

**THESE  
POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenu publiquement le 29 mai 2026  
Par DELMARLE Déborah**

---

**Implantation du moustique tigre en France  
métropolitaine : risques sanitaires et stratégie de lutte  
antivectorielle**

---

**Membres du jury :**

**Président :** **M. CARNOY Christophe**  
Professeur des Universités (PU) en Immunologie  
Faculté de Pharmacie de Lille

**Directrice de thèse :** **Mme. ALIOUAT-DENIS Cécile-Marie**  
Professeure des Universités (PU) en Parasitologie et  
Mycologie médicale  
Faculté de Pharmacie de Lille

**Membres extérieurs :** **Mme. SELOSSE Sylvie et M. SELOSSE Julien**  
Pharmaciens d'officine  
Pharmacie d'Emmerin à Emmerin

## Université de Lille

Président  
Premier Vice-président  
Vice-présidente Formation  
Vice-président Recherche  
Vice-président Ressources Humaine  
Directrice Générale des Services

Régis BORDET  
Bertrand DÉCAUDIN  
Corinne ROBACZEWSKI  
Olivier COLOT  
Jean-Philippe TRICOIT  
Anne-Valérie CHIRIS-FABRE

## UFR3S

Doyen  
Premier Vice-Doyen, Vice-Doyen RH, SI et Qualité  
Vice-Doyenne Recherche  
Vice-Doyen Finances et Patrimoine  
Vice-Doyen International  
Vice-Doyen Coordination pluriprofessionnelle et Formations sanitaires  
Vice-Doyenne Formation tout au long de la vie  
Vice-Doyen Territoire-Partenariats  
Vice-Doyen Santé numérique et Communication  
Vice-Doyenne Vie de Campus  
Vice-Doyen étudiant

Dominique LACROIX  
Hervé HUBERT  
Karine FAURE  
Emmanuelle LIPKA  
Vincent DERAMECOURT  
Sébastien D'HARANCY  
Caroline LANIER  
Thomas MORGENROTH  
Vincent SOBANSKI  
Anne-Laure BARBOTIN  
Victor HELENA

## Faculté de Pharmacie

Vice - Doyen  
Premier Assesseur et  
Assesseur à la Santé et à l'Accompagnement  
Assesseur à la Vie de la Faculté et  
Assesseur aux Ressources et Personnels  
Responsable de l'Administration et du Pilotage  
Représentant étudiant  
Chargé de mission 1er cycle  
Chargée de mission 2eme cycle  
Chargé de mission Accompagnement et Formation à la Recherche  
Chargé de mission Relations Internationales  
Chargée de Mission Qualité  
Chargé de mission dossier HCERES

Pascal ODOU  
Anne GARAT  
Emmanuelle LIPKA  
Cyrille PORTA  
Honoré GUISE  
Philippe GERVOIS  
Héloïse HENRY  
Nicolas WILLAND  
Christophe FURMAN  
Marie-Françoise ODOU  
Réjane LESTRELIN

**Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (PU-PH)**

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie et Santé publique	81
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie	82
M.	DÉCAUDIN	Bertrand	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	DINE	Thierry	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie	82
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie - Virologie	82
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	ODOU	Pascal	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	POULAIN	Stéphanie	Hématologie	82
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	STAELS	Bart	Biologie cellulaire	82

**Professeurs des Universités (PU)**

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	ALIOUAT	Cécile-Marie	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Biophysique - RMN	85
M.	BERLARBI	Karim	Physiologie	86
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie	87
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle	85

M.	CARNOY	Christophe	Immunologie	87
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Biophysique - RMN	85
Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie thérapeutique	86
M.	DEPREZ	Benoît	Chimie bio inorganique	85
Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire	87
M.	ELATI	Mohamed	Biomathématiques	27
M.	FOLIGNÉ	Benoît	Bactériologie - Virologie	87
Mme	FOULON	Catherine	Chimie analytique	85
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie et Santé publique	86
M.	GOOSSENS	Jean-François	Chimie analytique	85
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie	86
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique	86
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques	26
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie cellulaire	87
Mme	LESTRELIN	Réjane	Biologie cellulaire	87
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie analytique	85
Mme	MELNYK	Patricia	Chimie physique	85
M.	MILLET	Régis	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	MOREAU	Pierre-Arthur	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	MUHR-TAILLEUX	Anne	Biochimie	87
Mme	PERROY	Anne-Catherine	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	RIVIÈRE	Céline	Pharmacognosie	86

Mme	ROMOND	Marie-Bénédicte	Bactériologie - Virologie	87
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie	86
M.	SERGHERAERT	Éric	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique	86

#### Maîtres de Conférences - Praticiens Hospitaliers (MCU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	CUVELIER	Élodie	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DANEL	Cécile	Chimie analytique	85
Mme	DEMARET	Julie	Immunologie	82
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie et Santé publique	81
Mme	GENAY	Stéphanie	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	GILLIOT	Sixtine	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	GRZYCH	Guillaume	Biochimie	82
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	LANNOY	Damien	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	ODOU	Marie-Françoise	Bactériologie - Virologie	82

**Maîtres de Conférences des Universités (MCU)**

<b>Civ.</b>	<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Service d'enseignement</b>	<b>Section CNU</b>
M.	ANTHÉRIEU	Sébastien	Toxicologie et Santé publique	86
M.	BANTUBUNGI-BLUM	Kadiombo	Biologie cellulaire	87
M.	BERTHET	Jérôme	Biophysique - RMN	85
M.	BEDART	Corentin	ICPAL	86
M.	BOCHU	Christophe	Biophysique - RMN	85
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie	86
M.	BOSC	Damien	Chimie thérapeutique	86
Mme	BOU KARROUM	Nour	Chimie bioinorganique	
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie	87
Mme	CARON-HOUDE	Sandrine	Biologie cellulaire	87
Mme	CARRIÉ	Hélène	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	CHARTON	Julie	Chimie organique	86
M.	CHEVALIER	Dany	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques	85
M.	DHIFLI	Wajdi	Biomathématiques	27
M.	EL BAKALI	Jamal	Chimie thérapeutique	86
M.	FARCE	Amaury	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	FLIPO	Marion	Chimie organique	86
M.	FRULEUX	Alexandre	Sciences végétales et fongiques	
M.	FURMAN	Christophe	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86

M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie	87
Mme	GOOSSENS	Laurence	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie et Santé publique	86
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques	26
Mme	HAMOUDI-BEN YELLES	Chérifa-Mounira	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	HANNOThIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie	86
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie	87
M.	KAMBIA KPAKPAGA	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	KARROUT	Younes	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie	87
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie analytique	85
Mme	LEHMANN	Hélène	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	LELEU	Natascha	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	LIBERELLE	Maxime	Biophysique - RMN	
Mme	LOINGEVILLE	Florence	Biomathématiques	26
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie	86
M.	MARTIN MENA	Anthony	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
M.	MENETREY	Quentin	Bactériologie - Virologie	87
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques	85
M.	PIVA	Frank	Biochimie	85

Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie et Santé publique	86
M.	POURCET	Benoît	Biochimie	87
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques / Innovations pédagogiques	85
Mme	RAVEZ	Séverine	Chimie thérapeutique	86
Mme	ROGEL	Anne	Immunologie	
M.	ROSA	Mickaël	Hématologie	87
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie	86
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie	87
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie - Virologie	87
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie	87
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Chimie organique	86
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques	87
M.	YOUS	Saïd	Chimie thérapeutique	86
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques	85

#### Professeurs certifiés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mme	KUBIK	Laurence	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

### Professeurs Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BAILLY	Christian	ICPAL	86
M.	DAO PHAN	Haï Pascal	Chimie thérapeutique	86
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie pharmaceutique	86

### Maîtres de Conférences Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M	AYED	Elya	Pharmacie officinale	
M.	COUSEIN	Etienne	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques	85
Mme	DANICOURT	Frédérique	Pharmacie officinale	
Mme	DUPIRE	Fanny	Pharmacie officinale	
M.	DUFOSSEZ	François	Biomathématiques	85
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	85
Mme	GEILER	Isabelle	Pharmacie officinale	
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	MITOUMBA	Fabrice	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	86
M.	PELLETIER	Franck	Droit et Economie pharmaceutique	86
M	POTHIER	Jean-Claude	Pharmacie officinale	
Mme	ROGNON	Carole	Pharmacie officinale	

### Assistants Hospitalo-Universitaire (AHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BOUDRY	Augustin	Biomathématiques	
Mme	DERAMOUDT	Laure	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	GISH	Alexandr	Toxicologie et Santé publique	
Mme	NEGRIER	Laura	Chimie analytique	

### Hospitalo-Universitaire (PHU)

	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DESVAGES	Maximilien	Hématologie	
Mme	LENSKI	Marie	Toxicologie et Santé publique	

### Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	BERNARD	Lucie	Physiologie	
Mme	BARBIER	Emeline	Toxicologie	
Mme	COMPAGNE	Nina	Chimie Organique	
Mme	COULON	Audrey	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	DUFOSSEZ	Robin	Chimie physique	
Mme	FERRY	Lise	Biochimie	

M	HASYEOUI	Mohamed	Chimie Organique	
Mme	HENRY	Doriane	Biochimie	
Mme	KOUAGOU	Yolène	Sciences végétales et fongiques	
M	LAURENT	Arthur	Chimie-Physique	
M.	MACKIN MOHAMOUR	Synthia	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	RAAB	Sadia	Physiologie	

#### Enseignant contractuel

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	DELOBEAU	Iris	Pharmacie officinale
M	RIVART	Simon	Pharmacie officinale
Mme	SERGEANT	Sophie	Pharmacie officinale
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

#### LRU / MAST

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FRAPPE	Jade	Pharmacie officinale
M	LATRON-FREMEAU	Pierre-Manuel	Pharmacie officinale
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique

## ***UFR3S-Pharmacie***

**L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.**



# REMERCIEMENTS

## **À Madame la Professeure Aliouat-Denis,**

Merci pour votre accompagnement tout au long de la rédaction de cette thèse. Votre disponibilité, vos conseils avisés et le temps que vous m'avez accordé ont été déterminants dans l'aboutissement de cette thèse.

## **À Monsieur le Professeur Carnoy,**

Merci de me faire l'honneur de présider le jury de ma thèse.

## **À Madame Sylvie Selosse,**

Je vous remercie de m'avoir accueillie durant l'ensemble de mes stages et de m'avoir offert l'opportunité de travailler au sein de votre officine. Travailler à vos côtés a été un réel plaisir. Vous m'avez formée avec passion tout au long de mon parcours. Merci pour votre confiance, votre patience et votre générosité. Je garderai en mémoire votre dévouement et votre implication pour vos patients.

## **À Julien,**

Merci pour ces années passées à travailler ensemble. Tu as largement contribué à me former, toujours avec bonne humeur et dans la rigolade. Ton investissement, notamment pour la préparation aux commentaires d'ordonnance, a été précieux, je te dois une bonne part de réussite. Les discussions sur le LOSC et les debriefs de matchs me manquent un peu, je l'avoue !!!

## **À l'équipe de la Pharmacie Selosse ; d'Emmerin,**

J'ai énormément appris à vos côtés. Merci pour votre patience et tous les moments partagés. Vos futurs stagiaires seront chanceux de faire partie de votre équipe.

## **À ma Maman et mon Papa,**

Merci de m'avoir soutenue et supportée pendant toutes ces années d'études. Ces quelques lignes ne suffiront pas à exprimer tout l'amour que je vous porte. Vous avez toujours su trouver les mots pour me remotiver, même pendant mes plus gros coups de mou. Je vous remercie de toujours croire en moi.

Maman, je suis fière de suivre tes traces en devenant à mon tour pharmacienne, alors que plus jeune je jurais que je ne ferais jamais pareil que toi. Merci pour m'avoir appris à me débrouiller et de m'avoir offert la liberté de découvrir et de vivre pleinement ma vie.

Papa, merci d'avoir été si patient lorsque je passais des heures à te réciter mes cours. Même si la plupart du temps, tu n'y comprenais pas grand-chose, c'était toujours avec le sourire. Ton domaine pharma, c'était plutôt la gestion et si j'ai fini par y comprendre quelque chose aux calculs, c'est bien grâce à toi et tes tableaux Excel !! (Tu étais un peu comme le 5<sup>ème</sup> membre du projet de gestion). Mes 6 années se finissent au moment où commence la retraite pour toi. J'espère que tu en profiteras bien et que tu prendras du temps pour toi. Continue de voir le positif !!!

### **À mon grand frère David,**

Merci pour les moments de décompression durant les révisions de PACES, tes blagues et ta présence ont rendu ce confinement moins long et plus fun. Malgré nos chamailleries inévitables, je suis heureuse de la complicité que nous partageons et de la relation qui nous lie. Je te remercie de m'avoir toujours poussée à tenter les choses, notamment en sport, et c'est grâce à toi que je peux me venter aujourd'hui d'en connaître autant sur le foot. Merci d'être ce grand frère râleur et taquin mais au grand cœur.

### **À mes grands-parents,**

Qui ne sont plus là aujourd'hui, mais qui seraient certainement très fières de savoir que je suis devenue pharmacienne comme ma maman. Je sais que vous auriez aimé être présents et auriez été partants pour lire cette thèse en premier. J'ai toujours une pensée pour vous à chaque grande étape de ma vie.

### **À Gwen et Victoire,**

Merci d'être présentes au quotidien. À une maman extraordinaire pour Vico, ta capacité à tout gérer, ta générosité et ton soutien m'impressionnent. Victoire, tu es encore trop petite pour pouvoir lire, mais sache que je prends plaisir à m'occuper de toi et à te voir grandir chaque jour.

### **À Lise, Manon et Léonie,**

À mes meilleures copines depuis le lycée. Merci pour ces années de rire, de voyages, d'apéros improvisés et de traquenards en tout genre (Lise, tu es clairement ciblée). Le nombre d'anecdotes ensemble est bien trop grand pour pouvoir citer un exemple. J'espère qu'on continuera à partager autant d'aventures ensemble, même si nous n'habitons plus à 5 minutes les unes des autres.

### **À mes copains de pharma,**

Merci pour ces 5 années de fac inoubliables. On en aura partagé des moments entre les pauses à rallonge à la Kfet, les fous rires, les sessions révisions en BU, les brunchs/apéros improvisés et surtout notre voyage à Barcelone (rip la clim et le vol de Simon). Peut-être que dans un avenir lointain, on se retrouvera bel et bien titulaires à Épouville. Je vous souhaite le meilleur et j'espère sincèrement qu'on continuera à se voir encore longtemps.

### **À Guillaume,**

Merci pour ton amour et ta bienveillance au quotidien. Tu sais toujours trouver les mots pour me remonter le moral et me rassurer. Grâce à toi, j'ai appris à relativiser et à mieux gérer mon stress. Et surtout désolé de t'avoir bassiné avec la pharma dès le premier jour, même si ça t'aura permis de découvrir des mots comme observance ou anticholinergique. Merci d'être ce rayon de soleil et de participer à mon épanouissement.

## Table des matières

<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>18</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>19</b>
<b>I. Généralités sur le moustique tigre.....</b>	<b>20</b>
<b>A. Classification et morphologie d'<i>Aedes albopictus</i> .....</b>	<b>20</b>
1. Classification .....	20
2. Morphologie adulte .....	20
2.1. Morphologie commune du moustique .....	20
2.2. Caractères distinctifs d' <i>Aedes albopictus</i> .....	21
<b>B. Différences morphologiques avec les autres genres et espèces .....</b>	<b>23</b>
1. Différences avec les genres <i>Culex</i> et <i>Anopheles</i> .....	23
2. Différences avec les autres espèces du genre <i>Aedes</i> .....	24
<b>C. Cycle de vie et comportement alimentaire .....</b>	<b>26</b>
<b>D. Habitat et facteurs favorisant son implantation.....</b>	<b>28</b>
<b>E. Répartition du moustique tigre en France métropolitaine .....</b>	<b>30</b>
1. Historique de l'implantation d' <i>Aedes albopictus</i> .....	30
2. État actuel de la répartition en France.....	30
<b>II. Impacts et risques sanitaires.....</b>	<b>33</b>
<b>A. Arboviroses transmises .....</b>	<b>33</b>
1. Dengue.....	33
1.1. Classification du virus.....	33
1.2. Modes de transmission.....	33
1.3. Clinique.....	35
1.3.1. Forme classique .....	35
1.3.2. Forme sévère.....	35
1.4. Diagnostic .....	36
1.5. Traitements et prévention .....	39
1.5.1. Traitements.....	39
1.5.2. Vaccination .....	39
2. Chikungunya .....	40
2.1. Classification du virus.....	40
2.2. Modes de transmission.....	41
2.3. Clinique.....	41
2.4. Diagnostic .....	42
2.5. Traitements et prévention .....	43
2.5.1. Traitements.....	43
2.5.2. Vaccination .....	44
3. Zika .....	45
3.1. Classification du virus.....	45
3.2. Modes de transmission.....	45
3.3. Clinique .....	45
3.4. Diagnostic .....	46
3.5. Traitements et prévention .....	47
3.5.1. Traitements.....	47
3.5.2. Vaccination .....	47
<b>B. Épidémiologie des arboviroses vectorisées par <i>Aedes albopictus</i>.....</b>	<b>48</b>

1.	A l'échelle métropolitaine .....	48
1.1.	Cas importés .....	48
1.2.	Cas autochtones .....	51
<b>C.</b>	<b>Gestion du risque sanitaire et conséquences .....</b>	<b>52</b>
1.	Dispositif de surveillance .....	52
1.1.	Surveillance épidémiologique .....	52
1.1.1.	Principe général .....	52
1.1.2.	Sensibilisation et rôles des professionnels de santé .....	53
1.1.3.	Déclaration obligatoire des cas .....	57
1.1.4.	Mesures d'intervention autour des cas .....	59
1.2.	Surveillance entomologique active .....	60
1.3.	Surveillance entomologique passive .....	61
2.	États des lieux du risque autochtone/épidémique et dispositif ORSEC .....	62
2.1.	Probabilité d'apparition et ampleur d'un épisode de transmission autochtone – Impacts socioéconomiques et sanitaires .....	62
2.1.1.	Probabilité d'apparition et ampleur d'un épisode de transmission autochtone ..	62
2.1.2.	Impacts médico-sociaux et économiques .....	65
2.2.	Dispositif ORSEC de lutte antivectorielle .....	66
<b>III.</b>	<b>Stratégie de lutte antivectorielle.....</b>	<b>69</b>
<b>A.</b>	<b>Méthodes de lutte traditionnelles .....</b>	<b>69</b>
1.	Prévention générale.....	69
1.1.	A l'échelle de la ville et des habitations.....	69
1.1.1.	Lutte préventive : élimination des gîtes larvaires et des gîtes de repos .....	69
1.1.2.	Piégeage des femelles <i>Ae.albopictus</i> .....	71
1.1.3.	Lutte curative : la démoustication .....	73
1.1.3.1.	Organisation et contraintes .....	73
1.1.3.2.	Insecticides adulticides .....	75
1.2.	Problématique de l'urbanisme .....	76
1.2.1.	Bassins de rétention .....	76
1.2.2.	Terrasses sur plots.....	76
1.2.3.	Toits-terrasses .....	78
1.2.4.	Coffrets techniques .....	78
1.2.5.	Bacs de relevage .....	79
2.	Prévention individuelle.....	79
2.1.	Répulsifs cutanés.....	79
2.2.	Vêtements.....	84
2.3.	Moustiquaires.....	85
2.4.	Moyens complémentaires.....	85
2.5.	Moyens non recommandés .....	86
2.6.	Que faire en cas de piqûre .....	86
<b>B.</b>	<b>Éducation et information du grand public .....</b>	<b>87</b>
1.	Acteurs et moyens .....	87
2.	Exemples d'outils.....	88
3.	Adhésion des citoyens.....	94
<b>C.</b>	<b>Stratégies de prévention innovantes.....</b>	<b>95</b>
1.	Bactéries : <i>Wolbachia</i> , Bti .....	95
1.1.	Bti : larvicide d'origine biologique.....	95
1.2.	<i>Wolbachia</i> .....	96
2.	Organismes génétiquement modifiés .....	98

2.1. Technique du forçage génétique.....	98
2.2. Technique RIDL “Release of Insects carrying a Dominant Lethal gene” .....	98
3. Technique de l’insecte stérile (TIS) .....	99
4. Technique d’auto-dissémination .....	101
<b>Conclusion.....</b>	<b>102</b>
<b>Annexe 1 .....</b>	<b>104</b>
<b>Annexe 2 .....</b>	<b>107</b>
<b>Annexe 3 .....</b>	<b>109</b>
<b>Annexe 4 .....</b>	<b>110</b>
<b>Annexe 5 .....</b>	<b>111</b>
<b>Annexe 6 .....</b>	<b>112</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>114</b>

## Liste des abréviations

<b>spp</b>	Espèces
<b>ECDC</b>	Centre européen de prévention et de contrôle des maladies
<b>DENV</b>	Virus de la dengue
<b>RT-PCR</b>	<i>Reverse Transcriptase – Polymerase Chain Reaction</i>
<b>IgM</b>	Immunoglobuline M
<b>IgG</b>	Immunoglobuline G
<b>AMM</b>	Autorisation de mise sur le marché
<b>CHIKV</b>	Virus du chikungunya
<b>ZIKV</b>	Virus Zika
<b>HAS</b>	Haute autorité de santé
<b>CORRUSS</b>	Centre opérationnel de régulation et de réponses aux urgences sanitaires et sociales
<b>SI-LAV</b>	Système d'information de la veille et de la sécurité sanitaire
<b>PACA</b>	Provence-Alpes-Côte-D'azur
<b>ANSES</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
<b>ORSEC</b>	Organisation de la réponse de sécurité civile
<b>ARN</b>	Acide ribonucléique
<b>AINS</b>	Anti-inflammatoires non stéroïdiens
<b>SRO</b>	Soluté de réhydratation orale
<b>DGS</b>	Direction générale de la santé
<b>DROM</b>	Départements et régions d'outre-mer
<b>ARS</b>	Agence régionale de santé
<b>CNR</b>	Centre national de référence
<b>Bti</b>	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
<b>SID</b>	Service intercommunal de démoustication
<b>EID</b>	Entente interdépartementale pour la démoustication
<b>EFS</b>	Établissement français du sang
<b>COTECH</b>	Comité technique
<b>CO2</b>	Dioxyde de carbone
<b>PLU</b>	Plan local d'urbanisme
<b>DEET</b>	N,N-Diéthyl-m-toluamide
<b>IR3535</b>	N-acétylN-butyl-β-alaninate d'éthyle
<b>HCSP</b>	Haut Conseil de la santé publique
<b>CRES</b>	Comité régional d'éducation pour la santé
<b>WMP</b>	<i>World Mosquito Program</i>
<b>TIS</b>	Technique de l'insecte stérile
<b>IRD</b>	Institut de recherche pour le développement
<b>RIDL</b>	<i>Release of Insects carrying a Dominant Lethal gene</i>
<b>Cirad</b>	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

# Introduction

Originaire d'Asie du Sud-Est, le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est l'une des espèces de moustiques les plus envahissantes au monde. Établi pour la première fois sur le sol métropolitain, en 2004, par le biais de la mondialisation grandissante des échanges commerciaux, il n'a cessé de s'implanter dans de nouveaux territoires. A ce jour, la population française habitant dans 81 des 96 départements métropolitains est contrainte de vivre avec cette nuisance. Doté d'une grande plasticité écologique, le moustique tigre a su s'adapter à un mode de vie urbain en profitant de toutes petites collections d'eau stagnante, qui sont engendrées, en majorité, par l'activité humaine. Dans le premier chapitre de cette thèse, nous reviendrons sur les caractéristiques morphologiques du moustique tigre et les spécificités qui le distinguent des autres genres de moustique comme *Culex* et *Anopheles*, ainsi que des autres espèces proches du genre *Aedes*. Nous aborderons aussi les particularités de son cycle de vie ainsi que les facteurs favorisant son implantation sur le territoire métropolitain.

L'espèce *Ae. albopictus* représente un problème majeur de santé publique. Au-delà de la nuisance diurne et saisonnière (de mai à novembre) que cette espèce occasionne en France, elle est aussi vectrice de plusieurs arboviroses telles que la dengue, le chikungunya et la fièvre Zika. Bien que ces maladies ne soient généralement pas mortelles, leurs complications peuvent être graves. Autrefois considérées comme des maladies tropicales, elles sont dorénavant installées dans les régions tempérées du globe. Afin de gérer au mieux ces risques sanitaires et limiter leurs impacts, une surveillance à la fois entomologique mais aussi épidémiologique est mise en place. Dans le deuxième chapitre de cette thèse, nous aborderons ces trois arboviroses en détaillant leurs modes de transmission, leurs manifestations cliniques, leurs méthodes diagnostiques ainsi que leurs traitements. Ensuite, nous nous intéresserons à une analyse épidémiologique des cas importés et autochtones d'arboviroses vectorisées par *Ae. albopictus* en France métropolitaine. De plus, nous verrons les modalités des dispositifs de surveillance épidémiologique et entomologique, et ferons un état des lieux du risque autochtone et épidémique. Enfin, nous reviendrons sur les modalités du dispositif ORSEC de lutte antivectorielle.

Face à une augmentation progressive des cas autochtones de dengue et de chikungunya, la lutte antivectorielle est une priorité pour faire face à l'émergence de l'espèce *Ae. albopictus* sur notre territoire. Cette lutte intégrée repose à la fois sur des actions individuelles et collectives, ainsi qu'une coordination des acteurs à toutes les échelles. L'émergence de résistances aux insecticides constitue toutefois un obstacle aux méthodes traditionnelles employées. Face à ce défi, il est d'autant plus important de développer des méthodes innovantes. Dans la dernière partie de cette thèse, nous étudierons les méthodes de lutte traditionnelles incluant l'élimination des gîtes larvaires et des gîtes de repos, le piégeage des femelles moustiques et l'organisation de la démoustication des moustiques adultes. Nous reviendrons ensuite sur la problématique des gîtes larvaires dans le domaine de l'urbanisme, avant de traiter les moyens de prévention individuels. Nous nous intéresserons aux moyens et acteurs mobilisés dans la sensibilisation et l'information du grand public. Finalement, nous aborderons les stratégies de prévention innovantes.

# I. Généralités sur le moustique tigre

## A. Classification et morphologie d'*Aedes albopictus*

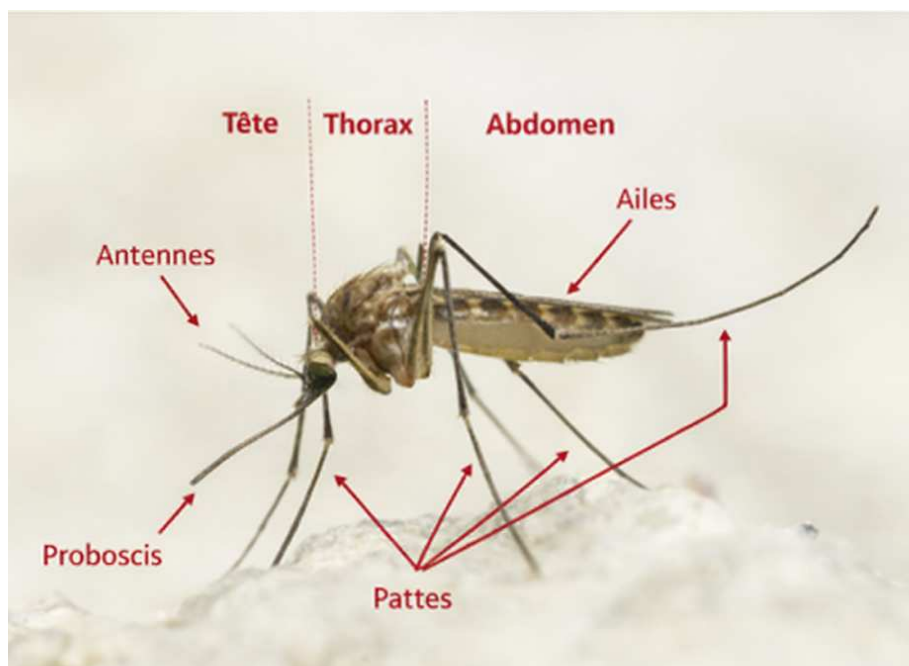
### 1. Classification

Le moustique tigre est un insecte appartenant à l'ordre des Diptères et le sous-ordre des Nématocères. Avec les genres *Anopheles* et *Culex*, il forme la famille des moustiques (*Culicidae*). (1) Dans celle-ci, on retrouve la sous-famille des *Anophelinae* et la sous-famille des *Culicinae*. L'espèce *Aedes albopictus* appartient à cette dernière.(2)

### 2. Morphologie adulte

#### 2.1. Morphologie commune du moustique

A l'instar des autres moustiques, *Aedes albopictus* présente un corps divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les six pattes s'insèrent de part et d'autre du thorax. Il dispose d'une seule paire d'ailes écailleuses repliées horizontalement au repos, d'une paire de longues et fines antennes. Chez les femelles, on retrouve une longue trompe (proboscis) allongée de type piqueur-suceur (Fig.1).



**Figure 1** : Morphologie commune du moustique (il s'agit ici de l'espèce *Culex pipiens*) (3)

## 2.2. Caractères distinctifs d'*Aedes albopictus*

Mesurant moins de 5mm, *Aedes albopictus* n'est pas plus grand qu'une pièce d'1 centime (Fig.2). Cette notion est importante car en présence d'un insecte plus gros, il ne s'agira pas du moustique tigre.



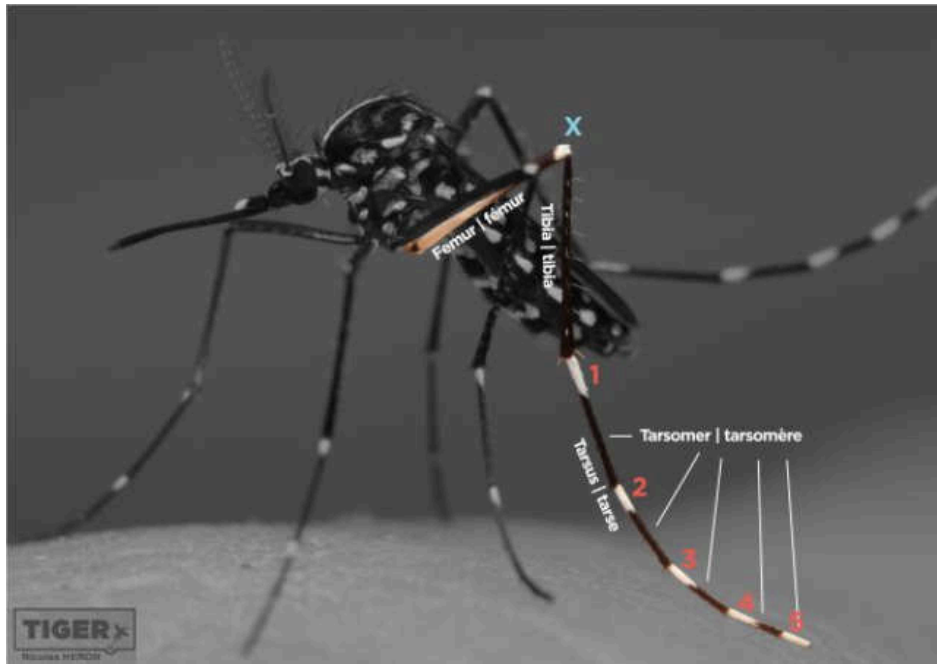
**Figure 2** : Échelle visuelle de la taille d'*Ae.albopictus* (4)

Plus connu sous le nom de « moustique tigre », il doit son surnom aux rayures noires et blanches présentes sur son corps et ses pattes (Fig.3). (5) Sa tête et son thorax sont parcourus par une ligne blanche tandis que ses ailes sont noires et légèrement transparentes. (6)



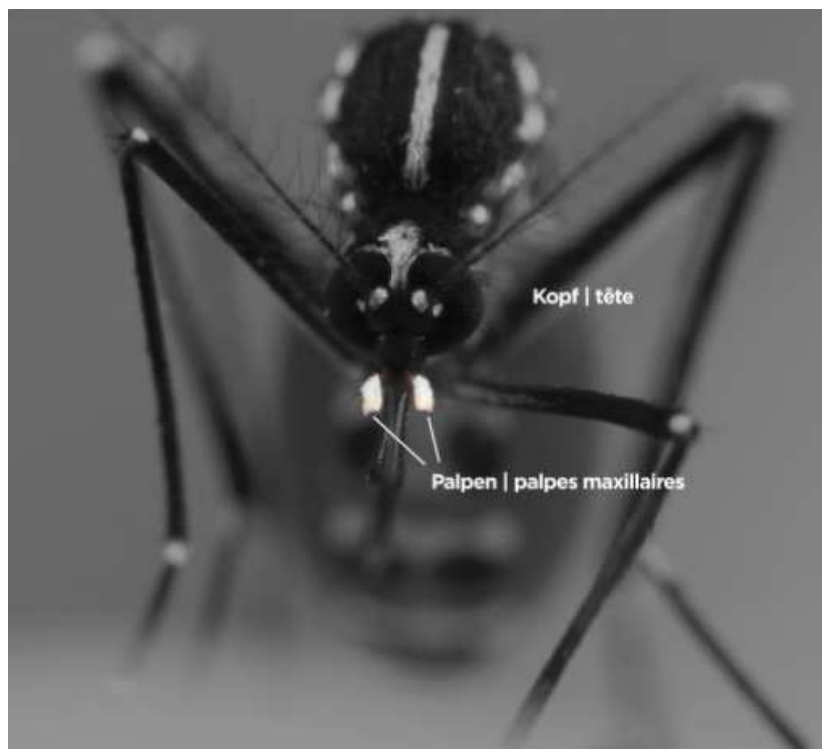
**Figure 3** : Femelle *Ae.albopictus* (7)

Au niveau du tarse des pattes postérieures, le moustique tigre se distingue des autres espèces par le nombre d'anneaux blancs à la base des tarsomères (Fig.4). Celui-ci possède cinq tarsomères au total dont le dernier est entièrement recouvert d'un anneau blanc. La présence de ces caractères est spécifique à l'espèce *Aedes albopictus*. L'hypothèse du moustique tigre ne sera pas retenue si le nombre d'anneaux est différent ou s'ils ne sont pas présents sur les pattes postérieures.



**Figure 4** : Pattes postérieures d'*Ae.albopictus* femelle (8)

Enfin, les palpes maxillaires de cette espèce sont noirs et présentent au niveau de leurs extrémités des écailles blanches (Fig.5).



**Figure 5** : Palpes maxillaires d'*Ae.albopictus* femelle (8)

## B. Différences morphologiques avec les autres genres et espèces

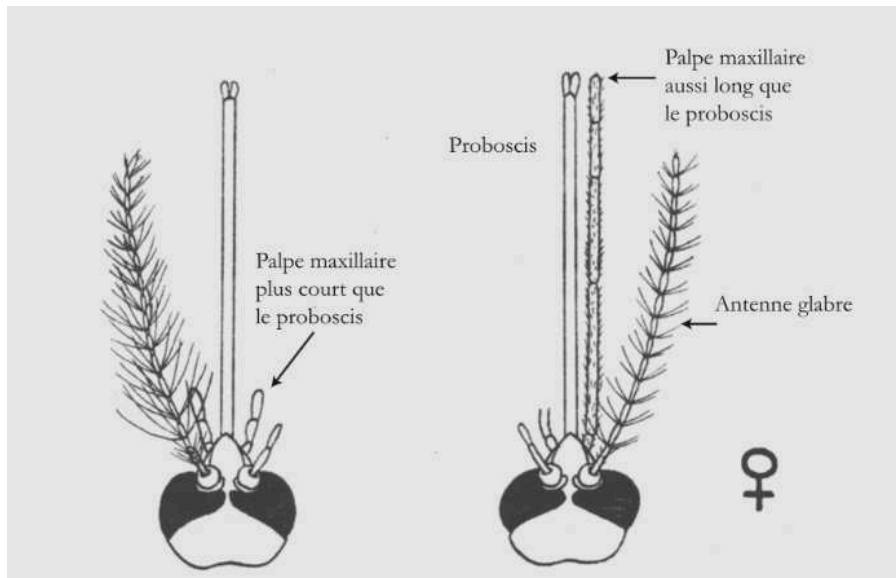
### 1. Différences avec les genres *Culex* et *Anopheles*

Le principal critère distinctif entre le genre *Culex* et le moustique tigre est la couleur (Fig.6). À la différence d'*Aedes albopictus*, la plupart des espèces du genre *Culex* sont marrons et sans motif particulier. De plus, ces espèces sont légèrement plus grandes que le moustique tigre. A titre d'exemple, *Culex pipiens* (moustique le plus courant en France) mesure entre 0,5 et 0,7 cm. (9) Son corps est marron et jaune avec une bande claire sur l'abdomen. Il possède des écailles jaunes sans motifs au niveau du thorax. Les pattes postérieures présentent des écailles sombres sans motifs particuliers. (10)



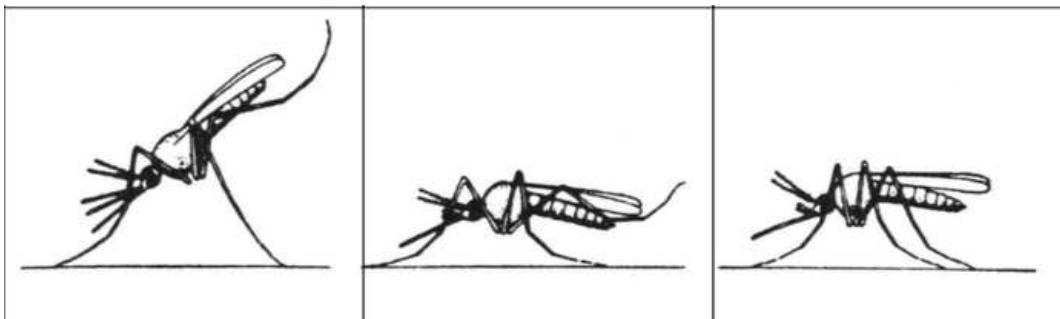
**Figure 6** : *Culex pipiens* (9)

Contrairement aux anophèles, les femelles *Aedes albopictus* possèdent des palpes courts tout comme les espèces du genre *Culex* (Fig.7). En effet, les anophèles possèdent des palpes aussi longs que le proboscis. (11)



**Figure 7** : Anatomie des têtes des *Culicinae* (à gauche) et des *Anophelinae* (à droite) femelles (11)

La position du moustique au repos constitue également un élément distinctif. Les anophèles adoptent une position oblique par rapport au support tandis que le moustique tigre et les *Culex* spp. adoptent une position parallèle au support (Fig.8). (11)



**Figure 8** : Position au repos des *Anopheles* spp., *Aedes* spp. et *Culex* spp. (de gauche à droite) (11)

## 2. Différences avec les autres espèces du genre *Aedes*

*Aedes japonicus*, présent dans certaines régions de France, peut à première vue être confondu avec le moustique tigre. Toutefois, cette espèce ne partage pas les mêmes caractéristiques morphologiques. En effet, contrairement au moustique tigre, elle ne possède que trois anneaux blancs au niveau du tarse des pattes postérieures. Le thorax ne présente pas de ligne blanche médiane mais des écailles brunes-dorées, tandis que les palpes maxillaires sont entièrement noirs (Fig.9). (8)



**Figure 9** : *Aedes japonicus* (12)

*Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* sont très proches morphologiquement. Toutefois, il existe tout de même un caractère permettant de faire la différence entre ces 2 espèces. Contrairement au moustique tigre, *Aedes aegypti* possède un motif blanc en forme de lyre sur son thorax et non une ligne médiane blanche (Fig.10). De plus, la couleur du corps d'*Aedes aegypti* est plus claire. (13)



**Figure 10** : Comparaison entre *Aedes aegypti* (à gauche) et *Aedes albopictus* (à droite) (13)

## C. Cycle de vie et comportement alimentaire

Le cycle de vie du moustique tigre se découpe en deux grandes phases : une phase aérienne et une phase aquatique. En effet, le moustique est un insecte dit holométabole c'est-à-dire qu'il subit une métamorphose complète. Celle-ci passe par quatre stades distincts : œuf – larve – nymphe – adulte. La larve subit plusieurs mues dont la dernière aboutit au stade nymphal (stade intermédiaire entre la larve et l'adulte). Cette larve est morphologiquement différente de l'adulte et présente un mode de vie distinct. En effet, ils ne partagent pas le même régime alimentaire ni le même habitat. (14)

Après accouplement avec un mâle, la femelle fécondée a besoin d'un repas sanguin, celui-ci étant riche en protéines et nécessaire à la maturation des œufs. Cette étape de maturation est la raison pour laquelle les femelles sont les seules à piquer l'Homme. Malgré une préférence pour le sang humain en zone urbaine, la femelle reste un moustique opportuniste. En effet, elle peut aussi prendre son repas sanguin sur les mammifères domestiques et sauvages, sur les oiseaux et reptiles ainsi que sur les amphibiens. (15) Entre ce repas sanguin et l'accouplement, il peut s'écouler jusqu'à un mois. Le moustique mâle, inoffensif pour l'Homme, se nourrit quant à lui uniquement de nectar de fleurs et n'a vocation qu'à s'accoupler avec des femelles pour pérenniser l'espèce.

Après le repas sanguin, la femelle pond ses œufs sur les parois asséchées de petits récipients anthropiques susceptibles de contenir de l'eau. Ces œufs sont pondus isolément et éclosent uniquement lorsqu'ils seront submergés d'eau.

Sans eau, le développement des œufs est stoppé. Une fois que le niveau d'eau monte et que les œufs entrent en contact avec de l'eau, ils éclosent et libèrent des larves. La phase aquatique débute alors et dure entre 5 à 7 jours en moyenne.

L'un des facteurs déterminants de ce cycle de vie est la possibilité pour les œufs d'entrer en diapause pendant les périodes plus froides ou en l'absence d'eau. En effet, dans ces situations, le développement des œufs entre en pause et l'éclosion est différée. La lumière, quant à elle, constitue un signal déclencheur. En effet, lorsque les jours raccourcissent, les œufs entre en dormance. Tandis que lorsque les journées rallongent, le développement des œufs redémarrent. Cette diapause photopériodique permet aux œufs de résister aux températures hivernales. Une fois les conditions idéales réunies, le cycle reprendra son cours. En général, la période de diapause s'étale de mi-septembre à mi-mars quand les jours raccourcissent. Les œufs résistent également à la dessiccation. (16)(17)

Après l'éclosion des œufs, les larves libérées entament leurs mues successives et passent au total par quatre stades larvaires. Étant mobiles, ces larves se nourrissent de matières organiques présentes dans l'eau *via* des mouvements saccadés. Pour se nourrir, les larves procèdent notamment à une filtration des débris organiques. À l'aide de leur siphon respiratoire abdominal, les larves peuvent respirer à la surface de l'eau.

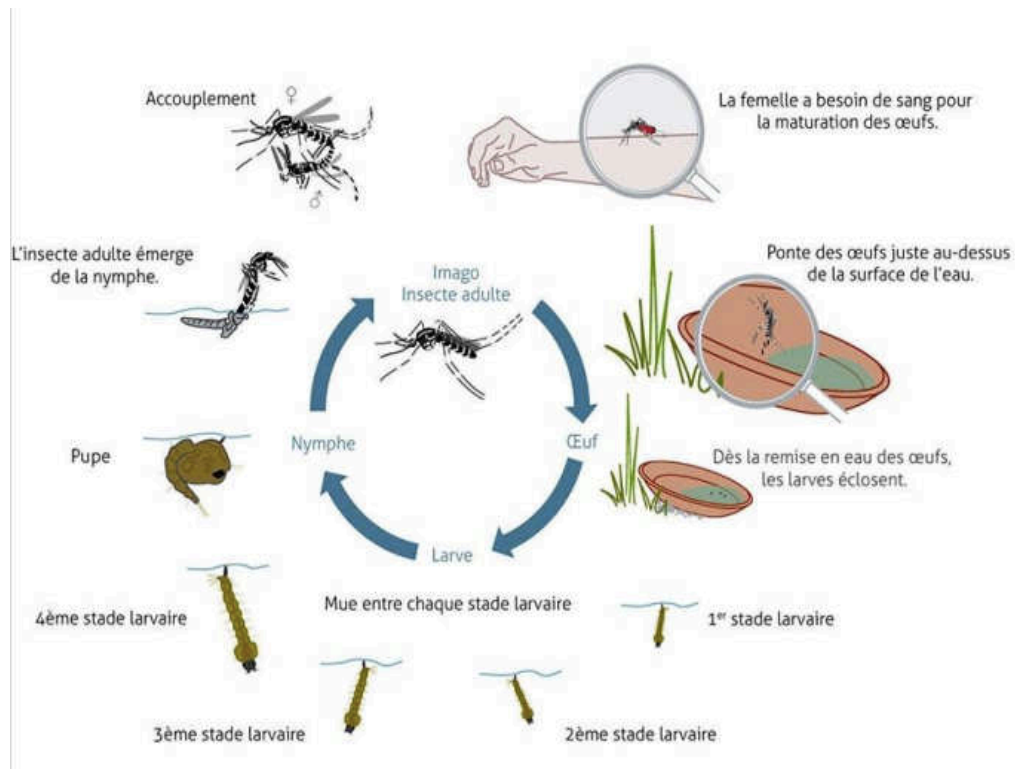
Après être passée par les différents stades larvaires, la quatrième larve subit une dernière mue pour se transformer en nymphe. Celle-ci se prépare à devenir un imago sous 24-48 heures. Durant cette période, l'anatomie interne du futur moustique adulte se construit au sein de la nymphe et celle-ci ne se nourrit plus comptant uniquement sur les réserves stockées durant les précédents stades larvaires. Deux tubes respiratoires situés au niveau de leur céphalothorax lui permettent de respirer à la surface de l'eau.

L'étape finale de ce cycle est l'émergence de l'imago. A ce stade, la cuticule de la nymphe se rompt libérant ainsi l'adulte, dorénavant prêt à s'accoupler. Le prochain accouplement démarre en général rapidement après la naissance du nouvel imago femelle et peut avoir lieu en vol ou sur un support. À noter qu'un moustique ne subit en moyenne qu'un seul accouplement durant sa vie puisque la femelle constitue une spermathèque mobilisable à divers moments de sa vie. (18)

En moyenne, le moustique tigre vit entre quatre et six semaines. Les femelles présentent une longévité plus élevée (1 mois en moyenne) que les mâles qui meurent en général une dizaine de jours après leur naissance. Au cours de sa vie, la femelle effectuera environ 5 cycles de ponte de 150 œufs. (19)

Contrairement à d'autres espèces, le moustique tigre pique durant la journée et non pendant la nuit. En effet, il possède une activité diurne qui a tendance à s'intensifier en début de journée vers 7-8 heures et en fin de journée aux alentours de 18-20 heures. A la différence de *Culex pipiens*, son vol est silencieux. Ce détail constitue un atout redoutable pour surprendre et piquer sa proie. De plus, ce moustique ne craint pas les gestes des humains et persévère souvent pour atteindre sa cible. En vol, le moustique tigre est lent préférant raser le sol que prendre de la hauteur. Celui-ci a donc souvent tendance à viser les jambes et les mollets plutôt que la tête.

Pour trouver sa proie, le moustique tigre détecte différents stimuli. En effet, le dioxyde de carbone expiré, la chaleur corporelle et la transpiration dégagées par l'Homme stimulent les sens du moustique, lui permettant de s'orienter et de localiser sa proie. De plus, le microbiote cutané (bactéries et micro-organismes présents sur la peau) joue un rôle dans l'attractivité de l'Homme pour les moustiques. Chaque personne possède un microbiote cutané différent (espèces bactériennes et densité bactérienne différentes), dont la composition peut favoriser cette attractivité. Les moustiques sont capables de détecter certaines molécules produites par les bactéries présentes à la surface de la peau d'un individu. En effet, des composés organiques volatils odorants tels que l'acide lactique, l'ammoniac, les acides carboxyliques ou encore les composés soufrés peuvent être émis et influencer le vol des femelles. (20)  
(21)



**Figure 11** : Cycle de vie d'*Aedes albopictus* (22)

## D. Habitat et facteurs favorisant son implantation

A l'origine, le moustique tigre trouvait refuge dans des petits creux d'arbres. Au fur et à mesure de son implantation à travers le monde, celui-ci s'est adapté à divers environnements (grandes villes, campagnes, lotissements, *etc.*) et climats. Dorénavant, *Aedes albopictus* est capable de se reproduire et de se développer dans de très petits contenants et avec peu d'eau à disposition. A titre d'exemple, celui-ci peut se contenter d'un bouchon de bouteille pour se développer. Petit à petit, ce moustique a pris ses quartiers en milieu urbain et péri-urbain ne se limitant plus à son milieu naturel originel.

Se développant dans de petites collections d'eau stagnante, les potentiels lieux de vie du moustique tigre sont multiples. Parmi ces innombrables lieux de pontes, on retrouve notamment les coupelles, les pots de fleurs, les gamelles des animaux, les pneus, les poubelles, les piscines et bâches, les avaloirs d'eaux pluviales, les fontaines, les terrasses sur plots, les gouttières, *etc.* Étant la plupart du temps responsable de ces gîtes larvaires, l'Homme participe à la colonisation et à la pérennisation du moustique tigre. (23) Ce moustique n'apprécie guère les milieux naturels tels que les rivières, les mares ou étangs. En effet, ces milieux naturels exposent ces moustiques aux prédateurs (libellules, poissons, amphibiens, hirondelles et martinets, araignées, *etc.*). Cette espèce s'accommode aussi bien de l'eau propre que de l'eau riche en matières organiques pour son développement. Malgré qu'*Ae. albopictus* soit capable de se développer dans des eaux légèrement polluées,

l'espèce n'est pas adaptée à celles fortement polluées par des composés chimiques (métaux lourds par exemple). (24) (25)



**Figure 12** : Exemples de gîtes larvaires (arrosoir, seau, bâche de piscine et gouttière avec de l'eau stagnante) (19)

Ce moustique est dit anthropophile c'est-à-dire qu'il aime vivre aux alentours des habitations humaines. De plus, *Aedes albopictus* est un moustique exophile c'est-à-dire qu'il vit en dehors des habitations et ne s'y retrouvent à l'intérieur que pour piquer une personne.

Sa capacité de vol étant fortement limitée par rapport aux autres genres et espèces, le moustique tigre s'éloigne peu de son lieu de naissance, limitant les déplacements à un périmètre de 150 mètres. On comprend ainsi que la présence de moustiques tigres autour d'une habitation suggère qu'un gîte larvaire ne se trouve pas très loin. (19)

Pour s'installer dans une nouvelle zone tempérée, certains critères sont nécessaires. Le centre européen de prévention et de contrôle des maladies de l'Union européenne (ECDC) estime que la diapause hivernale des œufs nécessite des hivers où la température moyenne est supérieure à 0°C. La diapause est en général induite pour des températures idéalement comprises entre 20°C et 25°C. En dessous de 0°C, les œufs sont toutefois capables de résister 1 mois à -5°C voire -10°C sur des plus courtes périodes (quelques semaines). Pour des températures encore plus basses, les œufs ne tolèrent plus le froid, entraînant leur mort. Concernant les moustiques adultes, une température annuelle moyenne supérieure à 11°C et des précipitations annuelles d'au moins 500 mm permettent leur survie et leur reproduction. De plus, une température de 25 à 30°C pendant l'été permettrait un développement idéal de l'espèce. (26) (27)

Leurs études ont montré que ces moustiques s'adaptent très bien aux zones côtières et plus difficilement dans les zones montagneuses. L'abondance d'*Aedes albopictus* est donc fortement influencée par la disponibilité en eau pour les gîtes larvaires, par la présence des hôtes lui permettant de prendre un repas sanguin et par la température. (28)

## E. Répartition du moustique tigre en France métropolitaine

### 1. Historique de l'implantation d'*Aedes albopictus*

Originaire des forêts tropicales d'Asie du Sud-Est, il a su s'adapter aux différents climats et environnements pour finalement s'implanter sur le territoire français. *Aedes albopictus* doit son arrivée sur le sol européen à la mondialisation des échanges, et notamment, au commerce des pneus usagés et des plants de « bambou de la chance » (plante d'ornement dont les tiges ressemblent à celles des bambous).

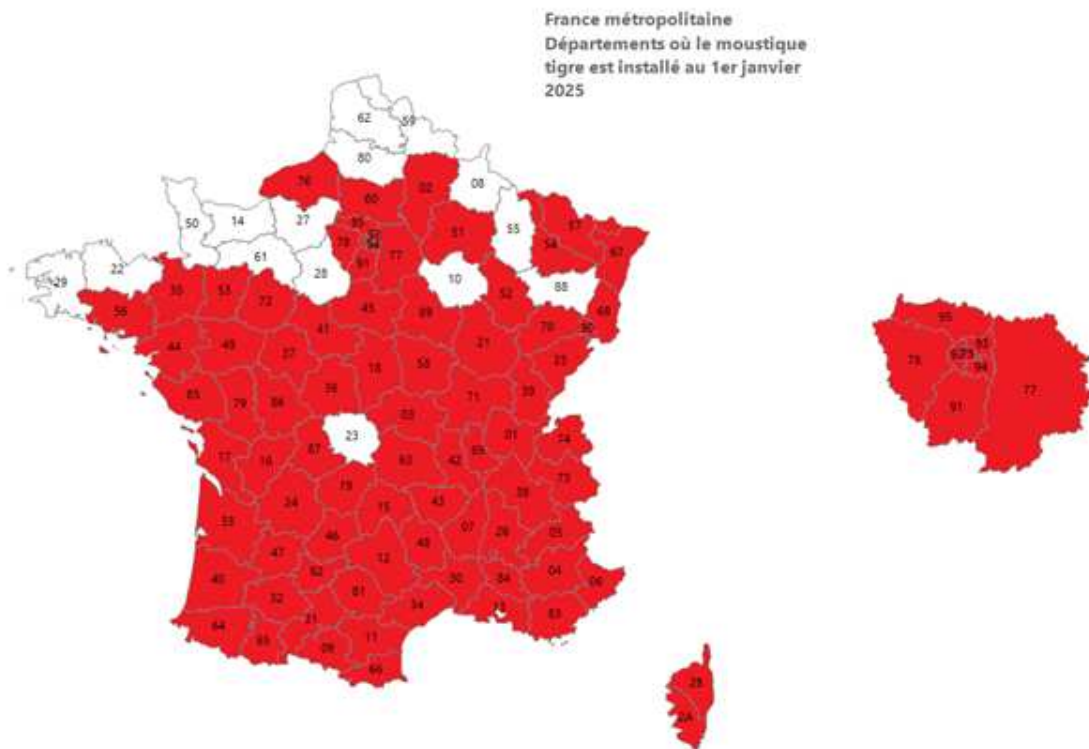
En effet, les moustiques tigres ont pondus des œufs dans les petites collections d'eau retenues à l'intérieur du pneu ou des bambous, leur permettant de se disséminer à travers le monde. Parallèlement à cette voie d'expansion internationale, le moustique tigre a également tiré profit des transports terrestres tels que la voiture, le train ou encore les bus pour se disséminer sur de plus courtes distances.

Cette deuxième voie serait à l'origine de son arrivée sur le sol français. Après avoir franchi la frontière franco-italienne en 2004, le moustique tigre est détecté pour la première fois dans la commune de Menton dans les Alpes-Maritimes.

Depuis ce jour, il n'a cessé d'envahir de nouveaux territoires, progressant rapidement chaque année à travers l'Hexagone. (Annexe 1). (29) En effet, d'après des études réalisées par le Pr Anna-Bella Failloux dans lesquels des pondoires-pièges ont été installés sur les aires d'autoroute entre Marseille et Lyon, la présence d'œufs d'*Aedes albopictus* attestent que ce moustique utilise bien les transports terrestres comme moyen de dispersion. (30)

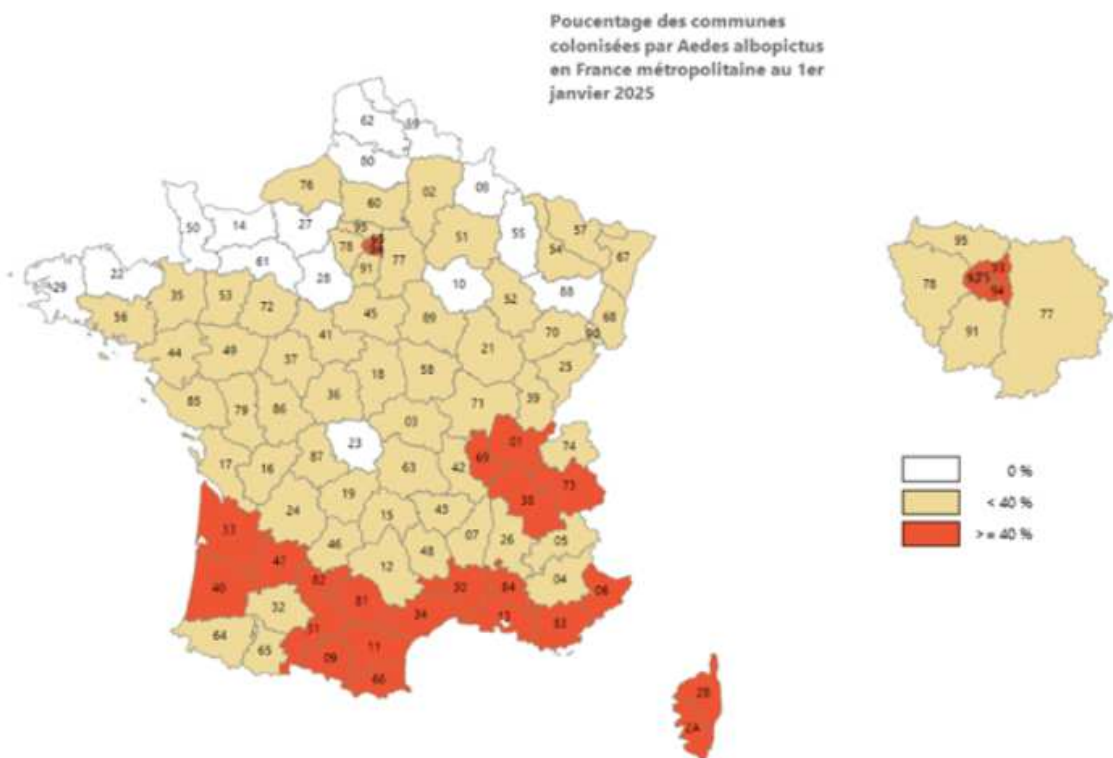
### 2. État actuel de la répartition en France

La capacité de diapause des œufs en cas de dessiccation, de grand froid ou de grande chaleur a rendu cette espèce très invasive. Les cartes suivantes issues du Ministère de la Santé sont en grande partie alimentées par les signalements des citoyens *via* le site de l'ANSES. Pour l'année 2025, l'installation de l'espèce a été vérifiée sur 6 574 communes de la métropole.



**Figure 13** : Carte de présence du moustique tigre au 1<sup>er</sup> janvier 2025 (31)

Ce moustique est désormais implanté dans 81 départements sur les 96 départements métropolitains.



**Figure 14** : Pourcentage des communes colonisées au 1<sup>er</sup> janvier 2025 (31)

Une commune est dite colonisée par l'espèce si elle présente au moins un critère parmi les suivants :

- Présence d'œufs d'*Aedes albopictus* lors de 3 relevés successifs de pièges pondoirs
- Présence dans un rayon supérieure à 150 mètres autour d'un signallement ou d'un piège positif de larves et/ou d'adultes
- La distance séparant 2 pièges positifs ou 2 signalements positifs est supérieure à 500 mètres.

Tandis qu'un département est dit colonisé s'il possède au moins une commune colonisée. (32)

Les départements les plus touchés (en orange) avec 40 % des communes du département colonisés concernent surtout la côte méditerranéenne, la région bordelaise, l'Île-De-France, la Corse ainsi que la région des Alpes.

Seuls 15 départements sont encore épargnés par l'arrivée du moustique tigre. Parmi ces départements, on retrouve notamment les départements de la région normande (à l'exception de la Seine-Maritime) et les départements du Nord, du Pas-De-Calais et de la Somme où aucune commune n'est colonisée par l'espèce à ce jour.

Pour les départements restants (en jaune), on retrouve moins de 40% des communes colonisées. (31)

## II. Impacts et risques sanitaires

### A. Arboviroses transmises

Au-delà de la nuisance diurne que ce moustique peut entraîner pour l'Homme, il représente une menace pour la santé publique en tant que vecteur de plusieurs arbovirus (« Arthropod-borne virus », virus transmis par les arthropodes). Parmi ces virus, on retrouve ceux qui sont responsables de la dengue, du chikungunya et de l'infection causée par le virus Zika. (33)

#### 1. Dengue

##### 1.1. Classification du virus

Le virus de la dengue fait partie de la grande famille des *Flaviviridae* (dont font partie les virus de l'encéphalite japonaise, du Nil occidental (*West Nile virus*), de la fièvre jaune, de l'encéphalite Saint Louis, de l'encéphalite à tiques et responsable de l'infection Zika). Le virus de la dengue appartient au genre *Flavivirus*.

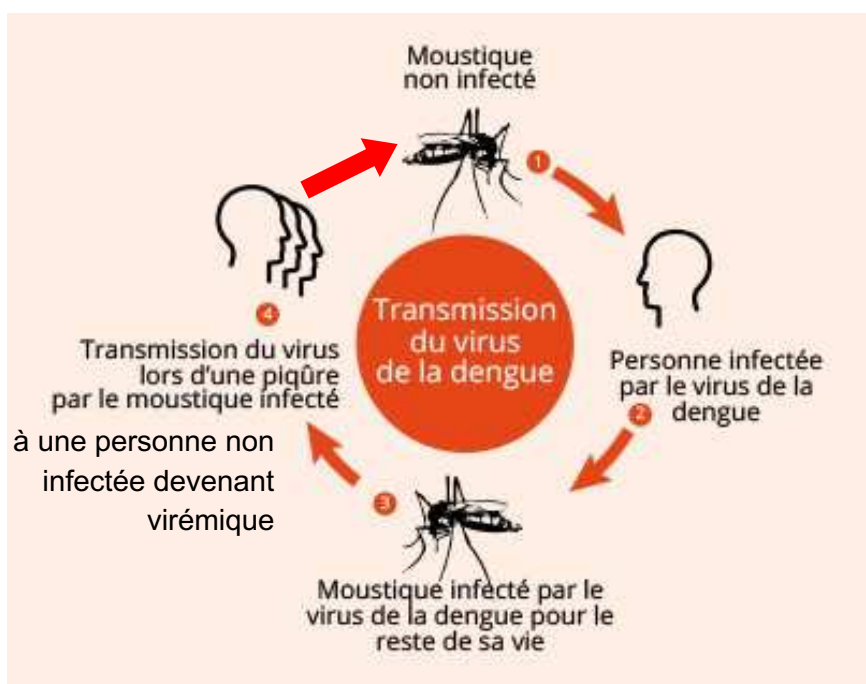
Ce virus à ARN simple brin compte quatre sérotypes : DENV-1, DENV-2, DENV-3 et DENV-4. Il mesure 40 à 50 nm de diamètre et possède une enveloppe. (34) Ces sérotypes possèdent 2/3 de leurs génomes en commun et chacun d'eux relève de plusieurs génotypes. Leur virulence est également différente. Un individu contaminé par un de ces sérotypes sera protégé contre une nouvelle infection uniquement s'il est réinfecté par ce même sérotype. Ce ne sera pas le cas si celui-ci est contaminé par un autre sérotype. (35)

##### 1.2. Modes de transmission

Cet arbovirus est majoritairement transmis à l'Homme *via* la piqûre d'un moustique femelle du genre *Aedes* (2 espèces principales vectrices pour l'Homme en milieu urbain : *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*, et *Aedes polynesiensis*). Dans les zones forestières d'Asie du Sud-Est et d'Afrique de l'Ouest, les vecteurs naturels sont *Aedes luteocephalus*, *Aedes furcifer* et *Aedes taylori*. Malgré le fait qu'*Aedes aegypti* soit le vecteur le plus compétent pour transmettre la dengue, celui-ci n'est pas présent sur le territoire hexagonal. En France métropolitaine, cet arbovirus est donc, à ce jour, uniquement vectorisé par le moustique tigre, *Ae. albopictus*.

Pour rappel, la femelle moustique pique l'Homme pour se nourrir afin de se reproduire. Une récente étude a toutefois mise en évidence que des mâles moustiques

tels que *Ae.aegypti* peuvent dans certains cas (état de déshydratation ou de famine) tenter de piquer l'humain afin de se nourrir de sang. Ceci suggère que le proboscis du mâle est également capable de traverser la peau humaine et donc de transmettre lui aussi dans de rares cas des arboviroses. (36) C'est donc à cette occasion qu'un moustique non infecté peut se contaminer à l'occasion d'un repas sanguin prélevé sur une personne virémique. Dorénavant contaminé à vie, ce même moustique peut transmettre le virus à une autre personne non encore infectée à l'occasion d'un nouveau repas sanguin après une période d'incubation de 4 à 10 jours (période durant laquelle le virus transite dans l'organisme du moustique et se multiplie jusqu'à atteindre les glandes salivaires). (Fig.15) (34) (37)



**Figure 15** : Cycle de transmission de la dengue (37)

Une personne infectée par le virus de la dengue est contagieuse (c'est-à-dire capable de transmettre le virus à un autre moustique vecteur) dès 1 à 2 jours avant le début des symptômes et jusqu'à 7 jours après leur début. Durant ce laps de temps, le virus est présent dans le sang de l'individu que l'on qualifie de virémique. (38)

Une transmission verticale (par voie transplacentaire, ou au moment de l'accouchement si la mère est virémique) de la mère à l'enfant est également possible, surtout si l'infection survient proche du terme. Plus rarement, le virus peut être transmis par transfusion sanguine ou greffe (d'organes ou de cellules). (39)

## 1.3. Clinique

### 1.3.1. Forme classique

Dans la majorité des cas, les personnes infectées par cette arbovirose ne présentent que de légers symptômes voire aucun symptôme (50% des individus sont asymptomatiques). (34)

Dans le cadre d'une forme symptomatique classique de la dengue, des symptômes, qui rappellent un syndrome pseudo-grippal (sans atteinte respiratoire), durent de 2 à 7 jours et apparaissent après une période d'incubation de 4 à 10 jours. Parmi ces symptômes, on retrouve notamment :

- Une forte fièvre (en général 40°C) d'apparition brutale
- Des maux de tête intenses
- Des nausées et vomissements
- Des douleurs rétro-orbitaires, musculaires et articulaires
- Une éruption cutanée (rash maculopapuleux) possible vers le 5<sup>ème</sup> jour des symptômes
- Des adénopathies

La dengue étant le plus souvent bénigne, il faut toutefois compter environ 1 à 2 semaines de convalescence. Une fatigue peut persister chez les malades pendant quelques semaines après guérison.

### 1.3.2. Forme sévère

Dans certains cas, la forme classique peut évoluer vers une forme sévère, aussi anciennement appelée dengue hémorragique. La survenue de cette forme grave est imprévisible mais reste heureusement très rare (1% à 5% des cas symptomatiques). Survenant après la disparition de la fièvre initiale (défervescence thermique), l'état du patient se dégrade rapidement incluant plusieurs signes d'alerte :

- Des douleurs abdominales sévères et persistantes
- Une persistance des vomissements
- Des épanchements séreux
- La survenue d'hémorragies des muqueuses notamment nasales
- Une pâleur et une froideur cutanée
- Une hépatomégalie
- Une sensation de faiblesse ou d'agitation
- Une augmentation de l'hématocrite associée à une baisse du nombre de plaquettes

Ces signes d'alerte doivent conduire immédiatement à une prise en charge médicale d'urgence. En effet, il existe un risque de choc hypovolémique mortel

associé à des hémorragies sévères et une atteinte de multiples organes en cas de non prise en charge. Malgré une prise en charge en réanimation, la mortalité liée à une dengue sévère reste élevée (de l'ordre de 40%). Certains patients sont plus à risque de développer une forme grave notamment ceux souffrant de pathologies chroniques (diabète, asthme, obésité, insuffisance cardiaque, etc.), les femmes enceintes (surtout durant le troisième trimestre), les nouveau-nés (inférieur à 2 ans), les personnes âgées et les sujets drépanocytaires. (40) (41)

En réponse à cette infection, l'individu contaminé développe une réponse immunitaire définitive spécifique au sérotype contracté. En effet, il n'existe pas d'immunité croisée entre les sérotypes. Il est donc tout à fait possible de développer une nouvelle fois la maladie si l'individu est infecté par un sérotype différent de celui qui a causé la primo-infection. Au maximum, le patient pourra contracter quatre fois la dengue. Le fait de la contracter plusieurs fois augmentent la probabilité de survenue d'une forme sévère de la maladie surtout lors d'une dengue secondaire. (42) En effet, il existe un phénomène de facilitation dépendant des anticorps. Il est toutefois possible de développer une forme grave dès le stade de dengue primaire si des facteurs de risques sont présents (voir paragraphe précédent).

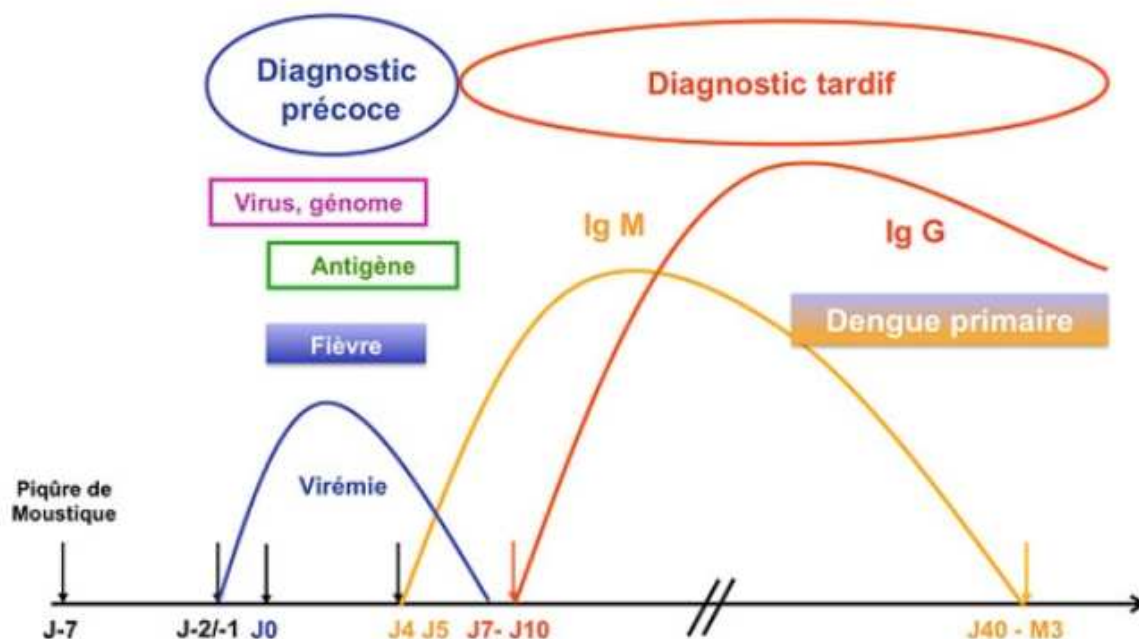
Lors d'une primo-infection, le système immunitaire produit des anticorps spécifiques vis-à-vis du sérotype concerné afin d'éliminer le virus. Toutefois, lors d'une deuxième infection par un sérotype différent, les anticorps produits lors de la primo-infection ne reconnaissent que partiellement ce nouveau sérotype. Au lieu de neutraliser et d'éliminer le virus, ils vont faciliter son entrée au niveau des cellules présentatrices d'antigènes (macrophages, cellules dendritiques) *via* les récepteurs Fc (récepteurs reconnaissant le fragment cristallisable des anticorps). En conséquence, le virus a la capacité de se multiplier dans plus de cellules qu'initialement induisant une charge virale plus élevée ainsi qu'une symptomatologie clinique plus intense. (34)

#### 1.4. Diagnostic

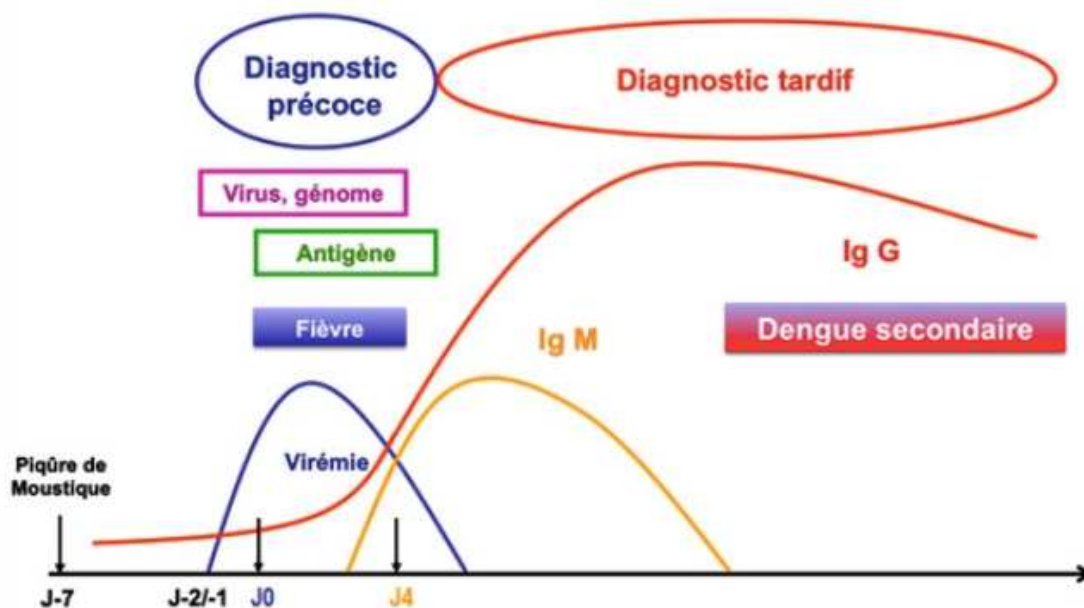
Le diagnostic de la dengue repose à la fois sur la clinique (ci-dessus) et sur la biologie. En cas de symptômes évocateurs, il est nécessaire de confirmer le diagnostic par un examen biologique. En effet, ces symptômes ne sont pas spécifiques de la dengue. Ce diagnostic est à la fois important pour la prise en charge du patient mais aussi pour connaître précisément les zones d'endémie de la maladie et pouvoir prévenir d'éventuelles épidémies.

Ce diagnostic biologique repose sur plusieurs techniques afin de détecter la présence du virus (diagnostic direct) et détecter des anticorps (diagnostic indirect). En France métropolitaine, on recherche principalement le génome viral par RT-PCR (*Reverse Transcriptase – Polymerase Chain Reaction*). La culture virale (recherche du virus) n'est pas utilisée en routine pour le diagnostic de la dengue, elle est réservée aux laboratoires spécialisés et centres nationaux de référence à des fins de recherche. La recherche de l'antigène NS1 (protéine non structurale du virus de la dengue) n'est pas recommandée en France métropolitaine du fait de sa plus faible sensibilité par

rapport à la RT-PCR. Sa détection n'est utilisée qu'en cas de contexte épidémique et lorsque la RT-PCR n'est pas disponible. La recherche de cet antigène est possible jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour suivant le début des symptômes. Concernant la sérologie, elle permet de doser les IgM et les IgG spécifiques dirigés contre le virus de la dengue. Les IgM sont les premiers anticorps à apparaître lors de l'infection et persistent 2-3 mois après le début des symptômes. Lors d'un premier épisode de dengue, les IgG apparaissent après les IgM tandis que lors d'une nouvelle infection par le virus ils apparaissent au même moment que les IgM (Fig.16 et 17). Ces IgG restent présentes durant toute la vie de l'individu lui conférant cette immunité définitive. (43)



**Figure 16** : Cinétique de la virémie, de l'apparition des signes cliniques et des anticorps (IgM et IgG) pendant une infection primaire par le virus de la dengue (43)

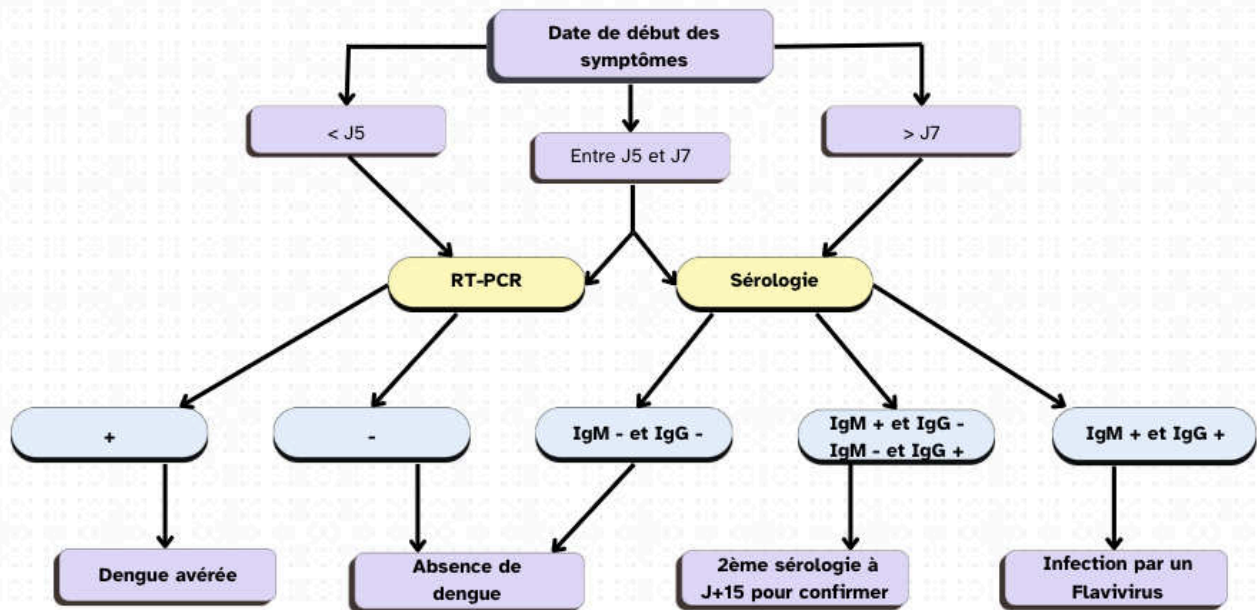


**Figure 17** : Cinétique de la virémie, de l'apparition des signes cliniques et des anticorps (IgM et IgG) pendant une infection secondaire par le virus de la dengue (43)

Le choix des techniques utilisées pour diagnostiquer cette maladie dépend du délai depuis la date d'apparition des symptômes (J0). Il est donc primordial de connaître précisément cette date au moment de l'examen biologique. (Fig.18) (42)

De J0 à J5 après le début des symptômes, seule la RT-PCR est recommandée. Les IgM n'apparaissent qu'à partir de J5, la sérologie n'est pas recommandée pendant cette période. De J5 à J7, le diagnostic repose à la fois sur une RT-PCR et sur une sérologie. Après J7, seule la sérologie est réalisée. Un deuxième prélèvement est à prévoir pour confirmer l'infection en cas de présence d'IgM sans IgG ou inversement. Cette sérologie de confirmation sera au minimum réalisée 10 jours après le premier prélèvement.

La RT-PCR étant plus spécifique que la sérologie, il est d'autant plus important d'utiliser cette technique pour diagnostiquer rapidement la dengue car il existe des réactions croisées des anticorps anti-dengue avec d'autres *Flavivirus*. (44)



**Figure 18** : Arbre décisionnel du diagnostic de la dengue en métropole française

## 1.5. Traitements et prévention

### 1.5.1. Traitements

Le traitement de la dengue classique est uniquement symptomatique contrairement à la dengue sévère qui nécessite une prise en charge en réanimation. Il n'existe en effet aucun traitement antiviral spécifique. La prise en charge du patient repose donc sur la prise d'analgiques à base de paracétamol afin de diminuer les symptômes. Le traitement repose également sur une réhydratation orale (soluté de réhydratation orale, SRO). Les anti-inflammatoires non stéroïdiens sont quant à eux déconseillés du fait d'un risque majoré de saignement. (42)

### 1.5.2. Vaccination

En 2018, Dengvaxia® fut le premier vaccin contre la dengue à obtenir une autorisation de mise sur le marché (AMM) en France. Celle-ci s'appliquait aux personnes âgées de 9 à 45 ans vivant en zone d'endémie et ayant un antécédent de dengue. Ce vaccin était un vaccin quadrivalent chimérique vivant atténué contenant les quatre sérotypes du virus de la dengue et le virus de la fièvre jaune. Ce dernier sert ici de support pour la présentation des antigènes du virus de la dengue, ce vaccin ne protège donc en aucun cas contre le virus de la fièvre jaune. Toutefois, à la suite d'une

faible demande, le laboratoire Sanofi Pasteur a décidé d'arrêter sa production. Il n'est donc plus commercialisé depuis le 31 mars 2024. De plus, son usage était limité aux personnes ayant déjà contracté le virus de la dengue. (45)

En effet, ce vaccin pouvait augmenter le risque de survenue d'une forme sévère chez les patients n'ayant jamais contracté la dengue du fait du phénomène d'anticorps facilitants, en particulier chez les jeunes enfants séronégatifs. Un dépistage pré-vaccinal était donc requis afin d'identifier le statut immunitaire des patients vis-à-vis de la dengue. Pour cela, il fallait prouver un antécédent d'infection soit sur la base d'un antécédent de dengue biologiquement confirmée ou en effectuant des tests sérologiques. Ces nombreuses contraintes ont donc induit une diminution de son utilisation. (46)

Depuis décembre 2022, un nouveau vaccin contre la dengue est disponible sur le marché français : Qdenga®.

Ce vaccin vivant atténué contient les quatre sérotypes de la dengue (vaccin quadrivalent) et il est administré par voie sous-cutanée (dans l'hypoderme) dans la région du muscle deltoïde. En décembre 2024, la HAS a émis des recommandations concernant la stratégie de vaccination contre la dengue avec Qdenga®. Celui-ci est uniquement recommandé pour les Antilles, la Guyane, la Réunion et Mayotte avec un schéma de 2 doses espacées de 3 mois pour tous les enfants de 6 à 16 ans ayant un antécédent de dengue et pour les personnes de 17 à 60 ans ayant des comorbidités avec ou sans antécédent de dengue. La vaccination doit avoir lieu pendant la période inter épidémique. Du fait du caractère vivant de ce vaccin, il est contre-indiqué chez les femmes enceintes ou allaitantes ainsi que chez les sujets immunodéprimés.

A ce jour, la France métropolitaine n'est donc pas concernée par cette recommandation vaccinale en raison d'une faible circulation du virus sur son territoire. Son utilisation en métropole reste donc très peu courante et concerne surtout les voyageurs se rendant dans les pays où le virus circule activement. (47) En effet, d'après les dernières recommandations du Haut Conseil de la Santé Publique pour les voyageurs, la stratégie vaccinale dépend de l'âge, de la présence ou non de comorbidités, de la durée du voyage et du contexte épidémiologique de la zone géographique. (48)

## 2. [Chikungunya](#)

### 2.1. [Classification du virus](#)

Le chikungunya est dû au virus chikungunya. Cet arbovirus de la famille des *Togaviridae* et du genre *Alphavirus* est un virus enveloppé à ARN simple brin. La particule virale mesure 70 nm de diamètre. (49) Au total, il existe trois génotypes du virus du chikungunya pour un même sérotype : est-central-sud-africain ; ouest-africain et asiatique. (50)

## 2.2. Modes de transmission

Le virus chikungunya se transmet à l'Homme par piqûre d'un moustique femelle infecté du genre *Aedes* (principalement *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*). A l'issue d'un repas sanguin prélevé sur un sujet en phase virémique, le moustique femelle indemne se contamine. Cette phase virémique commence environ 1 à 2 jours avant l'apparition des premiers symptômes et peut durer jusqu'à 7 jours après les symptômes. Le virus dorénavant présent chez ce moustique va se multiplier pendant une dizaine de jours. Après avoir atteint les glandes salivaires du moustique, le virus peut être transmis à un autre individu sain à la suite d'une nouvelle piqûre par ce moustique.

Plus rarement, il existe des cas de transmission de la mère à l'enfant par voie transplacentaire principalement à la fin de la grossesse (surtout dans les sept jours précédant l'accouchement et jusqu'à deux jours suivant l'accouchement). Dans 50% des cas, il existe un risque de transmission et de chikungunya néonatal en cas d'infection chez une femme enceinte au moment de l'accouchement. La transmission du virus à la suite d'une transfusion ou d'une greffe d'organe ou de cellules a également été observée. (51) (52)

## 2.3. Clinique

Le terme chikungunya, d'origine makondé (langue parlée en Tanzanie) signifie « l'homme qui marche courbé » et fait donc référence au principal signe clinique de la maladie. En effet, la maladie se traduit principalement par des fortes douleurs articulaires qui obligent les malades à adopter une posture voûtée.

Le chikungunya est majoritairement une maladie asymptomatique (10 à 40% des cas). Dans les formes symptomatiques (60 à 90% des cas), les signes cliniques apparaissent souvent 3 à 7 jours en moyenne après la piqûre infectante. (51) Parmi ces signes cliniques on retrouve :

- Une fièvre élevée d'apparition brutale
- Des douleurs articulaires intenses se manifestant principalement au niveau des extrémités : doigts, pieds, chevilles, poignets, genoux et plus rarement les hanches et les épaules
- Des douleurs musculaires
- Des céphalées
- De la fatigue
- Une éruption cutanée maculopapuleuse

Dans la majorité des cas, le chikungunya évolue favorablement en une dizaine de jours avec un rétablissement complet. Toutefois, les douleurs articulaires peuvent persister et donner lieu à une forme chronique de la maladie. Elles peuvent persister

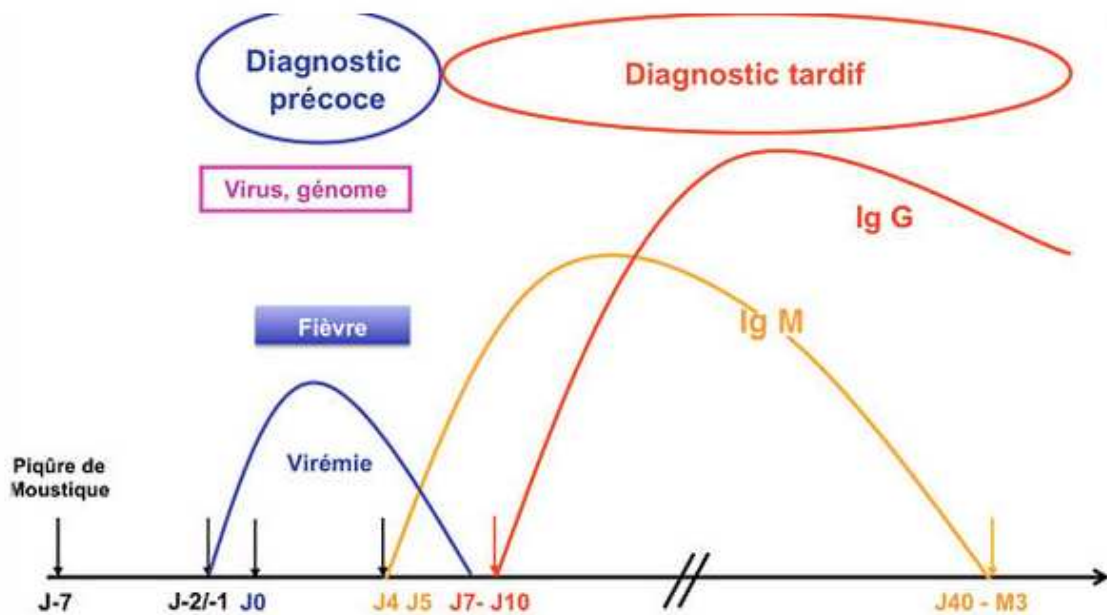
des semaines (chikungunya post-aigu au-delà de 3 semaines), mois (chikungunya chronique du delà de 3 mois) voire des années dans certains cas. On estime que 30 à 40% des cas évoluent vers la chronicité. La maladie est rarement mortelle. (53) Toutefois, des formes graves ont été rapportées préférentiellement chez des sujets âgés et chez des nouveau-nés, infectés *in utero* en même temps que la mère. On retrouve notamment des pathologies cardiaques ou neurologiques chez les plus jeunes ainsi que des complications de pathologies chroniques chez les plus âgés (risque augmenté de chute, décompensation de pathologies cardiaques, rénales ou respiratoires). Parmi les complications neurologiques, il est possible de développer un syndrome de Guillain Barré. (54)

Contrairement à la dengue, un patient ayant contracté le chikungunya ne peut pas être infecté une deuxième fois. En effet, après guérison, le patient acquiert une immunité à vie contre cette maladie. (55)

## 2.4. Diagnostic

De même que la dengue, le diagnostic du chikungunya repose à la fois sur la clinique et sur la biologie. Les mêmes méthodes de diagnostic biologique sont utilisées : directe (pratique d'une RT-PCR) et indirecte (sérologie). La temporalité d'exécution des différentes méthodes est la même que pour la dengue. Pour rappel, jusqu'à 5 jours après le début des symptômes, la RT-PCR est la technique de 1<sup>ère</sup> intention. Entre J5 et J7, une RT-PCR et une sérologie seront exécutées. Après 7 jours suivant le début des signes cliniques, seule une sérologie est nécessaire avec un second prélèvement à posteriori (au plus tôt 10 jours après le 1<sup>er</sup> prélèvement) pour confirmer le diagnostic. (Fig.19)

La confirmation biologique des cas est d'autant plus importante que les épidémies en France métropolitaine se multiplient. (51)



**Figure 19** : Cinétique de la virémie, de l'apparition des signes cliniques et des anticorps (IgM et IgG) pendant une infection par le virus du chikungunya

## 2.5. Traitements et prévention

### 2.5.1. Traitements

Il n'existe aucun traitement spécifique, le traitement est uniquement symptomatique. Parmi les traitements couramment utilisés dans un épisode de chikungunya aigu, on retrouve les antalgiques de pallier 1 type paracétamol voire de pallier II et les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). L'usage des AINS n'est toutefois possible qu'après exclusion du diagnostic de la dengue. (56)

Dans le cas des chikungunya post-aigu et chronique, la prise en charge est pluridisciplinaire. En phase post-aigu, le traitement repose à la fois sur des AINS oraux et locaux. En cas d'inefficacité de l'AINS administré dans les dix jours qui suivent son instauration, il est conseillé de tester une nouvelle classe d'AINS. Les douleurs peuvent également nécessiter l'administration de corticoïdes par infiltration ou voie générale en cas de formes polyarticulaires sévères ou de contre-indications aux AINS.   cette prise en charge médicamenteuse s'ajoute des séances de kinésithérapie et de r ducation. Dans le chikungunya chronique, la prise en charge est assez similaire qu'en post aigu. Toutefois, il est possible après avis d'un rhumatologue de mettre en place un traitement de fond en cas de rhumatisme inflammatoire chronique post-chikungunya. Parmi ces traitements de fond, il est possible d'avoir recours au méthotrexate, à l'hydroxychloroquine ou encore à des biothérapies. (57)

## 2.5.2. Vaccination

Actuellement, deux vaccins possèdent une AMM européenne : IXCHIQ® et VIMKUNYA®. Autorisé depuis juin 2024 et selon les recommandations de la HAS, la vaccination avec le vaccin IXCHIQ® est uniquement ouverte à Mayotte et à La Réunion chez les adultes de 18 à 64 ans présentant des comorbidités. Ce vaccin monovalent, vivant atténué (atténuation réalisée par délétion génétique de la protéine nsP3), s'administre en dose unique en intramusculaire. Étant un vaccin vivant, celui-ci est contre-indiqué chez les femmes enceintes et allaitantes ainsi que chez toutes les personnes immunodéprimées. Celui-ci peut induire chez certains des symptômes similaires à ceux de la maladie qui toutefois seront généralement plus légers. (58) (59) A ce jour, ce vaccin permettrait une protection de deux ans après l'injection d'une dose. Cette observation est à la fois valable pour les personnes de 18 à 64 ans et pour les 65 ans et plus. (60)

Depuis le 15 septembre 2025, ce vaccin est de nouveau autorisé chez les adultes de 65 ans et plus après décision de la Commission européenne. Toutefois, la France a décidé de maintenir la contre-indication pour cette tranche d'âge. Une décision sera rendue début 2026 sur la base des futures recommandations de la HAS concernant la prévention vaccinale contre le chikungunya. (61) En effet, le 25 avril 2025, la HAS avait procédé à une révision des indications de la vaccination après la survenue de deux événements indésirables graves après l'injection du vaccin IXCHIQ® à La Réunion chez des personnes de plus de 80 ans présentant des comorbidités. À l'issue de ces événements, les autorités sanitaires avaient donc décidé de suspendre la vaccination pour les personnes de 65 ans et plus avec ou sans comorbidités ainsi que pour les voyageurs de cette tranche d'âge et ce sur l'ensemble du territoire français. Un DGS-urgent avait donc été émis pour en informer les pharmaciens, les médecins et les infirmiers. (Annexe 2) (62)

Le vaccin VIMKUNYA® est quant à lui disponible dans les pharmacies de France depuis juin 2025. Il est indiqué chez les personnes de 12 ans et plus. Contrairement à IXCHIQ®, VIMKUNYA® est un vaccin non vivant fabriqué à partir de pseudo-particules virales. Il est donc utilisable chez les sujets immunodéprimés. A ce jour, ce vaccin est recommandé pour les voyageurs de 12 à 65 ans présentant des comorbidités et séjournant dans une zone épidémique (quel que soit la durée), ou de façon prolongée (plus de 6 mois) ou répétée dans des zones endémiques. Pour ceux ne présentant pas de comorbidités et les plus de 65 ans, le vaccin peut être envisagé. En cas de vaccination, la protection ne persiste pas au-delà de 6 mois. (60)

### 3. Zika

#### 3.1. Classification du virus

A l'instar de la dengue, le virus Zika fait partie de la famille des *Flaviviridae* et du genre *Flavivirus*. Il s'agit d'un arbovirus enveloppé à ARN monocaténaire, mesurant 40 nm de diamètre. (63) Il existe deux lignées de ce virus : une lignée asiatique et une lignée africaine. (64)

#### 3.2. Modes de transmission

La fièvre Zika est une maladie vectorisée par les moustiques femelles du genre *Aedes*. Bien que le moustique tigre soit un vecteur compétent, il reste un vecteur secondaire. En effet, le vecteur principal est *Ae.aegypti*. En France métropolitaine, le virus est donc transmis par *Ae.albopictus*. Chez un individu malade, le virus est présent dans le sang dès 1 à 2 jours avant le début des symptômes et jusqu'à 7 jours après leur apparition. A l'occasion d'une piqûre chez un patient malade, le virus est absorbé par le moustique. Après multiplication, le virus est de nouveau transmissible. Lors d'un nouveau repas sanguin, ce moustique est capable de le transmettre à une nouvelle personne saine.

Concernant les autres modes de contamination, on retrouve des cas de transmission par transfusion sanguine et par greffe d'organes ou de cellules mais aussi par voie sexuelle lors de rapports non protégés. La transmission par voie sexuelle a lieu principalement à partir d'un homme infecté (plus fréquent lors de rapports hétérosexuels) étant donné que le virus peut persister plusieurs mois dans le sperme après le début de la maladie. La transmission du virus *via* une femme infectée a aussi été décrite mais est bien moins documentée. Une transmission materno-fœtale (transplacentaire et plus rarement pendant l'accouchement si la mère est virémique) est également documentée. Bien que le virus ait été isolé dans la salive et le lait maternel, aucun cas de transmission n'a encore été objectivé. (65)

#### 3.3. Clinique

Dans 50 à 80% des cas, les sujets contaminés par ce virus sont asymptomatiques. En cas de forme symptomatique, les symptômes apparaissent 3 à 14 jours après la piqûre de moustique. Parmi les signes cliniques qui ressemblent à ceux qui se développent lors des infections par les virus de la dengue ou du chikungunya, on peut retrouver notamment :

- De la fièvre (peu élevée et transitoire voire absente)

- Des céphalées
- De la fatigue
- Des douleurs musculaires et articulaires
- Une éruption cutanée : exanthème maculo-papuleux, éventuellement prurigineux
- Une conjonctivite
- Des douleurs rétro-orbitaires
- Des œdèmes des mains ou des pieds

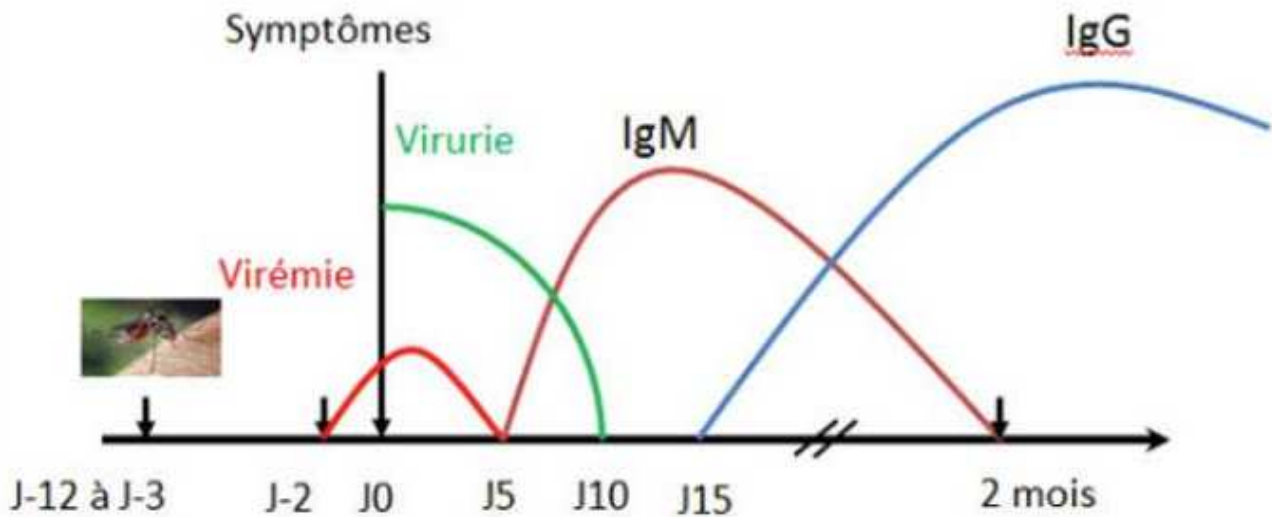
Dans la majorité des cas, l'infection se conclut par une rémission rapide et totale en quelques jours. (65) Toutefois, dans de rares cas, l'infection peut se compliquer. En effet, des complications neurologiques tels que des syndromes de Guillain-Barré ont été décrites. En cas d'infection chez une femme enceinte, il existe un risque de transmission du virus au fœtus (20 à 30% des cas) et donc de complications pour celui-ci sous la forme d'un syndrome de Zika congénital : anomalies du développement cérébral intra-utérin et microcéphalies. Les conséquences sont d'autant plus graves si l'infection a lieu lors du premier trimestre de grossesse. L'infection peut également conduire à une fausse-couche ou une naissance prématurée. (66)

### 3.4. Diagnostic

La stratégie diagnostique du Zika est très similaire à celle de la dengue et du chikungunya. L'infection doit être confirmée biologiquement. En effet, la clinique à elle seule ne permet pas d'affirmer le diagnostic du fait d'une ressemblance des symptômes entre les différentes arboviroses. Pour cela, plusieurs méthodes sont possibles : RT-PCR et sérologie. La méthode utilisée dépendra du délai par rapport à la date d'apparition des symptômes. La RT-PCR permet de détecter la présence de l'ARN du virus et la sérologie permet quant à elle de détecter des anticorps spécifiques du virus.

Selon les dernières recommandations, entre J0 et J5 après le début des symptômes, une RT-PCR à partir d'un échantillon de sérum du patient malade est à réaliser. Entre J5 et J7, on recommande à la fois une RT-PCR dans le sérum ainsi qu'une sérologie. Passé 7 jours après le début des symptômes, on recommande uniquement une sérologie qui devra être confirmée au minimum 10 jours après le premier prélèvement (Fig.20). Ayant une structure antigénique proche du virus de la dengue, il existe un risque de réaction croisée pouvant limiter l'interprétation de la sérologie.

A la différence de la dengue et du chikungunya, le virus du Zika peut être présent dans les urines. C'est pourquoi il est aussi possible de réaliser une RT-PCR dans les urines jusqu'à 10 jours après l'apparition des symptômes. (66)



Centre National des Arbovirus – mars 2016

**Figure 20** : Cinétique de la virémie, de la virurie, de l'apparition des signes cliniques et des anticorps (IgM et IgG) pendant une infection par le virus du Zika (66)

### 3.5. Traitements et prévention

#### 3.5.1. Traitements

A l'instar des deux précédentes arboviroses, le Zika ne bénéficie pas à ce jour de traitement antiviral spécifique. La prise en charge médicamenteuse repose uniquement sur un traitement symptomatique de la fièvre et des douleurs, associé à du repos et une bonne hydratation.

Parmi les traitements utilisables, on retrouve les médicaments antipyrétiques et antalgiques à base de paracétamol. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens type ibuprofène et l'aspirine sont déconseillés tant que le diagnostic différentiel de la dengue n'a pas été écarté. (67)

#### 3.5.2. Vaccination

A ce jour, il n'existe toujours aucun vaccin contre le virus Zika. Le seul moyen de prévention est de se protéger des piqûres de moustiques. Dans le cas du Zika, il est également recommandé d'avoir des rapports sexuels protégés jusqu'à 3 à 6 mois après le retour de zone endémique ou depuis le début des symptômes afin d'éviter une transmission par voie sexuelle. (67)

## B. Épidémiologie des arboviroses vectorisées par *Aedes albopictus*

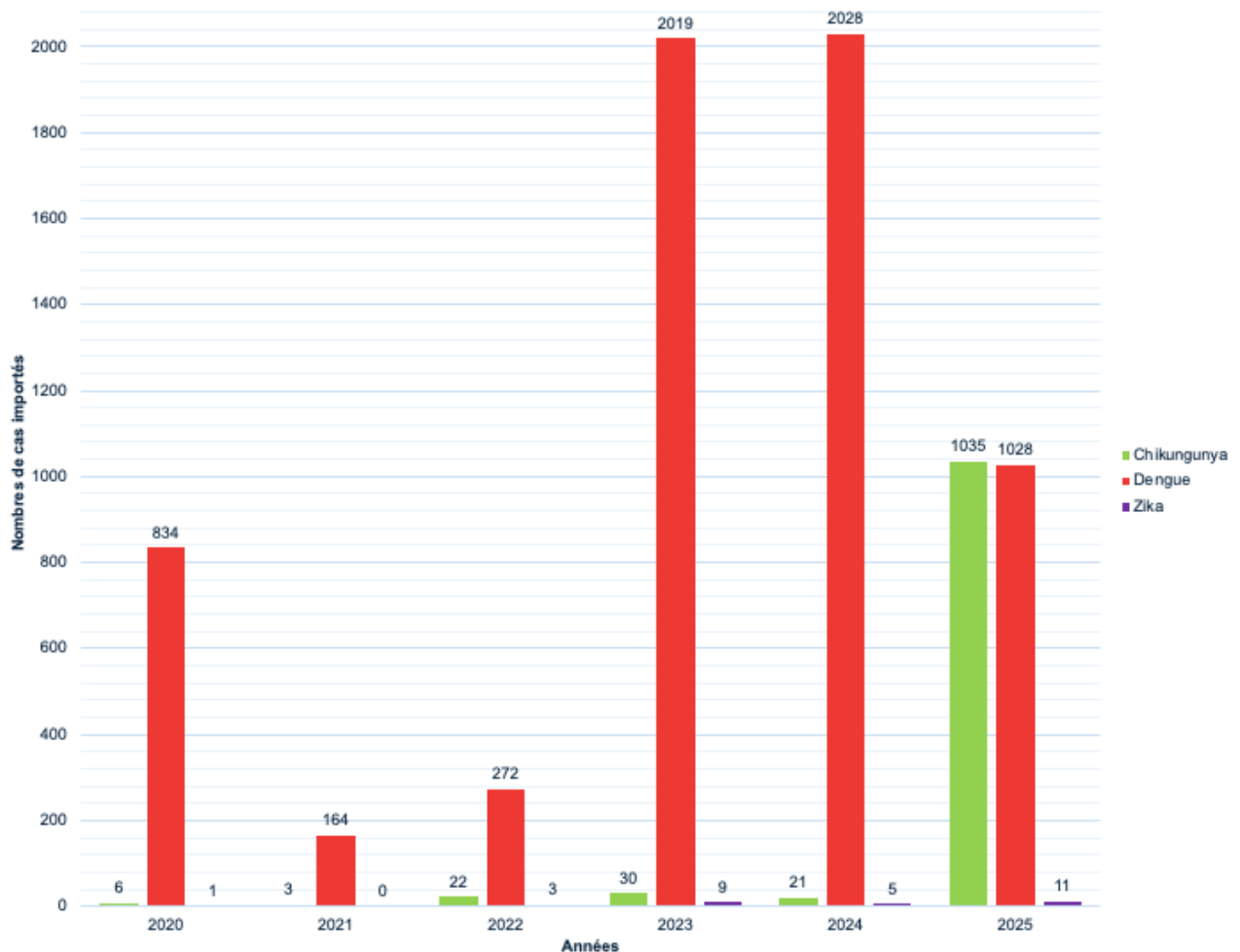
### 1. A l'échelle métropolitaine

Parmi les cas d'arboviroses recensés, il convient de différencier les cas importés des cas autochtones. Par cas importé, on entend la survenue de symptômes évocateurs de la maladie chez des patients de retour depuis moins de 15 jours d'une zone de circulation active du virus. (68)

Par cas autochtone, on entend la survenue de la maladie chez une personne localisée sur le territoire français et n'ayant pas voyagé en zone contaminée dans les 15 jours précédant l'apparition des symptômes. (69)

#### 1.1. Cas importés

Chaque année, la France métropolitaine compte de nombreux cas importés (Fig.21). Leur nombre et leur provenance varient notamment en fonction de la survenue d'épidémies dans le monde. Ceci est particulièrement vrai dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM). En tant que territoires français, de nombreux déplacements ont lieu entre les DROM et l'Hexagone favorisant ainsi l'importation des cas notamment pendant la période estivale. De plus, certains DROM sont endémiques pour ces arboviroses.



**Figure 21 :** Nombre de cas importés d'arboviroses en France métropolitaine de 2020 à 2025 sur la période du 1<sup>er</sup> mai au 30 novembre

L'analyse des cas importés d'arboviroses en France métropolitaine met en évidence la prédominance de la dengue par rapport aux deux autres arboviroses. Depuis 2020, les cas importés de dengue représentent 85% (6345 cas) des cas totaux enregistrés tandis que ceux de chikungunya en représentent 14,9 % (1117 cas). Les cas importés de Zika restent minimes, représentant moins de 1% (29 cas) des cas totaux.

Contrairement aux autres années, les chiffres de 2021 et 2022 sont relativement bas. Ceci pourrait s'expliquer par la pandémie de Covid-19 qui a occasionné une diminution drastique des déplacements internationaux entre 2020 et 2021. En effet, les flux migratoires touristiques ont repris progressivement à partir de 2022, entraînant une ré-augmentation des cas notamment de dengue.

Une grande partie de ces cas importés provient des DROM. En 2020, 64% des cas de dengue provenaient de Martinique et 23% de Guadeloupe. (70) En 2021, 64% des cas de dengue étaient issus de La Réunion. (71) En 2023 et 2024, une importante

épidémie de dengue a touché les Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique et Guyane) : en 2023, plus de 67% des cas de dengue provenaient d'un de ces départements et en 2024, le constat fut assez similaire avec plus de 50% des cas de dengue originaires de Guadeloupe et de Martinique. (72) (73) En 2025, 64% des cas de dengue étaient issus de la Guadeloupe, la Polynésie Française et la Martinique.

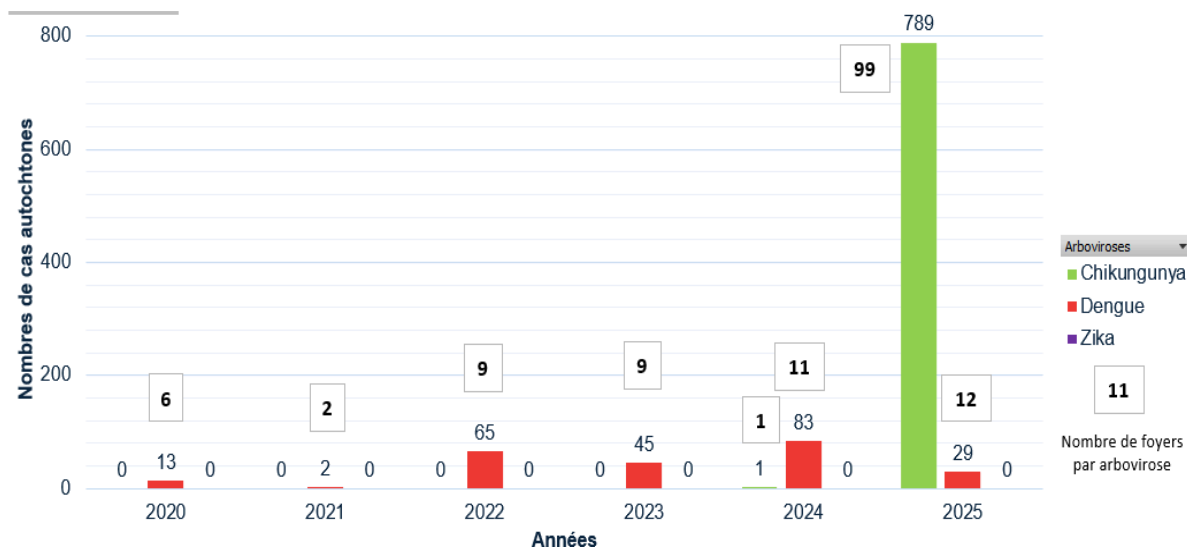
Concernant les cas de chikungunya, l'année 2025 a été marquée par l'émergence de cette arbovirose en France métropolitaine. Sur les 1035 cas importés, 756 provenaient de La Réunion où une importante épidémie a eu lieu durant l'année 2025 (54 555 cas autochtones réunionnais recensés). (74)

L'autre part des cas importés provient majoritairement de zones en situation épidémique ou de zones endémiques aux arboviroses. En 2022, 28% des cas de dengue provenaient de Cuba, 45% des cas de chikungunya d'Indonésie et la totalité des cas de Zika étaient issus de Thaïlande (pays endémique du virus Zika). En 2023, la totalité des cas de Zika étaient originaires de Thaïlande. En 2024, plus la moitié de ces cas de Zika était également issus de ce pays. (72)

L'année 2024 fut marquée par le plus grand nombre annuel de cas de dengue importés (sur la période du 1<sup>er</sup> janvier au 17 décembre) en France métropolitaine avec un total 4694 cas. Ce nombre n'a jamais été aussi élevé depuis la mise en place de la surveillance en 2006. Cette nette augmentation des cas de dengue s'explique par la multitude d'épidémies ayant eu lieu dans le monde en particulier sur le continent américain. Celui-ci a rapporté plus de 12 millions de cas pour cette arbovirose soit le nombre de cas le plus élevé. (73)

En conclusion, la survenue de cas importés en France métropolitaine est corrélée aux déplacements internationaux et ultramarins ainsi qu'à la survenue d'épidémies dans le monde. La hausse importante des cas de chikungunya l'année dernière met en évidence la capacité des arboviroses à réapparaître brusquement en cas de conditions favorables au virus. En analysant les cas importés, il est possible d'évaluer l'intensité de la circulation mondiale des arboviroses mais également d'évaluer le risque de transmission autochtone. C'est pourquoi la surveillance épidémiologique des cas importés est elle aussi très importante afin d'anticiper une éventuelle chaîne de transmission autochtone.

## 1.2. Cas autochtones



**Figure 22 :** Nombre de cas autochtones d'arboviroses en France métropolitaine de 2020 à 2025 sur la période du 1<sup>er</sup> mai au 30 novembre

En 2020 et 2021, les cas autochtones d'arboviroses sont restés relativement bas (13 cas en 2020 et 2 cas en 2021, tous des cas de dengue). Depuis 2022, la France métropolitaine fait face à une recrudescence de foyers de transmission et notamment de cas autochtones. (77) Toutefois, malgré une augmentation du nombre de cas de dengue autochtones par rapport aux années précédentes (65 cas en 2022, 45 cas en 2023 et 83 cas en 2024), la transmission locale est restée assez limitée.

La majorité de ces cas a été identifiée dans des régions où l'implantation du moustique tigre était documentée (Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie, Corse, Ile-de-France et Auvergne Rhône-Alpes). Ceci prouve que les principaux cas autochtones sont observés dans les zones où l'espèce est bien implantée et que sa présence est donc déterminante dans la naissance d'une chaîne de transmission locale. De plus, cette observation souligne l'importance de la surveillance du vecteur sur notre territoire. (70) (71) (76) (72)

L'année 2024 a, quant à elle, enregistré le plus grand nombre de foyers et de cas autochtones de dengue depuis la mise en place, en 2006, du système de surveillance renforcée (83 cas au total). Ces cas ont majoritairement été identifiés en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Occitanie. De plus, un cas de chikungunya a été recensé pour la première fois en Ile-de-France. (73)

L'année 2025 a marqué un tournant dans la transmission autochtone. En effet, même si le nombre de cas de dengue s'est révélé relativement bas (29 cas), le nombre de cas de chikungunya a explosé avec 789 cas. Cette situation est principalement due à l'épidémie ayant sévi à La Réunion où la souche virale était très adaptée à *Aedes albopictus*. De plus, pour la première fois, des cas autochtones ont été signalés dans de nouvelles régions dont la Bourgogne-Franche Comté, le Centre-Val de Loire, le

Grand Est et la Nouvelle-Aquitaine. L'apparition de foyers secondaires (nouveau foyer apparu à partir d'un cas autochtone issu d'un autre foyer) de cas de chikungunya a aussi été déplorée notamment à cause de conditions climatiques favorables au développement du moustique et à la bonne compétence du moustique pour transmettre le virus. (74)

Alors que les foyers de transmission restaient assez sporadiques et limités aux régions déjà colonisées par le vecteur, l'année 2025, témoigne de l'extension du risque autochtone à l'ensemble du territoire métropolitain. Ces résultats soulignent également l'importance du programme de surveillance des arboviroses et de la lutte antivectorielle afin d'endiguer les épisodes de transmission autochtone le plus rapidement possible. Dans les années à venir, il est fort probable que les cas autochtones augmentent. En effet, le réchauffement climatique participe à l'allongement de la période d'activité du vecteur. Cet allongement couplé à une implantation du moustique dans de nouvelles zones constitue une menace croissante pour la France métropolitaine.

L'analyse croisée des cas importés et autochtones en France métropolitaine souligne l'influence des cas importés dans la transmission locale. De plus, malgré l'augmentation des cas importés, les cas autochtones restent en comparaison globalement limités. Ceci pourrait témoigner de l'efficacité du dispositif de surveillance et des actions de lutte antivectorielle mises en place pour contenir les foyers. Toutefois, ces actions sont à renforcer au vu du nombre de cas autochtones enregistrés en 2025.

## C. Gestion du risque sanitaire et conséquences

### 1. Dispositif de surveillance

#### 1.1. Surveillance épidémiologique

##### 1.1.1. Principe général

Afin de gérer les risques sanitaires associés à ces trois arboviroses, le gouvernement renforce son dispositif de surveillance chaque année en France métropolitaine durant une période spécifique. Ce renforcement s'applique aux départements où le moustique tigre est implanté. Pour rappel, 81 départements métropolitains sont concernés sur les 96 de France métropolitaine (Cf partie I.E.2). Ce dispositif agit en synergie avec la surveillance entomologique mise en place pour suivre l'implantation du moustique tigre. Lors de la détection d'un cas autochtone, des pièges sont déployés pour capturer les moustiques à proximité du domicile du cas afin de les identifier. De plus, le virus peut être recherché par PCR chez les moustiques capturés. Toutefois cette recherche du virus n'est pas systématiquement réalisée. (78)

En surveillant la circulation des différents arbovirus et en sensibilisant les médecins et laboratoires aux signalements des cas, ce dispositif a pour but de détecter précocement les cas afin de freiner leur transmission et limiter les foyers autochtones. Cette période de surveillance est choisie en rapport avec la période de forte activité du moustique tigre. C'est pourquoi celle-ci débute habituellement le 1<sup>er</sup> mai et prend fin le 30 novembre chaque année.

Cette surveillance épidémiologique se découpe en quatre étapes : identification des cas suspects, réalisation d'analyses biologiques, déclaration obligatoire des cas et actions de lutte antivectorielle. Mise en place depuis juin 2006, cette surveillance a été imaginée en réponse à l'épidémie de chikungunya qui sévissait dans l'océan Indien (particulièrement à la Réunion) afin de prévenir son importation sur le sol métropolitain. Ce dispositif met donc en relation différents acteurs : Santé publique France, les différentes agences régionales de santé (ARS), les centres nationaux de référence (CNR) pour les arbovirus, les services de lutte antivectorielle ainsi que les professionnels de santé et les laboratoires de biologie médicale.

### 1.1.2. Sensibilisation et rôles des professionnels de santé

Afin d'identifier d'éventuels cas, les médecins (libéraux et hospitaliers) et les laboratoires sont sensibilisés au diagnostic de ces trois pathologies au début du printemps. En effet, une des principales difficultés de diagnostic est la faible spécificité des symptômes de ces trois maladies. Afin d'aider les professionnels de santé, Santé publique France et les ARS publient des affiches de sensibilisation (Fig.23, 24 et 25) dans lesquelles sont rappelés les principaux symptômes et leur tendance d'apparition selon les pathologies ainsi que le cycle de transmission de ces trois pathologies. (79)

## Principaux symptômes de la dengue, du chikungunya et du Zika

En l'absence d'autre signe d'appel infectieux

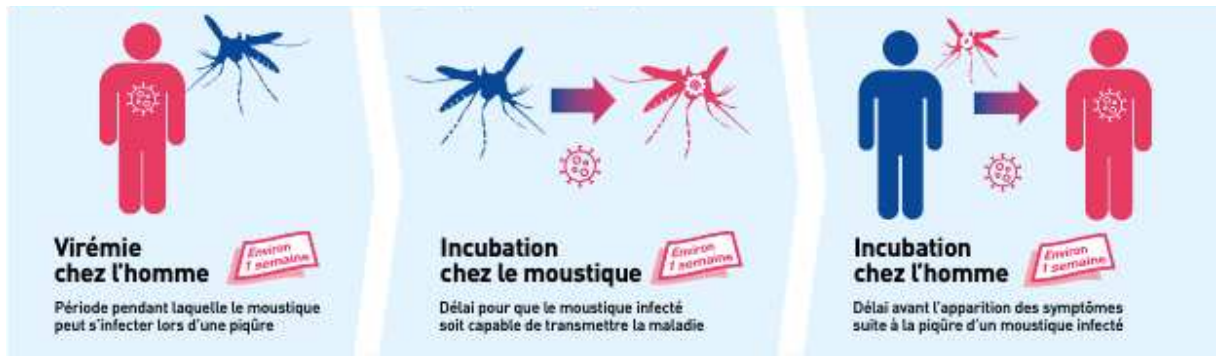


**Figure 23** : Exemple d'affiche de sensibilisation (79)

Symptômes	Dengue	Chikungunya	Zika
Fièvre	+++	+++	+/-
Eruption cutanée	+	++	+++
Douleurs articulaires	+	+++	+/-
Douleurs musculaires	+++	++	+/-
Douleurs oculaires	++	-	-
Maux de tête	++	++	-
Rougisement des yeux	-	-	++

Pour chacune des maladies, il existe des formes sans symptôme (ou léger), tout comme des formes plus sévères.

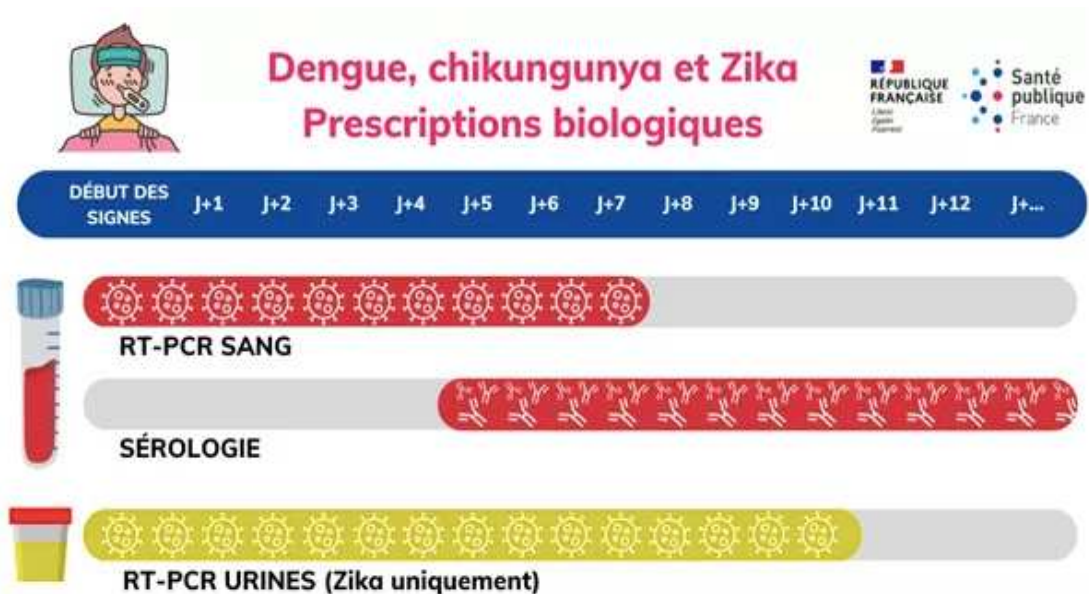
**Figure 24**: Profil d'apparition des signes cliniques selon les arboviroses (79)



**Figure 25** : Cycle de transmission de la dengue, du chikungunya et du Zika (80)

La présence d'une fièvre d'apparition brutale et d'autres symptômes (céphalées, douleurs musculaires, articulaires, *etc.*) en l'absence d'autre signe d'appel infectieux, associés ou non à une notion de retour de voyage d'une zone tropicale depuis moins de 15 jours doit faire suspecter une éventuelle infection par un arbovirus. Tout cas suspect doit faire l'objet d'une confirmation biologique. (79)

En présence de symptômes évocateurs, le médecin prescrit des analyses biologiques pour confirmer l'infection en tenant compte de la date d'apparition des symptômes. La RT-PCR étant plus spécifique et sensible, le médecin doit informer le patient de réaliser son analyse le plus vite possible. Les trois virus doivent être recherchés systématiquement au vu de la similarité des symptômes et du mode de transmission de ces trois arboviroses. Le médecin informe également le patient concernant les mesures de protection antivectorielle (protection contre les piqûres de moustique durant 7 jours après le début des symptômes) à respecter durant la période virémique et en cas de Zika, les mesures barrières nécessaires concernant les rapports sexuels. Aucune mesure n'est recommandée vis-à-vis de la transmission éventuelle du virus Zika par la salive ou le lait maternel (l'allaitement reste recommandé).



**Figure 26** : Rappel des règles de prescription des analyses biologiques (79)

Les laboratoires de biologie médicale sont également sensibilisés concernant les analyses biologiques. Ils doivent s'assurer de la concordance entre les prescriptions et la date de début des symptômes (Fig.26). De plus, ils doivent s'assurer que les trois virus sont recherchés simultanément. Auquel cas, les biologistes sont autorisés à modifier la prescription. Ainsi, en cas de résultat positif, une déclaration sera faite à l'ARS. Certains échantillons positifs devront être envoyés au Centre National de Référence (CNR) des arboviroses à des fins de caractérisation des souches virales. (79) (81) Afin de ne pas passer à côté d'un cas confirmé, la France dispose d'un dispositif de transfert automatisé de ces résultats biologiques. En effet, les laboratoires Eurofins Biomnis et Cerba transmettent automatiquement leurs résultats positifs à Santé Publique France. Ce dispositif permet d'identifier des cas avérés qui n'auraient pas été déclarés par les professionnels de santé. (82)

Au-delà des affiches de sensibilisation, les professionnels de santé sont aussi sensibilisés *via* l'envoi de DGS-Urgent tout au long de la saison d'activité du moustique tigre. Des webinaires sont également organisés afin d'établir des repères pour leur pratique. (83)

Concernant les pharmaciens, ils doivent conseiller le grand public et notamment des voyageurs. Ils ont pour mission de rappeler les grands principes de prévention des piqûres de moustique et les bons gestes à adopter au quotidien pour s'en prémunir. Le pharmacien doit être capable d'identifier des symptômes évocateurs de ces arboviroses et le cas échéant d'orienter le cas suspect vers un médecin. (84)

Les hôpitaux sont également mis à contribution. En effet, l'ARS Provence-Alpes Côte d'Azur demandent aux établissements de santé de mettre en place un programme de réduction des risques vis-à-vis du moustique tigre ainsi qu'un plan de protection des personnes contre les piqûres de moustiques. Ces établissements doivent également veiller à former et informer leurs personnels. (85)

Certains établissements de santé tels que le centre hospitalier de Fréjus-St Raphaël où *Aedes albopictus* est implanté mettent déjà en place des procédures de lutte antivectorielle. Ces procédures ciblent surtout les services pouvant potentiellement accueillir des cas ainsi que les services d'urgences et mettent en relation les services d'entretien, les services techniques et les services d'hygiène.

Un référent technique est notamment chargé d'organiser et d'assurer le suivi des actions entreprises dans la lutte contre le moustique tigre au sein de l'établissement. Parmi les actions mises en place, le service d'entretien et le service technique de l'hôpital s'occupent d'éliminer les gîtes larvaires se trouvant à l'intérieur et aux alentours de l'établissement. Dans certaines zones (avaloirs d'eau, bassin de rétention, *etc.*), le service intercommunal de démoustication (SID) procède d'avril à octobre à une démoustication à l'aide de Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis* utilisé comme larvicide; Cf partie III.C.1.1.1) et pose des pièges imitant l'odeur humaine pour attraper les moustiques ; Dans le cas où les moustiques seraient présents en grand nombre et après validation par l'EID Méditerranée (Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen), des traitements adulticides sont mis en place. (86)

En cas de prise en charge d'un cas au sein de l'établissement, le médecin prescrit des mesures de protection contre les piqûres au patient pendant une durée de 10 jours s'il se trouve en période de virémie.

Au sein du service d'urgence, le cas suspect est placé dès son arrivée dans un box de confinement. Un diffuseur électrique anti-moustiques et une moustiquaire sont installés durant la totalité de son passage aux urgences.

En cas d'hospitalisation, le patient est placé dans une chambre individuelle où un diffuseur et une moustiquaire sont également installés. Un répulsif cutané est également prescrit en tenant compte des précautions d'emplois et des contre-indications. A sa sortie, le patient se voit remettre une fiche d'information concernant le risque des maladies vectorielles.

Si le cas ne nécessite pas d'hospitalisation, des conseils de prévention contre les piqûres de moustiques lui sont transmis (bon usage des répulsifs cutanés, installation d'une moustiquaire, port de vêtements adaptés, etc.) ainsi qu'une fiche d'information sont transmis au patient. Il est également sensibilisé à la suppression des gîtes larvaires à son domicile pour éviter toute transmission dans le voisinage. (87)

### 1.1.3. Déclaration obligatoire des cas

Une des grandes étapes de la surveillance épidémiologique est la déclaration obligatoire des cas. En effet, depuis 2006 la dengue et le chikungunya sont inscrits sur la liste des maladies à déclaration obligatoire. Le Zika a également rejoint cette liste en 2016. Tout cas biologiquement documenté, confirmé ou probable qu'il soit autochtone ou importé doit être signalé à l'ARS par un médecin ou les laboratoires d'analyses. Ces signalements doivent être communiqués le plus vite possible. Pour cela, il est possible de le faire par téléphone, fax ou encore par mail. (88) (89)

Après signalement d'un cas, le médecin ou le biologiste ayant posé le diagnostic doit également remplir une fiche de notification pour le déclarer à la cellule de veille, d'alerte et de gestion sanitaire de l'ARS concernée. Dans cette fiche, il faut notamment renseigner les résultats biologiques, les signes cliniques et l'évolution du patient. Il convient également de documenter les éventuels déplacements du cas avant et après le début des symptômes ainsi que les éventuels autres cas dans l'entourage du sujet. (Annexes 3, 4 et 5) Cette déclaration doit être la plus rapide possible et est obligatoire toute l'année. (90) (91)

Santé publique France établit donc des critères de déclaration pour chacune de ces arboviroses à destination des médecins et des laboratoires : (79)

	<b>Critères de déclaration</b>
<b>Chikungunya</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fièvre d'apparition brutale supérieure à 38,5°C</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des douleurs articulaires invalidantes</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au moins un critère biologique parmi les suivants : RT-PCR Chikungunya positive ou IgM anti-CHIKV positive ou séroconversion ou augmentation par 4 des taux d'IgG anti-CHIKV sur 2 prélèvements distincts (92)</li> </ul>
<b>Dengue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fièvre d'apparition brutale supérieure à 38,5°C</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au moins un signe clinique parmi les suivants : myalgies, arthralgies, céphalées, lombalgies, douleurs rétro-orbitaires</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au moins un critère biologique parmi les suivants : RT-PCR Dengue positive ou test NS1 ou IgM anti-DENV positifs ou séroconversion ou augmentation par 4 des taux d'IgG anti-DENV sur 2 prélèvements distincts (93)</li> </ul>
<b>Zika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Éruption cutanée type exanthème avec ou sans fièvre</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au moins deux signes cliniques parmi les suivants : hyperhémie conjonctivale, arthralgies, myalgies</li> </ul> ET <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au moins un critère biologique parmi les suivants : RT-PCR Zika positive sur sang, urine ou autre prélèvement (liquide cérébro-spinal, liquide amniotique, produits d'avortement...) ou IgM anti-ZIKV positive ou séroconversion ou augmentation par 4 des taux d'IgG anti-ZIKV (94) (95)</li> </ul>

La rapidité de signalement des cas conditionne la vitesse de mise en place des mesures de lutte antivectorielle qui ont pour but de limiter la transmission locale. En effet, la principale cause de l'instauration d'un cycle autochtone est la sous-déclaration ou la déclaration tardive des cas. Après réception des déclarations, l'ARS a pour mission de les valider et de vérifier qu'il n'existe pas de doublons. (96)

Dans un second temps, l'ARS transfère ces notifications à Santé publique France qui publie les données à posteriori, les centralise et rédige des bulletins épidémiologiques ainsi que des recommandations sanitaires. L'ARS notifie également les cas au CORRUSS (Centre opérationnel de régulation et de réponse aux urgences sanitaires et sociales) qui centralise la surveillance à l'échelle nationale. Les cas déclarés sont également encodés dans l'application SI-LAV (Système d'Information du Ministère chargé de la santé dédié à la prévention des maladies vectorielles), permettant le suivi des interventions réalisées autour de ces cas. (52)

#### 1.1.4. Mesures d'intervention autour des cas

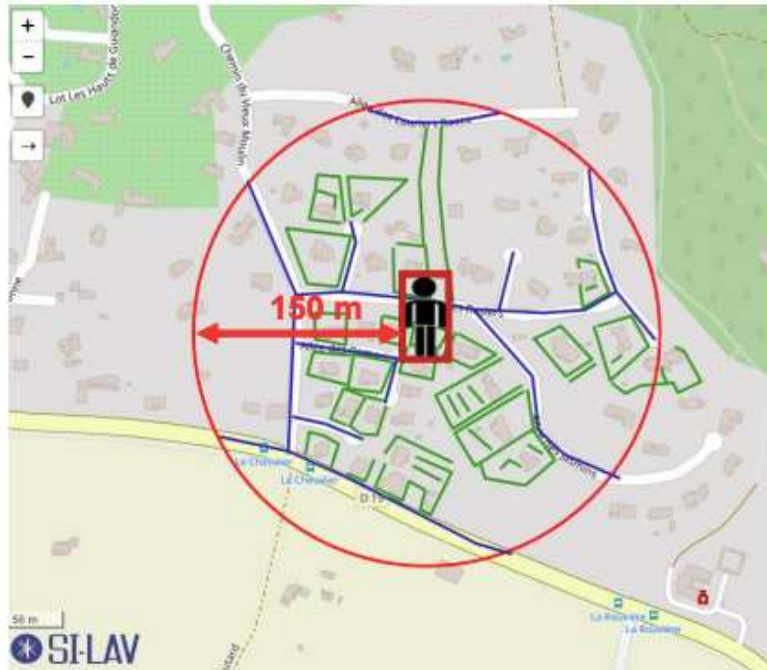
Les ARS sont responsables de la lutte antivectorielle. Ces mesures de lutte sont mises en place après confirmation biologique du cas et réalisation de l'enquête épidémiologique spécifique à ce cas. En fonction du risque sanitaire, il est parfois possible que celles-ci soient mises en place même en l'absence de cette confirmation biologique. L'ARS peut confier une partie voire l'ensemble de ces actions à des opérateurs publics ou privés dès lors que ceux-ci sont habilités. A titre d'exemple, l'ARS PACA confie ses missions à l'EID Méditerranée.

Dans un premier temps, une enquête entomologique de prospection est mise en place dans un rayon de 150 mètres autour des lieux fréquentés par le patient infecté (en particulier pendant sa période virémique c'est-à-dire de J-1 à J+7 après le début des symptômes) afin d'identifier ou non la présence du vecteur *Aedes albopictus* et de gîtes larvaires. Les intervenants procèdent si nécessaire à une première destruction mécanique des gîtes larvaires. Cette enquête se déroule sous forme de porte à porte. S'il s'agit d'un cas autochtone, l'ARS réalise également une enquête épidémiologique de voisinage afin d'identifier d'éventuels autres malades et si possible le cas importé à l'origine de la transmission ainsi qu'une éventuelle enquête auprès des professionnels de santé présents autour de ce cas.

Des messages de sensibilisation à destination de la population, des professionnels de santé (médecins libéraux, laboratoires de biologie médicale, pharmaciens, établissements de santé...) (Annexe 6) et des collectivités territoriales du lieu touché sont également diffusés pour réduire le risque de multiplication de foyers infectieux. (97–99)

Dans un second temps, des actions de démoustication sont mises en œuvre sur la voie publique en cas de présence avérée du vecteur dans les zones à risque fréquentées par le patient infecté pendant sa période de virémie. Celle-ci repose sur un traitement adulticide ayant pour objectif de tuer les moustiques adultes ayant pu piquer la personne infectée afin d'éviter une circulation locale du virus. Avec l'accord des habitants, il peut être nécessaire de traiter leurs espaces extérieurs privés. En général, cette intervention s'opère 2 à 3 jours après l'enquête de prospection. Avant toute intervention, l'ARS doit préalablement prévenir le maire et le préfet des modalités de celle-ci. Les habitants avoisinants sont quant à eux prévenu par courrier. Cette démoustication s'étend au périmètre de vie du moustique, c'est-à-dire dans un rayon de 150 mètres (Fig.27). (100)

Toutes les actions menées nécessitent d'être enregistrées afin de centraliser les données, de suivre et d'évaluer l'efficacité des interventions. Cette traçabilité est assurée par l'application SI-LAV. (101)



**Figure 27** : Exemple de périmètre d'action autour d'un cas confirmé encodé dans l'application SI-LAV

## 1.2. Surveillance entomologique active

En complément de la surveillance épidémiologique, une surveillance entomologique annuelle est mise en place par les ARS. Celle-ci a pour objectif de surveiller le moustique tigre sur notre territoire métropolitain, de suivre sa densité et d'éviter son implantation dans de nouveaux départements.

Cette surveillance dite active est opérée par des pièges pondoires placés sur des sites stratégiques à risque élevé. Ces sites de surveillance et le nombre de pièges à placer sont définis dans l'arrêté du 23 juillet 2019 (Fig.28). Parmi eux, on retrouve notamment les points d'entrée : zones aéroportuaires et fluviales pour limiter le risque d'importation du moustique ; les plateformes logistiques, le long des axes routiers (aires d'autoroute par exemple), sur les sites touristiques, autour des établissements de santé ou encore dans les communes encore non colonisées par l'espèce. En France métropolitaine, les relevés des pièges sont mensuels et ont généralement lieu entre mai et novembre pendant la période d'activité du moustique. (102) (103) (104)

Zone à surveiller	Exhaustivité	Densité indicative de pièges	Lieux de piégeage	Période de piégeage à adapter en fonction du contexte local	Fréquence des relevés
Unités urbaines supérieures à 20 000 habitants	Toutes	au moins 1 piège pour 10 000 habitants	Zones résidentielles, parcs et jardins Sites à risques (1)	Juin à octobre-novembre	Mensuelle
Unités urbaines inférieures à 20 000 habitants et à moins de 50 km de la zone colonisée	Si au moins 1 commune colonisée	Entre 3 et 5 pièges	Zones résidentielles, parcs et jardins	Juin à octobre-novembre	Mensuelle
Sites touristiques	2 ou 3 sites les plus fréquentés du département	Entre 3 et 5 pièges	Zones d'accueil (parking, entrée)	Juin à octobre-novembre	Mensuelle
Points d'entrée au sens du RSI	Tous	2 pièges pour 100 ha	Végétation ou proximité du bâti Exclure les sites défavorables (tarmac, terminaux de vrac solide ou d'hydrocarbures...)	Juin à octobre-novembre	Bimensuelle
Communes isolées	Aucune	Aucun piège			

**Figure 28** : Conditions de déploiement des pièges pondoirs dans un département métropolitain non ou partiellement colonisé par *Aedes albopictus*

Dans certains sites, l'ARS peut décider de renforcer le relevé des pièges par la réalisation d'enquête entomologique de prospection et la mise en place de pièges pour les moustiques adultes. Au cours de ces enquêtes de prospection, l'ARS calcule des indices entomologiques (indice de Maison et indice de Breteau). L'indice de Maison correspond au pourcentage de maisons où des larves de moustique tigre ont été détectées tandis que l'indice de Breteau correspond au nombre de gîtes larvaires en eau dans lesquels des larves de cette espèce ont été observées.

Dans les départements fortement colonisés par cette espèce, l'ARS adapte cette surveillance en fonction de ses objectifs. En cas de piège positif, un traitement peut être mis en place si nécessaire.

Dans le cas où *Aedes albopictus* est détecté dans une commune ou un département n'ayant jamais été colonisé par l'espèce, l'ARS doit informer immédiatement le maire et le préfet du lieu concerné, le conseil départemental ainsi que la direction générale de la santé. (104)

### 1.3. Surveillance entomologique passive

Depuis 2014, les citoyens français ont la possibilité de signaler la présence du moustique tigre *via* la plateforme de signalement de l'ANSES ([https://signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/](https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/)).

Pour effectuer un signalement, il faut obligatoirement disposer en amont d'une photographie du moustique en question afin de l'identifier. De plus, un questionnaire

comportant trois questions est à réaliser préalablement au signalement pour s'assurer qu'il s'agisse bien du moustique tigre. Parmi ces questions, on retrouve :

- « S'agit-il d'un petit moustique (insecte) ? Plus petit qu'une pièce de 1 centime ? »
- « Quelle est la couleur générale de l'insecte ? »
- « L'insecte dispose-t-il de cinq anneaux d'écaillés blanches sur les pattes postérieures et d'une ligne dorsale blanche sur le thorax ? » (105)

Une fois le questionnaire rempli et si les réponses concordent avec une éventuelle identification du moustique tigre, l'individu peut renseigner la commune où il a observé l'espèce. Pour finir, un formulaire est à remplir avec le numéro de téléphone, l'adresse mail du signaleur et la photo du moustique. Pour plus de précision, la plateforme propose au signaleur de placer un marqueur sur la carte à l'endroit exact où il a observé le moustique. Il est également possible d'envoyer par voie postale l'insecte à l'EID Méditerranée pour identification. Pour cela, celui-ci doit être rangé dans une boîte en plastique ou en carton ou dans une feuille de papier. (106)

Après réception du signalement, l'ARS et ses opérateurs sont chargés d'apporter une réponse au déclarant. Cette plateforme de signalement analyse en priorité les signalements concernant des zones encore indemnes du moustique tigre afin de détecter précocement son installation dans une nouvelle commune et si besoin de mettre en place de nouveaux pièges pondoires. Les signalements concernant des communes déjà connues pour être colonisées par l'espèce seront traités ultérieurement. A l'issue d'un signalement positif, un traitement du milieu et une surveillance renforcée peuvent être entrepris. (107)

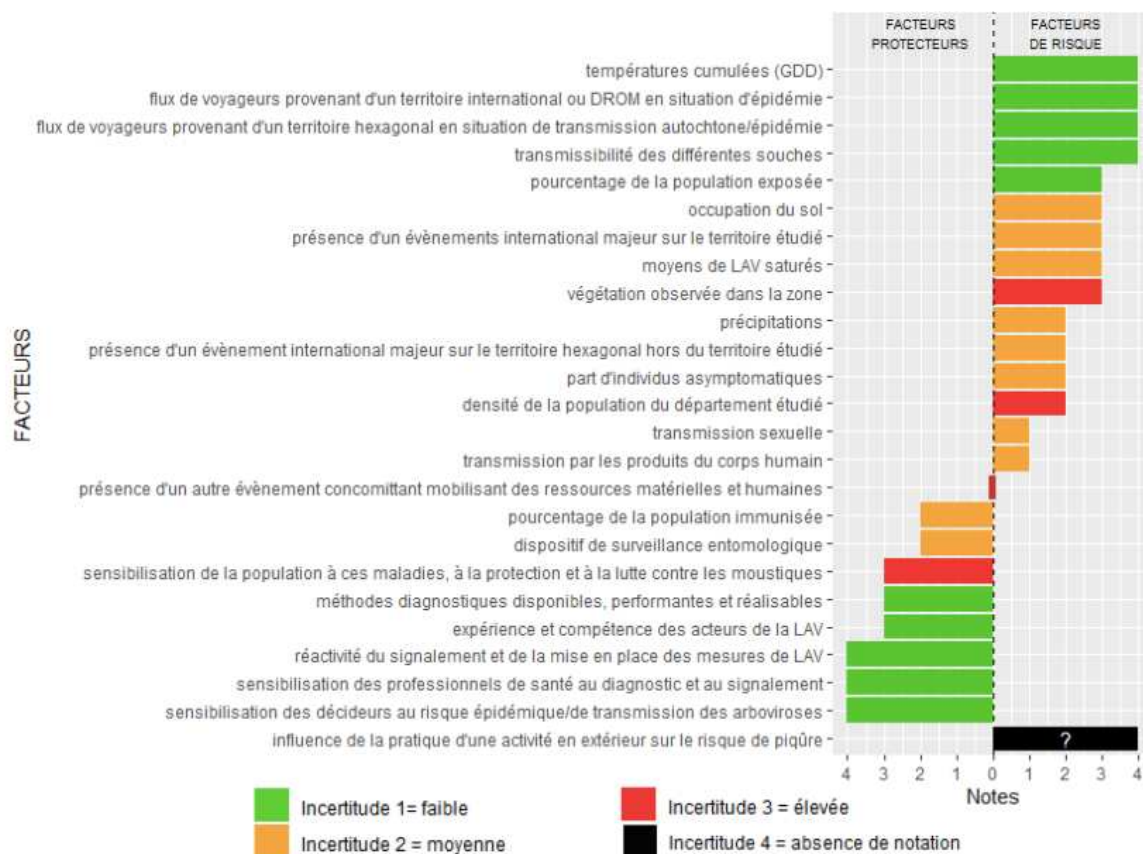
## 2. États des lieux du risque autochtone/épidémique et dispositif ORSEC

### 2.1. Probabilité d'apparition et ampleur d'un épisode de transmission autochtone – Impacts socioéconomiques et sanitaires

#### 2.1.1. Probabilité d'apparition et ampleur d'un épisode de transmission autochtone

A la demande de la Direction générale de la santé, l'ANSES a établi une expertise vis-à-vis du risque d'apparition d'épidémies d'arboviroses vectorisées par le moustique tigre sur le territoire métropolitain ainsi que sur son ampleur potentielle.

Le groupe de travail en charge de l'expertise a identifié plusieurs facteurs pouvant influencer l'apparition et l'ampleur d'un potentiel épisode. Les experts leur ont ensuite attribué une notation de – 4 (facteur limitant très fortement la transmission) à 4 (facteur augmentant très fortement la transmission) afin d'identifier des facteurs de risques et des facteurs protecteurs. A cette notation, ils ont également associé un niveau d'incertitude de 1 à 4 (Fig.29).



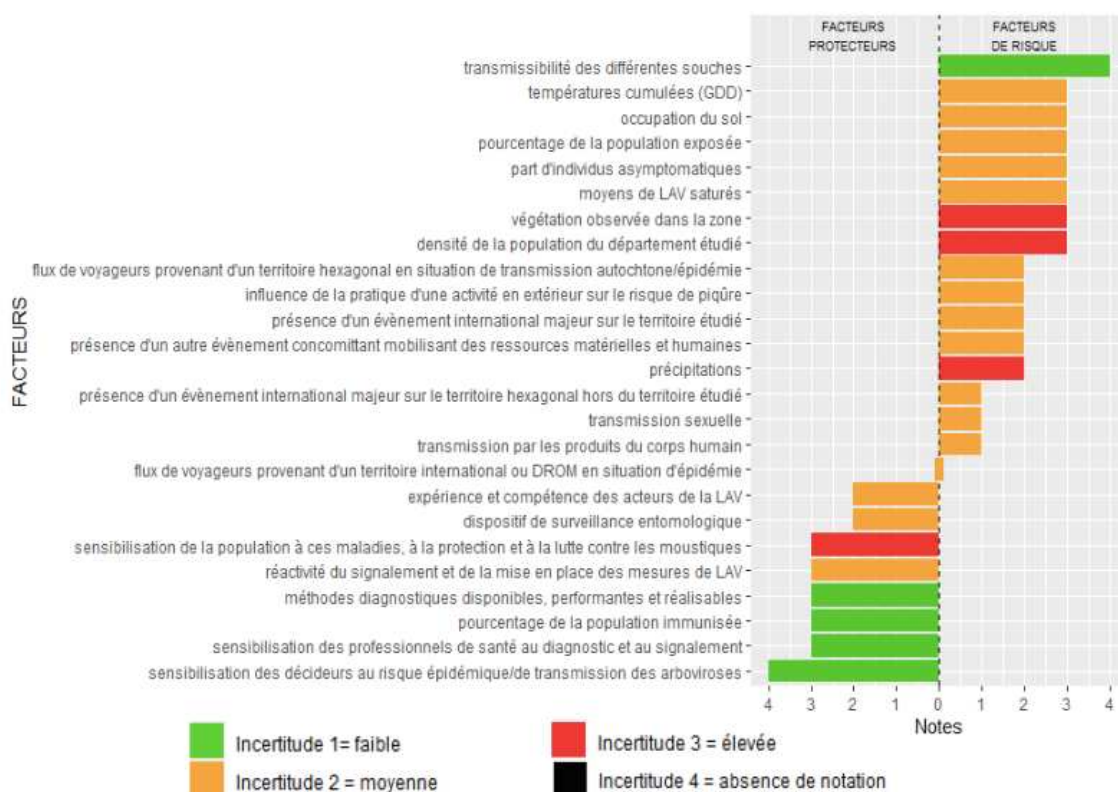
**Figure 29** : Facteurs influençant la survenue d'un épisode de transmission autochtone par le moustique tigre (108)

Globalement, le risque de transmission est plus élevé en présence de conditions climatiques favorables pour le moustique et d'un flux de personnes provenant d'une zone épidémique (DROM, territoires internationaux ou territoire hexagonal) vers le territoire métropolitain. Ces facteurs sont particulièrement présents dans les régions du sud et sud-est de la France. (108)

Ils sont aussi notamment réunis lors de grands événements internationaux ayant lieu durant la période estivale (période coïncidant avec la période d'activité soutenue d'*Aedes albopictus*). Ces types d'événements sont susceptibles d'augmenter le risque d'apparition d'épisodes autochtones voire épidémiques. A titre d'exemple, les Jeux Olympiques de Paris 2024 ont accueilli durant l'été (du 26 juillet au 11 août) plus de 10 millions de visiteurs dont la moitié environ vient de pays hors de l'Europe. Parmi ces pays, certains sont endémiques pour ces arboviroses. L'Ile-De-France est une région largement colonisée par le moustique tigre et non endémique (population non

immunisée), c'est pourquoi les autorités sanitaires ont renforcé leurs dispositifs de surveillance durant les Jeux. (109) Ils ont notamment placé un plus grand nombre de pièges pondoirs à proximité des sites olympiques et des fan zones avec des relevés plus fréquents et ont également sensibilisé les voyageurs concernant ce risque. (110) (111) Aucune épidémie n'a été enregistrée lors de cet événement suggérant que le renforcement des mesures de prévention et de surveillance ont permis de contenir ce risque. (112)

Ce risque diminue toutefois lorsque les professionnels de santé, les citoyens et décideurs sont correctement sensibilisés, que les cas sont rapidement signalés et diagnostiqués, et que les mesures de lutte antivectorielle sont rapidement mises en place (Fig.29).



**Figure 30** : Facteurs influençant l'ampleur d'un épisode de transmission autochtone par le moustique tigre (108)

L'ampleur de cet épisode peut être sensiblement influencé par les mêmes facteurs influençant sa survenue. Toutefois, celui-ci pourrait prendre plus d'ampleur dans le cas où le pourcentage de sujets asymptomatiques est élevé et que la densité de population exposée l'est aussi (Fig.30). (108)

Étant donné l'incertitude et la difficulté à prédire l'ampleur d'un potentiel épisode autochtone, des niveaux d'ampleur ont été établis. (Fig.31).

Niveaux d'ampleur définis par le GT Anses	Description
Niveau 0	Pas de transmission autochtone, avec ou sans présence de cas importés, avec ou sans présence de moustique tigre
Niveau 1	Episode de transmission autochtone : présence d'un cas autochtone ou d'un foyer (= au moins deux cas groupés dans le temps et l'espace)
Niveau 2	Foyers localisés : plusieurs épisodes de transmission autochtone, simultanés ou non et sans lien épidémiologique ou présence d'un foyer avec plusieurs zones de circulation
Niveau 3	Epidémie : répartition diffuse de cas humains autochtones au-delà des foyers déjà individualisés
Niveau 4	Épidémie majeure : épidémie sur une zone élargie avec une incidence élevée dépassant les capacités de surveillance des niveaux antérieurs avec adaptation des mesures de gestion et impacts multisectoriels

**Figure 31** : Différents niveaux d'ampleur d'un épisode de transmission autochtone (108)

Pour ces experts, la probabilité que la France métropolitaine soit touchée par un épisode de niveau 2 est très élevée, surtout pendant l'été où de nombreux foyers autochtones prennent naissance. Toutefois, ils estiment que le risque d'un épisode de niveau 3 (correspondant à une épidémie) reste modéré.

Selon cette expertise, la dengue serait l'arbovirose la plus à risque de créer une épidémie en France métropolitaine. Ceci s'expliquerait par l'excellente compétence du moustique tigre à transmettre le virus et à la fréquence élevée des cas importés de dengue. (108)

### 2.1.2. Impacts médico-sociaux et économiques

Les experts de l'ANSES ont également évalué les impacts sociaux et économiques d'un épisode de transmission sur le territoire hexagonal. Étant donné que les épidémies ont surtout eu lieu dans des zones tropicales, il existe des incertitudes dans cette expertise pour la France métropolitaine, qui pour rappel présente un climat tempéré. Ces incertitudes concernent surtout les épisodes de niveaux 2 et 3.

En cas de situation épidémique majeure (niveau 4), il existe toutefois un risque significatif de mise sous tension, voire de saturation des moyens de lutte antivectorielle, associé à une diminution de la qualité de ces opérations. Cette situation pourrait conduire à une priorisation des actions selon le risque sanitaire (co-épidémie par exemple). Une augmentation des budgets alloués à la lutte contre les arboviroses est à prévoir. Une épidémie risquerait aussi de saturer certains services (urgences notamment) voire la totalité du système de soins. Cela impacterait à la fois la prise en charge des arboviroses mais aussi celles des autres pathologies. A titre d'exemple, la mortalité liée au paludisme dans le monde a nettement augmenté durant la pandémie de Covid-19 à cause d'un défaut de prise de charge. Les dons du sang et les transfusions pourraient également être perturbés avec un nombre de donneurs

éligibles en baisse et une diminution des stocks de produits sanguins labiles. (108) (113)

Pour réduire le risque de transmission lors des dons, l'Établissement français du sang (EFS) met en place différentes actions. L'EFS réalise systématiquement un interrogatoire des donneurs avant le don afin d'exclure les donneurs symptomatiques ou à risque. Les voyageurs de retour d'une zone à risque sont ajournés pendant 28 jours. Dans les zones où le risque d'arboviroses est élevé, les collectes peuvent être suspendues temporairement. En effet, l'EFS est systématiquement informé lorsqu'un cas autochtone est détecté afin de déterminer la zone et la période à risque pour les dons de sang. De plus, un dépistage du sang collecté peut être réalisé si nécessaire. Ce fut notamment le cas durant la période des Jeux olympiques de Paris (aucun cas ni aucune augmentation significative liés à cet événement n'ont été rapportés). En effet, la direction générale de la santé a demandé à l'EFS de tester tous les donneurs pour la dengue en Ile-de-France et dans les villes accueillant des épreuves (Aix-en-Provence/Marseille, Bordeaux, Lyon, Montpellier, Nice, *etc.*) entre le 22 juillet et le 15 septembre 2024. Après chaque don, la poche de sang est envoyée en rétention, ce qui permet d'exclure la poche si le donneur venait à déclarer des symptômes en post-don. Grâce à ces actions, aucun cas post-transfusionnel n'a encore été identifié en France. Toutefois, malgré ces mesures, l'EFS estime que la prévention de la transmission doit être améliorée. Il propose notamment la réalisation systématique d'un test multiplex pendant l'été en métropole afin d'éviter des ajournements et d'assurer la continuité de l'activité ainsi que le renouvellement du stock. (52) (114)

Concernant les impacts sur l'économie, ils sont considérés comme minimes. Toutefois, le tourisme pourrait être significativement impacté dès un épisode de niveau 2 car les touristes sont sensibles aux risques sanitaires et à la médiatisation qui en découle. Une baisse de l'activité économique dans plusieurs secteurs pourrait également être observée. Indirectement, la survenue d'une épidémie pourrait nécessiter des ressources financières conséquentes pour la recherche médicale (meilleure connaissance de la maladie, développement de traitements antiviraux et de vaccins, méthodes de diagnostic plus sensibles, *etc.*), comme ce fut le cas lors de la pandémie de Covid-19. Globalement, les priorités budgétaires pourraient être révisées temporairement pour faire face à cet événement. (108)

Enfin, la survenue d'une épidémie pourrait amener les acteurs publics à devoir gérer des réactions de la population. Parmi celles-ci, une surréaction amenant à des comportements inappropriés voire dangereux (usage de serpentins toxiques à l'intérieur des habitations par exemple) ou une sous-réaction (minimisation du risque, rejet des recommandations sanitaires) pourraient être observées. (52)

## 2.2. Dispositif ORSEC de lutte antivectorielle

En cas de risque sanitaire avéré, le directeur général de l'ARS peut proposer au préfet du territoire concerné l'activation du dispositif spécifique aux épidémies de maladies à transmission vectorielle, intégré au plan ORSEC (Organisation de la

réponse de sécurité civile). Ce déclenchement peut notamment être proposé lorsque les capacités d'intervention des opérateurs de démolition sont saturées ou que l'épidémie se propage à de nouveaux territoires.

L'objectif de ce dispositif est de renforcer les actions déjà déployées par l'ARS afin de contenir les foyers épidémiques, tout en assurant une coordination et une structuration de la lutte intégrée contre ces arboviroses.

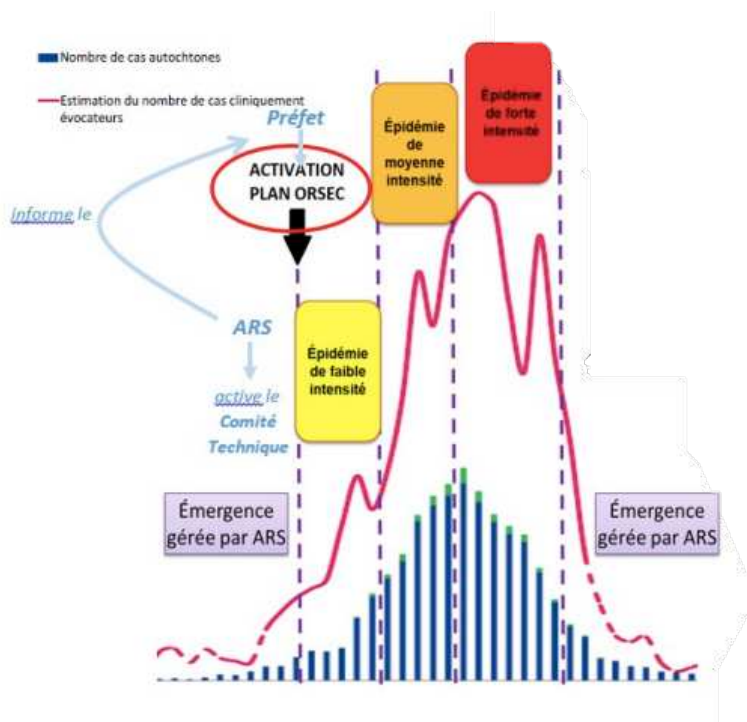
Ce dispositif spécifique se décline en trois niveaux de risque : jaune, orange et rouge, et sont activés au niveau départemental. Chacune de ces couleurs correspond à un niveau d'intensité de la situation épidémique (Fig.32). Le passage d'un niveau à un autre occasionne une évolution de la stratégie de gestion de l'épidémie.

Le niveau jaune traduit une épidémie de faible intensité. Il est mis en place lorsque l'épidémie reste localisée et d'intensité modérée, ou lorsque plusieurs petits foyers de transmission apparaissent et que les opérateurs de démolition n'ont plus la capacité d'intervenir seuls.

Le niveau orange correspond quant à lui à une épidémie de moyenne intensité. Ce niveau est déclenché lorsque l'épidémie se propage à d'autres territoires entraînant une saturation des moyens interrégionaux et une mise sous tension locale du système de santé.

Le dernier niveau (rouge) s'applique en cas d'épidémie massive, c'est-à-dire une épidémie de grande intensité touchant un large territoire.

En fonction du niveau activé, des renforts interdépartementaux et régionaux pourront être déployés, avec un recours possible à des renforts nationaux si la situation venait à s'aggraver.



**Figure 32** : Niveaux d'activation du plan ORSEC (115)

Les changements de niveaux sont décidés après une analyse de la situation sanitaire par le COTECH (comité technique d'experts). Ce comité donne également son avis sur la fin de l'épidémie. Celle-ci est considérée comme terminée lorsque plus de 60 jours se sont écoulés depuis le début des symptômes du dernier cas recensé.

Parmi les actions possibles, le préfet peut décider de réquisitionner, si nécessaire, tout moyen public ou privé afin de gérer l'épidémie en cours. Parmi eux, le préfet peut notamment faire appel aux préfectures de zone, aux ARS et à leurs opérateurs de démoustication, aux collectivités territoriales et aux services municipaux, aux opérateurs de démoustication habilités en dehors des marchés conclus avec l'ARS, ainsi qu'à des associations de sécurité civile (Croix-Rouge par exemple). En cas d'épidémie majeure, les forces armées peuvent être mobilisées.

En fonction du niveau de risque, une priorisation des interventions autour des cas et des analyses biologiques peut être décidée. Des renforcements de l'acheminement des prélèvements biologiques et de la mobilisation des laboratoires peuvent être mis en place.

Au niveau des établissements de santé, il est possible d'activer certains dispositifs, dont le plan Blanc, afin d'assurer la continuité des soins. Des mesures de sécurisation des produits sanguins ainsi qu'un renforcement du stock de produits de santé (grossistes-répartiteurs, pharmacies à usage intérieur) peuvent également être envisagées.

Enfin, au niveau des collectivités territoriales, le plan communal de sauvegarde peut être activé. Chaque niveau prévoit également une large campagne de sensibilisation à destination de la population et des collectivités. En cas d'épidémie, les pharmacies d'officines pourraient par exemple être sollicitées pour assurer la continuité des soins, distribuer des répulsifs cutanés et des supports de prévention. De plus, elles pourraient aussi contrôler les délivrances d'AINS en vente libre (prévention des complications liées à leur utilisation en cas d'infection).

### III. Stratégie de lutte antivectorielle

#### A. Méthodes de lutte traditionnelles

##### 1. Prévention générale

##### 1.1. A l'échelle de la ville et des habitations

##### 1.1.1. Lutte préventive : élimination des gîtes larvaires et des gîtes de repos

Pour rappel, la femelle moustique tigre est capable de produire environ 150 œufs lors d'une ponte. Elle réalise 5 cycles de ponte en moyenne au cours de sa vie. La destruction des gîtes larvaires représente donc une étape cruciale de la lutte antivectorielle. A ce jour, elle constitue l'action la plus efficace pour réduire la population de moustiques tigres. En effet, tout point d'eau stagnante même minime offre une possibilité au moustique de se développer. Il est donc important de supprimer tout objet pouvant servir de récipient d'eau à l'extérieur du domicile. Lorsqu'il s'installe dans un territoire, le moustique tigre devient difficilement délogeable.

Étant donné que la plupart de ces gîtes sont créés par l'Homme, les particuliers se doivent de participer activement à les éviter. Ils sont donc invités à ranger tout objet pouvant servir de gîte et à vider l'eau de leur coupelle, jardinière, gamelle pour animaux, seau, arrosoir, pied de parasol, etc. Ce geste est à répéter en moyenne une fois par semaine entre avril et novembre, après chaque pluie, ou au départ et retour d'un voyage. En effet, les opérateurs tels que l'EID Méditerranée n'ont pas les moyens d'éliminer à eux seuls l'entièreté des gîtes larvaires présents dans les propriétés privées.

D'autres gestes simples permettent de limiter la présence du moustique. Du sable humide peut être déposé dans les soucoupes des pots de fleurs. Concernant les récupérateurs d'eau de pluie, il est recommandé de les recouvrir à l'aide d'une moustiquaire, d'un drap ou de tout autre tissu fin afin de ne laisser entrer que l'eau et non les moustiques. Les gouttières, chéneaux ou encore les grilles d'évacuation des eaux de pluie doivent être entretenus afin d'éviter la stagnation de cette eau. En cas de piscine vide, l'eau au fond du bassin doit être évacuée. Ce geste est également nécessaire si la piscine est bâchée. Il convient d'éviter tout pli de la bâche. Pour les piscines remplies, il convient de l'entretenir fréquemment et de la maintenir en service si possible toute l'année ou de la remettre en marche pendant la saison du moustique tigre (début avril à fin octobre). Une piscine correctement entretenue ne constitue pas un gîte larvaire. Pour les habitations possédant une mare ou un bassin d'eau, il est

conseillé d'y installer des poissons. En effet, ceux-ci se nourrissent des larves de moustiques. A cause de la capacité de diapause des œufs, ces gestes doivent être réalisés toute l'année.

Les citoyens sont également invités à entretenir leurs espaces verts en ramassant les feuilles mortes, en taillant leurs pelouses et arbustes, et en éliminant correctement leurs déchets végétaux (fruits tombés au sol par exemple). Ce geste permet de limiter les gîtes de repos des moustiques tigres adultes. (116)

Concernant les espaces publics, l'élimination des gîtes larvaires est opérée par les collectivités locales. (52) Il revient à chaque commune d'entretenir les espaces verts publics (ceux-ci constituent des gîtes de repos), les fontaines à eau ainsi que tout lieu pouvant servir de gîte larvaire au moustique. Pour rappel, les maires sont responsables du maintien de l'hygiène et de la salubrité de leur commune. Les maires sont invités à mettre en place un programme communal de lutte contre ces gîtes larvaires. La commune doit aussi s'assurer de la bonne gestion des eaux pluviales en vérifiant notamment leur bon écoulement dans les réseaux. Les avaloirs d'eaux pluviales doivent par conséquent être entretenus et les chéneaux nécessitent d'être nettoyés plusieurs fois dans l'année surtout à la fin de la période hivernale. Concernant les déchets et dépôts d'ordures sauvages, il convient que la municipalité les élimine. Les poubelles doivent être munies d'un couvercle ou être abritées afin de ne pas devenir des potentiels gîtes larvaires.

Certains espaces publics constituent des zones à risque. Les cimetières peuvent par exemple être des lieux de développement du moustique tigre. Des agents municipaux doivent éliminer les gîtes larvaires en retournant ou jetant tout récipient non utilisé contenant de l'eau stagnante tels que les arrosoirs. La commune peut également mettre à disposition du sable afin de remplacer l'eau dans les vases et d'en déposer dans les soucoupes des pots de fleurs.

Le choix des végétaux est également crucial. Il convient de ne pas végétaliser les espaces verts avec des espèces capables de recréer des gîtes larvaires naturels. Pour rappel, les moustiques tigres affectionnent notamment les creux d'arbres et les bambous. De plus, il est préférable pour les communes de planter directement les fleurs dans la terre que d'installer des jardinières sans réserve d'eau fermée ou des pots de fleurs. Les ouvrages ne nécessitant pas beaucoup d'arrosage seront également à privilégier. (117)

En présence de gîtes larvaires productifs ne pouvant pas être éliminés mécaniquement, il convient de les cartographier, d'effectuer des suivis et de les contrôler. Il est également possible en fonction des gîtes d'y introduire des prédateurs tels que les poissons (exemple : des gambusies, poissons rouges) ou des organismes pathogènes (exemple : traitement par un larvicide à base de Bti). (118)

Cette lutte mécanique a pour avantage d'être très efficace, peu onéreuse et sans impact sur l'environnement. De nombreux gîtes peuvent être supprimés durablement à la fois dans le domaine privé et le domaine public grâce à la mobilisation des citoyens et des municipalités. Celle-ci est d'autant plus renforcée et efficace lorsque des communes se regroupent pour travailler de manière coordonnée. Ce type de

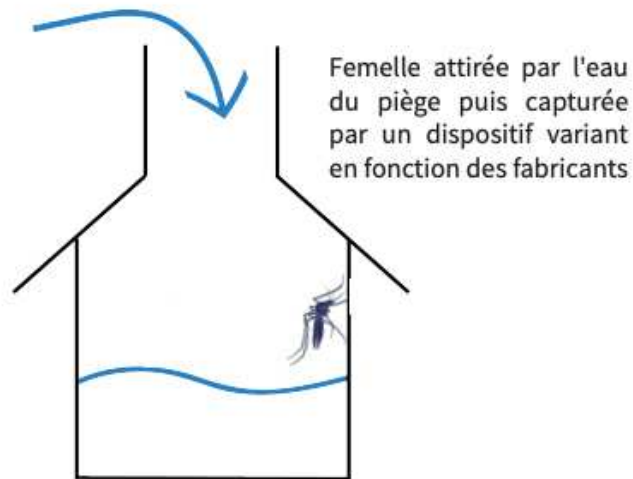
regroupement de communes existe notamment dans le Var avec Estérel Côte d'Azur Agglomération. Celui-ci regroupe 5 communes : Les Adrets de l'Estérel, Fréjus, Puget-sur-Argens, Roquebrune-sur-Argens et Saint-Raphaël. Cette association dispose notamment d'un service de lutte contre les nuisibles intégrant la gestion du moustique tigre dans leurs communes. Ce service met notamment à disposition un numéro vert gratuit permettant aux riverains de ces communes de signaler la présence accrue d'*Ae.albopictus* à leur domicile. A la suite d'un appel, une équipe peut être dépêchée sur place pour aider à trouver d'éventuels gîtes larvaires et les sensibiliser à leur gestion (Fig.33 et 34). Chaque année, leur service effectue environ 2 500 visites à domicile. (119)



**Figures 33 et 34** : Intervention à domicile d'un agent du service de lutte contre les nuisibles d'Estérel Côte d'Azur Agglomération (119)

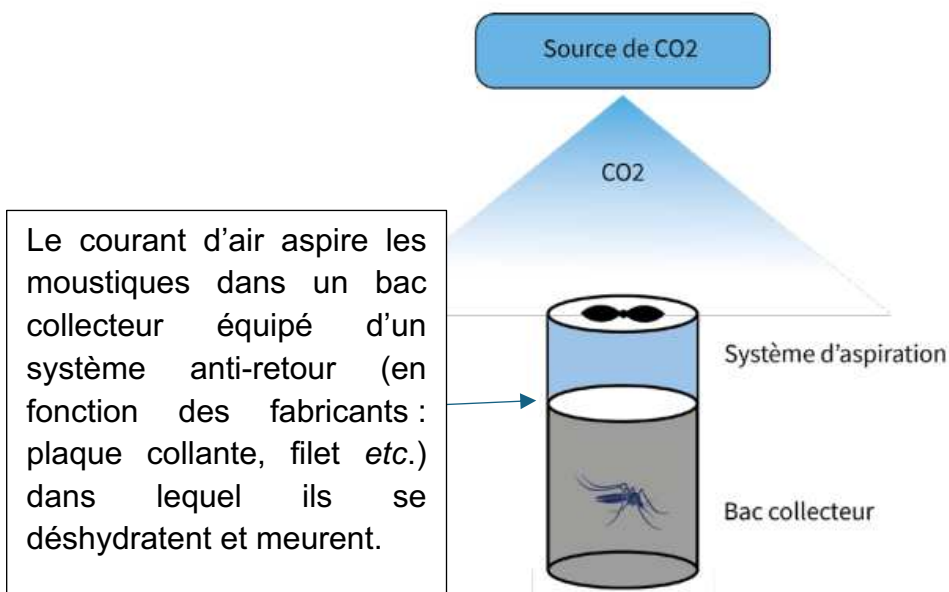
### 1.1.2. Piégeage des femelles *Ae.albopictus*

Un des grands principes de la lutte antivectorielle contre *Ae.albopictus* repose sur les réseaux de pièges pondoirs. Servant initialement à la surveillance entomologique, ces pièges permettent de piéger les femelles gravides en recherche d'un lieu de ponte entraînant ainsi un arrêt du cycle de reproduction. (120) Ce type de piège est un piège passif (Fig.35) ayant pour but de mimer un lieu de ponte pour la femelle. Ce piège est constitué d'un récipient contenant de l'eau stagnante. Parmi les modèles de pièges passifs, on peut notamment retrouver des pièges avec des adhésifs à l'intérieur du piège ou encore des supports de ponte imprégnés ou traités par insecticide.



**Figure 35** : Exemple de piège passif

Parmi les autres techniques de pigeage, il est possible de piéger les femelles pendant leur période d'agressivité (période durant laquelle elle recherche un hôte pour se nourrir) grâce à un piège attractif (dioxyde de carbone,  $\text{CO}_2$  ou autre substance attractive) (Fig.36). Pour rappel, le moustique est principalement attiré par le dioxyde de carbone que nous rejetons, par notre odeur corporelle notamment la sueur et notre chaleur corporelle. Ce type de piège attire la femelle grâce à un dégagement de  $\text{CO}_2$  qui a pour but de mimer la respiration humaine. Certains de ces pièges peuvent aussi être associés à des substances attractives pour le moustique tels qu'un mélange de molécules imitant la sueur humaine. (117) Contrairement aux pièges passifs, ce type de piège doit se conformer au règlement européen relatif aux substances biocides et nécessite donc une AMM pour être commercialisé en France métropolitaine. (121)



**Figure 36** : Schéma d'un piège à  $\text{CO}_2$

Bien que ces deux types de pièges soient faciles d'application et permettent de diminuer significativement la population de moustiques tigrés, leur seul recours ne constitue pas une solution totalement efficace. En effet, ces pièges nécessitent un entretien régulier afin qu'ils ne se transforment pas en gîtes larvaires productifs. De plus, leurs efficacités nécessitent qu'un grand nombre de pièges soient installés. Leur utilisation ne doit pas se substituer à l'élimination des gîtes larvaires mais doit plutôt constituer une solution complémentaire. (121)

### 1.1.3. Lutte curative : la démoustication

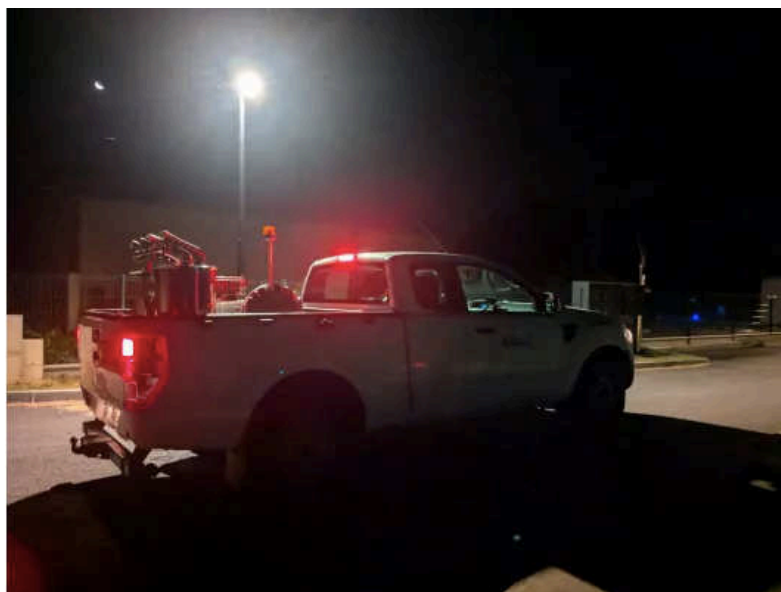
#### 1.1.3.1. Organisation et contraintes

La démoustication adulticide, quant à elle, n'a lieu qu'exceptionnellement et a pour but de tuer les moustiques adultes. En effet, comme vu précédemment, elle n'est entreprise qu'en cas de signalement d'un cas d'arboviroses et dans un périmètre réduit.

Afin de limiter l'exposition des habitants, l'impact sur la faune pollinisatrice et sur les insectes, cette démoustication a lieu la nuit et dure généralement une heure. Seuls les professionnels dûment formés et munis d'équipements de protection individuelle (combinaison, gants, masque, lunette de protection, casque et bottes) sont autorisés à réaliser cette mission. Celle-ci peut être reportée ou annulée en fonction des conditions météorologiques. Les méthodes et les doses (0,5 grammes/hectare) utilisées ne présentent pas de risque pour la santé humaine en cas d'usage ponctuel. En effet, tous les insecticides utilisés disposent d'une autorisation de mise sur le marché. Toutefois, quelques recommandations sont à appliquer pour éviter une éventuelle irritation transitoire (picotements du nez, de la gorge ou des yeux) notamment chez les sujets sensibles (personnes âgées, enfants, asthmatiques...) ou allergiques. Avant l'intervention, les habitants sont invités à rentrer leurs linges, les aliments ainsi que les jouets se trouvant à l'extérieur. Les animaux domestiques et leurs gamelles doivent aussi être rentrés si possible. Pour protéger les animaux aquatiques et à sang froid (grenouilles, serpents, lézards *etc.*), les piscines ou autre point d'eau doivent être couverts. Durant l'opération et jusqu'à une heure après celle-ci, les habitants ne doivent pas sortir de chez eux ni ouvrir les fenêtres. Il est conseillé d'attendre trois jours avant de consommer les fruits et légumes de son potager après les avoir correctement lavés.

La plupart du temps, les techniciens pulvérisent l'insecticide depuis un véhicule (Fig.37) permettant le transport du matériel nécessaire, une diffusion en ultra bas volume (pulvérisation d'une faible quantité d'insecticide sous forme de microgouttelettes restants en suspension dans l'air) et le traitement rapide d'un large périmètre. Certaines zones telles que les jardins des propriétés privées sont parfois non accessibles par le véhicule. Les techniciens utilisent donc des appareils manportés afin de traiter tous les gîtes de repos du moustique (Fig.38). Il existe

également des contraintes pour la réalisation de cette démoustication. Elle ne doit pas avoir lieu proche d'un cours d'eau ni à proximité de ruches ou de parcelles d'agriculture biologique afin de limiter la nuisance environnementale (risque de contamination des cours d'eau). Du fait du caractère anthropophile d'*Ae.albopictus*, il n'est pas possible d'intervenir par voie aérienne au-dessus des habitations.



**Figure 37** : Véhicule pulvérisant l'insecticide (122)



**Figure 38** : Exemple d'intervention par les agents de démoustication (122)

Cette démoustication n'est pas une solution antivectorielle durable puisqu'elle n'a pas pour but d'éradiquer le moustique tigre. En effet, les traitements utilisés agissent uniquement sur les moustiques tigres adultes et n'ont donc aucune action sur les œufs et les larves. Il est donc tout à fait possible que de nouveaux moustiques naissent juste après une action de démoustication si des gîtes larvaires sont encore présents et ce peu importe l'intensité du traitement opéré. Les moustiques sont également capables de recoloniser une zone dans un délai de 10 jours suivant une action de

démoustication. Étant très anthropophiles, l'usage récurrent de ces insecticides à proximité des logements n'est pas non plus envisageable.

De plus, le recours répété à ces traitements expose à un risque de résistances des moustiques et donc un risque d'inefficacité des molécules. Ce risque pourrait porter préjudice en cas d'épidémies. (123) (124) (125) Les résistances peuvent se manifester de plusieurs façons : la cible de l'insecticide peut mutée, la cuticule du moustique peut devenir imperméable et empêcher le produit d'atteindre sa cible. Il existe aussi un risque de résistance métabolique où le moustique élimine la molécule (surproduction d'enzymes détoxifiantes (cytochromes P450, glutathion S-transférases, carboxylestérases, *etc.*) capables d'éliminer l'insecticide), ou encore une résistance comportementale où le moustique évite tout contact avec le produit. Celles-ci sont héréditaires c'est-à-dire transmises à la descendance. De plus, le Docteur Fabrice Chandre alerte sur l'apparition inévitable de résistances en Hexagone puisque des gènes de résistance ont d'ores et déjà été découverts en Italie et en Grèce chez *Ae.albopictus*. La pression de sélection augmente d'autant plus que le produit est utilisé. Des récentes études ont également montré la présence de ces gènes chez certains moustiques tigrés présents en région PACA. (126) (127)

### 1.1.3.2. Insecticides adulticides

Les insecticides utilisés contiennent un pyréthrianoïde ou des pyréthrines naturelles. Ils ne sont pas spécifiques aux moustiques adultes et peuvent donc toucher l'ensemble des arthropodes terrestres et aquatiques environnants tels que les abeilles, les papillons ou encore les crustacés. L'impact sur la flore est quant à lui indirect par une réduction de la population d'insectes pollinisateurs et par conséquent de la reproduction des plantes à fleurs. (125)

Actuellement, la deltaméthrine, commercialisée par Bayer (Aqua K-Othrine®) est l'adulticide le plus utilisé pour la démoustication contre les moustiques du genre *Aedes*. Il est aussi le seul à ce jour autorisé dans l'Union européenne.

Les autres insecticides à base d'organophosphorés (malathion et fénitrothion), bien qu'actifs, sont strictement interdits d'utilisation dans l'Union européenne à cause d'une action toxique trop large sur les insectes.

Le challenge de la démoustication repose donc surtout sur une diversification des molécules possédant des mécanismes d'actions différents et un développement de nouveaux moyens de lutte antivectorielle. La diversification des molécules est toutefois compliquée. Quelques molécules sont à l'étude telles que le chlorfénapyr (pyrrole) et la cyperméthrine. En effet, il n'existe pas d'alternative à la deltaméthrine à ce jour et les insecticides représentent un petit domaine de la lutte antivectorielle pour les entreprises. Économiquement, la recherche de nouvelles molécules n'est pas vraiment rentable. De plus, la réglementation européenne, très lourde, décourage ces entreprises à s'engager dans des recherches. (126)

## 1.2. Problématique de l'urbanisme

Certains aménagements urbains peuvent être sources de nuisances liées au moustique tigre. En effet, certaines constructions peuvent favoriser la stagnation d'eau, propice au développement de cette espèce.

### 1.2.1. Bassins de rétention

Ces bassins servant au stockage temporaire des eaux pluviales peuvent poser un problème dans certains cas. Les bassins souterrains présentent très souvent un fond d'eau stagnante, due soit à un exutoire trop haut ne permettant pas l'évacuation de l'eau par gravité soit d'une pompe de relevage qui n'arrive pas à récupérer le volume résiduel. La solution proposée est de vider le bassin dans son intégralité par gravité après chaque pluie. Si celle-ci n'est pas réalisable, il est possible de créer un petit puisard dans le bassin dans lequel une pompe est installée.

Pour les bassins de surface, cette solution n'est pas applicable techniquement. Il est donc possible de développer un écosystème (introduction de prédateurs de larves) à la surface de l'eau afin de réguler les populations de moustiques et d'éviter leur développement. (128)

### 1.2.2. Terrasses sur plots

D'après un rapport de l'Assemblée Nationale, le non-respect des normes d'urbanisme participe à la prolifération du moustique tigre. Par exemple, les terrasses sur plots peuvent constituer une grande source de nuisance. D'après une étude réalisée par l'EID Méditerranée, tant que les normes de construction sont respectées, ces terrasses ne constituent pas des gîtes larvaires. Toutefois en cas de non-respect, leur étude démontre que celles-ci « deviennent des véritables usines à moustiques ». (126)

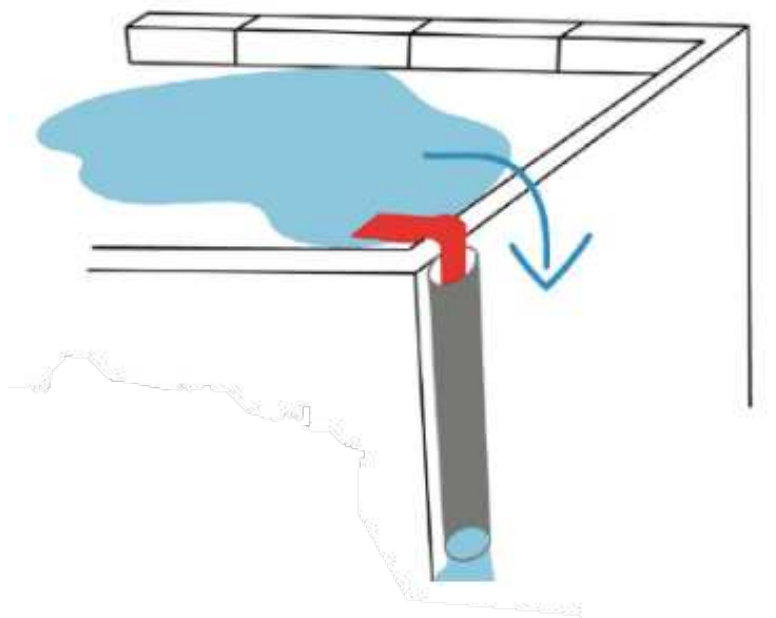
En effet, deux situations peuvent amener à la stagnation de l'eau. Celle-ci ne peut pas s'évacuer en cas de présence d'une contre pente ou en présence d'exutoires trop hauts. En effet, il suffit que l'exutoire soit surélevé de quelques centimètres pour empêcher l'évacuation de l'eau. Cette situation offre aux moustiques tigres un lieu idéal pour pondre (une eau calme dans un lieu ombragé). De plus, les dalles rendent très souvent invisibles le problème aux yeux des habitants puisqu'ils ne visualisent pas cette stagnation (Fig.39).

Pour faire face à ce problème, les constructeurs doivent s'assurer qu'une pente suffisante accompagnée de tuyaux d'évacuation au ras du sol soient installés afin que l'eau de pluie ou de lavage soit correctement évacuée. Il est également possible de mettre des évacuations verticales traversant la dalle en plus des trop-pleins.

D'autres solutions existent comme la mèche drainante. Celle-ci est à installer sur la surface de la terrasse et permet de drainer l'eau stagnante sous les dalles par capillarité et de l'évacuer *via* les exutoires (Fig.40). La mise en place de panneaux isolants visant à recréer une pente adaptée en cas de malfaçon ou de plaques alvéolées est également une solution possible. (129)



**Figure 39** : Exemple d'une terrasse sur plots avec une stagnation d'eau sous les dalles (128)



**Figure 40** : Exemple d'une mèche drainante

### 1.2.3. Toits-terrasses

A l'instar des terrasses sur plots, ces types de toitures nécessitent que des normes de construction soient respectées. En cas de contre pente, de dépression ou de tuyaux d'évacuation positionnés trop hauts, l'eau ne s'évacue plus (Fig.41). La solution est donc la même que pour les terrasses sur plots. (128)



**Figure 41** : Exemple d'une terrasse-toit inondée (128)

### 1.2.4. Coffrets techniques

Les coffrets techniques dans le sol sont destinés à protéger les réseaux d'eau, d'électricité, des télécoms, d'assainissement, *etc.* Ce sont des coffrets en béton fermés par des plaques en fonte (Fig.42). En cas de pluie, l'eau s'infiltré dans ces coffrets et risque de stagner. Les moustiques tigres étant très petits sont capables de s'y loger.

Pour limiter leur intrusion, il est nécessaire d'installer un lit drainant sous le coffret afin que l'eau s'infiltré dans le sol et ne stagne plus. (128)



**Figure 42** : Exemple d'un coffret technique rempli d'eau stagnante (128)

### 1.2.5. Bacs de relevage

Nombreux sont les lieux où des bacs de relevage sont installés. En effet, les endroits comme les parkings souterrains, les garages en sous-sols de copropriétés ou encore les caves sont situés plus bas que le réseau d'égout. Dans ces situations, l'eau ne peut pas s'évacuer seule. Les bacs de relevage ont donc pour rôle de récupérer les eaux et de les acheminer dans le réseau d'égout. Toutefois, la pompe qui sert à refouler ces eaux n'a pas la capacité d'assécher totalement le bac. Afin de ne pas laisser d'eaux résiduelles au fond du bac, il est possible d'installer des moustiquaires inoxydables sous les grilles des bacs ou de créer un lit drainant dans le fond du bac. (128)

A ce jour, il n'existe pas encore de normes spécifiques au niveau national vis-à-vis de la prolifération du moustique tigre dans le domaine de l'urbanisme. Il est donc d'autant plus important de prendre en compte ce risque dès la conception du projet. En effet, une fois construit, il est très difficile voire impossible de supprimer les gîtes larvaires. Afin de diminuer le risque lié à cette espèce, il convient de former les professionnels du secteur que sont les architectes, ingénieurs ou encore les paysagistes vis-à-vis de cette problématique. Il pourrait être intéressant d'adapter les plans locaux d'urbanisme (PLU) mais aussi les cahiers des charges. Ceci permettrait de réglementer les différents aménagements urbains tels que les toits-terrasses. (118)

## 2. Prévention individuelle

La lutte antivectorielle passe également par l'éviction des piqûres. Pour cela, plusieurs moyens sont mobilisables : répulsifs cutanés, vêtements et moustiquaires. Ces recommandations concernent à la fois les résidents métropolitains et les voyageurs à destination de pays où les arboviroses circulent. Celles-ci sont particulièrement efficaces lorsqu'elles sont associées à l'élimination des gîtes larvaires. Il est aussi primordial de se protéger des piqûres dans les zones colonisées par *Ae.albopictus*.

### 2.1. Répulsifs cutanés

Pour rappel, la femelle moustique tigre pique la journée avec une prédominance en début et fin de journée. Il est donc recommandé de se protéger des piqûres *via* l'application de répulsifs cutanés (aussi appelés insectifuges). Contrairement aux insecticides, ceux-ci n'ont pas vocation à tuer le moustique mais plutôt de l'éloigner.

L'utilisation des répulsifs cutanés est encadrée par le règlement européen n°528/2012 relatif aux biocides afin de garantir la sécurité des utilisateurs et l'efficacité des produits. Chaque substance active biocide est évaluée ainsi que les produits qui

en contiennent. Ce règlement se met en place progressivement ce qui peut expliquer l'absence d'AMM pour certains produits déjà commercialisés. Ces produits sont en cours d'évaluation. A ce jour, quatre principes actifs sont recommandés : l'IR3535 (N-acétyl-N-butyl-β-alaninate d'éthyle), le DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide), l'icaridine (Carboxylate de Sec-butyl 2-(2-hydroxyéthyl)pipéridine-1) ainsi que l'huile d'*Eucalyptus citriodora* hydratée, cyclisée (Fig.43). Toutefois malgré leur recommandation, celles-ci ne bénéficient pas toutes d'une AMM.

Les répulsifs à base de DEET disposent tous d'une AMM en France et présentent un spectre large vis-à-vis des arthropodes. Cette molécule présente toutefois un désavantage, en altérant les plastiques (branches de lunettes, bracelets de montres, tissus synthétiques, etc.). Les produits ayant des concentrations entre 30 et 50% en DEET ne sont pas indiqués chez les femmes enceintes et les enfants de moins de deux ans. A des concentrations plus faibles, ceux-ci sont utilisables chez ces populations (Fig.44).

Les répulsifs à base d'IR3535 possèdent quant à eux pratiquement tous une AMM en France. Tout comme le DEET, l'IR3535 possède une action large sur les arthropodes. Cette substance active a l'avantage d'être très peu toxique. Contrairement au DEET, celle-ci n'altère pas les plastiques et ne dégage pratiquement aucune odeur. De plus, elle est indiquée à partir de l'âge de 6 mois et chez les femmes enceintes pour une concentration d'IR3535 ne dépassant pas les 20%. A partir de 24 mois, il est possible d'utiliser des produits présentant une concentration maximale de 35% en substance active (Fig.45).

Quant aux répulsifs à base d'icaridine, ils ne possèdent pas encore d'AMM bien qu'ils soient autorisés en Europe. A des concentrations de 20 à 25%, cette molécule agit largement sur les arthropodes. Chez la femme enceinte et les nourrissons, le produit est utilisable jusqu'à une concentration maximale de 20%. Tandis qu'à partir de 2 ans, il est utilisable jusqu'à une concentration maximale de 25% (Fig.46).

Les produits à base d'huile d'*Eucalyptus citriodora* sont quant à eux toujours en cours d'évaluation. Cette huile n'est pas à confondre avec l'huile essentielle d'*Eucalyptus*. En effet, la molécule active est obtenue par transformation chimique (hydrogénation et cyclisation) du citronellal, préalablement extrait de l'huile essentielle de la plante.

Le nombre d'applications, la quantité à appliquer et la durée d'action du produit varient notamment en fonction de la concentration en principe actif, de sa composition globale (types de solvants, formes galéniques, type d'émulsion, agents filmogènes etc.) Par exemple, l'utilisation d'un solvant alcoolique permet un séchage rapide mais des applications plus nombreuses à la différence d'un solvant huileux. Il est donc important de suivre les instructions d'emploi apposées sur l'étiquette du produit et de tenir compte de l'âge de l'individu. La durée de protection varie en fonction des produits mais dure généralement de 4 à 8 heures. La durée d'action peut être réduite en cas de baignade répétée ou à cause de la transpiration.

Substance active	Concentrations courantes (1)	Concentrations minimales efficaces	Concentrations enfants	Concentrations femmes enceintes
<b>DEET</b>	30 à 50%	10 à 25%	1 an à 2 ans : 10%  A partir de 2 ans : ≥ 30%	≤ 30%, usage réservé aux zones à fort risque
<b>IR3535</b>	20 à 35%	10 à 20%	6 mois à 2 ans : 10 à 20%  A partir de 2 ans : 35%	≤ 20%
<b>Icaridine</b>	20 à 25%	10 à 20%	A partir de 2 ans : 10 à 25%	≤ 20%

(1) Concentrations couramment utilisées chez l'adulte

**Figure 43** : Récapitulatif des substances répulsives disponibles et leurs concentrations

Concernant les formes galéniques, il est préférable d'opter pour des répulsifs sous forme de crème ou de lotion. En effet, les formulations en spray exposent à un risque d'inhalation lors de leur application et sont plus difficiles à appliquer que les autres formes galéniques. Ils sont déconseillés chez les patients souffrant d'allergies respiratoires (exemple : asthme). En cas d'utilisation d'un spray, le produit doit dans un premier temps être appliqué sur les mains et ensuite réparti sur la peau.

Les répulsifs sont à appliquer sur les zones de peau découvertes, non protégées par des vêtements. Il n'est pas recommandé d'en appliquer sous les vêtements sauf au niveau des chevilles où il est autorisé d'en appliquer même en cas de port de chaussettes.

Ces produits ne doivent en aucun cas être appliqués sur peau irritée ou lésée. Il faut également éviter l'application des répulsifs autour de la bouche ou des yeux. Chez les enfants, il convient d'éviter l'application sur les mains et le visage. Chez les femmes allaitantes, aucun produit ne doit être appliqué sur les mains ou les seins.

En cas d'exposition solaire, il convient d'appliquer d'abord la crème solaire et d'attendre ensuite 20 minutes avant d'appliquer le répulsif cutané. Cet ordre d'application permet d'assurer l'efficacité des deux produits. En effet, dans le cas inverse, la protection contre les ultraviolets est réduite en raison d'une mauvaise adhésion à la peau (la crème solaire doit former un film protecteur stable à la surface de la peau), et celle du répulsif cutané également du fait d'une dilution des substances actives. De plus, il est nécessaire de renouveler l'application de répulsif après la baignade ou après toute transpiration excessive tout en respectant le nombre maximal d'application journalière.

Lorsque le risque de piquûre n'est plus présent, il est recommandé de laver à l'eau savonneuse la région cutanée sur laquelle un répulsif a été appliqué. (130)

Substance active	Concentration	NOM COMMERCIAL ET CONCENTRATION	NOMBRE MAXIMAL D'APPLICATION(S) QUOTIDIENNE(S)				
			A partir de 6 mois et tant que l'enfant ne marche pas	Dès que l'enfant marche et jusqu'à 24 mois	> 24 mois à 12 ans	> 12 ans	Femmes enceintes
<b>DEET</b> <b>(N1,N-diéthyl-m-toluamide)</b>	30 % à 50 %	Biovectrol® Tropic 2 50% (en instruction)			Posologie en fonction des indications de l'AMM	Posologie en fonction des indications de l'AMM	Utilisable Posologie en fonction des indications de l'AMM
		Bushman® répulsif (roll-on-gel, dry-gel ou atomiseur) 34% (en instruction)					
		Care Plus® anti-insect DEET spray 50% ; (en instruction)					
		Care Plus® anti-insect DEET spray 40% ; (en instruction)					
		Derm'Alpes King ® Lotion -ou Spray- insectifuge 34%; (en instruction)					
		Insect Ecran® zones infestées adultes (spray 50%) dispose d'une AMM					
		Moustifluid® zones à hauts risques (spray) 30% (en instruction)					
		Répulsif Anti-moustiques corporel Spring® 30% ; dispose d'une AMM					
		Ultrathon® répulsif insectes 34% (crème ou spray) (en instruction)					
Verotex® Antimoustique 30% ; dispose d'une AMM							

**Figure 44** : Répulsifs cutanés à base de DEET recommandés par le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) (131)

Substance active	Concentration	NOM COMMERCIAL ET CONCENTRATION	NOMBRE MAXIMAL D'APPLICATION(S) QUOTIDIENNE(S)									
			A partir de 6 mois et tant que l'enfant ne marche pas	Dès que l'enfant marche et jusqu'à 24 mois	> 24 mois à 12 ans	> 12 ans	Femmes enceintes					
<b>IR3535</b> <b>(N-acétyl-N-butyl-β-alaninate d'éthyle)</b>	20 %	Apaisyl® répulsif moustique	1	2	2	3	3					
		Aptonia® spray antimoustique										
		Bioectrol® * Famille										
		Cinq sur Cinq® * famille										
		Flash frais anti moustique Quies®										
		Kapo® répulsif corporel (spray)										
		Labell® Spray répulsif anti-moustiques										
		Marie Rose® spray Anti-moustique 2en1										
		Marie Rose® spray répulsif antimoustique 8h										
		Medicels® Spray répulsif anti-moustiques										
		Moustifluid® lotion zone tempérée										
		Moustifluid® jeunes enfants										
		Moustifluid® lingettes										
		Moustikill® spray antimoustique										
		Moustikologne® haute tolérance (lotion)										
		Moustirol® antimoustiques										
		Parazeet® Zones Tropicales Peaux Sensibles										
		Piccol® anti-moustiques										
		PicSun Antimoustiques										
		Prebutix® lait corporel répulsif										
Pyrel® lotion anti-moustiques												
SagaCaraïbes®												
Tropic lotion repulsive insectes piqueurs												
Vapo Les Botaniques® insectes (spray),												
Vendome® adultes (spray)												
Vulcano® spray anti moustiques,												
<b>IR3535</b> <b>(N-acétyl-N-butyl-β-alaninate d'éthyle)</b>	25 %	Akipik® lotion anti insectes	1	2	2	3	3					
		Cinq sur Cinq® zones tempérées (lotion),										
		Cinq sur Cinq Tropic enfants (lotion)										
		Manouka® lotion (ou roll-on) zone tropicale										
		Moustifluid® lotion haute protection zones tropicales et à risques						1	1	2	3	1
		Prébutix® gel roll'on répulsif extrême zones tropicales,										
		Prébutix® lotion répulsive zone Europe (spray, roll-on)										
	Steripan® Anti-moustiques											
	30 %	Moustifluid® zone tropicale et à risque lotion haute protection,	1	1	2	3	1					
		Moustifluid® kit de protection extrême										
		Medicels® Spray répulsif anti-moustiques tropique										
	35 %	Cinq sur Cinq®Tropic (lotion)	1	1	2	3	1					

**Figure 45** : Répulsifs cutanés à base d'IR3535 recommandés par le HCSP (131)

Substance active	Concentration	NOM COMMERCIAL ET CONCENTRATION	NOMBRE MAXIMAL D'APPLICATION(S) QUOTIDIENNE(S)				
			A partir de 6 mois et tant que l'enfant ne marche pas	Dès que l'enfant marche et jusqu'à 24 mois	> 24 mois à 12 ans	> 12 ans	Femmes enceintes
KBR3023 (Carboxylate de Sec-butyl 2-(2-hydroxyéthyl) pipéridine-1 / Icaridine)	20 %	Centaura® (spray)	⊘	⊘	2	2	3
		Insect écran® répulsif peau enfant ou famille					
		Moskito guard® (spray)					
		Répuls'Total® (émulsion)					
		Apaisyl® répulsif moustiques haute protection					
		Autan® Protection Plus lotion					
		Autan® active spray					
		Doctan® classique					
	Skin2P Body®						
	Insect Free®						
	25 %	Insect Ecran® spécial tropiques (spray)	⊘	⊘	2	3	⊘
		Moustidose® lait répulsif famille (lait)					
		Moustikologne® protection extrême (lotion)					
		Prebutix®, lotion répulsive spécial voyageurs					
Doctan® ultra							
Mousticologne® special zones infestées (lotion)							

**Figure 46** : Répulsifs cutanés à base d'icaridine recommandés par le HCSP (131)

## 2.2. Vêtements

Pour faire face aux moustiques et en particulier aux *Aedes*, en extérieur, il est recommandé de porter des vêtements couvrants. Ceci permet de diminuer le nombre de piqûres, réduisant à la fois le risque de nuisance liée à la réaction locale et le risque de transmission de pathogènes.

Par vêtements couvrants, on entend des vêtements longs et amples afin de créer une barrière physique et de limiter l'exposition de la peau nue. Les hauts à manches longues, les pantalons larges et les chaussures fermées sont donc à privilégier. (130) Les moustiques sont en effet capables de piquer à travers des vêtements serrés et ce même si le vêtement est épais. Le moustique est tout à fait capable de piquer à travers un jean, c'est pourquoi les vêtements doivent être amples. On estime notamment que 40% des piqûres de moustiques ont lieu à travers un vêtement. (132)

Concernant la couleur des vêtements, les moustiques sont davantage attirés par les couleurs sombres (noir, bleu marine, etc.). Il faut donc privilégier des tenues claires (blanc, beige par exemple).

D'après les dernières recommandations sanitaires du Haut Conseil de la santé publique, l'imprégnation des vêtements par des insecticides à base de pyréthriinoïdes (notamment la perméthrine) n'est plus recommandée depuis 2022 en prévention des piqûres. En effet, le rapport bénéfice/risque se révèle défavorable. Cette recommandation concerne à la fois l'imprégnation manuelle des vêtements et les vêtements pré-imprégnés. Toutefois, leur utilisation peut encore être recommandée dans certaines situations d'exposition intense telles que les militaires et réfugiés n'ayant pas accès à des moustiquaire imprégnées. Selon un rapport de l'Inserm, ces

insecticides entraînent un risque pour la santé humaine, en particulier chez les femmes enceintes et les enfants. Ces produits exposeraient notamment à des risques de troubles de neurodéveloppement chez les jeunes enfants et des cancers chez les adultes, par voie cutanée via les vêtements imprégnés et par voie respiratoire. Toutefois, il existe des répulsifs à base d'IR3535, pour imprégnation des vêtements, autorisés sur le marché français pour prévenir les piqûres de moustiques. Ces produits sont autorisés dès l'âge de 12 mois. (130)

### 2.3. Moustiquaires

Même si le moustique tigre affectionne principalement la vie en extérieur, il est capable si nécessaire (en cas de recherche d'un repas sanguin par exemple) de rentrer dans les habitations. Pour éviter son intrusion, il est recommandé d'installer des moustiquaires grillagées aux fenêtres et portes destinées à être ouvertes la journée.

Concernant les bébés, une moustiquaire est recommandée autour du berceau mais aussi lors des balades à l'extérieur au-dessus de la poussette. Cette solution est la plus efficace pour la prévention des piqûres pour les enfants avant l'âge de la marche. Une moustiquaire autour du lit d'un patient virémique alité est aussi conseillée. (133)

Contrairement aux zones impaludées, il n'est pas forcément recommandé d'imprégner les moustiquaires d'insecticides en France métropolitaine. De plus, le maillage de la moustiquaire doit être en bon état afin de garantir son efficacité étant donné la petite taille du moustique tigre. (130)

### 2.4. Moyens complémentaires

Ces solutions sont à utiliser en complément des vêtements, des moustiquaires et répulsifs cutanés. Des diffuseurs électriques ou des bombes d'insecticides peuvent être utilisés à l'intérieur des habitations si nécessaire. A l'extérieur des habitations, des serpentins fumigènes peuvent être installés. Ceux-ci ne sont en aucun cas à installer à l'intérieur des domiciles à cause de leur toxicité. Toutefois, le recours à ces dispositifs doit être réfléchi et raisonnable en raison de leur composition en pyréthrinoïdes. A l'intérieur du domicile, il convient d'éviter la diffusion d'insecticides pyréthrinoïdes dans les zones fréquentées par des femmes enceintes et les jeunes enfants. (130)

Les moustiques n'apprécient pas l'air brassé, l'utilisation d'un ventilateur ou de la climatisation peut être utile pour limiter son entrée au sein du domicile et diminuer le risque de piqûres. (133)

## 2.5. Moyens non recommandés

D'autres moyens sont très souvent plébiscités comme des solutions face aux piqûres de moustiques. Toutefois, aucune étude n'a encore démontré l'efficacité et l'innocuité de ces moyens de prévention. C'est pourquoi, en absence de confirmations scientifiques, ceux-ci sont à l'heure actuelle non recommandés. Parmi eux, on retrouve :

- les bracelets anti-moustiques
- les huiles essentielles y compris celles à base de citronnelle
- les appareils sonores à ultrasons
- la vitamine B1
- l'homéopathie
- les rubans et autocollants gluants dépourvus d'insecticide (130)

## 2.6. Que faire en cas de piqûre

Les piqûres de moustique tigre sont en général plus douloureuses que celles des autres espèces de moustiques ; elles ont tendance à occasionner des démangeaisons plus intenses et qui ne s'apaisent qu'après un temps plus long. (134)

Après la piqûre, une rougeur apparaît pratiquement instantanément. Celle-ci s'accompagne immédiatement d'une démangeaison augmentant progressivement. Cette sensation de grattage disparaît après plusieurs minutes mais peut réapparaître en cas de variations de température.

La piqûre laisse place à un bouton s'apparentant à une cloque, mesurant entre 5 millimètres et 2 centimètres. Celui-ci est plus clair que la couleur de la peau de l'individu piqué avec la présence d'un contour rouge autour du bouton. Ce halo rouge, provoqué par la réaction inflammatoire du corps en réponse à la piqûre, peut être plus ou moins grand en fonction de la sensibilité de l'individu. Cette inflammation entraîne également une sensation de chaleur et de douleur au niveau de la lésion cutanée.

La réaction inflammatoire locale est due aux molécules injectées par la femelle moustique lors de la piqûre par le biais de sa salive. En effet, afin de fluidifier le sang absorbé à l'aide de sa trompe, la femelle injecte une molécule anticoagulante. De plus, pour ne pas être repérée, elle injecte également des substances anesthésiantes. Ces substances entraînent une libération d'histamine à l'origine du prurit. (135)

Face à une piqûre, il est conseillé de nettoyer la zone à l'eau savonneuse ou d'utiliser un antiseptique afin d'éviter une infection bactérienne. Pour ne pas aggraver la lésion et favoriser une surinfection, il ne faut pas gratter la zone. Pour conserver une bonne hygiène des mains, il est conseillé de se couper les ongles courts. En cas d'allergie, de surinfection ou de symptômes évocateurs de la dengue, du chikungunya ou de la fièvre Zika, l'individu est invité à consulter un médecin. (136)

L'application de froid apaise le prurit en induisant une vasoconstriction. Il faut toutefois veiller à ne pas exposer la peau nue directement au froid (risque de brûlure) mais utiliser un tissu tel qu'un torchon pour envelopper la glace. Le temps d'application ne doit pas dépasser 15 minutes et l'opération peut être répétée plusieurs fois durant la journée. De plus, il est possible de se procurer en pharmacie sans ordonnance une crème à base d'antihistaminiques, d'anesthésiques locaux ou encore d'un dermocorticoïde d'activité faible (hydrocortisone), destinée à calmer les démangeaisons associées (Fig.47). (137) Pour les jeunes enfants, il existe également des crèmes à base de bisabolol, de réglisse, d'aloë vera aux propriétés apaisantes et d'huile d'amande douce et de beurre de karité aux propriétés hydratantes.

Produits	Principe actif
Cortapaisyl® crème	0,5% d'hydrocortisone (dermocorticoïde)
Cortisédermyl® crème	0,5% d'hydrocortisone (dermocorticoïde)
Apaisylgel® gel	Isothipendyl chlorhydrate (antihistaminique)
Sédermyl®	Isothipendyl chlorhydrate (antihistaminique)
Onctose Hydrocortisone®	Hydrocortisone acétate, lidocaïne chlorhydrate, méfénidranium méthylsulfate (association dermocorticoïde + anesthésiant + antihistaminique)

**Figure 47** : Exemples de traitements locaux contre les démangeaisons occasionnées par les piqûres de moustiques (138)

Si l'application de ces crèmes ne permet pas un soulagement du prurit, il est possible de prendre un antihistaminique par voie orale (cétirizine, loratadine, desloratadine, etc.). (138)

Pour une solution plus naturelle, le prurit peut être soulagé par l'application d'une à deux gouttes d'huile d'essentielle de lavande aspic sur la piqûre. Grâce notamment à ses propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques et cicatrisantes, elle apaise les symptômes généraux de la piqûre. Toutefois, il convient de bien respecter les précautions d'emploi avant toute utilisation. (139)

## B. Éducation et information du grand public

### 1. Acteurs et moyens

Le contrôle du moustique tigre nécessite une mobilisation sociale de l'ensemble des citoyens. Face aux défis que présente cette espèce, celle-ci est plus que nécessaire. Dorénavant implanté sur le territoire métropolitain, *Ae.albopictus* oblige les citoyens français à s'adapter et à cohabiter avec l'espèce. Comme évoqué précédemment, le rôle de chacun est crucial. Cette cohabitation passe notamment par la participation des citoyens aux actions de prévention : protection individuelle contre les piqûres de moustiques et destruction des gîtes larvaires dans l'environnement proche. Le contrôle du moustique tigre ne peut en aucun cas reposer uniquement sur

les actions des pouvoirs publics et le succès des actions de prévention dépend de l'implication des citoyens.

Une telle mobilisation nécessite la mise en place d'outils et de moyens adaptés afin de garantir une participation active et durable de la part de tous. Pour cela, il convient d'adapter les stratégies de communication et les actions de sensibilisation aux différentes échelles notamment au niveau local.

Cette communication vers le grand public se déploie à plusieurs échelles. A l'échelle nationale, celle-ci est encadrée par Santé Publique France, le Ministère de la Santé et l'ANSES. Les ARS s'occupent quant à elles de relayer les messages de santé publique tout en les adaptant à la spécificité de leurs territoires et de mettre à disposition des ressources personnalisables pour les collectivités locales. Les ententes interdépartementales de démostriction (EID) se chargent de faire le lien entre les ARS et l'échelle locale. Finalement, cette communication à l'échelle locale repose sur divers acteurs parmi lesquels on retrouve notamment les mairies, le système éducatif (écoles, collèges, etc.), les officines et cabinets médicaux, les associations de quartier ou encore les regroupements de communes comme Esterel Côte d'Azur Agglomération.

Afin de toucher un maximum de personnes, ces campagnes d'information nécessitent de recourir à plusieurs canaux et outils de communication. Il s'agit de communiquer *via* la presse écrite et les affichages (affiches, panneaux lumineux dans les villes, stickers, *flyers*, etc.), *via* des spots radio et télévisés, ainsi que *via* les sites internet et les réseaux sociaux. Cette diversification des canaux permet notamment de viser différentes tranches d'âge.

## 2. Exemples d'outils

Les ARS mettent notamment à disposition des *checklists* concernant les actions à mettre en place pour lutter contre le moustique tigre. L'ARS Auvergne-Rhône-Alpes en collaboration avec l'EID Rhône-Alpes en ont établi plusieurs dont une généraliste, et d'autres plus ciblées à certains lieux (habitat collectif, campings, jardins partagés ou cimetières) (Fig.48).(140)

## CHECK LIST DES BONS GESTES

### CIMETIÈRES

Pour limiter les nuisances du moustique tigre

## Adoptons les bonnes pratiques, pas le moustique !


**JE RETOURNE**  
TOUS LES RÉCEPTACLES POUR ÉVITER DE CONSERVER DE L'EAU QUI PERMETTRA LE DÉVELOPPEMENT DES LARVES DE MOUSTIQUES

- Arrosoirs, toujours stockés à l'envers
- Coupelles, soucoupes et vases non utilisés

**JE REMPLIS DE SABLE**

- Pots, vases, coupelles
- Réceptacles dans les pierres tombales

**JE JETTE**  
LES POTS ET CONTENANTS USAGÉS ET CEUX NON UTILISÉS



## CHECK LIST DES BONS GESTES

Le moustique tigre qui vous agace est né chez vous ou pas loin ; il se déplace peu, dans un rayon de 150 m !  
La solution : supprimer ses lieux de ponte

### Adoptons les bonnes pratiques, pas le moustique !

**JE VIDE**  
1 FOIS PAR SEMAINE TOUS LES RÉCEPTACLES POUR ÉVITER LES EAUX ACCUMULÉES

- Coupelles, cache-pots
- Gamelles pour animaux domestiques
- Pieds de parasols et décorations de jardin
- Bâches de mobiliers de jardin, de piscines
- Seaux, arrosoirs et bidons divers
- Jouets, pluviomètres

**JE RANGE**  
À L'ABRI DE LA PLUIE ET/ OU DES ARROSAIRES

- Outils de jardinage, brouettes
- Seaux et arrosoirs, poubelles
- Cendriers

**J'ENTRETIENS RÉGULIÈREMENT**

- Bassins d'agrément
- Pompes de relevage, regards et bornes d'arrosage
- Piscines (dosage du chlore et bon fonctionnement du système de filtration)
- Siphons d'éviers extérieurs et de fontaines
- Bondes d'évacuation extérieures

**JE COUVRE**  
DE FAÇON HERMÉTIQUE OU À L'AIDE D'UN VOILE ANTI-INSECTES À MAILLES FINES

- Récupérateurs d'eau de pluie ou cuves
- Fûts divers


**J'AMÉNAGE**  
POUR ÉVITER LA STAGNATION D'EAU

- Regards à l'aplomb des descentes de cheneaux

**JE JETTE**  
TOUS LES OBJETS ABANDONNÉS DANS MES EXTÉRIEURS


- Récipients inutilisés
- Encombrants
- Déchets de chantier
- Pneumatiques usagés













- Remplissez vos coupelles avec du sable ou des billes d'argile.
- Mettez des poissons dans vos bassins d'agrément, qui consommeront les larves de moustiques tigres.
- Utilisez un ventilateur pour créer un flux d'air qui éloignera les moustiques tigres.
- Dès qu'il pleut, pensez à passer en revue cette check list.

PARLEZ-EN AVEC VOS VOISINS



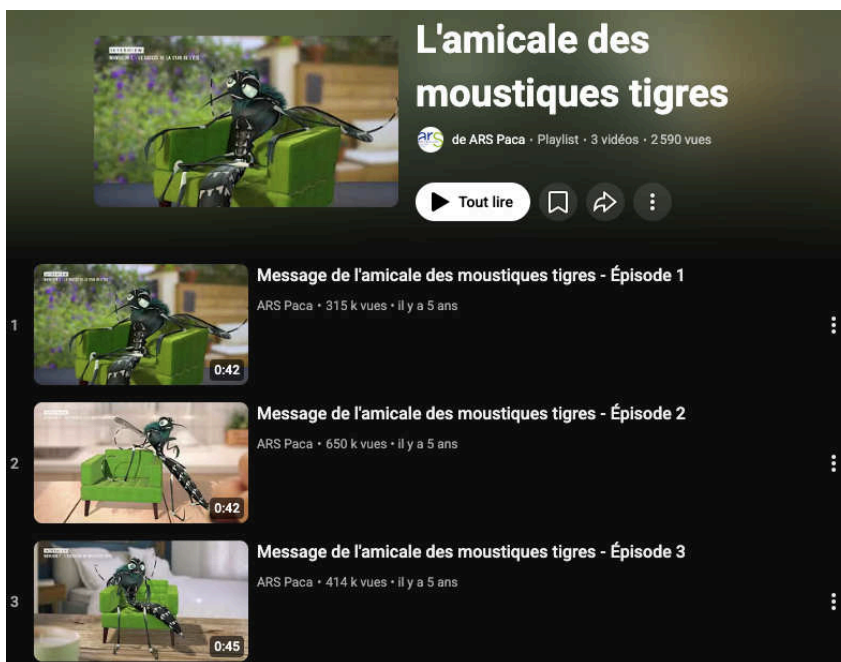
SE PROTÉGER DU MOUSTIQUE TIGRE, C'EST L'AFFAIRE DE TOUS ET DE CHACUN  
[www.agrimoustique.fr](http://www.agrimoustique.fr)

**Figure 48** : Exemples de *checklists* des bons gestes à adopter (140)

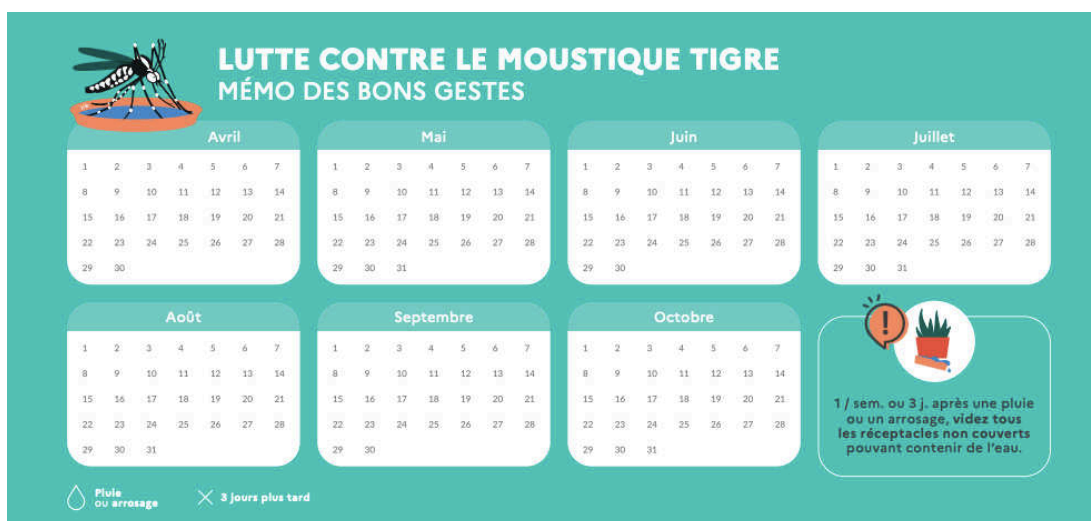
Les communes disposant de panneaux lumineux ont la possibilité de diffuser des messages de prévention, (Exemple de message possible à publier : « COMBATTONS LE MOUSTIQUE TIGRE ! Ne le laissons pas s'installer en/à (préciser le lieu) ! Adoptons les bons gestes : Couvrez, Jetez, Videz tous les récipients contenant de l'eau PAS D'EAU = PAS DE MOUSTIQUES ! ») (140)

L'ARS PACA propose également trois vidéos explicatives sur le moustique tigre destinées à être diffusées sur les réseaux sociaux (Fig.49). (141) (142) Leurs sites internet respectifs permettent également un accès continu à l'ensemble des ressources facilitant la transmission d'informations vers les générations actuelles qui sont très connectées. L'ARS Auvergne-Rhône-Alpes a notamment participé au développement du site internet AgirMoustique.fr. Celui-ci recense différentes ressources telles que des affiches prêtes à imprimer ; des explications sur les virus transmis, leurs modes de transmission et les moyens pour se protéger des piqûres ; des illustrations sur les situations à risques et les moyens de les corriger. Le site comporte également des vidéos illustrant les gestes simples pour limiter les gîtes larvaires dans son environnement et met à disposition un calendrier permettant de

noter les jours de pluie et par conséquent indiquer les jours où l'élimination des récipients d'eau doit être réalisée (Fig.50). (143)



**Figure 49** : Chaine Youtube de l'ARS PACA relayant des informations sur le moustique tigre (142)



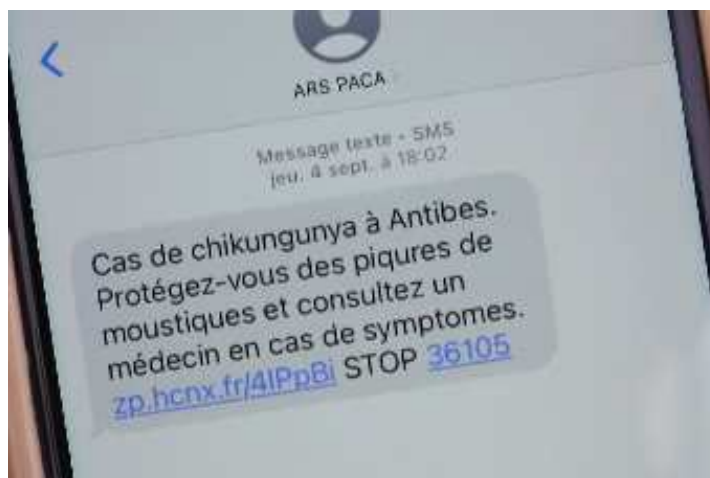


**Figure 50** : Calendrier pour aider à l'élimination des gîtes larvaires (143)

Cette mobilisation passe aussi par l'éducation des plus jeunes. En effet, en sensibilisant les enfants face au défi du contrôle du moustique tigre, la probabilité de réduire à terme les populations de moustiques augmente. En apprenant les bons gestes, ces citoyens de demain seront capables de les appliquer au quotidien et de les transmettre aux autres (notamment à leur famille). Pour cela, des interventions pédagogiques et ludiques sont mises en place dans les écoles. Un kit a notamment été développé sur ce sujet : le « Mouskit » par le CRES (Comité Régional d'Éducation pour la Santé) de la région PACA. Il est destiné aux enfants de 9 à 15 ans et a pour but d'éduquer les enfants vis-à-vis de ce moustique. Le CRES met à disposition des animateurs et divers documents dont des fiches pédagogiques avec des exemples d'activités à proposer aux élèves mais aussi des quizz ludiques. A titre d'exemple, le kit propose une activité où les plus jeunes doivent partir à la recherche des gîtes larvaires. Cette activité leur permet donc d'identifier les gîtes potentiels et de leur apprendre à les éliminer. (144) En complément de ce kit, un jeu « Le Rallye MOUSKIT » a également été créé pour les centres-aérés. Il concerne les enfants âgés de 8 à 12 ans et se présente sous la forme d'un sac à dos. Celui-ci permet de jouer par équipes (4 à 8 joueurs) et de réaliser au total 6 épreuves. A travers ce jeu, les enfants en apprennent plus sur ce moustique de façon ludique et adaptée à leur âge. (145)

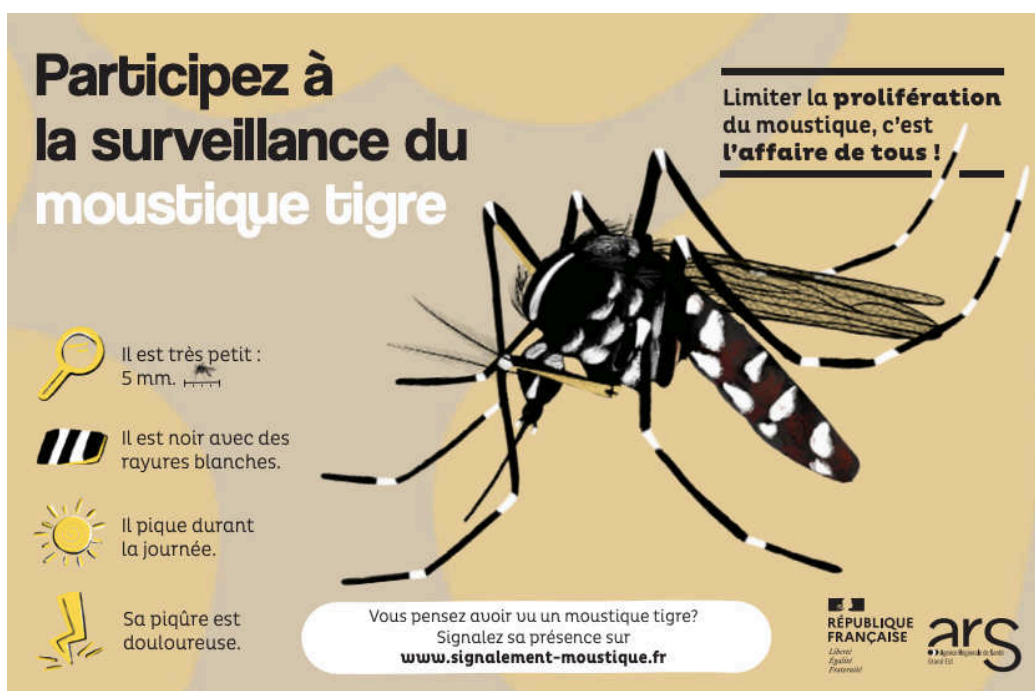
Les pharmaciens d'officine jouent un rôle très important dans la prévention vis-à-vis du moustique tigre. En effet, les pharmaciens et leurs équipes sont directement en contact avec le grand public tous les jours et peuvent donc sensibiliser directement les patients vis-à-vis des risques liés à cette espèce et leur indiquer les mesures de protection existantes. Cette communication peut se faire par le biais d'affiches, de brochures ou encore de *flyers*. Il est également possible de prévoir des sacs en papier réutilisables sur lesquels des informations pratiques de prévention seraient inscrites. Il est par exemple possible de commander des affiches issues des ARS ou encore de Santé Publique France gratuitement *via* le site du Cespharm. (146)

Les moyens de communication sont également adaptés aux situations sanitaires en cours. En effet, lors de la détection de cas de chikungunya à Antibes au cours de l'année 2025, l'ARS PACA a notamment envoyé un SMS automatisé aux habitants les incitant à se protéger des piqûres de moustiques et à consulter un médecin si nécessaire (Fig.51). (147)



**Figure 51** : SMS de prévention envoyé aux habitants d'Antibes (147)

Dans un deuxième temps, la lutte antivectorielle repose aussi sur la surveillance. Comme vu précédemment, les citoyens ont la possibilité de signaler la présence de l'espèce *via* le site dédié de l'ANSES. L'efficacité du site de signalement repose en grande partie sur la communication qui est faite autour de celui-ci. (126) (148) Pour aider au signalement, il convient d'apprendre aux citoyens à reconnaître le moustique tigre que ce soit au niveau physique ou comportemental (Fig.52). (149)



**Figure 52** : Fiche descriptive du moustique tigre incitant au signalement (149)

Concernant les voyageurs, le Ministère du Travail, de la Santé et des Solidarités recommande de s'informer des risques vectoriels ayant cours dans le pays de destination et de se protéger des piqûres de moustiques. A leur retour, les voyageurs sont invités à se protéger des piqûres de moustique pendant trois semaines pour éviter une transmission éventuelle d'un virus contracté en zone d'endémie aux moustiques tigre de France. De plus, en cas de symptômes évocateurs au retour, le voyageur doit consulter un médecin. Pour cela, Santé Publique France relaye les bons gestes à adopter en cas de départ ou de retour d'une zone à risque (Fig. 53 et 54). Ces informations sont à la fois communiquées dans les aéroports mais aussi sur le site du gouvernement ou encore dans les pharmacies ou cabinets médicaux. (150)

**VOUS PARTEZ**  
dans une région où des cas  
de **Chikungunya, Dengue ou Zika**  
ont été signalés

**PROTÉGEZ-VOUS  
DES MOUSTIQUES**

**SOYEZ PRUDENT**

Protégez-vous en adoptant les bons gestes  
pour éviter de vous faire piquer

- Vêtements amples et couvrants
- Répulsifs anti-moustiques
- Moustiquaire
- Diffuseurs électriques
- Serpentins à l'extérieur
- Climatisation

**SOYEZ ATTENTIF**

En cas de douleurs articulaires, douleurs musculaires, maux de tête, d'éruption cutanée avec ou sans fièvre, conjonctivite

Consultez un médecin et continuez à vous protéger contre les piqûres de moustiques afin de ne pas transmettre la maladie

**SI VOUS ÊTES ENCEINTE**

- Respectez les mesures de protection
- Consultez en cas de symptômes
- Assurez-vous du bon suivi de votre grossesse

Logo of the French Republic and Santé publique France.

**Figure 53** : Exemple d'affiche en cas de départ pour une zone à risque (151)



**Figure 54** : Exemple d'affiche en cas de voyage en zone à risque d'arboviroses (152)

### 3. Adhésion des citoyens

Contrairement aux résidents des DROM, un grand nombre de métropolitains considèrent encore la dengue, le chikungunya et la fièvre Zika comme des maladies strictement tropicales. En effet, une majorité ne se sent pas réellement concernée par le risque vectoriel et minimise les risques associés notamment épidémiques d'autant plus qu'à ce jour l'Hexagone n'a encore jamais connu d'épisode de ce genre. Dans les DROM ces arboviroses sont présentes en permanence et ceci depuis plusieurs années ce qui suppose que leurs habitants ont pu acquérir une bonne maîtrise du risque vectoriel et des gestes de prévention. En métropole, le moustique tigre n'est présent que durant la moitié de l'année rendant l'adhésion des citoyens plus difficile. En effet, une fois la nuisance disparue, leur perception du risque diminue également d'où l'importance d'une éducation du grand public et d'une diffusion constante de messages de prévention.

Pour une prise de conscience collective, il serait intéressant de s'appuyer davantage sur la nuisance occasionnée par le moustique tigre plus que sur le risque vectoriel afin de motiver les citoyens à s'engager dans la lutte antivectorielle concernant cette espèce. (126)

## C. Stratégies de prévention innovantes

### 1. Bactéries : *Wolbachia*, Bti

#### 1.1. Bti : larvicide d'origine biologique

*Bacillus thuringiensis israelensis* plus communément appelé Bti est une bactérie présente naturellement dans le sol. Celle-ci produit une substance active (mélange de toxines protéiques) possédant une action biocide sélective sur les larves de moustiques et de mouches. En effet, au moment de la sporulation, cette bactérie synthétise des cristaux protéiques.

Une fois ingérés par les larves de moustique ou de mouche, ces cristaux sont métabolisés en 4 toxines (Cyt1Aa, Cry11Aa, Cry4Aa et Cry4Ba) sous l'effet d'un pH alcalin et de l'action des enzymes digestives des larves. Les toxines se fixent ensuite à leurs récepteurs spécifiques au niveau du tube digestif et entraînent des perforations de la paroi intestinale provoquant ainsi la mort de la larve.

Étant très sélectif et peu rémanent, les produits à base de Bti sont les seuls utilisés en milieu naturel. En effet, le Bti ne présente pas de risque pour la santé humaine ni de toxicité pour la faune et flore non ciblée. Il est pour l'instant le seul larvicide à remplir ces critères (Fig.55). (153,154)



**Figure 55** : Exemple de traitement à base de Bti dans une zone d'eau stagnante en milieu côtier par un agent de la municipalité de Saint-Raphaël (119)

Contrairement aux insecticides de synthèse, le Bti n'engendre aucune résistance chez les moustiques à ce jour. Ceci s'expliquerait par son mécanisme d'action : la présence de 4 toxines agissant chacune sur différents récepteurs de la paroi intestinale limite le risque de résistance. Cet insecticide biologique est donc privilégié par rapport à la deltaméthrine pour la lutte préventive. Il est utilisé pour supprimer les gîtes larvaires en milieu naturel et urbain.

Le Bti est efficace à 80% et uniquement sur les trois premiers stades larvaires. De plus, son efficacité est également dépendante de la capacité des larves à ingérer ce bio-insecticide. Cette capacité d'ingestion est elle-même dépendante de plusieurs facteurs. Parmi eux, on retrouve la hauteur d'eau qui si elle est trop élevée ou trop faible ne permet pas une exposition adéquate au produit. La présence d'une végétation dense à la surface de l'eau peut aussi limiter l'imprégnation du produit. En effet, les larves se nourrissent à la surface de l'eau, il est donc important que le Bti y soit présent pour être efficace. Les larves absorbent plus lentement le produit si la température de l'eau est basse (inférieure à 10°C). (155)

Malgré une nette efficacité sur les larves, le Bti n'est pas une solution à long terme. Le mode de vie du moustique tigre est un obstacle à cette technique de lutte. De plus, le Bti n'agit pas sur tous les stades, notamment les œufs en diapause dans les milieux asséchés. En effet, la multiplicité des gîtes larvaires rend difficile les traitements sur des grandes zones. Pour atteindre l'entièreté de ces gîtes, il faudrait avoir recours à des pulvérisations massives par voie aérienne. (126)

## 1.2. Wolbachia

Dans le cadre du *World Mosquito Program* aussi appelé WMP (programme de lutte contre les maladies transmises par les moustiques) porté par l'Université Monash en Australie, des chercheurs utilisent des techniques innovantes pour lutter contre les arboviroses. Parmi ces innovations, ils ont notamment utilisé la bactérie *Wolbachia*. (156)

Initialement découvert chez *Culex pipiens*, *Wolbachia* est un genre de bactéries intracellulaires et symbiotiques infectant naturellement plus de 50% des espèces d'insectes, en particulier les moustiques. Ce genre contient plusieurs souches de bactéries, dont certaines sont particulièrement intéressantes pour bloquer la transmission des arbovirus, telles que *wMel*, *wAlbB* ou encore *wMelPop*.

Vis-à-vis de l'Homme, cette bactérie ne présente pas de risque puisque celle-ci n'est pas capable de l'infecter. Chez les moustiques, elle infecte les cellules reproductrices et est capable d'induire un phénomène d'incompatibilité cytoplasmique à l'origine d'une stérilité conditionnelle.

Lorsqu'un mâle est infecté par la bactérie et qu'il s'accouple avec une femelle qui ne l'est pas, ses œufs n'éclosent pas entraînant la mort des embryons. Dans le cas inverse et lorsque les deux sexes possèdent *Wolbachia*, ses œufs éclosent normalement et les descendants posséderont tous la bactérie. La bactérie n'étant

transmise aux générations suivantes que par la mère *via* les œufs, les femelles infectées présentent donc un avantage reproductif favorisant l'infection des descendances par *Wolbachia*. (156) (157)

Or, ce phénomène constitue une piste de lutte contre les arboviroses. En effet, les recherches du WMP ont montré que l'infection d'*Aedes aegypti* par cette bactérie diminuait fortement la capacité du vecteur à transmettre les virus de la dengue, du chikungunya et le virus Zika. Cette espèce de moustique n'est naturellement pas infectée. En présence de *Wolbachia*, le virus n'est pas capable de se multiplier dans les glandes salivaires. En cas de piqûre, l'Homme ne sera donc pas infecté par ces arbovirus. (158)

En collaboration avec la ville et l'Institut Pasteur de Nouméa en Nouvelle-Calédonie, le WMP a notamment réalisé des lâchers de moustiques porteurs de cette bactérie chaque semaine pendant 10 à 20 semaines, permettant ainsi de diminuer progressivement la transmission de la dengue dans cette région du monde. Pour ce faire, la bactérie a été introduite dans les œufs d'*Aedes aegypti* puis les adultes porteurs de la bactérie ont été relâchés. Avec le temps, *Wolbachia* a été transmise naturellement *via* les œufs chez les moustiques permettant de réduire durablement leur capacité à transmettre les arbovirus. (156)

Ce phénomène présente un avantage pour la lutte contre *Ae.albopictus*. Contrairement à *Aedes aegypti*, le moustique tigre est naturellement infecté par deux souches de *Wolbachia* : wAlbA et wAlbB. Chez *Ae.albopictus*, ces souches peuvent diminuer la transmission du virus de la dengue sans toutefois bloquer totalement sa réplication, ce qui pourrait expliquer que le moustique tigre est un vecteur moins compétent pour la transmission de la dengue. Concernant le virus du chikungunya, ces souches naturelles n'entraînent pas de diminution significative de la transmission pouvant expliquer que le moustique tigre demeure un vecteur compétent pour ce virus. Finalement, ces observations suggèrent qu'il pourrait être utile d'introduire des souches de *Wolbachia* plus adaptées capables d'induire un blocage plus important de la transmission des arbovirus. (159)

En réduisant les populations de moustiques et en limitant leur compétence vectorielle, cette méthode représente une solution alternative aux moyens de lutte classique. Cette technique de lâchers de moustiques infectés par *Wolbachia* ne présente pas de risque pour l'environnement. En effet, celle-ci n'a pas d'impact sur les autres espèces de diptères et n'entraîne pas de destruction massive de la population de moustiques. Elle présente l'avantage d'être durable dans le temps et de s'autoentretenir puisqu'elle ne nécessite pas de traitement répété. (156)

## 2. Organismes génétiquement modifiés

### 2.1. Technique du forçage génétique

Parmi les autres techniques innovantes, celle de la transgénèse est encore en cours d'étude dans le domaine de la lutte antivectorielle. Aussi appelée la technique du forçage génétique, celle-ci se base sur une autre technique découverte en 2012 : le ciseau moléculaire CRISPR/Cas9. Ce système permet de supprimer un ou plusieurs gènes et de le remplacer par une nouvelle séquence de nucléotides de façon spécifique et précise. Ce système permet également une transmission de ces modifications à toute la descendance.

A Strasbourg, le chercheur Éric Marois tente à l'aide de ce ciseau de modifier génétiquement les moustiques tigres pour *in fine* contrôler leurs populations et limiter la transmission des arboviroses. Celui-ci envisage deux possibilités.

La première consiste à transformer les femelles moustiques tigres en mâles. Pour cela, il faudrait introduire chez les femelles un gène masculinisant afin qu'il s'insère dans leur génome et s'exprime. En effet, la détermination du sexe mâle chez les moustiques tigres est uniquement déterminée par la présence d'un seul gène masculinisant. De plus, ce transgène dit invasif est capable de se propager rapidement aux générations suivantes en se transmettant aux chromosomes ne le possédant pas encore. La descendance issue de ces moustiques transgéniques sera alors progressivement masculine. En l'absence de femelles, la reproduction n'est plus possible, ce qui conduirait à l'extinction progressive de la population de moustiques tigres.

La deuxième option consiste quant à elle à rendre stérile la descendance. L'idée est d'utiliser le système CRISPR/Cas9 pour muter un gène intervenant dans la fertilité des femelles. Pour cela, il convient d'introduire cette mutation chez les mâles. Lors de la reproduction, si les filles héritent de cette mutation, elles deviendront stériles. Dans cette technique, il n'est pas question d'extinction rapide de la population mais plutôt d'une réduction progressive car la mutation ne se transmet pas parfaitement à tous les individus. (160)

### 2.2. Technique RIDL “Release of Insects carrying a Dominant Lethal gene”

Contrairement à la précédente technique, celle-ci consiste à libérer des insectes portant un gène létal dominant. L'introduction de ce gène chez des moustiques mâles permet son transfert à la descendance après accouplement avec une femelle sauvage. En laboratoire, ces mâles modifiés sont élevés en présence de tétracycline empêchant l'expression du gène létal pendant leur développement et leur permet de se développer normalement jusqu'au stade adulte. Une fois dans la nature, les mâles

survivent donc en l'absence de tétracycline. Ce gène ne va s'activer que chez les descendants mâles et femelles (en raison de l'absence de tétracycline au stade embryonnaire) entraînant leur mort avant qu'ils n'atteignent l'âge adulte. Contrairement à la technique du forçage génétique, celle-ci nécessite de répéter fréquemment des lâchers car il n'y a pas d'auto-propagation du gène modifié : le gène n'est pas transmis durablement dans la population car les descendants meurent avant de se reproduire. (161)

Cette technique de manipulation génétique chez le moustique tigre a déjà été expérimentée en Floride. Toutefois, celle-ci n'a pas été acceptée socialement. En effet, la population environnante a fait part de ses craintes concernant l'impact de cette technique sur la biodiversité et sur la chaîne alimentaire. De plus, une expérimentation de la technique au Brésil sur *Aedes aegypti* a suscité des controverses car certains descendants ont finalement survécu provoquant donc une fuite du gène modifié dans la population sauvage. (162)

### 3. Technique de l'insecte stérile (TIS)

Cette technique s'inspire de celle mise en place en agriculture pour lutter contre les insectes nuisibles. Celle-ci consiste à relâcher dans la nature des moustiques mâles préalablement stérilisés par irradiation (rayons X). Une fois relâché, le mâle stérilisé recherche une femelle sauvage pour s'accoupler (pour rappel celle-ci ne peut s'accoupler qu'une seule fois au cours de sa vie). Après accouplement, la femelle produit des œufs vides mettant fin au cycle de reproduction (Fig.56). Cette technique de lutte biologique permet de diminuer progressivement la population de moustiques. Contrairement aux insecticides, la TIS a l'avantage d'être spécifique, respectueuse de l'environnement et ne présente pas de risque pour la santé humaine puisque le moustique mâle ne pique pas et ne transmet pas de maladies. (163)

Initialement, cette technique fut expérimentée à La Réunion par l'IRD (Institut de recherche pour le développement). Cette phase d'essai avait démontré que le recours à la TIS avait permis de diminuer de 60% la fertilité du moustique tigre dans la zone de lâchers (zone de 20 hectares). (164) Actuellement, la TIS est en expérimentation sur le territoire métropolitain. Parmi les villes en expérimentation, Montpellier expérimente la TIS dans le quartier de Malbosc. Une première phase à visée préparatoire s'est tenue d'août à octobre 2025 avec plusieurs lâchers de moustiques tigres mâles stériles depuis des drones (environ 1 à 2 lâchers par semaine). Pour réaliser ces lâchers, la ville de Montpellier a fait appel à la société Terratis pour élever ces moustiques et par la suite les irradier afin de les rendre stériles. Afin de suivre l'efficacité de ces méthodes, des pièges ont été mis en place pour étudier la densité des moustiques ainsi que la stérilité des œufs. Une seconde session de lâchers aura lieu dès avril 2026. Les premiers résultats de cette expérimentation seront connus courant 2026. (165) De plus, cette même entreprise a également procédé aux lâchers de mâles stériles marqués par une poudre fluorescente. Ces mâles marqués ont ensuite été recapturés afin de connaître avec précision leur répartition après leur

libération dans l'environnement. Ce marquage permet d'affiner et améliorer les prochains lâchers. En finalité, la TIS permettrait de réduire de 70% la reproduction des moustiques tigres dès la première année de mise en place puis de 90% à partir de la deuxième année. Pour obtenir une efficacité notable et durable, il convient de réaliser des lâchers de façon répétée (en général de mai à octobre) qui libèrent un grand nombre de moustiques mâles stériles. (166) La technique de l'insecte stérile constitue donc une solution non polluante, complémentaire et durable dans la lutte intégrée contre le moustique tigre.



**Figure 56** : Résumé de la technique de l'insecte stérile appliquée au moustique tigre (167)

A l'initiative du Cirad (Centre de coopération internationale de recherche agronomique pour le développement) et en partenariat avec l'IRD, le projet OpTIS est en cours d'expérimentation à La Réunion dans la ville de Saint Joseph sur une surface totale de 200 hectares. Cet essai a pour but d'étudier l'efficacité de cette technique à grande échelle sur la réduction des populations de moustiques tigres et sur la réduction de la transmission des arboviroses (dengue et chikungunya) ainsi que l'impact environnemental (notamment sur la faune non-cible) et sociétal de celle-ci. Ce projet repose sur la TIS renforcée où le moustique tigre mâle stérile relâché est également

imprégné d'une très faible quantité d'un larvicide : le pyriproxifène (très actif à des doses très faibles). Ce larvicide ne cible que les moustiques et a pour but de bloquer le développement des larves. En effet, ce larvicide est véhiculé aux femelles lors de l'accouplement qui elles-mêmes le transféreront aux gîtes larvaires. Pour ce faire, 60 000 mâles stériles ont été relâchés chaque semaine durant l'hiver austral 2025. A terme, si ce modèle est applicable et efficace à grande échelle, des phases d'essais pourraient voir le jour en France métropolitaine. (168)

#### 4. Technique d'auto-dissémination

Cette méthode est une expérimentation menée par l'EID Méditerranée consistant à rendre le moustique tigre lui-même acteur de la lutte antivectorielle. A travers le projet AUTODIS, cette technique consiste à créer un gîte de ponte artificiel composé de plusieurs éléments. Une zone d'eau, séparée de la chambre de contamination par une moustiquaire empêchant le contact direct entre les deux zones, attire la femelle. En voulant s'y loger, la femelle entre en contact avec un larvicide présent sur les parois de la chambre de contamination, le pyriproxifène, présent à faible concentration. Une fois sa tentative infructueuse de rejoindre ce gîte, la femelle cherche d'autres gîtes larvaires à proximité et va par conséquent disséminer elle-même ce larvicide dans l'ensemble des gîtes visités. Ceci permettra d'agir également sur les larves provenant des pontes d'autres femelles. Cette action permet ainsi d'agir directement sur ces gîtes, même ceux qui ne sont pas accessibles par l'Homme. Cette méthode est encore en phase expérimentale mais elle montre déjà une efficacité importante : le larvicide est efficacement disséminé dans les gîtes larvaires par les femelles. Il s'agit maintenant de poursuivre les analyses scientifiques afin de mesurer l'efficacité de la méthode ainsi que les risques environnementaux associés, notamment sur les autres insectes et la faune non-cible. Un budget conséquent de 500 000 euros a été alloué pour poursuivre les tests et les analyses. (169)

# Conclusion

Inexorablement, *Aedes albopictus* poursuit sa progression vers le nord du territoire français d'années en années et ne devrait pas tarder à coloniser les 15 départements qui en sont encore indemnes. La France métropolitaine serait alors entièrement colonisée et l'ensemble des citoyens serait exposé aux risques sanitaires associés. Cette situation souligne l'importance d'une gestion sanitaire coordonnée et adaptée à chaque territoire. Celle-ci repose sur une surveillance des populations de moustiques tout au long de l'année ainsi qu'une surveillance épidémiologique, renforcée notamment pendant la période d'activité maximale du moustique tigre. La détection précoce des cas importés et autochtones demeure cruciale afin d'éviter la naissance d'une chaîne de transmission locale qui risquerait d'exposer la France à une épidémie d'arbovirose.

Les citoyens français doivent apprendre à vivre avec le moustique tigre. Dans le but de faciliter la cohabitation avec leur nouveau voisin, il est essentiel qu'ils s'impliquent dans la lutte antivectorielle et deviennent acteurs de leur santé. La sensibilisation et l'éducation du grand public constituent un défi majeur étant donné que l'élimination des gîtes larvaires reste à ce jour la solution la plus efficace et durable pour diminuer le nombre de moustiques tigres présents et, par conséquent, se protéger d'un risque épidémique. La modification des comportements individuels ainsi qu'une prise de conscience collective sont nécessaires pour limiter le nombre de gîtes larvaires d'origine anthropique. Les citoyens ne sont toutefois pas les seuls à devoir s'engager ; l'implication des professionnels du bâtiment et travaux publics est aussi nécessaire. Cette lutte participative nécessite d'être soutenue par des actions (mise en place de pièges, communication, entretien de la voirie, *etc.*) émanant des pouvoirs publics à toutes les échelles (de la commune à l'État).

Le rôle des professionnels de santé et notamment du pharmacien d'officine est primordial. Par son rôle de conseil et sa proximité avec la population, celui-ci occupe une place d'autant plus importante dans cette stratégie de lutte intégrée contre le moustique tigre. Il représente un acteur clé dans la mise en place de la prévention individuelle (conseils dispensés aux particuliers concernant les répulsifs anti-moustiques, les moustiquaires, les vêtements, *etc.*) mais également de la prévention générale à l'échelle de la population en agissant comme un relai incontournable dans la transmission de l'information sur le moustique et les maladies transmises (affiches, dépliants didactiques, *etc.*).

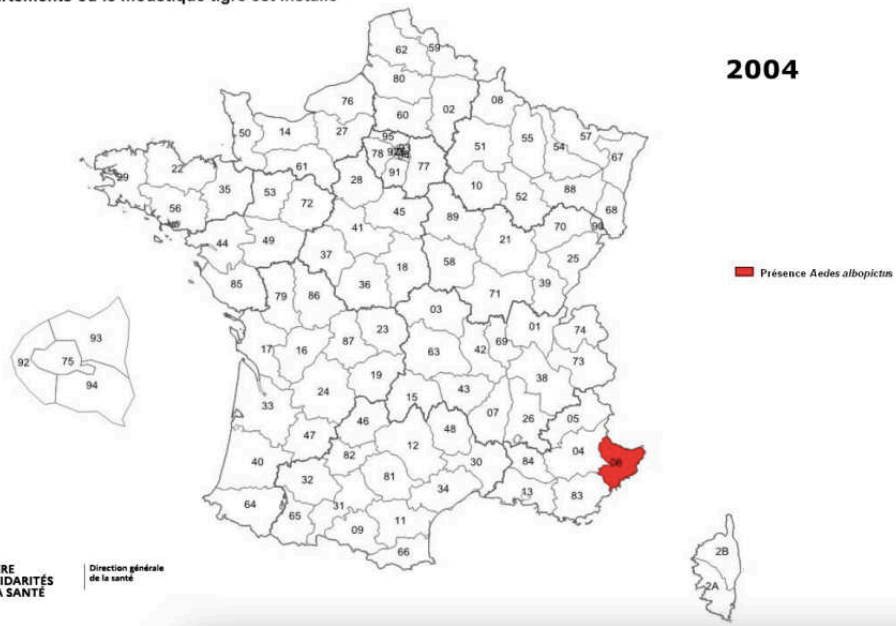
Alors qu'il ne reste plus qu'une seule molécule insecticide adulticide efficace (deltaméthrine) contre le moustique tigre, de nouvelles méthodes sont activement développées pour lutter durablement contre l'espèce. Elles s'appuient par exemple sur la dispersion dans les gîtes larvaires de moustiques du Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*). Cette solution de choix cible spécifiquement les larves de moustiques qui ingèrent le Bti et meurent par l'action biocide des toxines produites par le Bti. D'autres méthodes utilisent des organismes génétiquement modifiés. La technique de l'insecte stérile repose, quant à elle, sur le lâcher de mâles stériles. Les femelles sauvages se reproduisent avec ces mâles, et par conséquent ne produisent plus de descendance

permettant une diminution progressive des populations de moustiques tigres. Tandis que l'introduction de souches de *Wolbachia* chez *Ae.albopictus* perturbe la reproduction des moustiques et permet également de limiter leur compétence vectorielle. Largement étudiées et de plus en plus expérimentées en milieux naturels ouverts, ces méthodes semblent les plus prometteuses pour parvenir un jour au contrôle spécifique d'*Ae.albopictus* sans bouleverser l'équilibre des écosystèmes dans lesquels les insectes jouent un rôle primordial.

# Annexe 1 : Diffusion d'*Aedes albopictus* au fil des années en France métropolitaine

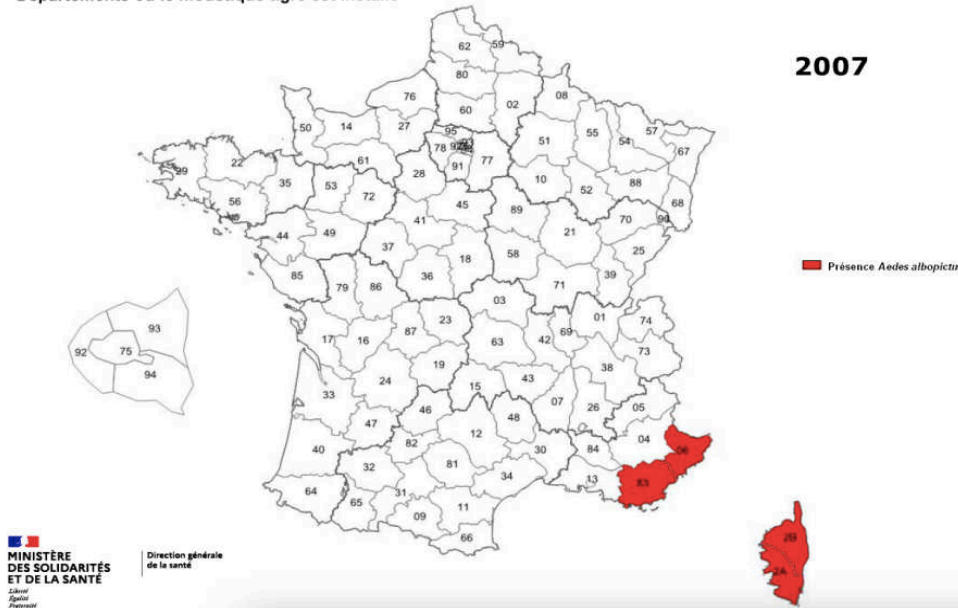
France Métropolitaine  
Départements où le moustique tigre est installé

2004



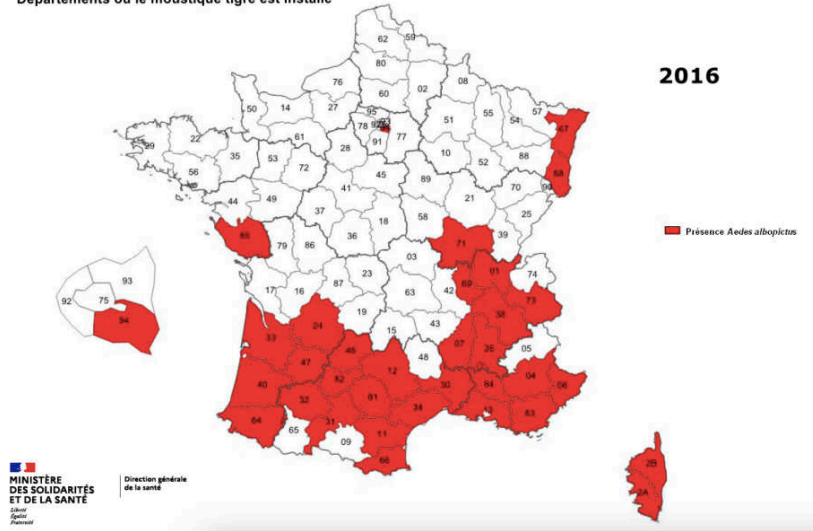
France Métropolitaine  
Départements où le moustique tigre est installé

2007

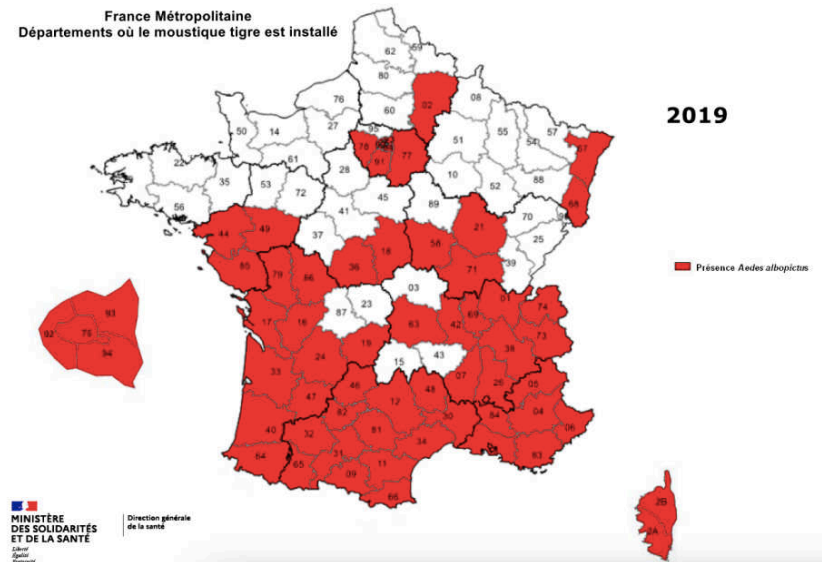




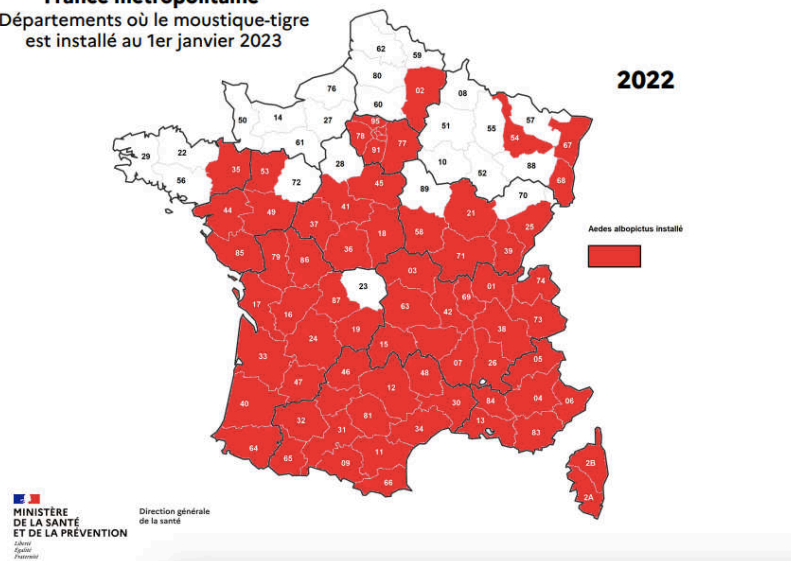
**France Métropolitaine**  
Départements où le moustique tigre est installé



**France Métropolitaine**  
Départements où le moustique tigre est installé



**France métropolitaine**  
Départements où le moustique-tigre est installé au 1er janvier 2023





# DGS-URGENT

DATE : 30/04/2025

RÉFÉRENCE : DGS-URGENT N°2025\_11

**TITRE : INDICATIONS DE LA VACCINATION CONTRE LE CHIKUNGUNYA AVEC LE VACCIN IXCHIQ SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE, DONT VACCINATION DU VOYAGEUR**

## Professionnels ciblés

Tous les professionnels

Professionnels ciblés (cf. liste ci-dessous)

Chirurgien-dentiste

Ergothérapeute

Manipulateur ERM

Médecin-autre spécialiste

Infirmier

Masseur Kinésithérapeute

Médecin généraliste

Audioprothésiste

Autre professionnel de santé

Orthopédiste-Orthésiste

Pédicure-Podologue

Opticien-Lunetier

Orthoptiste

Orthophoniste

Podo-Orthésiste

Sage-femme

Diététicien

Pharmacien

Psychomotricien

Orthoprothésiste

Technicien de laboratoire médical

## Zone géographique

National

Territorial

Mesdames, Messieurs,

Le ministère chargé de la Santé et de l'Accès aux Soins a été informé le 23 avril par l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) de la survenue de **deux événements indésirables graves à la suite de la vaccination contre le chikungunya avec le vaccin IXCHIQ du laboratoire Valneva** à La Réunion, dont un décès. Ces cas ont été détectés dans le cadre du dispositif de pharmacovigilance renforcé mis en place pour ce vaccin par les autorités sanitaires. Ce dispositif permet de signaler, d'identifier et d'analyser les éventuels effets indésirables déclarés par les professionnels de santé et les personnes vaccinées.

Compte tenu de la gravité de ces événements, la Direction générale de la santé (DGS) a saisi en urgence le 24 avril la HAS pour réévaluer les indications de vaccination contre le chikungunya par le vaccin IXCHIQ élaborées par la HAS dans le contexte épidémique à La Réunion.

Le 25 avril deux autres événements indésirables graves ont été signalés à la DGS par l'ANSM, avec des formes moins sévères que pour les 2 premiers cas, pour une personne vaccinée à La Réunion et pour une personne vaccinée en métropole avec le vaccin IXCHIQ dans le cadre d'une vaccination du voyageur. A ce jour, des investigations sont toujours en cours pour deux autres cas à La Réunion, sortis d'hospitalisation et dont l'imputabilité de la vaccination doit encore être évaluée, et un autre cas en métropole dans le cadre d'une vaccination du voyageur.

La HAS a considéré nécessaire, dès vendredi 25 avril ([Haute Autorité de Santé - Épidémie de chikungunya : utilisation du vaccin IXCHIQ à La Réunion et à Mayotte](#)), de réévaluer la balance bénéfiques/risques du vaccin IXCHIQ chez les sujets âgés de 65 ans et plus, compte tenu des incertitudes actuelles sur la sécurité de ce vaccin dans cette population et ce malgré la persistance d'une forte épidémie à La Réunion. La HAS a ainsi recommandé de **suspendre la vaccination contre le**

*Dans le cadre d'une alerte ou d'une crise sanitaire, la Direction Générale de Santé (DGS), par l'intermédiaire du Centre Opérationnel de Régulation et de Réponse aux Urgences Sanitaires et Sociales (CORRUSS), diffuse pour information des messages de sécurité sanitaire (avis, recommandations et conduites à tenir), via l'envoi de DGS-Urgent, à l'ensemble des professionnels de santé inscrits au conseil de l'ordre compétent, en conformité avec l'article L. 4001-2 de la LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé.*

**CORRUSS** – Centre opérationnel de régulation et de réponse aux urgences sanitaires et sociales

**chikungunya avec le vaccin IXCHIQ, chez les sujets de 65 ans et plus et ce sur l'ensemble du territoire français** dans l'attente de données complémentaires de pharmacovigilance, nationales ou internationales.

Conformément à l'avis de la HAS, le ministère chargé de la Santé et de l'Accès aux Soins a pris la décision de **retirer immédiatement de la cible vaccinale pour la campagne de vaccination en cours à La Réunion et à Mayotte, les personnes de 65 ans et plus présentant ou non des comorbidités. La vaccination reste ouverte pour les personnes âgées de 18 à 64 ans présentant des comorbidités.** Cette stratégie vaccinale à La Réunion et à Mayotte pourra bien évidemment être ajustée en fonction des avis des autorités scientifiques.

S'agissant des voyageurs, **la vaccination contre le chikungunya n'est pas prévue à ce jour dans les recommandations sanitaires pour les voyageurs** établies par le Haut conseil de la santé publique ([Recommandations sanitaires 2024 aux voyageurs](#)) ; ces recommandations annuelles du HCSP seront actualisées en juin prochain. Conformément à l'avis de la HAS du 25 avril, **les voyageurs de 65 ans et plus ne doivent pas se faire vacciner avec le vaccin IXCHIQ.**

Pour les personnes amenées à séjourner dans les zones où circule le virus, notamment à La Réunion et à Mayotte, il est essentiel de **se protéger des piqûres de moustiques** en portant des vêtements amples et couvrants, en utilisant des répulsifs sur la peau et des moustiquaires, et de consulter en cas de symptômes. Elles doivent appliquer ces mesures de prévention pendant toute la durée du séjour et jusqu'à 3 semaines après leur retour afin de ne pas transmettre la maladie à leur entourage.

Nous vous remercions pour la prise en compte de ces informations.

**Dr Grégory Emery**  
Directeur Général de la Santé

*Signé*

*Dans le cadre d'une alerte ou d'une crise sanitaire, la Direction Générale de Santé (DGS), par l'intermédiaire du Centre Opérationnel de Régulation et de Réponse aux Urgences Sanitaires et Sociales (CORRUSS), diffuse pour information des messages de sécurité sanitaire (avis, recommandations et conduites à tenir), via l'envoi de DGS-Urgent, à l'ensemble des professionnels de santé inscrits au conseil de l'ordre compétent, en conformité avec l'article L. 4001-2 de la LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé.*

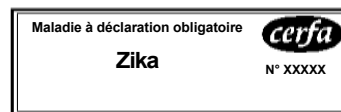
**CORRUSS** – Centre opérationnel de régulation et de réponse aux urgences sanitaires et sociales



# Annexe 4 : Fiche de notification du Zika

## République française

<b>Médecin ou biologiste déclarant (tampon)</b> Nom : Hôpital/service : Adresse : Téléphone : Télécopie : Signature :	<b>Si notification par un biologiste</b> Nom du clinicien : Hôpital/service : Adresse : Téléphone : Télécopie :
---	--



**Important:** cette maladie justifie une intervention urgente locale, nationale ou internationale. Tout cas de zika **doit être signalé immédiatement par tout moyen approprié (téléphone, télécopie...)** au médecin de l'ARS.

Initiale du nom :  Prénom : ..... Sexe :  M  F Date de naissance : \_\_\_\_\_  
 Code d'anonymat : \_\_\_\_\_ (A établir par l'ARS) Date de la notification : \_\_\_\_\_

Code d'anonymat : \_\_\_\_\_ (A établir par l'ARS) Date de la notification : \_\_\_\_\_  
 Sexe :  M  F Date de naissance : \_\_\_\_\_ Code postal du domicile du patient : \_\_\_\_\_

Confirmation biologique		Dates	Positif	Négatif	Séro-conversion	Multiplication par 4	Non faite
RT-PCR	Nature du ou des prélèvement(s)						
	Sang	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>
	Urines	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>
IgM	Autres : .....	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>
	Sang	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>
IgG	Autres : .....	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sang	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Autres : .....	___/___/___	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ZIKA
<b>Critères de notification</b> RT-PCR Zika positive sur sang, urine ou autre prélèvement (liquide cérébro-spinal, liquide amniotique, produits d'avortement...) OU sérologie positive IgM anti-Zika OU séroconversion OU multiplication par 4 du titre des IgG spécifiques

**Clinique**  
 Présence de signes cliniques  oui  non  ne sait pas  
 Si oui, date de début des signes : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Eruption cutanée <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Fièvre >38°5 <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Hyperhémie conjonctivale <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Céphalées <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Arthralgies <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Myalgies <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Douleurs rétro-orbitaires <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Œdèmes des extrémités <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Autre(s), précisez : .....	<b>FORMES COMPLIQUÉES</b> Syndrome de Guillain-Barré <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Paralyse flasque aiguë <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Méningite <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Encéphalite <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas Autre(s), précisez : .....
--	---

Pour les femmes enceintes, au moment des signes cliniques, terme en semaine d'aménorrhée (SA) : .....

**Evolution**  
 Hospitalisation  oui  non  ne sait pas Si oui, du \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ au \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
 Décès  Date de décès \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Femme en âge de procréer**, le diagnostic d'infection à virus Zika a-t-il été porté :  
 • Pendant la grossesse  oui  non  ne sait pas  
 si oui, au moment du diagnostic, terme de la grossesse en semaine d'aménorrhée (SA) : .....  
 si oui, des anomalies congénitales ont-elles été identifiées ?  oui  non  ne sait pas  
 • Lors d'une issue de grossesse  
 Avortement spontané (< 22 SA)  Nouveau-né sans vie (≥ 22 SA)  
 Interruption volontaire de grossesse (< 14 SA)  Nouveau-né vivant avec anomalies ou malformations, terme (en SA) : .....  
 Interruption médicale de grossesse, terme (en SA) : .....  Nouveau-né vivant sans anomalies ou malformations, terme (en SA) : .....

**Exposition**  
 Dans les 15 jours avant la date de début des signes (plusieurs réponses possibles) :  
 Séjour à l'étranger :  oui  non  ne sait pas  
 Si oui, précisez le(s) pays : ..... Date de retour \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
 Séjour dans un département en dehors du département de résidence principale :  oui  non  ne sait pas  
 Si oui, précisez le(s) département(s) : ..... Date de retour au domicile \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Déplacement(s)** dans les 7 jours après la date de début des signes (période virémique)  
 Séjour dans un département en dehors du département de résidence principale :  oui  non  ne sait pas  
 Si oui, précisez le(s) départements : .....

**Autre(s) exposition(s)** :  sexuelle  transfusionnelle  autre(s), précisez .....


**Autre(s) cas dans l'entourage** :  oui  non  ne sait pas Si oui, combien de cas : .....

<b>Médecin ou biologiste déclarant (tampon)</b> Nom : Hôpital/service : Adresse : Téléphone : Télécopie : Signature :	<b>Si notification par un biologiste</b> Nom du clinicien : Hôpital/service : Adresse : Téléphone : Télécopie :	<b>ARS (signature et tampon)</b>
---	--	----------------------------------

Maladie à déclaration obligatoire (Art L 3113-1, R 3113-1, R 3113-2, R 3113-5, D. 3113-7 du Code de la santé publique) - Information individuelle des personnes - Droit d'accès et de rectification pendant 12 mois par le médecin déclarant (loi du 6 janvier 1978) - Centralisation des informations à l'Agence nationale de santé publique (Santé publique France)

## Annexe 5 : Fiche de notification du chikungunya

**République française**

<b>Médecin ou biologiste déclarant (tampon)</b> Nom : _____ Hôpital/service : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____ Télécopie : _____ <b>Signature :</b> _____	<b>Si notification par un biologiste</b> Nom du clinicien : _____ Hôpital/service : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____ Télécopie : _____	Maladie à déclaration obligatoire  <b>Chikungunya</b> 12685 <b>Important :</b> tout cas de chikungunya doit être signalé immédiatement par tout moyen approprié (téléphone, télécopie...) au médecin de l'ARS.
--	--	--

Initiale du nom :  Prénom : ..... Sexe :  M  F Date de naissance : \_\_\_\_\_

Code d'anonymat : \_\_\_\_\_ (A établir par l'ARS) Date de la notification : \_\_\_\_\_

---

Code d'anonymat : \_\_\_\_\_ (A établir par l'ARS) Date de la notification : \_\_\_\_\_

Sexe :  M  F Date de naissance : \_\_\_\_\_ Code postal du domicile du patient : \_\_\_\_\_

	Date(s)	Nature du prélèvement (sang, LCR, autre)	Résultat(s)		Non faite
			Positif	Négatif	
<u>Sérologie IgM</u>	1 <sup>er</sup> prélèvement	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2 <sup>e</sup> prélèvement	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>PCR</u>	1 <sup>er</sup> prélèvement	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2 <sup>e</sup> prélèvement	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Clinique :**

Date du début des signes : \_\_\_\_\_

Fièvre >38,5 °C :  oui  non  ne sait pas

Douleurs articulaires :  oui  non  ne sait pas

Eruption cutanée :  oui  non  ne sait pas

Autre(s), préciser : .....

Hospitalisation :  oui  non  ne sait pas

Si oui, date d'admission : \_\_\_\_\_ de sortie : \_\_\_\_\_

Raisons de l'hospitalisation, préciser : .....

**Evolution :**

Guérison :  oui  non  ne sait pas

Décès :  oui  non  ne sait pas Si oui, date du décès : \_\_\_\_\_

**Exposition dans les 15 jours avant la date de début des signes (plusieurs réponses possibles) :**

Séjour à l'étranger :  oui  non  ne sait pas

Si oui, préciser le(les) pays : ..... Date de retour : \_\_\_\_\_

Séjour dans un département en dehors du département de résidence principale :  oui  non  ne sait pas

Si oui, préciser le(s) départements : ..... Date de retour au domicile : \_\_\_\_\_

**Déplacement dans les 7 jours après la date de début des signes (période virémique) :**

Séjour dans un département en dehors du département de résidence principale :  oui  non  ne sait pas

Si oui, préciser le(s) départements : .....

**Autre(s) cas dans l'entourage :**

oui  non  ne sait pas Si oui, combien de cas : \_\_\_\_\_

---

<b>Médecin ou biologiste déclarant (tampon)</b> Nom : _____ Hôpital/service : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____ Télécopie : _____ <b>Signature :</b> _____	<b>Si notification par un biologiste</b> Nom du clinicien : _____ Hôpital/service : _____ Adresse : _____ Téléphone : _____ Télécopie : _____	<b>ARS (signature et tampon)</b> _____ _____
--	--	--

Maladie à déclaration obligatoire (Art L 3113-1, R 3113-1, R 3113-2, R 3113-5, D 3113-7 du Code de la santé publique)  
 Information individuelle des personnes - Droit d'accès et de rectification pendant 6 mois par le médecin déclarant (loi du 6 janvier 1978) - Centralisation des informations à l'Institut de veille sanitaire

**Annexe 6** : Communiqué de sensibilisation à destination des professionnels de santé suite à la détection d'un cas de chikungunya autochtone à Fréjus



Marseille, le 09 juillet 2025

**Objet : Demande de vigilance particulière suite à la détection d'un cas de chikungunya autochtone dans le Var (Fréjus).**

Madame, Monsieur, chère Consœur, cher Confrère,

Suite à la détection d'un cas de chikungunya autochtone à Fréjus, il s'avère nécessaire de s'assurer qu'aucune chaîne de transmission pérenne ne s'installe dans le département du Var. C'est pourquoi une recherche active d'éventuels autres cas est effectuée par l'ARS et Santé publique France dans la zone de circulation suspectée.

Cette recherche active sur site doit s'accompagner d'une recherche active auprès des professionnels de santé. **Nous sollicitons ainsi votre collaboration afin d'identifier d'autres cas, passés ou à venir, et de nous les signaler.**




**Devant tout cas suspect, résidant ou ayant fréquenté la commune de Fréjus, ayant présenté depuis début juin les signes ci-dessous :**

En l'absence d'autres signes d'appel infectieux

			
Fièvre d'apparition brutale	Douleurs musculaires ou/et articulaires	Maux de tête	Éruption cutanée

Il vous est demandé de **vérifier l'adéquation des prescriptions biologiques** (RT-PCR et/ou sérologie) en fonction du délai entre la date de début des signes du patient et la date du prélèvement :

Début des signes

	J+1	J+2	J+3	J+4	J+5	J+6	J+7	J+8	J+9	J+10	J+11	J+12	J+...
													
													
	RT-PCR SANG												
	SÉROLOGIE												

**Les cas positifs doivent être signalés sans délai** au point focal régional de l'ARS, à l'aide d'une [fiche de déclaration obligatoire](#).

PLATEFORME REGIONALE DE RECEPTION DES SIGNAUX	
	Tél : 04 13 55 80 00
	Fax : 04 13 55 83 44
	Mail : <a href="mailto:ars-paca-alerte@ars.sante.fr">ars-paca-alerte@ars.sante.fr</a>
	Bluefiles : page de dépôt sécurisé ARS-PACA-ALERTE
	Medimail : <a href="mailto:ars-paca-alerte@arspaca.mssante.fr">ars-paca-alerte@arspaca.mssante.fr</a>
	<b>ARS Paca</b> 132 Boulevard de Paris 13003 Marseille
	

**Les mesures de prévention doivent être transmises aux cas suspects**, pouvant également s'appliquer à leur entourage :

			
Portez des vêtements amples et couvrants	Appliquez des répulsifs cutanés	Utilisez des ventilateurs	Limitez vos déplacements

En complément de ce courrier, vous trouverez dans les documents joints :

- Le repère pour votre pratique « Dengue, chikungunya, Zika : de la prévention au signalement » qui vous fournira de plus amples informations sur le diagnostic, les modes de prévention et la prise en charge des patients (également disponible [sur le site Santé publique France](#)).
- Une affiche « Le chikungunya circule dans votre quartier », à apposer dans votre cabinet (version française et anglaise).
- Un flyer « info arbovirose », à remettre à tous les cas suspects qui viendraient vous consulter.

Vous remerciant pour votre implication dans ce dispositif de surveillance, je vous prie d'agréer, chère consœur, cher confrère, l'expression de mes salutations les meilleures.

L'Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur et  
La Cellule régionale de Santé publique France en région Paca-Corse

# Bibliographie

1. Les moustiques : cycle de vie, espèces, nuisants | EID Méditerranée. EID [Internet]. [cité 2 juillet 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/les-moustiques/>
2. Fontenille D, Paupy C, Pailloux AB. Culicinae (Diptera: Culicidae). In: Duvallet G, Fontenille D, Robert V, editors. *Entomologie médicale et vétérinaire*. Marseille: IRD Éditions; 2017. p. 243-292. [cité 2 juill 2025]
3. Reconnaître un moustique | SurveillanceMoustiques [Internet]. [cité 2 juill 2025]. Disponible sur: <https://surveillancemoustiques.be/reconnaitre-un-moustique>
4. Le Moustique tigre. Moustigre.org | EID Rhône-Alpes [Internet]. [cité 2 juill 2025]. Disponible sur: <https://moustigre.org/le-moustique-tigre/>
5. Moustique tigre - Reconnaître et signaler le moustique tigre [Internet]. 2025 [cité 30 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/moustique-tigre-reconnaitre-et-signaler-le-moustique-tigre>
6. Musée national d'Histoire naturelle. Inventaire National du Patrimoine Naturel [Internet]. [cité 2 juill 2025]. *Stegomyia albopicta* (Skuse, 1894) - Moustique tigre. Disponible sur: [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/1054980](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/1054980)
7. Gare aux moustiques tigres! [Internet]. [cité 2 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.paris.fr/pages/gare-aux-moustiques-tigres-20801>
8. Caractères distinctifs. TIGER [Internet]. [cité 12 juill 2025]. Disponible sur: <https://tiger-platform.eu/fr/moustique-tigre/caracteres-distinctifs/>
9. Savoir - AgirMoustique.fr [Internet]. [cité 8 juill 2025]. Disponible sur: <https://agirmoustique.fr/savoir/#am>
10. Résumé formation RF [Internet]. [cité 14 juill 2025]. Disponible sur: [https://www.ville-saint-benoit.fr/uploads/assets/resume\\_for\\_rf\\_dd86\\_2023\\_6616bb0d3b38f.pdf](https://www.ville-saint-benoit.fr/uploads/assets/resume_for_rf_dd86_2023_6616bb0d3b38f.pdf)
11. Carnevale P, Robert V, éditeurs. 2. Morphologie. In: Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle [Internet]. Marseille: IRD Éditions; 2009 [cité 7 juill 2025]. p. 22-46. (Didactiques). Disponible sur: <https://books.openedition.org/irdeditions/10388>  
doi:10.4000/books.irdeditions.10388
12. Les espèces de moustique importées en France que l'on retrouve en région Auvergne-Rhône-Alpes [Internet]. [cité 12 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-rhonealpes.com/moustiques/les-especes-de-moustique-importees-en-france-que-l-on-retrouve-en-region-auvergne-rhone-alpes>
13. Legros V. Étude dynamique et protéomique de l'interaction entre *Aedes albopictus* et les virus émergents de la dengue et du chikungunya [Internet]. [cité 12 juill 2025]. Toulouse : École Nationale Vétérinaire de Toulouse ; 2014. Disponible sur : [https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04548589v1/file/Legros\\_12199.pdf](https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04548589v1/file/Legros_12199.pdf)
14. Métamorphose (biologie). In: Wikipédia [Internet]. 2025 [cité 2 mars 2026]. Disponible sur:

[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A9tamorphose\\_\(biologie\)&oldid=229475377](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A9tamorphose_(biologie)&oldid=229475377)

15. *Aedes albopictus* - Fiche d'information pour les experts [Internet]. 2017 [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-albopictus>
16. Moustique-tigre : le retour des conseils. EID [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/actualites/moustique-tigre-le-retour-des-conseils/>
17. Moustique Tigre. EID [Internet]. [cité 14 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/les-moustiques/moustique-tigre/>
18. Cycle de vie du moustique : Étape par étape | EID Méditerranée. EID [Internet]. [cité 14 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/les-moustiques/cycle-de-vie-biologie/>
19. Moustique tigre : ce qu'il faut savoir sur lui [Internet]. 2025 [cité 13 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-ce-quil-faut-savoir-sur-lui>
20. Courtioux B. Le moustique tigre, vigilance et conseils. Actual Pharm. mai 2019;58(586):40-3. doi:10.1016/j.actpha.2019.03.018
21. à 07h37 PDMPL 12 juin 2023. leparisien.fr [Internet]. 2023 [cité 8 mars 2026]. Moustiques : mais pourquoi certaines peaux les attirent plus que d'autres ? Disponible sur: <https://www.leparisien.fr/societe/sante/moustiques-mais-pourquoi-certaines-peaux-les-attirent-plus-que-dautres-12-06-2023-ET4BB62LOBG5BJZVPACQKHITPY.php>
22. Résumé formation RF [Internet]. [cité 16 juill 2025]. Disponible sur: [https://www.ville-saint-benoit.fr/uploads/assets/resume\\_for\\_rf\\_dd86\\_2023\\_6616bb0d3b38f.pdf](https://www.ville-saint-benoit.fr/uploads/assets/resume_for_rf_dd86_2023_6616bb0d3b38f.pdf)
23. Habitat du moustique-tigre. EID [Internet]. [cité 12 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/11-habitats-et-une-multitude-de-gites-larvaires-associes/>
24. Eau en Seine-et-Marne [Internet]. [cité 16 juill 2025]. Le Moustique Tigre - un ennemi très petit. Disponible sur: <https://eau.seine-et-marne.fr/fr/actualites/le-moustique-tigre-un-ennemi-tres-petit>
25. Medeiros-Sousa AR, de Oliveira-Christe R, Camargo AA, Scinachi CA, Milani GM, Urbinatti PR, et al. Influence of water's physical and chemical parameters on mosquito (Diptera: Culicidae) assemblages in larval habitats in urban parks of São Paulo, Brazil. Acta Trop. mai 2020;205:105394. doi:10.1016/j.actatropica.2020.105394 PubMed PMID: 32070677.
26. *Aedes albopictus* - Fiche d'information pour les experts [Internet]. 2017 [cité 19 juill 2025]. Disponible sur: <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-albopictus>
27. Tippelt L, Werner D, Kampen H. Low temperature tolerance of three *Aedes albopictus* strains (Diptera: Culicidae) under constant and fluctuating temperature

scenarios. *Parasit Vectors*. 23 nov 2020;13(1):587. doi:10.1186/s13071-020-04386-7

28. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Development of *Aedes Albopictus* risk maps : technical report [Internet]. Stockholm (Sweden) : ECDC; 2009. May 2009. 52p. [cité 19 juill 2025]. Disponible sur: [https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/0905\\_TER\\_Development\\_of\\_Aedes\\_AlboPictus\\_Risk\\_Maps.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/0905_TER_Development_of_Aedes_AlboPictus_Risk_Maps.pdf)
29. [sante.gouv.fr/IMG/pdf/extension\\_moustique\\_departements\\_annee\\_2004\\_a\\_2022.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/extension_moustique_departements_annee_2004_a_2022.pdf) [Internet]. [cité 9 août 2025]. Disponible sur: [https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/extension\\_moustique\\_departements\\_annee\\_2004\\_a\\_2022.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/extension_moustique_departements_annee_2004_a_2022.pdf)
30. Tome I - Rapport [Internet]. [cité 11 août 2025]. Disponible sur: [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/ceaedes/l15b3280-ti\\_rapport-enquete](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/ceaedes/l15b3280-ti_rapport-enquete)
31. DGS\_Céline.M, DGS\_Céline.M. Ministère du Travail, de la Santé, des Solidarités et des Familles [Internet]. [cité 24 juill 2025]. Cartes de présence du moustique tigre (*Aedes albopictus*) en France métropolitaine. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine>
32. Légifrance - Publications officielles - Journal officiel - JORF n° 0174 du 28/07/2019 [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=SCydN48I7rta6Nw42aSgrPqldgOONnYNPWkKbCkF3o=>
33. Le moustique tigre | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 17 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-moustique-tigre>
34. Dengue : fiche SPILF-Emergences [Internet]. *Infectiologie.com*; 27 mars 2024 [cité 18 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/emergences/fiche-dengue-27032024.pdf>
35. Consigny PH. Qdenga® : un vaccin anti-dengue sans surrisque? Présentation lors de la Journée Nationale du Groupe Vaccination-Prévention de la SPILF; 14 mai 2024. Centre Médical de l'Institut Pasteur, Paris. [cité 18 sept 2025]. Disponible sur : <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/groupe-prevention/journees-du-groupe-vp/journee-2024/vaccin-qdenga-ph-consigny.pdf>
36. Bozic J, Joseph RE, Chen TY, Becker MV, Krizek RS, Holley A, et al. Revisiting the paradigm of anhematophagy in male mosquitoes [Internet]. *bioRxiv*; 2025 [cité 9 mars 2026]. p. 2024.10.08.617226. Disponible sur: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2024.10.08.617226v3>  
doi:10.1101/2024.10.08.617226
37. Dengue · Inserm, La science pour la santé. Inserm [Internet]. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/dengue/>

38. Dengue. Pathologie - Base de données EFICATT - INRS [Internet]. [cité 21 août 2025]. Disponible sur: [https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT\\_Dengue](https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_Dengue)
39. Institut Pasteur de Lille [Internet]. [cité 13 août 2025]. Dengue : symptômes, traitement et prévention. Disponible sur: <https://pasteur-lille.fr/centre-prevention-sante-longevite/vaccins-et-voyages/dengue/>
40. Dengue et dengue sévère [Internet]. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
41. Dengue [Internet]. [cité 9 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/dengue>
42. Institut Pasteur [Internet]. 2016 [cité 13 août 2025]. Dengue. Disponible sur: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/dengue>
43. Dengue [Internet]. [cité 2 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/dengue>
44. Haut Conseil de la santé publique (HCSP). Stratégie de diagnostic biologique de la dengue : Avis du HCSP. Paris (France) : HCSP; 21 janvier 2011. [Internet]. [cité 2 sept 2025]. Disponible sur : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=199>
45. DENG VAXIA | MesVaccins [Internet]. [cité 10 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.mesvaccins.net/web/vaccines/539-dengvaxia>
46. Haute Autorité de santé (HAS). Place du vaccin Dengvaxia dans la stratégie de lutte contre la dengue dans les départements d'Outre-mer : Mayotte et les territoires français d'Amérique. 2019 [Internet]. [cité 10 sept 2025]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-03/recommandations\\_dengvaxia\\_mayotte\\_et\\_dans\\_les\\_territoires\\_damerique.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-03/recommandations_dengvaxia_mayotte_et_dans_les_territoires_damerique.pdf)
47. Haute Autorité de santé (HAS). Stratégie de vaccination contre la dengue : place du vaccin Qdenga [Internet]. [cité 10 sept 2025]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2024-12/recommandation\\_strategie\\_de\\_vaccination\\_contre\\_la\\_dengue\\_\\_place\\_du\\_vaccin\\_qdenga.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2024-12/recommandation_strategie_de_vaccination_contre_la_dengue__place_du_vaccin_qdenga.pdf)
48. recommandations\_voyageurs\_2025\_27\_juin.pdf [Internet]. [cité 11 sept 2025]. Disponible sur: [https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/recommandations\\_voyageurs\\_2025\\_27\\_juin.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/recommandations_voyageurs_2025_27_juin.pdf)
49. Institut Pasteur [Internet]. 2015 [cité 15 sept 2025]. Chikungunya. Disponible sur: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/chikungunya>
50. Chikungunya | Institut national de santé publique du Québec [Internet]. [cité 19 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/sante-voyage/guide/risques/chikungunya/epidemiologie-du-chikungunya>

51. Chikungunya [Internet]. [cité 16 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya>
52. Comité de Veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires (COVARs). Avis du COVARs du 3 avril 2023 : Risques sanitaires de la dengue et autres arboviroses à aedes en lien avec le changement climatique. 2023. [Internet]. [cité 16 sept 2025]. Disponible sur : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2023-04/avis-du-covars-du-3-avril-2023---risques-sanitaires-de-la-dengue-du-zika-et-du-chikungunya-en-lien-avec-le-changement-climatique-27356.pdf>
53. Chikungunya [Internet]. [cité 16 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>
54. Chikungunya / Maladie de « l'homme courbé » · Inserm, La science pour la santé. Inserm [Internet]. [cité 19 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/chikungunya-maladie-homme-courbe/>
55. Une maladie transmise par les moustiques [Internet]. 2025 [cité 22 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.lareunion.ars.sante.fr/une-maladie-transmise-par-les-moustiques>
56. Institut Pasteur [Internet]. 2015 [cité 17 sept 2025]. Chikungunya. Disponible sur: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/chikungunya>
57. Chikungunya recommandations texte 211114 VD.doc [Internet]. [cité 15 déc 2025]. Disponible sur: [https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/2014-Chikungunya-recommandations\\_SPILF\\_2014.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/2014-Chikungunya-recommandations_SPILF_2014.pdf)
58. ANSM [Internet]. [cité 22 sept 2025]. Information de sécurité - Vaccin IxchIQ contre le chikungunya : Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/informations-de-securite/vaccin-ixchiq-contre-le-chikungunya-levee-de-la-contre-indication-temporaire-chez-les-adultes-de-65-ans-et-plus-mise-en-garde-concernant-les-effets-indesirables-graves-notamment-lencephalite>
59. Commissioner O of the. FDA Update on the Safety of IxchIQ (Chikungunya Vaccine, Live). FDA Suspends Biologics License: FDA Safety Communication. FDA [Internet]. 25 août 2025 [cité 9 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.fda.gov/safety/medical-product-safety-information/fda-update-safety-ixchiq-chikungunya-vaccine-live-fda-suspends-biologics-license-fda-safety>
60. Chikungunya | MesVaccins [Internet]. [cité 9 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.mesvaccins.net/web/diseases/56-chikungunya>
61. CNOP [Internet]. [cité 1 oct 2025]. Campagne vaccinale contre le chikungunya : point de situation sur la surveillance du vaccin IxchIQ. Disponible sur: <https://www.ordre.pharmacien.fr/les-communications/focus-sur/les-actualites/campagne-vaccinale-contre-le-chikungunya-point-de-situation-sur-la-surveillance-du-vaccin-ixchiq2>
62. CNOP [Internet]. [cité 17 sept 2025]. Les autorités sanitaires retirent les personnes de 65 ans et plus des cibles de la campagne de vaccination contre le chikungunya avec le vaccin IXCHIQ à La Réunion et à Mayotte. Disponible sur:

<https://www.ordre.pharmacien.fr/les-communications/focus-sur/les-actualites/les-autorites-sanitaires-retirent-les-personnes-de-65-ans-et-plus-des-cibles-de-la-campagne-de-vaccination-contre-le-chikungunya-avec-le-vaccin-ixc>

63. Salinas S, Foulongne V, Loustalot F, Fournier-Wirth C, Molès JP, Briant L, et al. Le virus Zika: L'émergence d'une menace. *médecine/sciences*. avr 2016;32(4):378-86. doi:10.1051/medsci/20163204016
64. ZIKA. Agent pathogène - Base de données EFICATT - INRS [Internet]. [cité 23 sept 2025]. Disponible sur: [https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT\\_ZIKA](https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_ZIKA)
65. Institut Pasteur [Internet]. 2016 [cité 23 sept 2025]. Zika. Disponible sur: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/zika>
66. Zika [Internet]. [cité 25 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/zika>
67. Zika (maladie à virus) [Internet]. [cité 1 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>
68. Arboviroses et Moustique Tigre : identification et gestion des cas [Internet]. 2025 [cité 8 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/arboviroses-et-moustique-tigre-identification-et-gestion-des-cas>
69. Un nouveau cas autochtone de dengue détecté en Paca [Internet]. 2023 [cité 11 août 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/un-nouveau-cas-autochtone-de-dengue-detecte-en-paca>
70. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2019 [Internet]. [cité 29 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2019>
71. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2021 [Internet]. [cité 1 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2021>
72. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2023 [Internet]. [cité 1 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2023>
73. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France hexagonale 2024 [Internet]. [cité 1 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-hexagonale-2024>

transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-hexagonale-2024

74. SPF. Chikungunya, dengue, Zika et West Nile en France hexagonale. Bulletin de la surveillance renforcée du 5 novembre 2025. [Internet]. [cité 4 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/documents/bulletin-national/chikungunya-dengue-zika-et-west-nile-en-france-hexagonale.-bulletin-de-la-surveillance-renforcee-du-5-novembre-2025>
75. VIDAL [Internet]. 2022 [cité 29 déc 2025]. Cuba signale une augmentation de la dengue. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/29650-cuba-signale-une-augmentation-de-la-dengue.html>
76. Chikungunya, dengue et zika - Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2022 [Internet]. [cité 1 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2022>
77. SPF. Chikungunya, dengue et zika en Occitanie. Point au 6 mai 2025. [Internet]. [cité 11 août 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/occitanie/documents/bulletin-regional/2024/chikungunya-dengue-et-zika-en-occitanie.-point-au-6-mai-2025>
78. Des moustiques-tigre infectés par le virus de la dengue détectés pour la première fois en France hexagonale [Internet]. [cité 10 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2024/des-moustiques-tigre-infectes-par-le-virus-de-la-dengue-detectes-pour-la-premiere-fois-en-france-hexagonale>
79. Professionnels de santé : Conseils et outils [Internet]. 2025 [cité 9 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/professionnels-de-sante-conseils-et-outils>
80. SPF. Dengue, chikungunya, Zika : de la prévention au signalement. France hexagonale - Corse [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/dengue-chikungunya-zika-de-la-prevention-au-signalement.-france-hexagonale-corse>
81. Légifrance - Droit national en vigueur - Circulaires et instructions - INSTRUCTION N° DGS/VSS1/2019/258 du 12 décembre 2019 relative à la prévention des arboviroses [Internet]. [cité 16 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=44904>
82. Article - Bulletin épidémiologique hebdomadaire [Internet]. [cité 15 déc 2025]. Disponible sur: [https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/14/2023\\_14\\_1.html](https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/14/2023_14_1.html)
83. Pathologies transmissibles par le moustique tigre : des repères pour votre pratique [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.cres-paca.org/publications-du-cres/outils-pedagogiques-etudes-webinaires/pathologies-transmissibles-par-le-moustique-tigre--des-reperes-pour-votre-pratique-1>

84. Cespharm - Chikungunya, dengue, zika : présence croissante du moustique tigre en métropole [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.cespharm.fr/prevention-sante/actualites/Archives/chikungunya-dengue-zika-presence-croissante-du-moustique-tigre-en-metropole>
85. Professionnels de santé : Conseils et outils [Internet]. 2025 [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/professionnels-de-sante-conseils-et-outils>
86. Microsoft Word - Stratégie de lutte Anti Vectorielle [Internet]. [cité 21 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/system/files/2024-08/Strat%C3%A9gie%20de%20lutte%20Anti%20Vectorielle.pdf>
87. Microsoft Word - Prise en charge du patient à risque d'arbovirose [Internet]. [cité 21 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/system/files/2024-08/Prise%20en%20charge%20du%20patient%20%C3%A0%20risque%20d%27arbovirose.pdf>
88. Journal officiel de la République française [Internet]. [cité 22 oct 2025]. Disponible sur: [https://sante.gouv.fr/fichiers/bo/2006/06-07/bo0607.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://sante.gouv.fr/fichiers/bo/2006/06-07/bo0607.pdf?utm_source=chatgpt.com)
89. Décret n° 2016-745 du 2 juin 2016 complétant la liste des maladies faisant l'objet d'une transmission obligatoire de données individuelles à l'autorité sanitaire. 2016-745. 2 juin 2016.
90. Liste des maladies à déclaration obligatoire [Internet]. [cité 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-a-declaration-obligatoire/liste-des-maladies-a-declaration-obligatoire>
91. Professionnels de santé : conseils pour votre pratique. [Internet]. 2025 [cité 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.occitanie.ars.sante.fr/professionnels-de-sante-conseils-pour-votre-pratique>
92. Chikungunya [Internet]. [cité 22 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya>
93. Dengue [Internet]. [cité 22 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/dengue>
94. Zika [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/zika>
95. cerfa\_15550\_01.do [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: [https://www.formulaires.service-public.gouv.fr/gf/cerfa\\_15550\\_01.do](https://www.formulaires.service-public.gouv.fr/gf/cerfa_15550_01.do)
96. Webinaire-arboviroses-150525-Ulviyya-ALIZADA.pdf [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://cpias-grand-est.fr/wp-content/files/2025/06/Webinaire-arboviroses-150525-Ulviyya-ALIZADA.pdf>

97. Bernard par A. Informations sanitaires – ARS 🇫🇷 – CPTS VEM [Internet]. 10 juill 2025 [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://cpts-vem.fr/informations-sanitaires-ars-%f0%9f%9a%a8/>
98. Présentation PowerPoint [Internet]. [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://cpias-grand-est.fr/wp-content/files/2025/06/Webinaire-arboviroses-150525-Benjamin-VIN.pdf>
99. Moustique tigre: quand et comment est déclenchée une opération de démoustication? [Internet]. 2025 [cité 24 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-quand-et-comment-est-declenchee-une-operation-de-demoustication>
100. Enquête et traitement de démoustication [Internet]. 2025 [cité 4 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/enquete-et-traitement-de-demoustication>
101. Légifrance - Droit national en vigueur - Circulaires et instructions - INSTRUCTION N° DGS/VSS1/2019/258 du 12 décembre 2019 relative à la prévention des arboviroses [Internet]. [cité 21 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=44904>
102. Le moustique tigre | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-moustique-tigre>
103. Moustique tigre - Surveillance et lutte contre le moustique tigre [Internet]. 2025 [cité 8 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/moustique-tigre-surveillance-et-lutte-contre-le-moustique-tigre>
104. Arrêté du 23 juillet 2019 relatif aux modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique, d'intervention autour des détections et de prospection, traitement et travaux autour des lieux fréquentés par les cas humains de maladies transmises par les moustiques vecteurs - Légifrance [Internet]. [cité 22 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000038829411>
105. Signaler [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: [https://signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/signalements](https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/signalements)
106. S'informer / Formulaire [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: [https://signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/signalements/formulaire](https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/signalements/formulaire)
107. site de signalement du moustique tigre. [Internet]. [cité 17 nov 2025]. Disponible sur: [https://signalement-moustique.anses.fr/signalement\\_albopictus/](https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/)
108. Avis et rapport relatif aux « épidémies dues à un arbovirus transmis par le moustique Aedes albopictus en France hexagonale: probabilité d'apparition, ampleur de la transmission et impacts sanitaires, économiques et sociaux » [Internet]. [cité 14 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/ASE2022SA0146RA.pdf>

109. Javelle E, Itani O, Rapp C, Hamer DH, Huits R. Will the Olympic flame spark dengue outbreaks during the Paris 2024 summer Olympic and Paralympic games? *J Travel Med.* 19 oct 2024;31(7):taae088. doi:10.1093/jtm/taae088
110. RMC Sport Jeux Olympiques [Internet]. 2024 [cité 13 déc 2025]. À l'approche des JO 2024 de Paris, les autorités sanitaires traquent les moustiques-tigres. Disponible sur: [https://rmcsport.bfmtv.com/jeux-olympiques/a-l-approche-des-jo-2024-de-paris-les-autorites-sanitaires-traquent-les-moustiques-tigres\\_AV-202405310059.html](https://rmcsport.bfmtv.com/jeux-olympiques/a-l-approche-des-jo-2024-de-paris-les-autorites-sanitaires-traquent-les-moustiques-tigres_AV-202405310059.html)
111. Lutte anti-vectorielle : Une équipe de l'ARS Réunion en renfort de l'ARS Île-de-France pendant les JO de Paris 2024 [Internet]. 2024 [cité 14 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.iledefrance.ars.sante.fr/lutte-anti-vectorielle-une-equipe-de-lars-reunion-en-renfort-de-lars-ile-de-france-pendant-les-jo>
112. Communicable disease threats report, 27 July - 2 August 2024, Week 31 [Internet]. 2024 [cité 14 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/communicable-disease-threats-report-27-july-2-august-2024-week-31>
113. HCSP. Recommandations sanitaires 2022 pour les voyageurs (à l'attention des professionnels de santé). Rapport de l'HCSP [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; avr 2022 [cité 11 mars 2026]. Rapport No. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1215>
114. Don du sang : évaluation du dispositif de prévention du virus West Nile et du virus de la dengue à l'occasion des JOP de Paris 2024 [Internet]. [cité 5 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1388>
115. Préfecture des Alpes-de-Haute-Provence. Plan ORSEC lutte anti-vectorielle (LAV) et plan d'action [Internet]. [cité 5 janv 2026]. Disponible sur: [https://www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr/contenu/telechargement/43366/258453/file/20250929\\_AP\\_2025-272-006\\_LAV\\_ET\\_PLAN.pdf](https://www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr/contenu/telechargement/43366/258453/file/20250929_AP_2025-272-006_LAV_ET_PLAN.pdf)
116. Moustique tigre : comment s'en débarrasser ? [Internet]. 2025 [cité 11 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-comment-sen-debarrasser>
117. Guide\_Moustique\_tigre\_FF.pdf [Internet]. [cité 8 févr 2026]. Disponible sur: [https://fredon.fr/sites/default/files/OEESH/Guide\\_Moustique\\_tigre\\_FF.pdf](https://fredon.fr/sites/default/files/OEESH/Guide_Moustique_tigre_FF.pdf)
118. CNEV-Ft-Juin2016-Guide\_collectivites\_lutte\_antivectorielle.pdf [Internet]. [cité 2 févr 2026]. Disponible sur: [https://www.anses.fr/fr/system/files/CNEV-Ft-Juin2016-Guide\\_collectivites\\_lutte\\_antivectorielle.pdf](https://www.anses.fr/fr/system/files/CNEV-Ft-Juin2016-Guide_collectivites_lutte_antivectorielle.pdf)
119. Se protéger des moustiques - Esterel Côte d'Azur Agglomération [Internet]. [cité 8 févr 2026]. Disponible sur: [https://esterelcotedazur-agglo.fr/environnement/lutter\\_contre\\_les\\_nuisibles/la-prevention-et-la-lutte-contre-les-moustiques/](https://esterelcotedazur-agglo.fr/environnement/lutter_contre_les_nuisibles/la-prevention-et-la-lutte-contre-les-moustiques/)
120. Piégeage. EID [Internet]. [cité 10 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/piegeage/>

121. Les pièges à moustiques sont-ils vraiment efficaces ? | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-pieges-moustiques-sont-ils-vraiment-efficaces>
122. Moustique tigre : quand et comment est déclenchée une opération de démoustication ? [Internet]. 2025 [cité 11 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-quand-et-comment-est-declenchee-une-operation-de-demoustication>
123. Agence régionale de santé Nouvelle-Aquitaine. Opération de démoustication dans votre rue [Internet]. [cité 8 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/media/94682/download?inline>
124. Moustique tigre : quand et comment est déclenchée une opération de démoustication ? [Internet]. 2025 [cité 8 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-quand-et-comment-est-declenchee-une-operation-de-demoustication>
125. DocDémoustication.pdf [Internet]. [cité 8 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/system/files/2025-02/DocD%C3%A9moustication.pdf>
126. Tome I - Rapport [Internet]. [cité 28 déc 2025]. Disponible sur: [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/ceaedes/l15b3280-ti\\_rapport-enquete](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/ceaedes/l15b3280-ti_rapport-enquete)
127. Les traitements insecticides et leur impact sanitaire et environnemental : les points clés à retenir [Internet]. 2023 [cité 11 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.paca.ars.sante.fr/les-traitements-insecticides-et-leur-impact-sanitaire-et-environnemental-les-points-cles-retenir>
128. Limiter-la-prolifération-du-Moustique-tigre-dans-les-amenagements-urbain.pdf [Internet]. [cité 12 janv 2026]. Disponible sur: <https://esterelcotedazur-agglo.fr/wp-content/uploads/2023/04/Limiter-la-prolifération-du-Moustique-tigre-dans-les-amenagements-urbain.pdf>
129. Fiches-techniques\_MT\_Terrasses-sur-plots.pdf [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: [https://agirmoustique.fr/wp-content/uploads/2025/04/Fiches-techniques\\_MT\\_Terrasses-sur-plots.pdf](https://agirmoustique.fr/wp-content/uploads/2025/04/Fiches-techniques_MT_Terrasses-sur-plots.pdf)
130. HCSP. Recommandations sanitaires 2025 aux voyageurs. Rapport de l'HCSP [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; juin 2025 [cité 24 janv 2026]. Rapport No. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1439>
131. guide\_pharmaciens\_dengue [Internet]. [cité 2 févr 2026]. Disponible sur: [https://www.lareunion.ars.sante.fr/system/files/2020-01/Guide\\_pharmaciens\\_dengue\\_VND.pdf](https://www.lareunion.ars.sante.fr/system/files/2020-01/Guide_pharmaciens_dengue_VND.pdf)
132. Les moustiques peuvent-ils nous piquer à travers des vêtements ? | TF1 Info [Internet]. 2024 [cité 26 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.tf1info.fr/sante/les-moustiques-peuvent-ils-nous-piquer-a-travers-des-vetements-2307246.html>
133. Particulier. AgirMoustique.fr [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://agirmoustique.fr/particulier/>

134. Moustique tigre : ce qu'il faut savoir sur lui [Internet]. 2025 [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-ce-quil-faut-savoir-sur-lui>
135. Le moustique tigre | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-moustique-tigre>
136. Moustique tigre : comment se protéger ? [Internet]. 2025 [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-comment-se-protger>
137. Apaisyl® Baby Après-piqûres [Internet]. [cité 26 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.gammeapaisyl.com/soin-apres-piqures/apaisyl-baby-apres-piqures>
138. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 25 janv 2026]. Le traitement des piqûres d'animaux. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/peau-cheveux-ongles/piqure-insectes-animaux/traitements.html>
139. Comment soulager un bouton de moustique ? | Ramsay Services [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.ramsayservices.fr/conseils-bien-etre/comment-soulager-un-bouton-de-moustique>
140. Moustique tigre : ressources pour les collectivités territoriales [Internet]. 2025 [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-ressources-pour-les-collectivites-territoriales>
141. Moustique tigre : ressources pour les collectivités territoriales [Internet]. 2025 [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/moustique-tigre-ressources-pour-les-collectivites-territoriales>
142. YouTube [Internet]. [cité 21 févr 2026]. L'amicale des moustiques tigres. Disponible sur: [http://www.youtube.com/playlist?list=PLfVKsTU1RW\\_oStqTjpkCKzwVVITELeWnl](http://www.youtube.com/playlist?list=PLfVKsTU1RW_oStqTjpkCKzwVVITELeWnl)
143. Particulier. AgirMoustique.fr [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://agirmoustique.fr/particulier/>
144. Communauté éducative [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.mouskit.org/>
145. À voir aussi : le Rallye Mouskit, pour les enfants en centre de loisirs [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.mouskit.org/a-voir-aussi--le-rallye-mouskit-pour-les-enfants-en-centre-de-loisirs>
146. Cespharm - Moustique tigre - infographie [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.cespharm.fr/prevention-sante/catalogue/moustique-tigre-infographie>
147. Moustique tigre : comment il a envahi la France | TF1 Info [Internet]. 2025 [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.tf1info.fr/societe/videos/video-moustique-tigre-comment-il-a-envahi-la-france-94970-2388925.html>
148. Arrêté du 23 juillet 2019 relatif aux modalités de mise en œuvre des missions de surveillance entomologique, d'intervention autour des détections et de

- prospection, traitement et travaux autour des lieux fréquentés par les cas humains de maladies transmises par les moustiques vecteurs - Légifrance [Internet]. [cité 28 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000038829411>
149. Moustique tigre : la lutte anti-vectorielle | Collectivités [Internet]. 2025 [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.grand-est.ars.sante.fr/moustique-tigre-la-lutte-anti-vectorielle-collectivites>
150. info.gouv.fr [Internet]. [cité 24 janv 2026]. Les bonnes habitudes contre le moustique tigre. Disponible sur: <https://www.info.gouv.fr/actualite/les-bonnes-habitudes-contre-le-moustique-tigre>
151. SPF. Vous revenez d'une région où des cas de Chikungunya, Dengue ou Zika ont été signalés [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/vous-revenez-d-une-region-ou-des-cas-de-chikungunya-dengue-ou-zika-ont-ete-signales>
152. Chikungunya, dengue et zika : lancement de la veille saisonnière 2022 [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/chikungunya-dengue-et-zika-lancement-de-la-veille-saisonniere-2022>
153. Traitements antilarvaire. EID [Internet]. [cité 10 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/traitements-antilarvaires/>
154. Département de la Charente-Maritime, service public, démoustication, lutte contre les moustiques, veille sanitaire, lutte anti-vectorielle, moustique, expertise, moustique tigre, Aedes albopictus, chikungunya, dengue, West Nile, bti, [Internet]. [cité 10 déc 2025]. Disponible sur: <https://www.eidatlantique.eu/page.php?P=118>
155. Bti / produits utilisés. EID [Internet]. [cité 11 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/bti-les-produits-utilises/>
156. World Mosquito Program [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Comment cela fonctionne-t-il ? World Mosquito Program. Disponible sur: <https://fr.worldmosquitoprogram.org/en/work/wolbachia-method/how-it-works>
157. Vavre F, Mavingui P. Les bactéries symbiotiques d'arthropodes et de nématodes: De nouvelles alliées dans le contrôle des maladies infectieuses. *médecine/sciences*. nov 2011;27(11):953-8. doi:10.1051/medsci/20112711010
158. Sicard M. Méthodes de lutte basées sur Wolbachia : le rôle central de l'incompatibilité cytoplasmique [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/RSC-Co-25-04-MathieuSicard.pdf>
159. Mousson L, Zouache K, Arias-Goeta C, Raquin V, Mavingui P, Failloux AB. The native Wolbachia symbionts limit transmission of dengue virus in Aedes albopictus. *PLoS Negl Trop Dis*. 2012;6(12):e1989. doi:10.1371/journal.pntd.0001989 PubMed PMID: 23301109; PubMed Central PMCID: PMC3531523.
160. Des moustiques génétiquement modifiés pour lutter contre la propagation des maladies ? · Inserm, La science pour la santé. Inserm [Internet]. [cité 22 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/actualite/des-moustiques-genetiquement-modifies-pour-lutter-contre-la-propagation-des-maladies/>

161. Flores HA, O'Neill SL. Controlling vector-borne disease by releasing modified mosquitoes. *Nat Rev Microbiol.* 1 août 2018;16(8):508-18. doi:10.1038/s41579-018-0025-0 PubMed PMID: 29777177; PubMed Central PMCID: PMC7612058.
162. Les moustiques OGM se reproduisent avec leurs cousins sauvages – Inf'OGM [Internet]. [cité 22 févr 2026]. Disponible sur: <https://infogm.org/les-moustiques-ogm-se-reproduisent-avec-leurs-cousins-sauvages/>
163. projet « technique insecte stérile ». EID [Internet]. [cité 12 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/projet-tis/>
164. La Technique de l'Insecte Stérile (TIS) réduit la fertilité du moustique *Aedes albopictus* jusqu'à 60 % | Site Web IRD [Internet]. [cité 16 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.ird.fr/la-technique-de-linsecte-sterile-tis-reduit-la-fertilite-du-moustique-aedes-albopictus-jusqua-60>
165. Lutter contre les moustiques-tigres | Montpellier Méditerranée Métropole et ville de Montpellier [Internet]. [cité 12 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.montpellier.fr/vie-quotidienne/vivre-ici/jardiner-embellir/lutter-contre-les-moustiques>
166. Terratis [Internet]. [cité 12 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.terratis.fr/>
167. À Brive, on combat les moustiques tigres... en lâchant 11 millions de moustiques tigres dans la nature - Le Parisien [Internet]. [cité 16 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.leparisien.fr/environnement/a-brive-on-combat-les-moustiques-tigres-en-lachant-11-millions-de-moustiques-tigres-dans-la-nature-13-05-2025-GVTNLLGKTZCGZHHVFM2VVGTMPE.php>
168. CIRAD. CIRAD [Internet]. 2026 [cité 16 févr 2026]. Lutte antivectorielle : le projet OpTIS entre en phase opérationnelle à La Réunion. Disponible sur: <https://www.cirad.fr/espace-presse/communiqués-de-presse/2025/lachers-de-moustiques-males-steriles-impregnes-a-la-reunion>
169. Projet « autodissémination » - EID [Internet]. [cité 22 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.eid-med.org/autodissemination/>

Université de Lille  
UFR3S-Pharmacie  
**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**  
Année Universitaire 2025/2026

**Nom :** Delmarle

**Prénom :** Déborah

**Titre de la thèse :** Implantation du moustique tigre en France métropolitaine : risques sanitaires et stratégie de lutte antivectorielle

**Mots-clés :** Moustique tigre/ *Aedes albopictus*/ Lutte antivectorielle/ Dengue/ Zika/ Chikungunya/ Jeux olympiques Paris 2024/ Répulsifs cutanés/ Gîtes larvaires/ Démoustication/ Plan ORSEC/ Épidémie/ Vaccinations/ Dépistage/ Réchauffement climatique/ France métropolitaine / Établissement français du sang/ Arboviroses/ Impact environnemental/ *Wolbachia*/ Bti/ Signalement/ Surveillance

---

**Résumé :**

Originaire d'Asie du Sud-Est, le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est une espèce invasive présente en France métropolitaine depuis 2004. Au fil des années, l'espèce s'est implantée dans la plupart des départements métropolitains à la faveur de la mondialisation et du réchauffement climatique. Son expansion grandissante représente une menace pour la santé publique. En effet, ce moustique constitue un vecteur d'arboviroses telles que la dengue, la fièvre Zika et le chikungunya. Ce travail s'intéresse notamment à la gestion du risque lié à ces arboviroses en France métropolitaine, dans un contexte d'augmentation du risque d'épisodes autochtones. Elle analyse les dispositifs de surveillance épidémiologique et entomologique, ainsi que la probabilité de survenue d'un épisode de transmission autochtone et ses impacts médico-sociaux et économiques. Dans le contexte de l'émergence de résistances aux insecticides, cette thèse met également en lumière les limites des méthodes de lutte traditionnelles et l'importance de développer de nouvelles stratégies de prévention. De nombreuses méthodes innovantes sont dorénavant largement étudiées et prometteuses à l'instar de la technique de l'insecte stérile, de la dispersion dans les gîtes larvaires de moustiques du Bti (*Bacillus thurengiensis israelensis*) ou encore de l'introduction de souches de *Wolbachia* chez *Ae. albopictus*. Enfin, ce travail souligne le rôle central du pharmacien d'officine, qui au-delà des conseils de prévention individuelle est un acteur clé de la prévention générale à travers l'information et l'éducation du grand public.

---

**Membres du jury :**

**Président :**

**M. CARNOY Christophe**

Professeur des Universités (PU) en Immunologie  
Faculté de Pharmacie de Lille

**Directrice de thèse :** **Mme. ALIOUAT-DENIS Cécile-Marie**

Professeure des Universités (PU) en Parasitologie et  
Mycologie médicale  
Faculté de Pharmacie de Lille

**Membres extérieurs :** **Mme. SELOSSE Sylvie et M. SELOSSE Julien**

Pharmaciens d'officine  
Pharmacie d'Emmerin à Emmerin