie ;
- une stratégie d'utilisation des produits biocides existants en épidémie, notamment dans les territoires où des résistances sont avérées chez les espèces impliquées dans l'épisode épidémique. Les résultats pourront s'appuyer sur la saisine n°2017-SA-0122 relative à l'évaluation d'insecticides anti-moustiques adulticides dont l'utilisation pourrait être autorisée par voie dérogatoire actualisée et sur l'état des lieux des substances utilisées par les pays voisins (hors UE). Enfin, il sera mis en évidence les freins qui limitent le nombre de produits biocides autorisés en lutte antivectorielle en France.

Ces lignes directrices tiendront compte notamment des différents mécanismes connus de résistance des moustiques et de la nécessité d'utiliser des produits biocides contenant des substances synergistes.

14, avenue Duquesne – 75350 Paris 07 SP – Tél. 01 40 56 60 00

COURRIER ARRIVÉ

10 FEB 2020

2020-SA-0029

Pour mener à bien ce travail vous pourrez vous appuyer sur le suivi de la résistance des moustiques *Aedes albopictus* en métropole dans le cadre de la convention DGS/EID-méditerranée, et sur le travail de suivi de cette résistance réalisé dans les territoires ultra-marins.

Nous vous saurions gré de bien vouloir nous rendre un rapport répondant à l'étape 1 d'ici 18 mois. Votre rapport étant nécessaire pour la rédaction de l'arrêté ministériel de suivi de la résistance aux insecticides prévu par l'article R. 3114-14 du Code de la santé publique, nous avons décidé de sursoir à la publication de cet arrêté dans l'attente de celui-ci. L'étape 2 fera l'objet d'un second rapport 12 mois après le rendu du rapport de l'étape 1.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le directeur général, l'expression de notre considération distinguée.

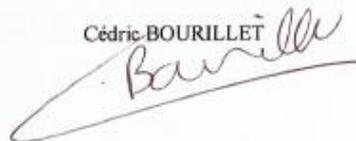
Le directeur général de la santé

Jérôme SALOMON



Le directeur général de la prévention
des risques

Cédric BOURILLET



Copie : Monsieur Bruno FERREIRA - Directeur général de l'Alimentation
Monsieur Yves STRUILLOU - Directeur général du travail

ANNEXE 2 : PRESENTATION 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 personae*, et ne représentent pas leur organisme

RAPPORTEURS

M. James DEVILLERS – Directeur du CTIS – Modélisation, QSAR, écotoxicologie, lutte antivectorielle, biocides, synergistes

M. Fabrice CHANDRE – Directeur de recherche à l'IRD – domaine compétence ? entomologie médicale, lutte antivectorielle, résistance aux insecticides

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent avis ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

CES « Substances et produits Biocides » (26/01/2023 – 16/02/2023 – 30/03/2023).

Président

M. Georges DE SOUSA – Ingénieur de recherche, INRAE, Sophia-Antipolis – Toxicologie, toxicité des mélanges chimiques, perturbation endocrinienne, modèle in vitro, estimation danger

Membres

M. Olivier ADAM – Co-gérant de CD Eau Environnement – Ecotoxicologie, écologie des milieux aquatiques, chimie environnementale

M. Alain AYMARD – Ingénieur Chimie Paris – Retraité de la DDPP d'Indre et Loire – Réglementation des produits chimiques (CLP, REACH, biocide), réglementation MCD, chimie organique (synthèse), chimie analytique

M. Jean-Christophe CAHUZAC – Vice-président – Responsable de la section de produits chimiques, biocides et substances dangereuses - Ingénieur des Laboratoires du Ministère des Finances – Réglementation, analyses physico-chimiques, formulation, usages

M. James DEVILLERS – Directeur du CTIS – Modélisation, QSAR, écotoxicologie, lutte antivectorielle, biocides, synergistes (démissionnaire depuis le 19 janvier 2023).

M. Pierre GREVE – Professeur, Laboratoire Ecologie et Biologie des Interactions, Université de Poitiers – Perturbateurs endocriniens, différenciation sexuelle, reprotoxicité (faune), microbiologie

M. Philippe HARTEMANN – Professeur Honoraire de Santé Publique, Faculté de Médecine de Nancy, Université de Lorraine – Santé, prévention et gestion des risques chimiques, applications des produits biocides en milieu de soins, microbiologie et résistance, évaluation des expositions, évaluation des risques

Mme. Claire HELLIO – Professeur Chimie, écologie et biotechnologie, Université de Bretagne Occidentale – Microbiologie, écologie chimique, biocides, biotechnologie, biocontrôle, écotoxicologie

Mme Dominique HURTAUD-PESSEL – Chef d'unité, Laboratoire de Fougères, Anses – Physico-chimie analytique, résidus de médicaments vétérinaires, résidus de biocides désinfectants

M. Vincent RICHARD – Ingénieur de prévention, DIRECCTE Normandie – Chimie, travail, prévention des risques, retour d'expériences industrielles

M. Christophe SOUMET – Ingénieur de recherche, Laboratoire de Fougère, Anses – Usages des produits biocides, efficacité

GROUPE DE TRAVAIL

Les travaux, objets du présent avis ont fait l'objet d'une consultation du GT vecteur (25-01-2023 et 20-03-2023).

Président

M. Philippe QUENEL – Professeur, EHESP Rennes + épidémiologie, évaluation du risque, santé publique

Membres

M. Frédéric ARNAUD – Directeur de recherche INRAE/Professeur cumulant EPHE Lyon + virologie moléculaire, arbovirus, compétence vectorielle

M. Thierry BALDET – Chercheur, CIRAD La Réunion + entomologie médicale et vétérinaire, moustiques, culicoïdes, Lutte antivectorielle

M. Christophe BOETE – Chargé de recherche IRD + écologie des vecteurs, biologie évolutive, nouvelles méthodes de lutte antivectorielle

Mme Sarah BONNET – Directrice de recherche, INRAE, Nouzilly + parasitologie, entomologie médicale et vétérinaire, tiques

M. Emmanuel LIENARD – Enseignant-chercheur, ENV Toulouse + mécanismes de résistance aux insecticides, pathologie animale, parasitologie

Mme Antoinette LUDWIG – Vétérinaire épidémiologiste, Agence de santé publique du Canada + santé animale, épidémiologie des zoonoses, modélisation, épidémiologie

Mme Sylvie MANGUIN – Directrice de recherche, IRD Montpellier + entomologie médicale, maladies à transmission vectorielle, moustiques.

Mme Marie-Claire PATY – Médecin infectiologue, Santé publique France + épidémiologie, santé humaine, santé publique

M. Christophe PAUPY – Directeur de recherche, IRD Montpellier + entomologie médicale, bio-écologie des vecteurs, moustiques, arbovirus

M. Jocelyn RAUDE – Maître de conférences, EHESP Rennes + psychologie de la santé, sciences humaines et sociales

Mme Magalie RENE-MARTELLET – Enseignant-chercheur, VetAgro Sup Lyon + épidémiologie, santé animale, tiques, parasitologie

M. David ROIZ – Chercheur, IRD Montpellier + lutte antivectorielle, entomologie médicales, Aedes, évaluation des risques

M. Claude SAEGERMAN – Professeur, Université de Liège + épidémiologie, évaluation de risque, infectiologie et biosécurité

M. Frédéric SIMARD – Directeur de recherche IRD Montpellier + entomologie médicale, arboviroses, biologie évolutive, maladies infectieuses émergentes

M. Jean-Paul STAHL – Médecin infectiologue, CHU Grenoble + maladies infectieuses, pathologies tropicales

PARTICIPATION ANSES

Coordination et contribution scientifique

Mme Catherine BILLAULT – Chargée de projets scientifiques, Unité évaluation efficacité biocides – Direction de l'évaluation des produits réglementés

M. Arnaud DUBOISSET – Chef de projets scientifiques, Cellule veille et développement scientifiques – Direction de l'évaluation des produits réglementés

Contribution scientifique

Mme Isabelle ATTIG – Chef d'unité, Unité évaluation efficacité biocides – Direction de l'évaluation des produits réglementés

Mme Johanna FITE – Responsable de la mission « vecteurs » – Anses

.....

Secrétariat administratif

Mme Catherine AUDIFAX – Service commun administratif et financier – Pôle produits réglementés

ANNEXE 3 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

L'approche méthodologique suivie pour conduire la recherche bibliographique a été adaptée de celle proposée par l'EFSA (2010)²⁸.

Objectif de la recherche bibliographique

L'objectif global poursuivi ici est de proposer des recommandations pour la mise en place d'une stratégie d'utilisation pour chaque territoire :

- des produits biocides utilisables en accord avec le règlement européen (UE) n° 528/2012 sur les produits biocides en inter-épidémie ;
- des produits biocides existants en épidémie, notamment dans les territoires où des résistances sont avérées chez les espèces impliquées dans l'épisode épidémique.

Pour compléter les données de résistance observée sur le territoire Français et incluses dans le rapport de l'étape I de la saisine, une recherche bibliographique a été conduite. Elle vise à identifier les références bibliographiques faisant état de résistance aux substances jugées d'intérêts (listées ci-dessous) dans les territoires français pour lesquels le règlement biocide est applicable (métropole, DROM et COM St Martin et St Barthélémy), dans les COM Nouvelle Calédonie et Polynésie française (incluses dans le rapport de l'étape 1), ainsi que dans l'un des pays voisins jugés d'intérêt : Brésil, Suriname, Guyane, Afrique du Sud, Madagascar et Maurice.

Les substances d'intérêts sont : alpha-cyperméthrine, *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bacillus sphaericus* (reclassé en *Lysinibacillus sphaericus*), bioalléthrine, cyfluthrine, cyphénothrine, deltaméthrine, diflubenzuron, etofenprox, flupyradifurone, imidaclopride, lambda-cyhalothrine, malathion, novaluron, PBO, PDMS, perméthrine, pirimiphos-méthyl, pralléthrine, pyriproxifène, spinosad, téméphos, transfluthrine.

²⁸ EFSA (2010). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *Efsa Journal* 8(6):1637 doi:10.2903/j.efsa.2010.1637

Caractéristiques et paramètres de la recherche bibliographique

Caractéristiques / paramètres	Choix
Population* (ou sujets étudiés)	Aedes ; Culex ; Anopheles ; mosquito
Intervention* ciblée (peut désigner une technologie, un médicament, un mode d'intervention ou un programme) / Exposition	biocide ; insecticide ; "mosquito control" ; "Vector control" ; adulticide ; larvicide
Comparateur*	epidemic ; resistan* ; laboratory ; field
Outcome* (résultat d'intérêt événement mesuré, critère de jugement)	mortality ; "ratio resistance" ; "population control" ; efficacy
Bases de données	Scopus ;
Champ analysés	Abstract/title et domiciliation des auteurs (monde, France ou étendu à des pays limitrophe comme expliqué ci-dessous).
Temporalité (Périodes de recherche)	Date des requêtes : entre le 7 et le 26 janvier 2023 Limite de la période explorée : pas de restriction
Langue	Pas de restriction
Périmètre géographique	Restriction géographique suivant le nombre d'articles (voir ci-dessous)

* approche P.I.C.O.

La restriction géographique

La recherche a été initialement conduite sans restriction géographique. Sur Scopus, aucune métadonnée ne permet de qualifier la zone géographique d'où proviennent les données. Il est toutefois possible de cibler les publications en fonction de la domiciliation des laboratoires/équipes de recherche d'appartenance des auteurs. Bien qu'il s'agisse d'un proxy, il est apparu suffisamment pertinent pour l'objectif de ce travail (il y a une très forte probabilité pour que les publications sur les résistances observées sur le territoire français aient au moins un des auteurs appartenant à un des laboratoires/équipes de recherche domiciliés en France). Lorsque le nombre de publications a été considéré "analysable" en termes de volume (< 40), la première étape de sélection a été conduite sur le jeu de publications obtenu sans restriction géographique. Lorsque le nombre de publications identifiés par la recherche dépassait quarante, la recherche a été effectuée en restreignant au territoire français et aux pays limitrophes jugées d'intérêt (listés p. 37). Dans ce cas, les requêtes ont été simplifiées en se limitant aux principaux mots clés (*Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, mosquito et noms de la substance

considérée) pour réduire les risques de confusion du moteur de recherche. Cette opération ne suffisant pas pour certaines substances (e.g. Bti) à réduire le volume de publications à un nombre inférieur à quarante, il s'est avéré nécessaire dans ce cas d'appliquer une restriction géographique plus stricte aux recherches : seules les publications dont un des auteurs au moins appartient à un laboratoire/équipe de recherche domicilié en France (métropole et DROM) ont été retenues.

Les étapes de sélection

• Étape 1 d'exclusion

Cette étape de sélection a été conduite à partir de l'analyse des titres et des résumés. Elle visait à exclure les études :

- des effets sur organismes non cibles (i.e. autres que les moustiques) ;
- réalisées dans des territoires étrangers à l'exception des pays limitrophes jugées d'intérêts (listés p. 37) ;
- réalisées dans des territoires pour lesquels des références bibliographiques ont déjà été identifiées dans la première partie de la saisine ;
- portant sur les résultats de campagne de pulvérisation ;
- de génomique ou études mécanistiques sans données sur la résistance.

Cette étape a été complétée lorsque la lecture des titres et résumés ne permettait pas de lever le doute par la vérification dans le corps de l'article de la présence ou de l'absence de donnée de résistance.

• Étape 2 d'inclusion

Cette étape de sélection a été conduite à partir de l'analyse du corps de l'article. Elle visait à retenir uniquement les publications contenant des données considérées de qualité satisfaisante. Ces publications sont celles dont le protocole expérimental est jugé de qualité selon les critères des protocoles standard de l'OMS (WHO 2005, 2016).

Exemple de syntaxe des requêtes

Substance	Recherche sans restriction géographique	Recherche restreinte à FR (+pays voisins d'intérêt)
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	<p>TITLE-ABS-KEY(aedes OR culex OR anophele OR mosquito) AND TITLE-ABS-KEY("Bacillus thuringiensis" AND Israelensis) AND TITLE-ABS-KEY(biocide OR insecticide OR "mosquito control" OR "vector management" OR "Vector control" OR adulticide OR larvicide OR spraying OR "mosquito net") AND TITLE-ABS-KEY(epidemic OR resistan* OR laboratory OR field)</p> <p>Résultats : 435</p>	<p>TITLE-ABS-KEY(aedes OR culex OR anopheles OR mosquito) AND TITLE-ABS-KEY("Bacillus thuringiensis" AND Israelensis) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "France"))</p> <p>Résultats : 134</p> <p>TITLE-ABS-KEY(aedes OR culex OR anophele OR mosquito) AND TITLE-ABS-KEY("Bacillus thuringiensis" AND Israelensis) AND TITLE-ABS-KEY(biocide OR insecticide OR "mosquito control" OR "vector management" OR "Vector control" OR adulticide OR larvicide OR spraying OR "mosquito net") AND TITLE-ABS-KEY(epidemic OR resistan* OR laboratory OR field) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "France"))</p> <p>Résultats : 65</p>

Ce corpus de références a été complété par quelques publications identifiées parmi celles citées dans les articles analysés lors de la 2ème étape de sélection. Il a été également complété par des publications issues des bases de données bibliographiques des experts.

Cette analyse a permis d'identifier un corpus initial de 2 à 1176 documents suivant la substance considérée (total de 4974). À l'issue des étapes de sélection, le nombre total de références retenues s'élève à 779 (885 en incluant les publications identifiées initialement dans le cadre de l'étape 1 de la saisine N°2020-SA-0029).

ANNEXE 4 : SYNTHÈSE DE L'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les tableaux 1 à 4 figurant ci-dessous présentent par espèce d'intérêt et par territoire d'intérêt (métropole, DROM et COM, *i.e.* Nouvelle Calédonie et Polynésie française), un état des lieux des résistances des moustiques aux substances actives sélectionnées, issu de l'analyse bibliographique. Nb : Les codes 030, 031, 032 associés à une absence vérifiée de moustiques résistants sont mis en évidence en vert. Les codes 3XX associés à une présence avérée de moustiques résistants sont mis en évidence en rouge. Les codes 01X, 02X, 1XX, 2XX, 44X associés à des incertitudes sur la présence ou l'absence de résistances ou à une absence de données ou publications antérieures à 2015 faisant état de l'absence de résistances sont sans couleur.

Tableau 1 : *Aedes aegypti*

Substance active	DROM					COM	
	Martinique	Guadeloupe	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française*
Pyréthroïdes + PBO	311	441	321	440	441	441	440
Pirimiphos méthyl	440	440	440	440	440	440	441
Malathion	440	330	330	440	441	030	011
Lambda cyhalothrine	441	441	441	441	441	441	441
Perméthrine*	310	440	310	441	441	441	311
Transfluthrine	440	440	440	440	440	440	440
Pralléthrine	440	440	440	440	440	440	441
Bioalléthrine*	440	440	440	440	440	440	441
Cyphénothrine	440	440	440	440	440	440	440I
Deltaméthrine	321	331	331	021	031	331	321
Flupyradifurone	440	440	440	440	440	440	440
Etofenprox	440	440	440	440	440	440	440
<i>L. sphaericus</i>	440	440	440	440	440	440	440
Bti	020	440	440	020	440	440	441
Novaluron	440	440	440	440	440	440	440
Diflubenzuron	020	440	440	020	440	440	441
Pyriproxyfène	021	441	440	021	441	441	441
Spinosad	021	441	441	021	441	441	441
Imidaclopride	441	441	441	440	441	440	441
Téméphos	320	330	440	220	020	440	010
S-méthoprène	440	440	440	020	440	440	441

*L'utilisation de certaines substances de la famille des pyrèthroïdes, de structure moléculaire proche, a été renseignée ainsi : codification de 1 pour la perméthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base de cyperméthrine, de même pour la bioalléthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base d'alléthrine.

Tableau 2 : *Aedes albopictus*

Substance active	Métropole	DROM	
		Mayotte	La Réunion
Pyréthriinoïdes + PBO	441	440	441
Pirimiphos méthyl	441	440	440
Malathion	440	440	441
Lambda cyhalothrine	441	441	441
Perméthrine*	441	441	441
Transfluthrine	440	440	440
Pralléthrine	440	440	440
Bioalléthrine*	441	440	440
Cyphénothrine	440	440	440
Deltaméthrine	031	021	331
Flupyradifurone	440	440	440
Etofenprox	441	440	440
<i>L. sphaericus</i>	440	440	440
Bti	030	020	440
Novaluron	440	440	440
Diflubenzuron	441	020	440
Pyriproxifène	441	021	441
Spinosad	441	021	441
Imidaclopride	441	440	441
Téméphos	440	020	020
S-méthoprène	440	020	440

*L'utilisation de certaines substances de la famille des pyréthriinoïdes, de structure moléculaire proche, a été renseignée ainsi : codification de 1 pour la perméthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base de cyperméthrine, de même pour la bioalléthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base d'alléthrine.

Tableau 3 : *Anopheles* spp.

Substance active	Métropole	DROM				
		Martinique	Guadeloupe	Guyane	Mayotte	La Réunion
Pyréthroïdes + PBO	441	441	441	441	440	441
Pirimiphos méthyl	441	441	441	440	440	440
Malathion	440	440	440	440	440	441
Lambda cyhalothrine	441	441	441	441	441	441
Perméthrine*	441	440	440	130	441	440
Transfluthrine	440	440	440	440	442	440
Pralléthrine	440	440	440	440	442	440
Bioalléthrine*	441	440	440	440	442	440
Cyphénothrine	440	440	440	440	440	440
Deltaméthrine	441	441	441	131	022	441
Flupyradifurone	440	440	440	440	442	440
Etofenprox	441	440	440	440	440	440
<i>L. sphaericus</i>	440	440	440	440	440	440
Bti	440	440	440	440	020	440
Novaluron	440	440	440	442	442	440
Diflubenzuron	440	440	440	442	022	440
Pyriproxifène	441	441	441	442	022	441
Spinosad	441	441	441	442	022	441
Imidaclopride	441	441	441	442	422	441
Téméphos	440	440	440	442	222	440
S-méthoprène	440	440	440	440	020	440

*L'utilisation de certaines substances de la famille des pyrèthroïdes, de structure moléculaire proche, a été renseignée ainsi : codification de 1 pour la perméthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base de cyperméthrine, de même pour la bioalléthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base d'alléthrine.

Tableau 4 : *Culex p. quinquefasciatus* / *Culex pipiens*

Substance active	Métropole	COM					DROM	
		Martinique	Guadeloupe	Guyane	Mayotte	La Réunion	Nouvelle Calédonie	Polynésie française*
Pyréthrinoïdes + PBO	441	441	441	441	320	321	441	440
Pirimiphos méthyl	441	441	441	440	440	440	440	441
Malathion	440	440	330	440	440	321	440	110
Lambda cyhalothrine	441	441	441	441	441	441	441	441
Perméthrine*	441	311	441	441	321	321	441	111
Transfluthrine	440	440	440	440	440	440	440	440
Pralléthrine	440	440	440	440	440	440	440	440
Bioalléthrine*	441	440	440	440	440	440	440	441
Cyphénothrine	440	440	440	440	440	440	440	440
Deltaméthrine	441	441	331	331	321	321	441	111
Flupyradifurone	442	440	440	440	440	440	440	440
Etofenprox	441	440	440	440	440	440	440	440
<i>L. sphaericus</i>	210	440	440	440	440	440	440	440
Bti	440	440	440	440	020	440	440	441
Novaluron	440	440	440	440	440	440	440	440
Diflubenzuron	440	440	440	440	020	440	440	441
Pyriproxifène	441	441	441	440	021	441	441	441
Spinosad	441	441	441	441	021	441	441	441
Imidaclopride	441	441	441	441	420	441	440	441
Téméphos	440	440	030	440	320	020	440	210
S-méthoprène	440	440	440	440	020	440	440	441

*L'utilisation de certaines substances de la famille des pyréthrinoïdes, de structure moléculaire proche, a été renseignée ainsi : codification de 1 pour la perméthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base de cyperméthrine, de même pour la bioalléthrine pour une utilisation phytopharmaceutique de produit à base d'alléthrine.

ANNEXE 5 : ARBRE DECISIONNEL DES ACTIONS DE SURVEILLANCE ET DE LUTTE ANTIVECTORIELLE A METTRE EN ŒUVRE EN FONCTION DU RISQUE DE RESISTANCE (RiR) A L'ECHELLE DU TERRITOIRE (POUR UN INSECTICIDE ET UNE ESPECE DONNEE)

	ACTIONS	
RiR	Surveillance de la résistance	LAV
RiR 0	- Monitoring de routine à maintenir	- Actions de LAV inchangées
RiR 1	- Renforcement du monitoring de la résistance (augmentation du nombre de sites et de la fréquence de prélèvements).	- Actions de LAV inchangées. - Conceptualisation d'un plan de gestion de la résistance <u>adapté localement</u> .
RiR 2	- Poursuite du monitoring de la résistance - Sélection de molécules alternatives autorisées et/ou utilisables à titre dérogatoire dans la surveillance. - Réalisation de tests de sensibilité ciblés sur les populations montrant les plus fortes résistances pour évaluer leur potentiel dans la gestion de la résistance. - Intégration des molécules alternatives autorisées et/ou utilisables à titre dérogatoire dans la surveillance.	- Modifications modérées des actions de LAV (réduction des traitements, alternance d'insecticides autorisés dans l'espace / temps, recours à des méthodes complémentaires (piégeages, lutte physique, etc.). - Essais d'efficacité en conditions semi opérationnelles avec des molécules alternatives autorisées et/ou utilisables à titre dérogatoire.
RiR 3	- Poursuite du monitoring de la résistance. - Intégration des molécules alternatives autorisées et/ou utilisables à titre dérogatoire dans la surveillance territoriale.	- Modifications importantes des actions de LAV (ex. arrêt du traitement, recours à des insecticides alternatifs autorisés <u>et/ou utilisables à titre dérogatoire</u> (ex. cas d'épidémie), recours à des stratégies de lutte innovantes (si preuve de concept)).

Tests biologiques, moléculaires, biochimiques ou synergistes à mettre en œuvre dans le cadre d'un dispositif de surveillance de la résistance des moustiques

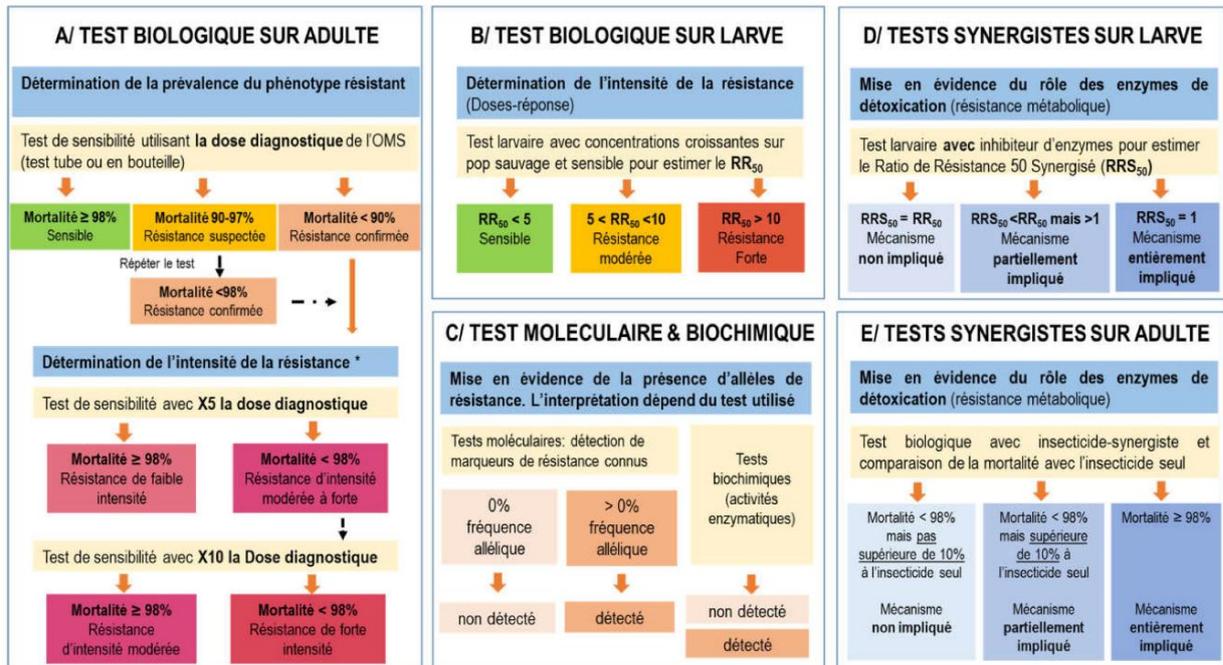


Figure 21. Schéma récapitulatif du dispositif de surveillance de la résistance des moustiques au stade adulte et larvaire (modifié d'après WHO 2016 a,b).

ANNEXE 6 : CLASSIFICATION DES SUBSTANCES ACTIVES UTILISABLES EN SITUATION INTER-EPIDEMIQUE ET/OU
EPIDEMIQUE

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
Cyperméthrine	52315-07-8	Acute Tox 4 H332 ATE 3,3 mg/L (dusts/mists) Acute Tox 4 H302 ATE : 500 mg/kg bw STOT SE 3 H335 STOT RE 2 H373 (nervous system)	NOTIFICATIONS : <i>Repro 2 H361f et STOT SE 2 H371 (35 notifications)</i>	Aquatic acute 1 (MF 100 000) Aquatic chronic 1 (MF 100 000) ATP 17	AR* 2017 SA: Non P, Non B, T Métabolite: P, non B, non T
Etofenprox	80844-07-1	Lact H362	RAC opinion 2012 : STOT RE 2 H373 (foie, rein) Potentiel PE en cours d'évaluation	Aquatic acute 1 (MF 100) Aquatic chronic 1 (MF 1000) ATP 6	AR 2013 Non P B T
1R-trans-phénothrine	26046-85-5	-	-	-	AR 2020 P Non B T Aquatic acute 1 (MF 100) Aquatic chronic 1 (MF 10)

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
S-méthoprène	65733-16-6	-	-	Aquatic acute 1 (MF 1) Aquatic chronic 1 (MF 1) ATP 13	AR 2018 Non P Non B Non T
Pirimiphos-méthyl	29232-93-7	Acute Tox. 4 H302 ATE = 1414 mg/kg bw STOT RE 1 H372 (nervous system)	<i>Notifications :</i> <i>Carc 2 H351 (2 notifications)</i> <i>STOT SE 1 H370 (brain) (> 100)</i> <i>Skin irrit 2 H315</i> <i>Et Eye irrit 2 H319 (35 notif.)</i>	Aquatic Acute 1 (MF 1000) Aquatic Chronic 1 (MF 1000) ATP15	RAR PPP 2017 Non P Non B T
Bs souche ABTS-1743	143447-72-7	-	Les microorganismes peuvent potentiellement induire des réactions de sensibilisation.	-	Critères classiques type PBT non applicables
Bti souche AM65-52	-	-		-	Critères classiques type PBT non applicables
Diflubenzuron	35367-38-5	-	AR (2012) : STOT RE 2 H373 <i>Notifications :</i> <i>Acute Tox 4 H312 (> 100)</i>	-	AR 2012 Non P Non B T Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (Pas de MF proposés) N'est plus approuvée en PPP

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
Novaluron	116714-46-6	-	<p>EFSA 2021 : Besoin de données sur le potentiel neurotoxique chronique</p> <p>Potentiel PE non concluant</p>	-	<p>Non approuvée en PPP (retrait par le notifiant) –DAR PPP 2008</p> <p>vP vB selon test labo B selon étude mésocosme</p> <p>T Aquatic Acute 1 (MF1000) Aquatic Chronic 1 (MF1000) Notified classification ECHA</p>
Pyriproxyfène	95737-68-1	-	-	<p>Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 Pas de MF proposés, ATP3</p>	<p>AR 2012 Non P Non B T</p>
Spinosad	168316-95-8	-	<p>Points de discussion pour un CLH report (non soumis) :</p> <p>Repro 2 H361 f STOT RE 2 H373</p>	-	<p>AR 2010 P Non B T Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (MF 10)</p>
Téméphos	3383-96-8	-	<p><i>Notifications :</i> <i>Acute Tox4 H302</i> <i>Acute Tox 3 H311</i> <i>(ca 40 notif.)</i></p> <p>Conclusions EFSA non disponibles</p>	-	<p>Non approuvée en PPP (2002) Aucune info dispo Aquatic Acute 1 Notified classification ECHA</p>

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
Lambda-cyhalothrine	91465-08-6	Acute Tox. 4 H312 Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 2 H330	AR (2011): H301 or H300 <i>Notifications:</i> <i>STOT SE 1 H370 (syst. nerveux)</i> <i>Eye irrit 2 H319 (ca 35 notif.)</i>	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (MF 10000) ATP01	AR 2011 Non P B T
Perméthrine	52645-53-1	Acute Tox 4 H302 Skin Sensi 1 H317 Acute Tox 4 H332	IARC group 3 (1991)	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (MF 1000) ATP 0	Perméthrine AR 2017 + BPC 40 P Non B T
+ PBO	51-03-6	-	AR (2017) : STOT SE3 H335 Carc. 2 H351 RAC (2020) : Eye irrit 2 H319 STOT SE3 H335 <i>Notifications :</i> <i>STOT SE 3 H335 (ca 100 notif.)</i> <i>Repro 2 (unborn child) H361 (6 notif.)</i> <i>Acute Tox 1 H330 (6 notif.)</i> IARC group 3 (1987)	PBO – Pas de classification harmonisée	PBO AR 2017 SA + métabolites vP Non B Non T Impuretés > 0.1% vP vB T Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (pas de MF proposés)
+ S-Bioalléthrine	28434-00-6	Acute Tox 4 H302 Acute Tox 4 H332	Conclusions EFSA non disponibles <i>Notifications :</i> <i>Acute Tox 4 H312 (ca 52)</i>	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 Pas de MF proposés, ATP 0	S-Bioalléthrine Non approuvée en PPP (2002) Aucune info dispo

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
d,d,trans-cyphénothrine	39515-40-7	-	AR (2018): Acute Tox 4 H302 Acute Tox 4 H332 STOT RE 1 H372 (resp. system)	-	AR 2018 P Non B T Aquatic Acute 1 (MF1000) Aquatic Chronic 1 (MF1000)
Deltaméthrine	52918-63-5	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox 3 H331	<i>Notifications : notamment</i> <i>Skin sensi 1A H317</i> <i>et Repr 2 H361 fd</i> <i>et STOT SE 3 H335</i> <i>et STOT RE 1 H373 (syst. nerveux)</i> <i>(36 notif.)</i> IARC group 3 (1991)	Acute Tox. 3 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (MF1000000) ATP1	AR 2011 Potentiellement P Non B T
Flupyradifurone	951659-40-8	Acute Tox 4 H302 ATE : 500 mg/kg bw STOT RE 2 H373 (muscle)	-	Aquatic Acute 1 (MF 10) Aquatic Chronic 1 (MF 10) ATP15	LoEP EFSA PPP 2015 vP Non B T
+ Transfluthrine	118712-89-3	Skin irrit 2 H315	RAC (2021) : Carc.2 H351 Acute Tox 4 H302 Oral ATE : 583 mg/kg bw STOT SE 1 H370 (nervous syst.)	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 Pas de MF proposés, ATP 0	AR 2019 metabolite vP Non B T

Substance active	N°CAS	Santé Humaine		Environnement	
		Classification selon le CLP	Autres éléments de classification	Classification selon le CLP	Autres éléments de classification
+ Imidaclopride Pralléthrine	138261-41-3	Acute Tox 3 H301 Oral TE : 131 mg/kg bw	-	Aquatic Acute 1 (MF 100) Aquatic Chronic 1 (MF 1000) ATP17	AR 2011 vP non B T
	23031-36-9	Acute Tox 4 H302 Acute Tox 3 H331	En cours biocides (pas d'info)	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 Pas de MF proposés, ATP 0	En cours biocides (pas d'info)
Malathion	121-75-5	Acute Tox. 4 H302 Skin Sens. 1 H317	IARC group 2A (2017) Points de discussion pour un CLH report (non soumis) : Acute Tox4 H302 Skin sensi 1B H317	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1 (MF 1000) ATP1	LoEP EFSA PPP 2009 Non P Non B T

*AR : Assessment report biocide

Pour chaque substance active, la classification pour la santé humaine prise en considération repose sur la classification harmonisée de l'ECHA (CLP) et les autres éléments suivants :

- l'adoption d'une opinion du RAC (pas encore traduite en ATP) ;
- la préparation/soumission d'un CLH report ;
- des propositions de classification supplémentaires présentes dans l'Assessment report (AR) et/ou BPC opinion pour les substances actives biocides ou des éléments de classification supplémentaires dans les conclusions de l'EFSA pour les substances actives phytosanitaires ;
- une classification de l'IARC,
- les notifications (en italique), lorsque celles-ci sont nombreuses et/ou particulièrement pertinentes (CMR) ;
- des évaluations en cours pour le potentiel perturbateur endocrinien.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anses (2021). 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.
- Brengues, C. *et al.* (2003) Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene, *Medical and Veterinary Entomology*, 17(1), pp. 87–94. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00412.x>.
- Delannay, C. *et al.* (2018) Multiple insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* populations from Guadeloupe (French west indies) and associated mechanisms, *PLoS ONE*, 13(6). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199615>.
- EID Méditerranée. Surveillance du moustique *Aedes albopictus* en France métropolitaine. Bilan 2019, (2019). EID Direction technique, 118 p.
https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_surv_albopictus_2019.pdf
- Failloux, A.B. *et al.* (1994) Insecticide susceptibility in mosquitoes (Diptera: Culicidae) from French Polynesia., *Journal of medical entomology*, 31(5), pp. 639–644. Available at: <https://doi.org/10.1093/jmedent/31.5.639>.
- Fontenille, D. *et al.* (2009) La lutte antivectorielle en France. IRD éditions, pp.533, 2009. (halshs-00404787)
- Goindin, D. *et al.* (2017) Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies), *Infectious Diseases of Poverty*, 6(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0254-x>.
- Guidez, A. *et al.* (2020) 'Spatiotemporal multiple insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations in French Guiana: Need for alternative vector control', *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 115(12), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1590/0074-02760200313>.
- Lacey, L. A. (2007) *Bacillus thuringiensis* serovariety *israelensis* and *bacillus sphaericus* for mosquito control. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23(2 SUPPL.), 133-163. doi:10.2987/8756-971x(2007)23[133:btsiab]2.0.co;2
- Marcombe, S. *et al.* (2009) Exploring the molecular basis of insecticide resistance in the dengue vector *Aedes aegypti*: A case study in Martinique Island (French West Indies), *BMC Genomics*, 10, p. 494. Available at: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-494>.
- Marcombe, S. *et al.* (2009) Reduced efficacy of pyrethroid space sprays for dengue control in an area of Martinique with pyrethroid resistance, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(5), pp. 745–751. Available at: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2009.80.745>.
- Marcombe, S. *et al.* (2011) Field efficacy of new larvicide products for control of multi-resistant *Aedes aegypti* populations in Martinique (French West Indies), *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 84(1), pp. 118–126. Available at: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0335>.
- Marcombe, S., Darriet, F., Tolosa, M., *et al.* (2011) Pyrethroid resistance reduces the efficacy of space sprays for Dengue control on the island of Martinique (Caribbean), *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(6). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001202>.

- Pasteur, N. *et al.* (1995) The role of passive migration in the dispersal of resistance genes in *Culex pipiens quinquefasciatus* within French Polynesia, *Genetical Research*, 66(2), pp. 139–146. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0016672300034480>.
- Pocquet, N. *et al.* (2013) Multiple Insecticide Resistances in the Disease Vector *Culex p. Quinquefasciatus* from Western Indian Ocean, *PLoS ONE*, 8(10). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077855>.
- Pocquet, N. *et al.* (2014) Insecticide resistance in disease vectors from Mayotte: An opportunity for integrated vector management, *Parasites and Vectors*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-299>.
- Pocquet N. *et al.* (2014) Evaluation de la sensibilité au malathion, à la deltaméthrine et à l'association deltaméthrine / piperonyl-butoxide (PBO) des populations d'*Aedes aegypti* de Guyane. Rapport d'étude de l'Institut Pasteur de Guyane, Unité d'entomologie médicale, Mai 2014, Document n°07/IPG/UEM/2014.
- Tantely, M.L. *et al.* (2010) Insecticide resistance in *Culex pipiens quinquefasciatus* and *Aedes albopictus* mosquitoes from La Réunion Island, *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(4), pp. 317–324. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.02.005>.
- Vezenegho, S. *et al.* (2023) Variation in Pyrethroid Resistance Phenotypes in *Anopheles darlingi* in an Area with Residual Malaria Transmission: Warning of Suspected Resistance in French Guiana., *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 108(2), pp. 424–427. Available at: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-1611>.
- Yebakima, A. *et al.* (2004) Evolution of resistance under insecticide selection pressure in *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) from Martinique, *Journal of Medical Entomology*, 41(4), pp. 718–725. Available at: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.718>.