



HAL
open science

Le pharmacien d'officine face aux moustiques tigres en Nouvelle Aquitaine

Antoine Michel Jean-Claude Daubigny

► **To cite this version:**

Antoine Michel Jean-Claude Daubigny. Le pharmacien d'officine face aux moustiques tigres en Nouvelle Aquitaine. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02938762

HAL Id: dumas-02938762

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02938762>

Submitted on 15 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Année : 2020

Thèse n°78

THESE POUR L'OBTENTION DU **DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

Présentée et soutenue publiquement

Par DAUBIGNY Antoine Michel Jean-Claude

Né le 8 juin 1995, à Dax

Le 13 juillet 2020

LE PHARMACIEN D'OFFICINE FACE AUX MOUSTIQUES TIGRES EN NOUVELLE AQUITAINE

Sous la Direction du Docteur Loïc RIVIERE

Monsieur Loïc RIVIERE – Maître de conférences universitaires : Président du jury et Directeur de thèse

Madame Isabelle PASSAGNE - Maître de conférences universitaires : Membre du jury

Monsieur Vincent DAGES – Docteur en pharmacie et maître de stage : Membre du jury

Remerciements

Merci à mon directeur de thèse et président de jury, le professeur Loïc Rivière pour avoir accepté de diriger cette thèse. Je vous remercie pour votre engagement à mes côtés, pour votre confiance, votre aide précieuse et conseils avisés ainsi que pour l'attention que vous m'avez réservée. Que cette thèse soit le témoignage de ma gratitude.

Merci à Isabelle Passagne et à Vincent Dages d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Merci au Président de l'ARS Nouvelle Aquitaine, Michel Laforcade, pour avoir accepté de me fournir les coordonnées des pharmacies d'officine de Nouvelle Aquitaine afin de réaliser une étude de terrains auprès des pharmaciens d'officine.

Merci à l'ensemble des pharmaciens d'officine de Nouvelle Aquitaine qui ont pris le temps de répondre attentivement au questionnaire sur le moustique tigre.

Merci à l'UFR, son doyen M.Muller ainsi qu'à l'ensemble des enseignants chercheurs, des professeurs et autres personnels qui nous ont fait partager leurs savoirs.

Merci à la pharmacie des Arrigans, son titulaire Vincent Dages ainsi que toute l'équipe pour m'avoir accueilli durant mes stages et accompagné mes premiers pas en officine. Merci pour la joie et la bonne humeur qui règne au quotidien à la pharmacie. 4 ans de bonheur à vos côtés !

Merci à mes amis de promotion (2015-2020), à mes amis du tutorat (2015-2016), qui ont rythmé ses six belles années de pharmacie en mêlant soirées futsal, séjours au ski et week-ends à Hossegor.

Merci à Alizé pour son aide à la traduction du résumé.

Merci à Solène, d'être à mes côtés au quotidien. Ces études de pharmacie nous ont permis de nous rencontrer et de commencer une belle histoire.

Merci à mes parents, Bruno et Laure ainsi qu'à mon frère Nicolas et ma sœur Amandine, qui m'ont toujours accompagné dans mes choix professionnels, qui m'ont toujours soutenu au quotidien, des réels piliers dans ma vie. Merci à mes grands-parents d'avoir été présents tout au long de mon cursus, une aide et une écoute pleines d'abnégation.

Table des matières

Remerciements.....	2
Introduction	8
1. Le moustique, un nuisible hors normes.....	9
1.1 Répartition et expansion du moustique tigre dans le monde, en France métropolitaine et en Nouvelle Aquitaine	9
1.1.1 <i>Aedes albopictus</i> dans le monde.....	9
1.1.2 <i>Aedes albopictus</i> en France métropolitaine :	13
1.1.3 <i>Aedes albopictus</i> en Nouvelle Aquitaine	16
1.2 <i>Aedes albopictus</i> , caractéristiques entomologiques du moustique tigre asiatique 20	
1.2.1 Taxinomie.....	20
1.2.2 Anatomie générale d'un moustique (ici <i>Culex pipiens</i> : moustique commun).....	22
1.3 Cycle de vie d'un moustique (26).....	25
1.3.1 Stade de l'œuf	26
1.3.2 Stade larvaire	27
1.3.3 Stade nymphal.....	30
1.3.4 Stade adulte.....	33
1.3.5 Différenciation des principaux genres de moustiques.....	36
1.4 Piqûre d'un moustique tigre.....	40
1.4.1 Généralités	40
1.4.2 Mécanisme d'une piqûre d'un moustique	41
1.4.3 Le rôle des organes dans la piqûre	41
1.4.4 Réaction immunitaire lors d'une piqûre de moustique tigre	41
1.4.5 Prise en charge thérapeutique.....	43
1.5 Arboviroses	44
1.5.1 Dengue	45
1.5.2 Chikungunya	46
1.5.3 Virus zika	47
2 Le pharmacien d'officine, un professionnel de santé au cœur du fléau du moustique tigre.....	48
2.1 Les institutions mondiales et nationales.....	48
2.1.1 Organisation mondiale de la santé (OMS)	48

2.1.2	Le ministère chargé de la santé	49
2.1.3	Agences Régionales de Santé (ARS)	49
2.1.4	Santé Publique France (SPF) ou Agence Nationale de la Santé Publique	49
2.2	Le pharmacien, acteur de santé publique.....	50
2.3	Lutte antivectorielle.....	51
2.4	Recommandations sanitaires pour le public et les voyageurs 2019	52
2.5	Lutte chimique.....	54
2.5.1	Répulsif cutané	54
2.5.2	Molécules répulsives autorisées par les autorités françaises.....	55
2.5.3	Les moyens alternatifs de prévention disponibles en pharmacie	63
2.5.4	Autres moyens de lutte : Pièges à moustiques Biogents	65
2.6	Lutte biologique.....	73
3	Etude de la connaissance du moustique tigre des pharmaciens d'officine dans les départements de Nouvelle Aquitaine où <i>Aedes albopictus</i> est implanté.....	74
3.1	Objectifs.....	74
3.2	Matériels et Méthodes	74
3.3	Résultats	82
3.4	Discussion	88
	Conclusion.....	92
	Annexe.....	94
	Bibliographie.....	96

Table des figures :

Figure 1 : Distribution de <i>Aedes albopictus</i> dans le monde jusqu'en 2013.(2)	10
Figure 2 : Carte globale de la distribution prévue d' <i>Aedes albopictus</i> .(9)	10
Figure 3 : Répartition d' <i>Aedes albopictus</i> en Europe en septembre 2012.(10)	11
Figure 4 : Répartition d' <i>Aedes albopictus</i> en Europe en 2019.(11)	12
Figure 5 : Niveau de classement "albopictus" des départements de France métropolitaine en 2018.(13).....	14
Figure 6 : Année de classement des départements au niveau "albopictus 1". (13).....	15
Figure 7 : Année de colonisation des communes des Landes par <i>Aedes albopictus</i> (CD40/Altopictus).(14)	16
Figure 8 : Détection et colonisation par <i>Aedes albopictus</i> dans le département des Landes de 2015 à 2018 commune par commune (Altopictus). (14)	17
Figure 9 : Cartographie des communes de Gironde infectées par <i>Aedes albopictus</i> .(16)	18
Figure 10 : Historique de la colonisation du département de Lot-et-Garonne par <i>Aedes albopictus</i> (Altopictus).....	19
Figure 11 : Constitution du moustique par Mariana Ruiz Villarreal (24).....	22
Figure 12 : Morphologie schématique de la tête chez les moustiques. (25)	23
Figure 13 : Vue latérale du thorax de moustique. (25).....	24
Figure 14 : Cycle de vie du moustique tigre. (27)	25
Figure 15 : Œufs d' <i>Aedes</i> mesurant 1 mm environ. (29)	26
Figure 16 : Larve d' <i>Aedes</i> .(29).....	28
Figure 17 : Larve d' <i>Aedes albopictus</i> - Nicolas Henon.(32)	29
Figure 18 : Nymphe dessinée d' <i>Aedes albopictus</i> .(29)	30
Figure 19 : Nymphe de moustique tigre (<i>Aedes albopictus</i>) - Nicolas Henon.(32).....	31
Figure 20 : Evolution d'émersion d'un moustique.(29)	32
Figure 21 : Emergence de moustique tigre (<i>Aedes albopictus</i>) - Nicolas Henon.(32).....	32
Figure 22 : Dimorphisme sexuel chez <i>Aedes albopictus</i> .(24).....	36
Figure 23 : Œufs d' <i>Aedes</i>	38
Figure 24 : Œufs de <i>Culex</i>	38
Figure 25 : Œufs d' <i>Anopheles</i>	38
Figure 26 : Larves d' <i>Aedes</i>	38
Figure 27 : Larves de <i>Culex</i>	38
Figure 28 : Larves d' <i>Anopheles</i>	38
Figure 29 : <i>Aedes</i> adulte.	38
Figure 30 : <i>Culex</i> adulte.	38
Figure 31 : <i>Anopheles</i> adulte.	38
Figure 32 : Vue de haut d' <i>Aedes albopictus</i>	39
Figure 33 : Vue de haut d' <i>Aedes aegypti</i>	39
Figure 34 : Différenciation des clypeus chez <i>Aedes albopictus</i> et <i>Aedes aegypti</i>	39
Figure 35 : Insecte solénoptère. (37)	40

Figure 36 : Principe breveté de fonctionnement des pièges Biogents. (100).....	66
Figure 37 : Différentes vues du piège Biogents. (100).....	66
Figure 38 : Effet des pièges Biogents sur le nombre de piqûres dans trois zones de test à Cesena (Italie) versus trois zones sans pièges. (103).....	69
Figure 39 : Moyenne hebdomadaire du nombre de piqûres d' <i>Aedes albopictus</i> dans trois maisons avec un système barrière de piège BG-Sentinel et dans trois maisons de contrôle non traitées dans le sud de la France, de juillet à septembre 2016. La ligne verticale en pointillé indique quand le système de barrière a été activé. (102).....	70
Figure 40 : Exemple de pièges Biogents : explication du fonctionnement du BG-Home.(108).....	72
Figure 41 : En-tête du questionnaire.	76
Figure 42 : Question 1 du questionnaire.....	76
Figure 43 : Question 2 du questionnaire.....	76
Figure 44 : Question 3 du questionnaire et son menu déroulant.	77
Figure 45 : Question 4 du questionnaire	78
Figure 46 : Question 5 du questionnaire.....	78
Figure 47: Question 6 du questionnaire.....	79
Figure 48 : Question 7 du questionnaire.....	79
Figure 49 : Question 8 du questionnaire.....	80
Figure 50 : Question 9 du questionnaire.....	80
Figure 51: Question 11 du questionnaire.....	81
Figure 52 : Question 12 du questionnaire.....	81
Figure 53 : Proportion des sexes des participants au questionnaire.	82
Figure 54 : Age moyen des participants du questionnaire.....	82
Figure 55 : Proportion des départements de Nouvelle Aquitaine dont sont originaires les participants du questionnaire.	83
Figure 56 : Evaluation des connaissances des participants au questionnaire.	83
Figure 57 : Proportion des conseils proposés par les participants au questionnaire. ..	84
Figure 58 : Proportion de l'impact du moustique tigre sur la patientèle.	85
Figure 59 : Institutions à l'origine de la documentation sur le moustique tigre.....	86
Figure 60 : La pharmacie d'officine, un lieu d'informations pour le moustique tigre ?	87

Table des tableaux

Tableau 1 : Communes de Dordogne exposées à <i>Aedes albopictus</i> de 2015 à 2018.	18
Tableau 2 : Différenciation au niveau des caractéristiques générales des différents genres : (33)	37
Tableau 3 : Différenciation au niveau des caractéristiques morphologiques des différents stades de moustique selon leur genre : (34)	38
Tableau 4 : Quelques éléments de différenciation entre <i>Aedes albopictus</i> et <i>Aedes aegypti</i> . (31)	39
Tableau 5 : DEET - Recommandations de la HCSP en avril 2015. (76)	56
Tableau 6 : DEET - Recommandations de la HCSP en mai 2019. (80).....	57
Tableau 7 : IR3535 - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80).....	59
Tableau 8 : PMDRBO - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80) :.....	60
Tableau 9 : KBR30234 - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80) :.....	61

Introduction

Parmi les espèces de moustiques envahissantes découvertes en Europe, le moustique tigre asiatique, *Aedes (Stegomyia) albopictus*, représente probablement la principale menace pour la santé publique en Europe et en France. Il est considéré comme l'espèce de moustique la plus envahissante au monde par le Groupe de spécialistes des espèces envahissantes. (1)

Le moustique tigre asiatique est capable de transmettre au moins 22 arboviroses différentes dont la dengue, le chikungunya et le virus zika.

L'expansion d'*Aedes albopictus* est le fruit de la mondialisation, des échanges commerciaux et des changements climatiques dans le monde. Sa grande capacité d'adaptabilité à l'environnement lui permet de développer son invasion.

Depuis son arrivée en 2012 et son expansion en Nouvelle Aquitaine, le moustique tigre asiatique gagne chaque année des territoires entraînant un réel calvaire et un risque de santé publique pour la population.

Au cours de cette thèse, j'ai souhaité tout d'abord étudier plus précisément le moustique tigre asiatique : son histoire, son expansion mondiale, en France et en Nouvelle Aquitaine puis ses caractéristiques entomologiques pour connaître son anatomie et ses modes de vie. En outre, parmi les différentes arboviroses transmissibles par *Aedes albopictus*, nous développerons trois d'entre elles, le chikungunya, la dengue et le virus zika qui sont des pathologies qui se multiplient de mai à novembre en France métropolitaine. Principalement, ce sont des cas importés mais de plus en plus de cas sporadiques apparaissent dans les territoires atteints par le moustique tigre.

Dans un second temps, la mise en lumière du pharmacien dans son rôle de santé publique est très importante de nos jours. En effet, ce rôle est souvent méconnu de la population mais du fait du maillage territorial des officines et de par sa formation, le pharmacien est un professionnel de santé présent au quotidien au plus près de la population pour l'accompagner dans ses maux du moment, ses pathologies. Mais il est aussi un réel relais de santé publique pour les institutions. De plus, un état des lieux des recommandations actuelles, des différents moyens de lutte chimique, biologique et des autres moyens de prévention disponibles à l'officine sera détaillé.

Enfin, durant ce travail, une étude auprès des pharmaciens d'officine de Nouvelle Aquitaine a été réalisée sous forme de questionnaire afin de les interroger sur le moustique tigre *Aedes albopictus*. Différents points seront abordés dont leurs connaissances sur le moustique tigre, les moyens de prévention privilégiés et conseillés par ces pharmaciens et l'origine des informations à leur disposition.

1. Le moustique, un nuisible hors normes

1.1 Répartition et expansion du moustique tigre dans le monde, en France métropolitaine et en Nouvelle Aquitaine

1.1.1 *Aedes albopictus* dans le monde

Aedes albopictus, plus connu sous son nom vernaculaire « moustique tigre » est un nuisible hors normes. En seulement une trentaine d'années, il a réussi à coloniser l'ensemble des continents, à l'exception de l'Antarctique.(2) Le moustique tigre est souvent surnommé « moustique tigre asiatique » en référence à la région géographique dont il est originaire. La région de l'Asie du Sud-Est, en passant par la portion sud de la Chine, une partie du Japon, la Corée, pour finir par la péninsule indienne limitée au nord par les montagnes de l'Himalaya fut son aire de prédilection pendant plusieurs années. Au Japon, c'est l'île principale de Honshu dans le district de Tohoku qui fut largement touchée avec une ligne de démarcation bien marquée jusqu'en 1998.(3) Le moustique tigre est décrit à ses débuts dans les forêts, puis progressivement il s'adaptera à l'environnement humain qui confère de nombreuses sources de sang et réservoirs d'eau. Actuellement en Asie, le moustique tigre, *Aedes albopictus* », est l'espèce la plus nombreuse ; nous l'avons retrouvé dans les villes où la végétation reste importante comme Kuala Lumpur, Singapour ou Tokyo.(4)

Rapidement, les îles de l'Océan Indien comme Madagascar (Figure 1) sont à leur tour touchées, probablement à cause des différentes vagues d'immigration indonésienne au début du 19^{ème} siècle.(5) Le moustique tigre est décrit pour la première fois dans les années 1900 sur l'île de la Réunion.(4)

Dans le Pacifique, l'Australie, elle aussi, a été la proie d'*Aedes albopictus* depuis 1989 à Darwin, puis il est introduit en Nouvelle-Zélande en 1993.(5)

En se dirigeant vers l'Est de cette zone, dès la fin du XVIII^{ème} siècle, le moustique tigre est observé au milieu de l'Océan Pacifique à Hawaï et à Guam pendant la seconde guerre mondiale.(5). C'est en 1985 que les Etats Unis continentaux sont touchés au Texas. Depuis, 866 comtés de 26 états sont infectés. Dernièrement, le moustique tigre a été décrit dans le Sud de la Californie ainsi que, sporadiquement, dans les Etats de Washington et du Nouveau-Mexique.(2)

C'est dans les années 1980-1990 que *Aedes albopictus* a investi l'Amérique centrale et du Sud. Le Mexique et le Brésil furent les deux pays les plus rapidement touchés avec le Guatemala. Puis le Venezuela, le Panama, le Honduras, la Colombie, la Bolivie, les îles des Caraïbes de la Barbade, Cuba, la République Dominicaine sont touchés depuis la fin des années 1990. De nos jours, le moustique tigre se concentre dans les provinces du Nord-Ouest comprenant principalement l'Argentine, l'Uruguay et le Paraguay.(2)

En outre, *Aedes albopictus* est présent depuis 1989 en Afrique. Il a été décrit, la première fois, en Afrique du Sud, au niveau de la zone portuaire de Cape Town, lorsque des larves vivantes ont été retrouvées dans des pneus usés en provenance du Japon. Immédiatement l'infestation a été contenue. Puis, c'est deux années plus tard qu'il a été détecté à nouveau sur le continent Africain, plus précisément au Nigéria, au Gabon et en Guinée équatoriale. Le moustique tigre a été décrit sporadiquement en 2011 en Algérie (6) puis son installation fut effective en 2015 au Nord-Ouest du pays (7) et en 2016 au Maroc. (8)

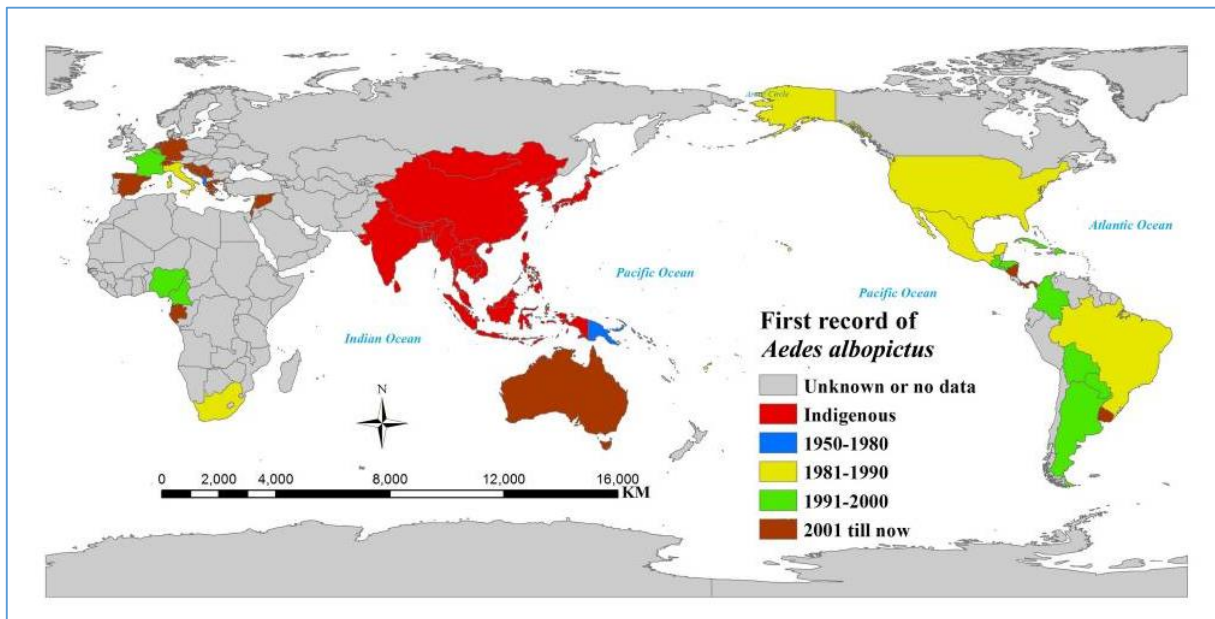


Figure 1 : Distribution de *Aedes albopictus* dans le monde jusqu'en 2013.(2)

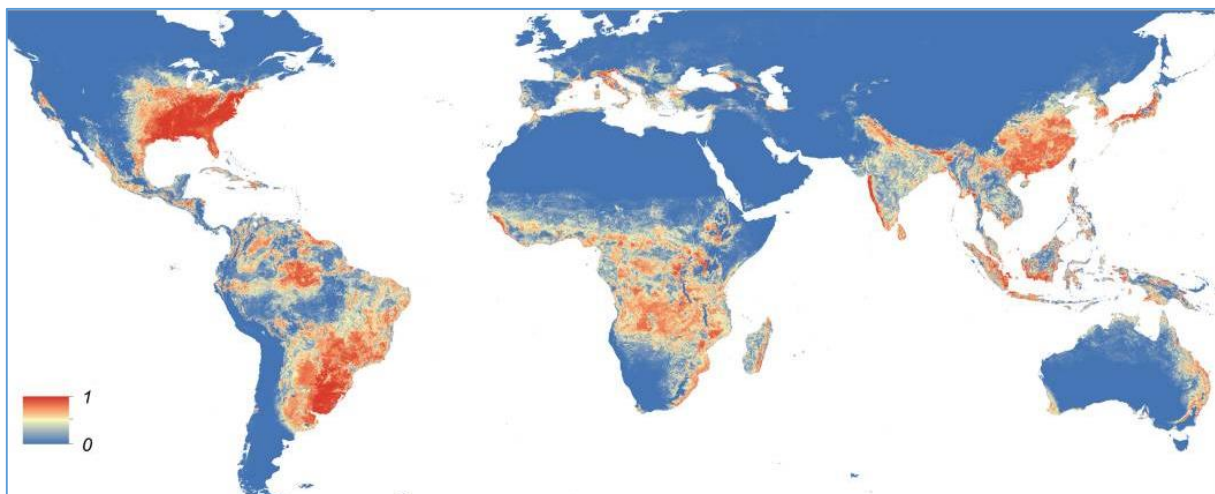


Figure 2 : Carte globale de la distribution prévue d'*Aedes albopictus*.(9)

Concernant l'Europe, c'est en Albanie en août 1979 qu'*Aedes albopictus* fut pour la première fois détecté. De nos jours, il est présent dans l'ensemble des pays méditerranéens et s'étend même jusqu'à la Turquie, le Liban, l'Israël, la Syrie et tend à

continuer sa prolifération vers le nord. L'Italie est le pays le plus infesté en Europe avec la France. En effet, sa première découverte en Italie date de septembre 1990 dans la ville de Gênes. Depuis, *Aedes albopictus* est omniprésent dans les régions d'Italie se trouvant à moins de 600 m d'altitude : nous pouvons citer notamment les zones côtières, la région de Lombardie, la région Frioul-Vénétie Julienne et la majorité des zones urbaines.(10) Il est également possible de le retrouver en Espagne, en Suisse, au Luxembourg, au Pays bas, en Russie, en Bulgarie. Ceci est en adéquation avec les modèles prévisionnels d'expansions fondés sur les changements climatiques.(2)

Evolution de l'expansion d'*Aedes albopictus* de 2012 à 2019 en Europe.

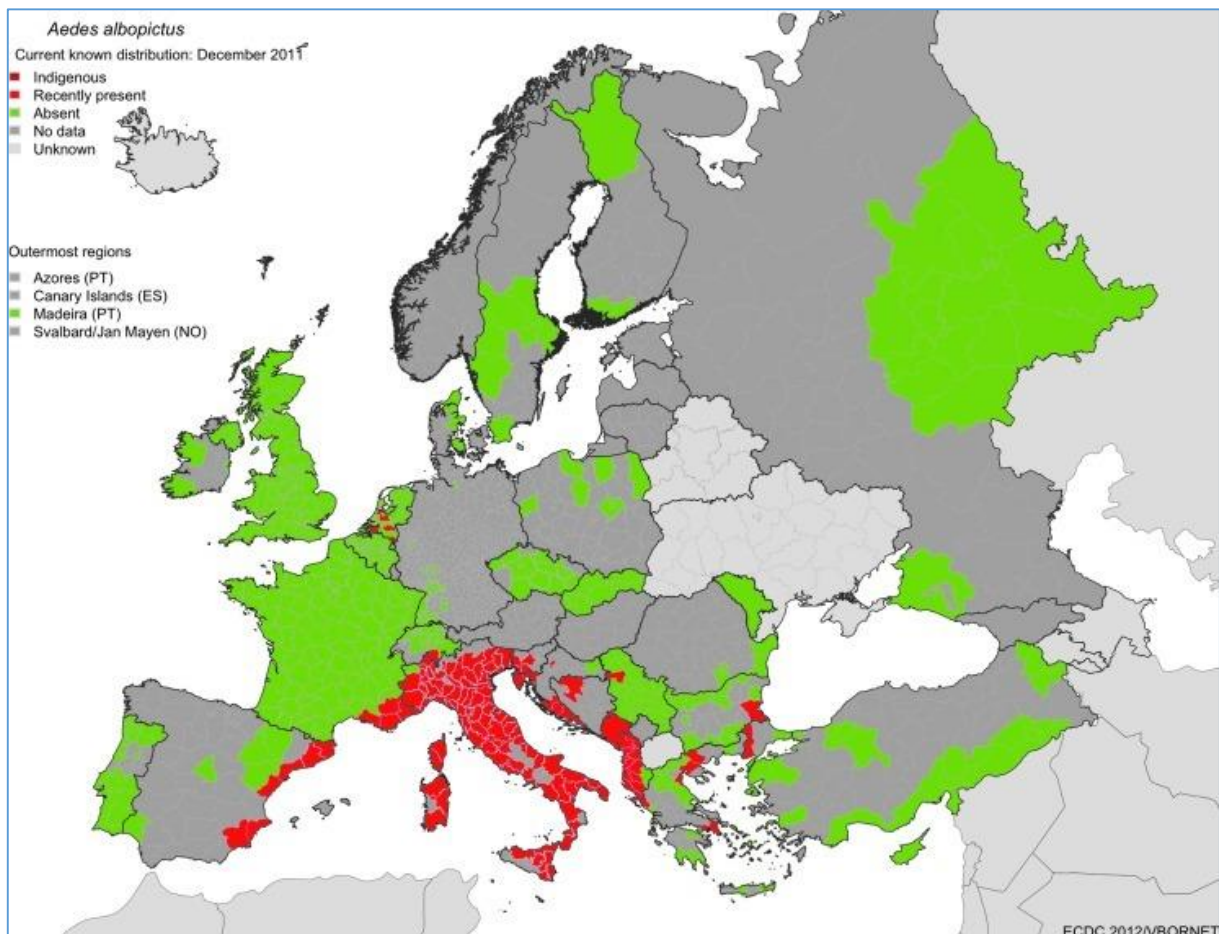


Figure 3 : Répartition d'*Aedes albopictus* en Europe en septembre 2012.(10)

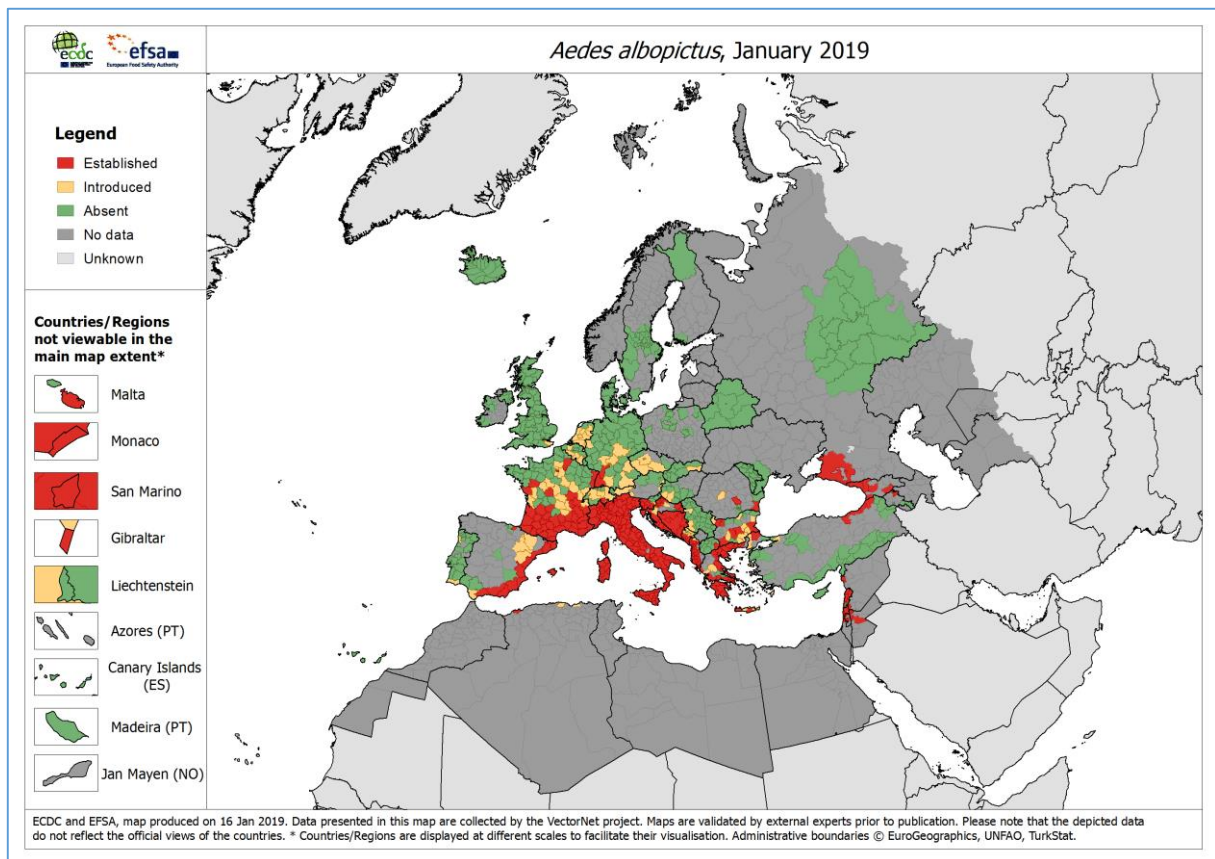


Figure 4 : Répartition d'*Aedes albopictus* en Europe en 2019.(11)

Le moustique tigre asiatique constitue l'espèce de moustiques la plus envahissante du monde. Cette large distribution d'*Aedes albopictus* aurait été accidentelle et induite par l'homme. Cette expansion hors normes s'explique principalement par le commerce international de pneus usagés, l'importation de bambou « porte bonheur » (10) et par la pression continue des propagules (2).

En effet, les moustiques tigres femelles pondent des œufs dans de nombreux réservoirs contenant de l'eau. Mais ces insectes peuvent résister à la dessiccation, à la sécheresse et aux périodes prolongées d'absence d'eau. Les pneus sont de parfaits réservoirs d'eaux et donc d'œufs de moustiques tigres. Le commerce de pneumatiques ainsi que des plantes aquatiques exportées vers de nouvelles régions géographiques sont à l'origine de cette distribution mondiale (2,10). En opposition aux autres espèces de moustique invasives, son attirance pour les réservoirs (pneus notamment) dans l'environnement domestique a notablement orienté le contact avec l'Homme. L'éclosion est ensuite facilitée par la pluie et les inondations puis, au niveau local, l'expansion se fait par le biais du transport routier. Ce sont des circonstances très propices pour permettre le déplacement d'une espèce d'un continent à un autre. De plus, en associant la vague d'expansion d'*Aedes albopictus* en Europe et les cartographies de changements climatiques actuelles, tout laisse à penser que l'expansion en Europe progressera encore massivement dans les années à venir.(10)

1.1.2 *Aedes albopictus* en France métropolitaine :

L'arrivée d'*Aedes albopictus* en France Métropolitaine en 1999 en Normandie est signalée au niveau d'un site d'importation de pneumatiques mais celui-ci ne persistera pas dans cette région. C'est à Menton que le moustique tigre asiatique prendra place à partir de 2004 et commencera son expansion dans le Sud-Est de la France ainsi que, petit à petit, dans le sud de la France.

En 2006, le gouvernement français a élaboré un plan national anti-dissémination du chikungunya et de la dengue. Pour la métropole, ce plan envisage « la mise en place d'une surveillance entomologique et épidémiologique pour prévenir et évaluer les risques de dissémination, renforcer la lutte contre les moustiques vecteurs, informer et mobiliser la population et les professionnels de santé et développer la recherche et les connaissances.

Niveau 0a : Pas de détection d'*Aedes albopictus*.

Niveau 0b : Présence contrôlée d'*Aedes albopictus*.

Niveau 1 : *Aedes albopictus* implanté et actif. » (12)

En 2014, le moustique tigre asiatique est présent dans la majorité des départements des Alpes-Maritimes, de la Haute-Corse, de la Corse-du-Sud, du Var et des Bouches-du-Rhône. En outre, il a colonisé certaines communes du Vaucluse, des Alpes-de-Haute-Provence, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de la Haute-Garonne, de l'Ardèche, du Lot-et-Garonne, de la Drôme, de la Gironde, de l'Isère, de la Saône-et-Loire, et du Rhône et de la Savoie.

En 2015, cette espèce s'est installée durablement dans divers départements : le Bas-Rhin, l'Ain, la Dordogne, le Lot, les Landes, Les Pyrénées-Atlantiques, le Tarn, le Tarn-et-Garonne, le Val-de-Marne et pour finir la Vendée.

En 2016, ce sont trois départements supplémentaires où *Aedes albopictus* s'est développé : le Gers, l'Aveyron et le Haut-Rhin.

En 2017, le moustique tigre s'est implanté dans neuf nouveaux départements l'Ariège, l'Aisne, la Corrèze, les Hautes-Alpes, les Hauts-de-Seine, les Hautes-Pyrénées, l'Indre, la Lozère et le Maine-et-Loire.

Au cours de l'année 2018, ce sont neuf départements supplémentaires où *Aedes albopictus* est implanté et actif (niveau 1) : Charente-Maritime, Puy-de-Dôme, Côte-d'Or, Loire, Nièvre, Seine-et-Marne, Essonne, Seine-Saint-Denis et Paris.

Ainsi nous dénombrons en fin d'année 2018, 51 départements en niveau 1.

Niveau de classement "albopictus" des départements de France métropolitaine
Départements - Année 2018

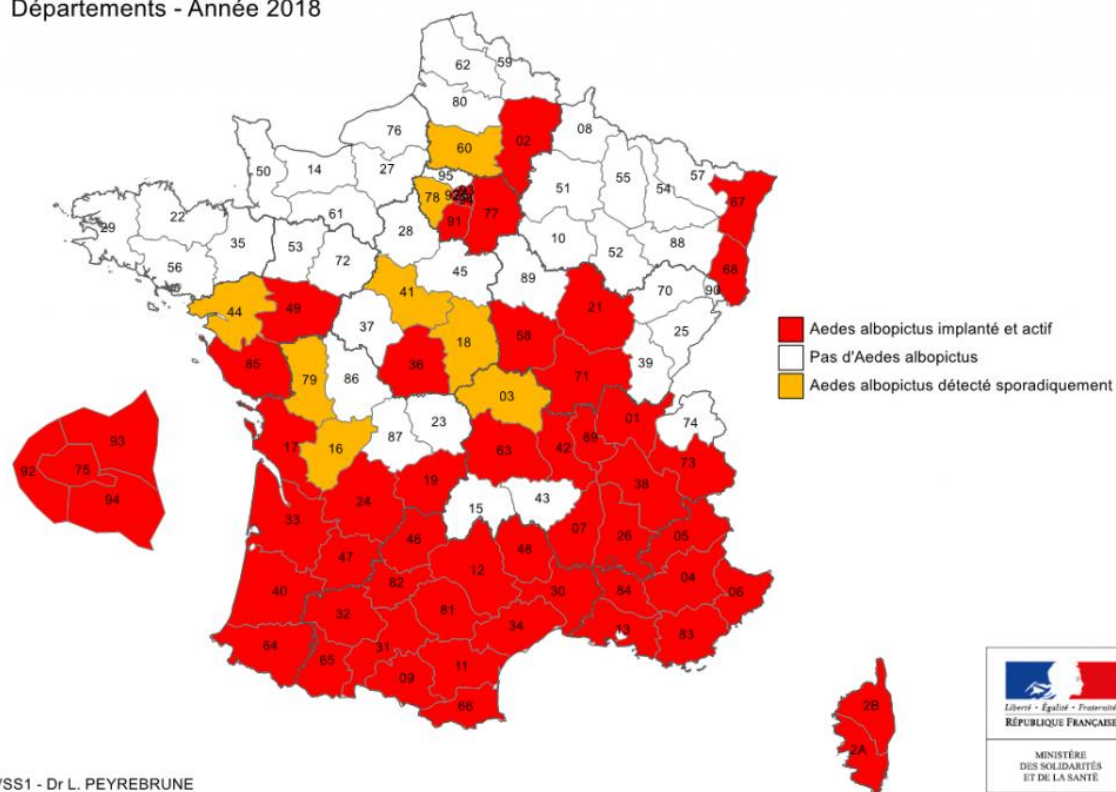


Figure 5 : Niveau de classement "albopictus" des départements de France métropolitaine en 2018.(13)

Année de classement des départements au niveau 'albopictus 1'

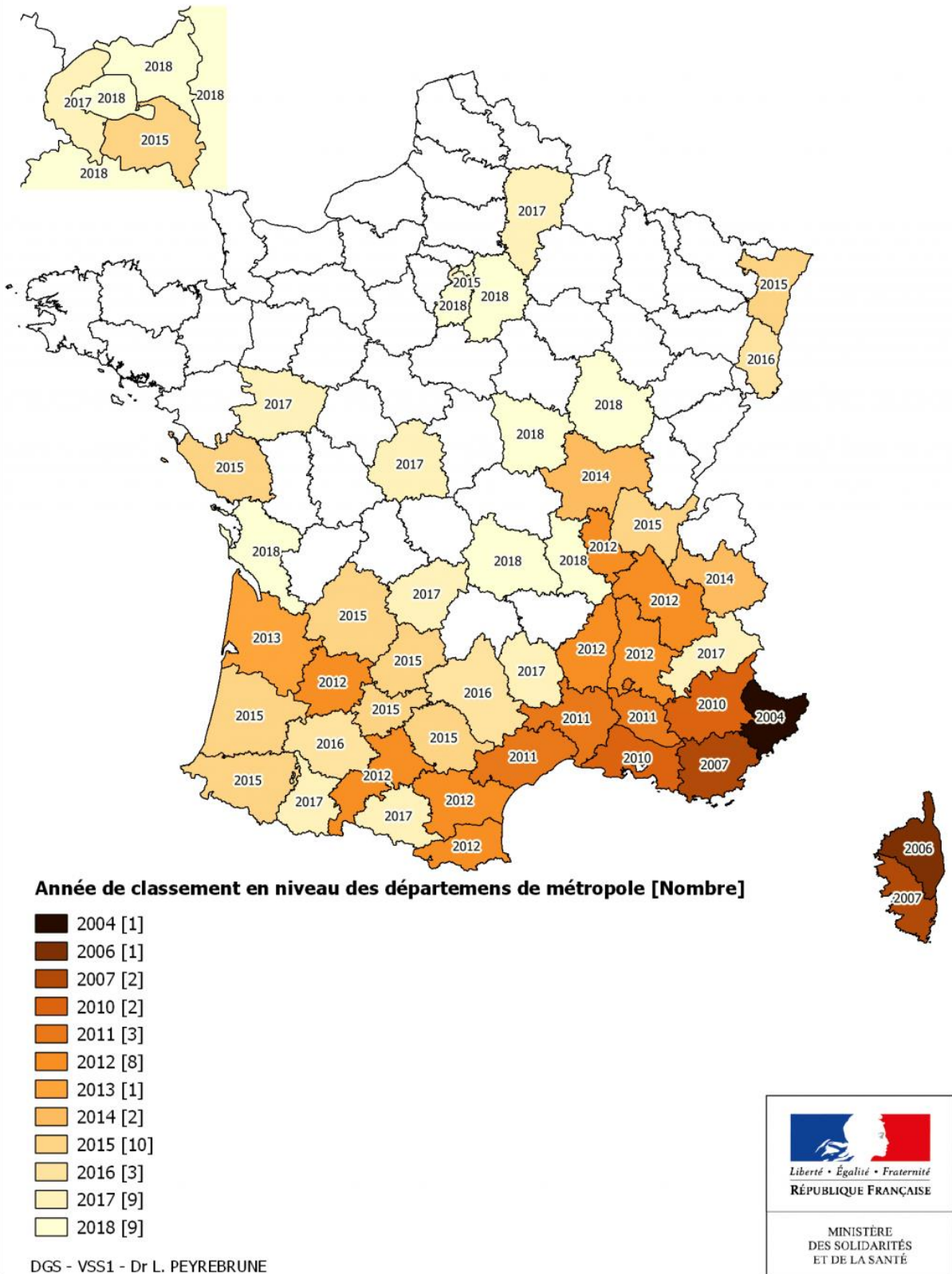


Figure 6 : Année de classement des départements au niveau "albopictus 1". (13)

1.1.3 *Aedes albopictus* en Nouvelle Aquitaine

En Nouvelle Aquitaine, nous comptons 7 départements classés niveau 1 dans le plan national de lutte où *Aedes albopictus* est implanté et actif : la Charente Maritime la Corrèze, la Dordogne, la Gironde, les Landes, le Lot et Garonne et les Pyrénées Atlantiques.

Ce sont ces 7 départements sur lesquels nous allons nous concentrer.

Dans les autres départements (la Charente, la Creuse, les Deux-Sèvres, la Haute-Vienne, la Vienne), le moustique tigre asiatique n'est pas implanté en 2018.

1.1.3.1 *Les Landes*

Les zones où les communes sont colonisées se situent principalement dans le sud du département autour des pôles qui concentrent le plus de population : Mont-de-Marsan, Dax et au niveau de la côte autour de Capbreton. Il est intéressant d'observer que ce développement d'*Aedes albopictus* s'effectue de proche en proche à partir de ces 4 pôles, on parle d'une colonisation en « taches d'huile ». Cependant, il existe un questionnement autour du type de colonisation dans le nord du département : est-ce une colonisation par « bonds » ou en « taches d'huile » ? (14)

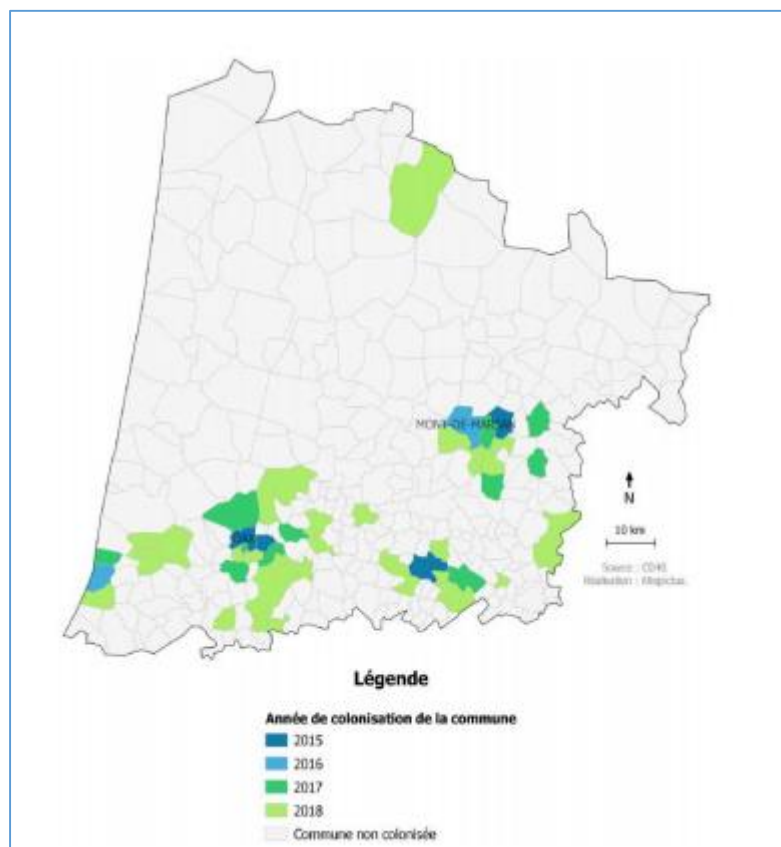


Figure 7 : Année de colonisation des communes des Landes par *Aedes albopictus* (CD40/*Altopictus*). (14)

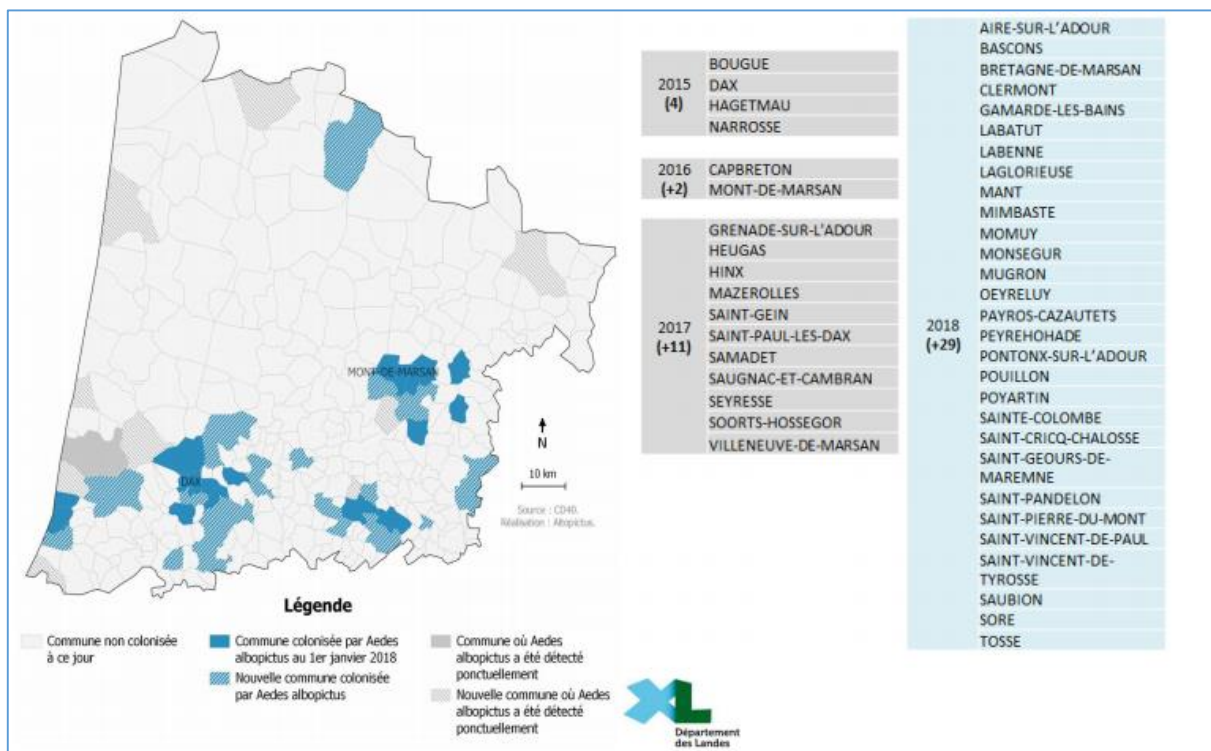


Figure 8 : Détection et colonisation par *Aedes albopictus* dans le département des Landes de 2015 à 2018 commune par commune (Altopictus). (14)

En 2018, *Aedes albopictus* est implanté dans 29 communes supplémentaires ce qui porte à un total de 46 communes colonisées par le moustique tigre dans les Landes. Ce qui correspond à 20 % des communes landaises touchées où se concentrent environ 40 % de la population du département contre 25 % en 2017.(14)

1.1.3.2 Charente Maritime :

Le 28 novembre 2018, le département est passé par arrêté interministériel en niveau 1 du plan de lutte national suite à la détection de l'installation irréversible dans deux communes : Nieul sur Mer et Saintes. De plus, 3 nouvelles communes ont détecté *Aedes albopictus* de façon ponctuelle. (15)

1.1.3.3 Gironde :

En 2013, *Aedes albopictus* est implanté de façon irréversible sur la Commune de Pessac. Le département est passé au niveau 1 du plan national de lutte en 2014. Nous comptons, en fin 2018, 88 communes colonisées dont 58 nouvelles durant cette dernière année. Ainsi 66 % de la population girondine est exposée à cette espèce. De plus, ponctuellement, le moustique tigre a été détecté dans 43 communes supplémentaires.



Figure 9 : Cartographie des communes de Gironde infectées par *Aedes albopictus*.(16)

Les zones où les communes sont colonisées se situent principalement au niveau de la métropole de Bordeaux ainsi que dans le sud-ouest de la Gironde sur les communes longeant la Garonne.(16)

1.1.3.4 Dordogne (17)

Aedes albopictus est installé irréversiblement dans 16 communes depuis 2015 dont 11 nouvelles en 2018. Le département est passé en niveau 1 en 2015. 18% de la population de Dordogne est exposée au moustique tigre. De plus, ponctuellement, ce dernier a été détecté dans 6 autres communes.

Tableau 1 : Communes de Dordogne exposées à *Aedes albopictus* de 2015 à 2018.

Année de colonisation		
2015 et 2016	2017	2018
Bergerac	Creyse	Cours-de-Pile
	Naussannes	Saint-Nexans Perigueux
	Perigueux	Terrasson Lavilledieu
	Saint-Médard-de-Mussidan	Issigeac
		Prigonrieux
		Eymet
		La Force
		Trelissac
		Mussidan
		Coulounieix-Chamiers
		Lembras

1.1.3.5 Lot et Garonne :

L'implantation d'*Aedes albopictus* dans ce département est majeure (le département est passé en niveau 1 en 2012). En effet, 105 communes sont colonisées par le moustique tigre asiatique dont 18 communes supplémentaires en 2018. Environ 4 habitants sur 5 sont concernés par la présence de ce nuisible. (18)

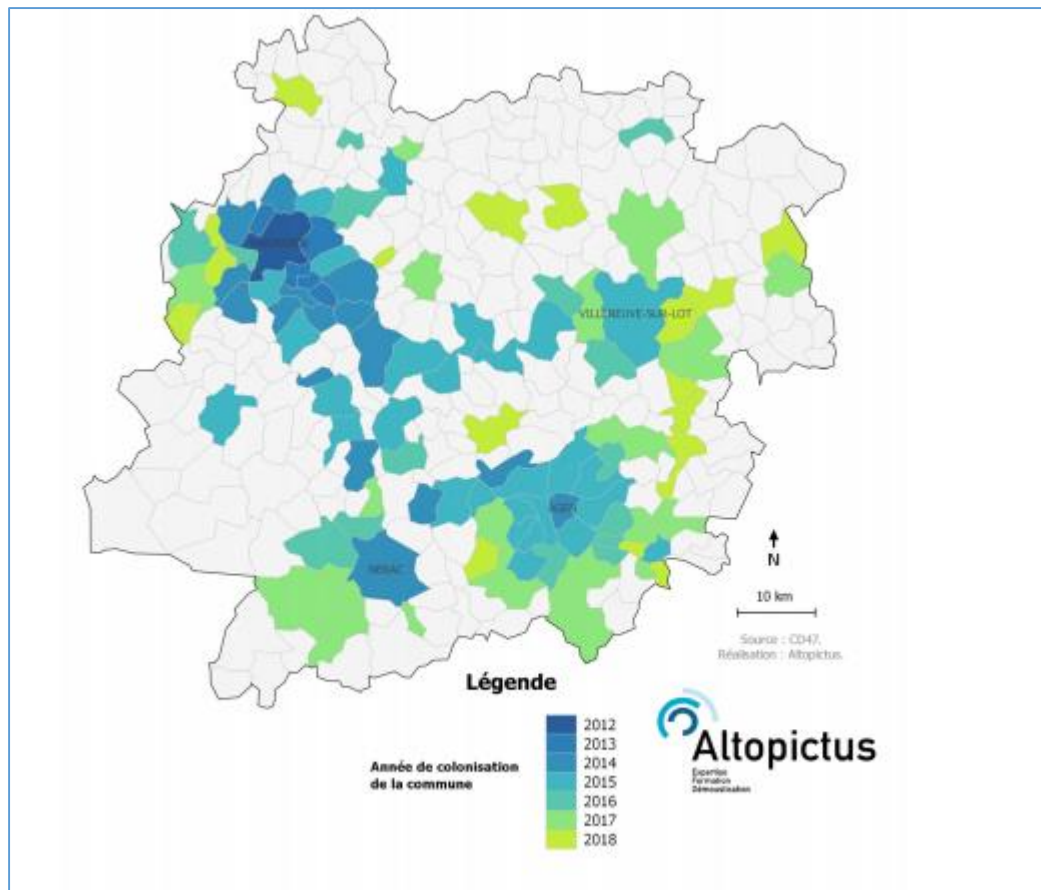


Figure 10 : Historique de la colonisation du département de Lot-et-Garonne par *Aedes albopictus* (Altopictus)

1.1.3.6 Pyrénées Atlantiques :

De 2012-2014, le moustique tigre est détecté dans diverses zones du département de façon ponctuelle : au niveau des aires d'autoroutes (en 2012 au niveau de Lacq-Audejos en 2012, en 2013 sur la commune d'Urrugne, en 2014 au niveau d'Orthez et Sames). Le département a donc été classé en 2012 en niveau 0b.

En 2015, *Aedes albopictus* est implanté irréversiblement sur la commune de Mourenx principalement, ce qui a entraîné un reclassement du département en niveau 1 en novembre 2015. (19) Aucune donnée complémentaire depuis 2016.

1.1.3.7 Corrèze :

Aucune information détaillée disponible.

1.2 *Aedes albopictus*, caractéristiques entomologiques du moustique tigre asiatique

1.2.1 Taxinomie

En 1735, Linné à travers son ouvrage, *Systema naturae*, distribue en classes, ordres, genres et espèces toutes les représentations alors connues des trois règnes. (20)

Ainsi, nous allons utiliser cette taxinomie Linnéenne pour *Aedes albopictus*, décrit pour la première fois par Skuse en 1894. *Aedes* indique le nom du genre et *albopictus* est le nom de l'espèce.

1.2.1.1 L'embranchement ou clade : *Arthropodes (Arthropoda)* (21)

Arthropode signifie littéralement « **à pattes articulées** » mais c'est plus généralement tout le corps de ces animaux qui est articulé. Ils n'ont pas de squelette interne mais l'armature du corps est une cuirasse semi-rigide externe, constituée de chitine, polyoside aminé et acétylé. Leur corps est divisé en segments articulés entre eux, on dit que le corps est métamérisé. Le métamère est l'unité structurale fondamentale de l'arthropode.

Au niveau de la vision, il existe soit des yeux simples appelés les ocelles, soit des yeux composés d'éléments juxtaposés, les ommatidies.

En milieu aérien, la respiration est réalisée par des trachées, principalement.

Chez les arthropodes, le cœur est généralement présent et a la forme d'un vaisseau dorsal.

Les muscles sont individualisés et striés principalement.

Ce clade concentre 75 % des êtres vivants.

1.2.1.2 Sous embranchement : *Antennates ou Mandibulates (Antennata ou Mandibulata)* (21)

Ce sont des arthropodes portant des **appendices chératinisés** au niveau de la tête, des **mandibules** ainsi que des **antennes**.

1.2.1.3 Classe : *Insectes (Insecta)* (22)

Cette classe, selon les entomologistes, concentre entre 5 et 80 millions d'espèces.

Ce sont des mandibulates qui possèdent trois paires d'appendices locomoteurs avec un corps divisé **en trois parties : tête, thorax et abdomen**. Ces trois parties sont elles-mêmes composées d'un nombre constant de somites ou segments.

Le système respiratoire des insectes est très particulier. En effet, il est composé de trachées qui vont s'ouvrir à l'extérieur par des stigmates. Ces stigmates réalisent les échanges entre le milieu environnant et l'animal.

1.2.1.4 *Infra-classe : Ptérygotes (Pterygota) (21,22)*

Ce sont des **insectes ailés**. Ainsi, le thorax (son deuxième segment, le méso-thorax et son troisième segment, le méta-thorax surtout) a dû s'élargir afin de pouvoir supporter des ailes et une musculature adéquates. On a donc un renforcement de l'exosquelette appelé sclérotinisation.

Les ailes ont une structure laminaire avec une consistance membraneuse leur conférant une certaine rigidité et élasticité permettant le vol. De plus, on retrouve un système circulatoire et les veines vont permettre de différencier notamment les espèces de Ptérygotes.

1.2.1.5 *Clade : Néoptères (Neoptera) (22)*

La particularité de cette infra-classe est le **repliement possible des ailes vers l'arrière**.

1.2.1.6 *Super-ordre : Mécoptéroïdes*

1.2.1.7 *Ordre : Diptères (Diptera) (23)*

Ces insectes présentent **une unique paire d'ailes antérieures**, la paire d'ailes postérieures se transforment en « balanciers » ou « haltères » avec un rôle sensoriel. Le mésothorax devient prédominant devant le prothorax.

L'appareil buccal est une **trompe soit piqueuse soit suceuse**.

Le développement est sur un mode holométabole : les larves sont apodes et se transforment en nymphes (métamorphose complète) ; ces dernières sont soit mobiles comme pour les moustiques, soit enfermées dans une enveloppe dure appelée « puparium » comme pour les mouches.

Ces diptères font l'objet d'une importante surveillance dans les domaines médicaux, agricoles et vétérinaires à cause des espèces parasites, prédatrices et hématophages. En effet, certaines espèces de diptères sont responsables de maladies graves comme la fièvre jaune, le paludisme.

1.2.1.8 *Sous ordre : Nématocères (Nematocera) (21,23)*

Ces diptères possèdent des **antennes de différentes tailles mais plus grandes que l'ensemble tête/ thorax, annelées (6 à 40 articles)** ; leurs palpes pendants sont de grandes tailles principalement, à l'exception des Scatopsidae et comprennent 4 à 5 articles.

1.2.1.9 *Infra-ordre : Culicomorpha (21)*

Ces nématocères possèdent de **longues antennes**. Leurs larves et leurs nymphes ont la particularité d'être **aquatiques et très mobiles**.

1.2.1.10 *Famille : Culicidés (Culicidae) (21)*

Les moustiques appartiennent à cette famille. Les culicidés possèdent des **antennes fines et longues, des écailles sur les nervures des ailes ainsi qu'une trompe**

piqueuse-suceuse. Ce sont uniquement les femelles qui sont hémato-phages, les mâles ne sont pas responsables de piqûres car ils se nourrissent de suc s végétaux.

Il existe de nos jours 3500 espèces de moustiques décrites, groupées en 3 sous-familles (*Anophelinæ*, *Toxorhynchitinæ* et *Culicinæ*) et une quarantaine de genres.

Certains genres de Culicidés n'attaquent pas l'homme comme les Toxorhynchites dont les larves prédatrices permettent de réguler certains genres comme *Culex* et *Stegomyia*. En effet, une seule larve de Toxorhynchites est capable de manger 10 à 20 larves de *Stegomyia* par jour.

La grande majorité des Culicidés qui attaquent l'homme sont les suivants : *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Eretmapodites*, *Taeniorhuncus*.

Le moustique tigre asiatique fait partie de la famille *Culicidae*, sous famille *Culicinae*, tribu *Aedini*, genre *Aedes*, sous-genre *Stegomyia* et espèce *albopictus*.

1.2.2 Anatomie générale d'un moustique (ici *Culex pipiens* : moustique commun)

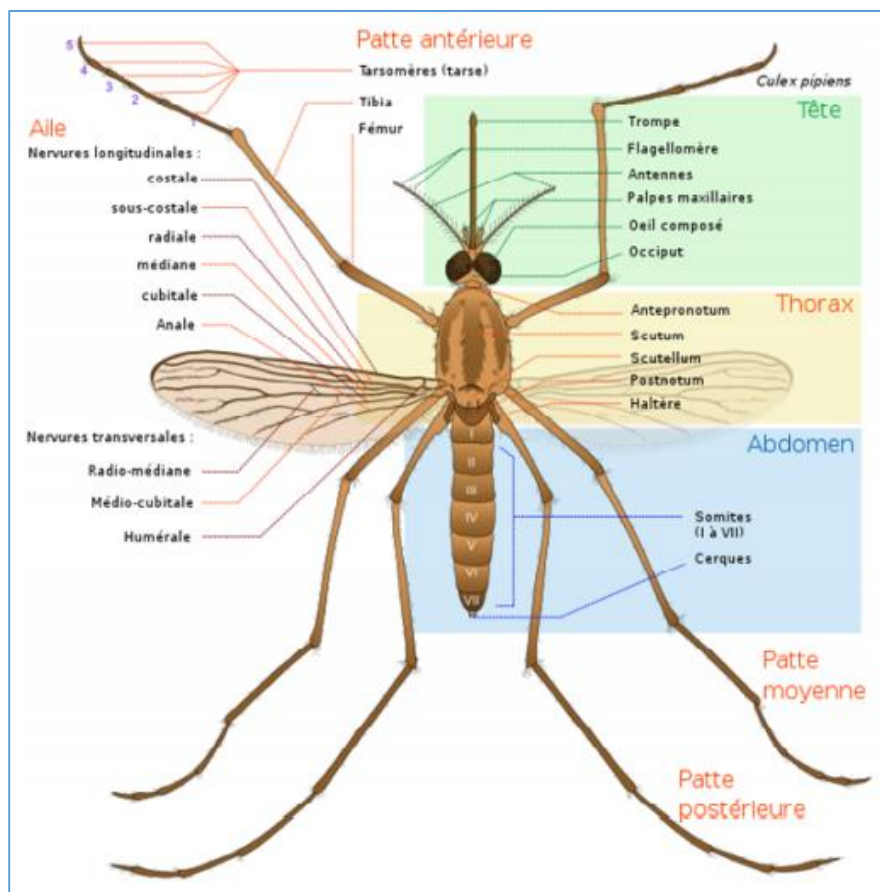


Figure 11 : Constitution du moustique par Mariana Ruiz Villarreal (24)

Le corps d'un moustique est composé de trois grandes parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

1.2.2.1 La tête (25)

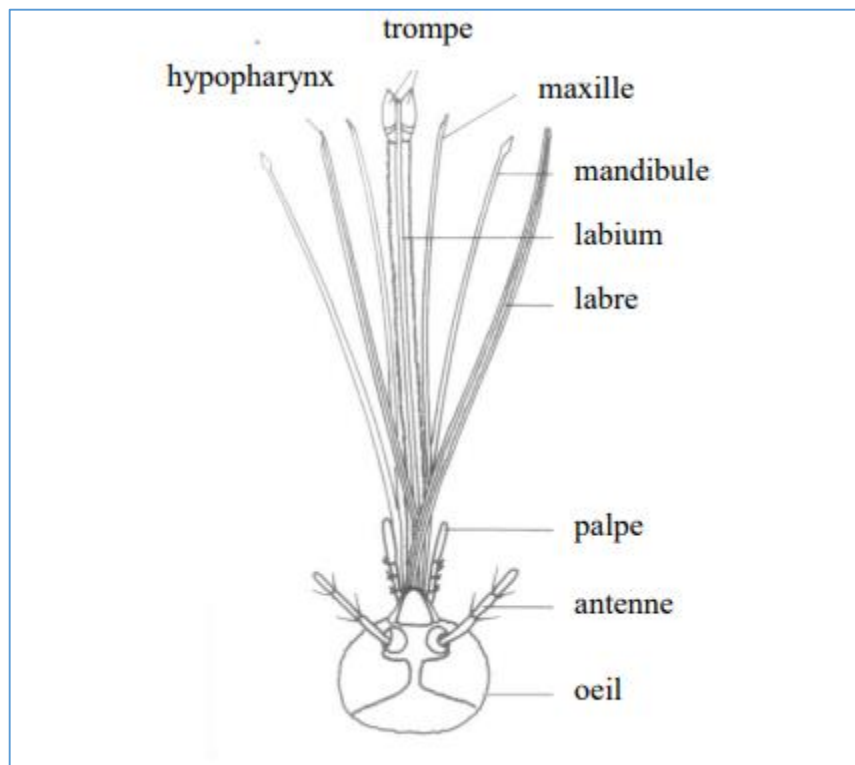


Figure 12 : Morphologie schématique de la tête chez les moustiques. (25)

Au niveau de la tête, on distingue différentes parties dont les yeux, les antennes, les pièces buccales :

Les yeux sont latéraux, dits à facettes ou composés et sont au nombre de 2. Ces derniers sont composés de structures unitaires appelées ommatidies.

Les antennes s'insèrent au niveau des yeux et sont composés de 15 articles pour les moustiques mâles et 16 articles pour les femelles. Elles sont dites plumeuses pour les mâles et glabres pour les femelles.

Les palpes maxillaires sont généralement de grande taille avec des poils chez les mâles en opposition aux moustiques tigres femelles. Ils ont un rôle sensoriel.

Puis il s'agit des pièces buccales du moustique qui sont un ensemble appelé proboscis ou trompe composée de 6 fins stylets vulnérables et difficilement identifiables (une paire de mandibules, une paire de maxilles, un hypopharynx et un labre).

Les mandibules et les maxilles permettent de perforer.

Le labre est un organe perforant et permet l'aspiration.

L'hypopharynx creusé d'un canal salivaire est un organe qui joue un rôle dans le transport de vecteurs.

1.2.2.2 Le thorax : (25)

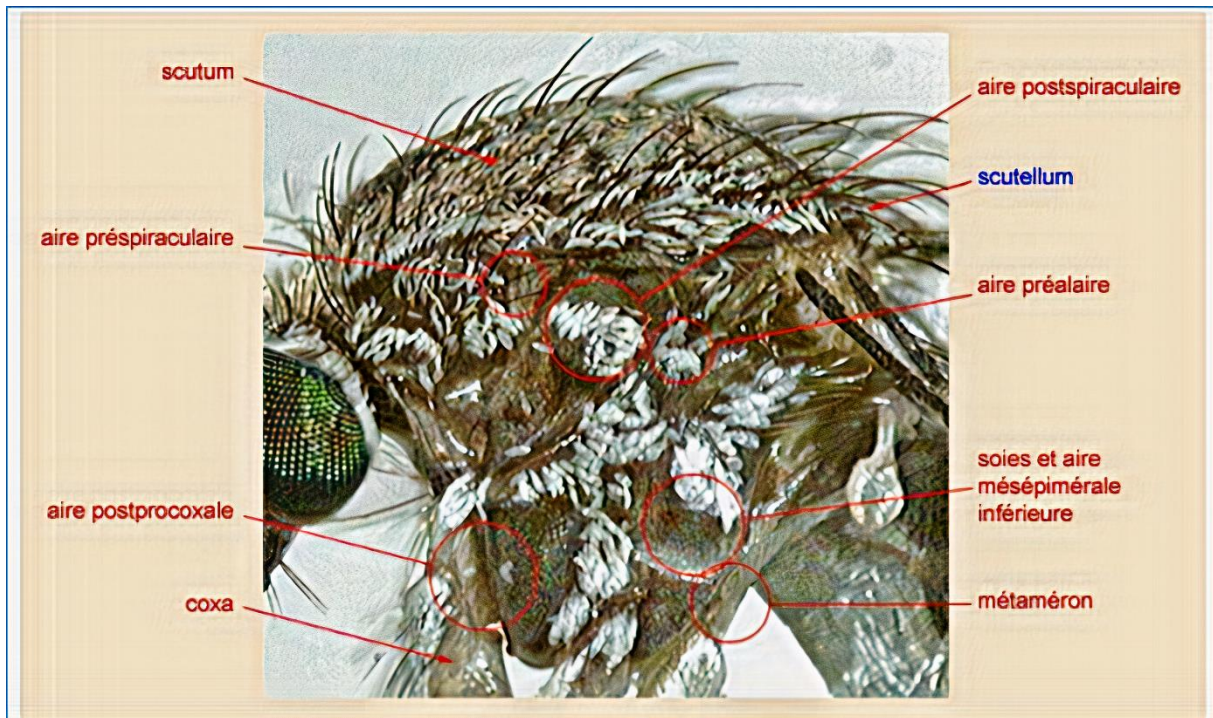


Figure 13 : Vue latérale du thorax de moustique. (25)

Le thorax est découpé en 3 métamères : le **prothorax** (très réduit, portant une paire de pattes), le **mésothorax** (le métamère le plus développé avec une paire de pattes, une paire de stigmates et une paire d'ailes) et le **métathorax** (réduit également portant une paire d'haltères, une paire de stigmates et une paire de patte).

Ces métamères sont composés de plaques sclérifiées.

Le thorax porte une paire d'antennes, 3 paires de pattes et une paire de balanciers ou haltères (à la place de la 2^{ème} paire d'ailes) et deux paires de stigmates.

Le scutellum est à l'extrémité postérieure du thorax.

Les ailes ont un rôle moteur et sont fixées au mésothorax. L'étude des nervures sur les ailes sert à la distinction des différentes espèces.

Les stigmates sont des orifices permettant la respiration et ainsi l'échange entre la trachée et l'extérieur.

Les haltères ont un rôle sensoriel et sont très mobiles.

Les pattes sont au nombre de 6. Elles sont portées au niveau inférieur du thorax. 9 articles les composent (de l'extrémité à la base) : le tarse composé de 5 tarsomères, le tibia, le fémur, le trochanter et le coxa. Les pattes sont un caractère fortement étudié car très utile pour le diagnostic des espèces.

1.2.2.3 L'abdomen (25)

L'abdomen est composé de plusieurs segments. Il porte de nombreux organes notamment les organes génitaux externes appelé *genitalia* qui diffèrent selon le sexe du moustique tigre. Il porte également des stigmates abdominaux. Pour la femelle, l'abdomen porte la spermathèque.

1.3 Cycle de vie d'un moustique (26)

Le cycle de développement peut se diviser en 2 phases : une phase aquatique et une phase aérienne.

Le cycle de vie débute par la ponte d'œufs par l'adulte femelle, proche d'un plan d'eau ou sur l'eau. Les œufs éclosent permettant la libération des larves.

Les larves correspondent aux stades aquatiques immatures. Elles se transforment au cours de 4 stades larvaires séparés par 4 mues, augmentent de taille jusqu'au stade de la nymphe aussi appelée pupe. C'est la nymphose.

A l'intérieur de la nymphe, le moustique adulte mâle ou femelle grandit puis émerge à l'arrière de la nymphe.

La vie aérienne du moustique commence. Les moustiques adultes se nourrissent, s'accouplent et la femelle pond des œufs pour terminer le cycle et commencer la génération suivante.

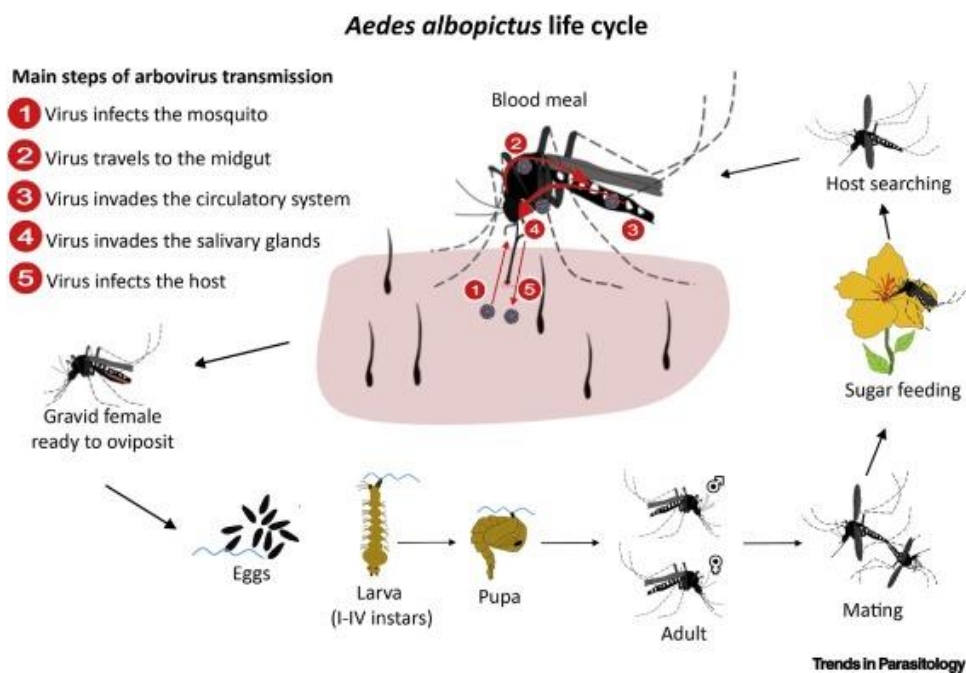


Figure 14 : Cycle de vie du moustique tigre. (27)

Nous allons étudier les 4 stades du moustique, en prenant l'exemple particulier d'*Aedes albopictus*.

1.3.1 Stade de l'œuf

Au cours de la phase aquatique, le premier stade du cycle de vie du moustique est l'œuf.

1.3.1.1 Généralités

Les femelles pondent leurs œufs soit à la surface de l'eau comme pour le genre *Culex* ou *Anopheles* soit sur un substrat humide qui risque potentiellement d'être submergé c'est le cas d'*Aedes*. De plus, dans notre cas, les œufs sont pondus tous séparément et leur nombre varie de 100 à 400 œufs par ponte. (28)

1.3.1.2 Morphologies

Les œufs d'*Aedes* sont presque transparents au moment de la première pose, mais deviennent progressivement plus foncés puis bruns ou noirs à maturité. Leur forme est généralement ovale-allongée avec l'extrémité antérieure arrondie et l'extrémité postérieure émoussée.



Figure 15 : Œufs d'*Aedes* mesurant 1 mm environ. (29)

1.3.1.3 Conditions climatiques

La durée de la période du développement embryonnaire dépend principalement de la température et de l'humidité relative à laquelle les œufs sont exposés.

Les observations de laboratoire ont montré que la durée du développement embryonnaire des souches asiatiques d'*Aedes albopictus* est de deux à quatre jours, à des températures comprises entre 24 et 27 ° C.

En 1970, Gubler a constaté qu'*Aedes albopictus* est hautement résistant à la sécheresse si les œufs sont maintenus dans des conditions humides pendant quatre jours, avant d'être exposés à la sécheresse.

1.3.1.4 Diapause et photopériodisme

En climat tempéré, *Aedes albopictus* a la capacité d'hiverner sous forme d'œuf selon la photopériode et la température. Il s'agit de la diapause. C'est-à-dire que le stade d'œuf d'*Aedes albopictus* a la capacité de vivre au ralenti, avec un arrêt du développement, suite à une période avec des conditions environnementales défavorables. Tout ceci est déterminé génétiquement. (30)

Bien que la diapause ait lieu au stade de l'œuf, c'est le moustique adulte qui est sensible photopériodiquement. Globalement, si la femelle adulte est exposée à des jours plus courts (<13,5 heures) et à de basses températures, la diapause des œufs aura lieu.

D'autres variables environnementales telles que la latitude (origine géographique des souches) et l'altitude jouent également un rôle dans l'induction de la diapause chez *Aedes albopictus*.

La diapause aura lieu seulement pour des souches venant de zones tempérées, en effet les souches venant de zones subtropicales ou tropicales ne présentent aucune périodicité évidente.

1.3.1.5 Ecllosion

Les œufs d'*Aedes albopictus* éclosent quand ils sont exposés à un stimulus spécifique. Au moment où le développement embryonnaire est terminé, les œufs éclosent dans les minutes qui suivent une inondation qui les submerge, et la croissance et le développement des larves se poursuivent immédiatement.

Ils peuvent rester dans un état de dormance pendant plusieurs années sur un substrat, récipient ou sol humide en attendant une submersion.

1.3.1.6 Perte des œufs

Les événements susceptibles de favoriser la perte d'œufs sont la dessiccation, la prédation (arachnides, fourmis...) et le froid, sachant que la diapause améliore la résistance au froid des œufs d'*Aedes albopictus*.

Aedes albopictus survit à la dessiccation dans une grande variété de contenants artificiels intérieurs et extérieurs (pots à fleurs, pots en terre cuite, boîtes de conserve, coquilles de noix de coco, trous d'arbres, souches de bambou, etc.) (31)

1.3.2 Stade larvaire

1.3.2.1 Généralités

Les larves éclosent des œufs et grandissent durant quatre stades avant de se transformer en nymphes.(29) Entre chaque stade, les larves muent leur peau externe rigide pour pouvoir augmenter de taille et atteindre 12 mm en moyenne. (28)

La plupart des larves se nourrissent d'organismes microscopiques dans l'eau et les détritiques se trouvant dans l'eau. Les *Aedes* ont l'habitude de se nourrir au fond de l'eau.(31)

Les larves sont généralement très mobiles et les *Aedes* respirent par le biais d'un siphon respiratoire situé à l'extrémité de leur abdomen.(28)

La taille des larves et la durée du développement larvaire sont influencées par la température, l'approvisionnement en nourriture et le surpeuplement.

En laboratoire, il a été démontré que le développement larvaire avec une température de 30 ° C dure 6 jours, tandis qu'à 25 ° C et à 20 ° C, il a fallu respectivement 9 et 13 jours de développement.

Concernant l'approvisionnement en nourriture, une étude a été réalisée où les larves étaient en sous-nutrition pendant leur développement. Le résultat montre que 80 % des larves sont mortes et le cycle larvaire a duré 42 jours environ.

Dans des conditions naturelles et en laboratoire, il a été montré qu'une densité larvaire élevée semble entraîner une mortalité élevée et une augmentation du temps de développement larvaire.

1.3.2.2 Identification

L'identification des larves s'effectue le plus facilement avec les larves matures, c'est-à-dire lors du quatrième stade et un examen microscopique est généralement nécessaire. Cependant, certaines caractéristiques de genre permettent une identification partielle sur le terrain. Par exemple, le genre *Aedes* possède un court siphon et est suspendu à la surface de l'eau alors que le genre *Anopheles* ne présente pas de siphon et respire couché à plat.(29)



Figure 16 : Larve d'*Aedes*.(29)

1.3.2.3 Habitat (31)

Le stade larvaire doit avoir un habitat aquatique afin de se développer jusqu'au stade nymphal.

Les femelles sont capables de discerner les propriétés physiques et chimiques de différentes collections d'eau et de choisir parmi les sites disponibles. Des facteurs tels que l'ombre, la température, la salinité, la qualité de l'eau et la texture du substrat peuvent influencer la femelle dans sa recherche d'un site de ponte approprié.

Les larves se développent de façon optimale dans des eaux avec des pH compris entre 6,8 et 7,6. L'habitat idéal pour *Aedes albopictus* selon plusieurs études est une eau contenant des acides aminés, ammoniac, et, en général, une teneur élevée en azote organique et riche en matières organiques (invertébrés morts, feuilles mortes).

Plusieurs études en laboratoires ont montré que lors de l'exposition de larves d'*Aedes albopictus* à un pH acide < 2 et à un pH alcalin $> 12,0$, celles-ci meurent après quatre heures d'exposition.

Les larves d'*Aedes albopictus* ont été retrouvées en développement dans de nombreux habitats naturels tels que des trous d'arbres, des trous de bambou et des souches, des coques de noix de coco, des mares souterraines et des mares rocheuses. En outre, elles ont été observées dans des habitats artificiels comme les pneus en caoutchouc, les boîtes de conserve, les fûts, les pots en terre cuite, les bouteilles, les pots de fleurs, les citernes et les seaux.

1.3.2.4 Pathogènes et prédateurs (31)

Les larves notamment lors de leur 2^{ème} stade sont très sensibles aux infections. Notamment le champignon, *Coelomomyces slegomyia*, entraîne des infections au niveau de la capsule céphalique, du thorax et au niveau anal. Il a été montré que ce champignon est utile pour la lutte biologique contre les larves d'*Aedes albopictus*. De plus, des infections bactériennes sont possibles.

En outre, les larves peuvent être la proie d'autres moustiques, notamment *Lutzia tigripes* ainsi que des larves de *Toxorhynchites*, plus communément appelées « moustiques éléphants », très prédatrices. Certaines planaires, vers plats aquatiques se trouvant dans les eaux douces ou sols très humides, ont la capacité de ramper ou de nager, et d'attaquer les larves d'*Aedes albopictus*. Pour finir, ces dernières peuvent être la proie de *Laconectus punctpennis*, un insecte aquatique appartenant à la famille des dytiques.



Figure 17 : Larve d'*Aedes albopictus* - Nicolas Henon.(32)

1.3.3 Stade nymphal

Une fois que le 4^{ème} stade larvaire est terminé, le moustique tigre passe à un stade non-nourricier mais très mobile, appelé nymphe. À l'intérieur du corps de la nymphe, les tissus immatures disparaissent, les muscles vont se lyser et les tissus adultes se forment. La nymphe respire par une paire d'organes tubulaires (trompettes) situés au niveau du céphalo-thorax en forme de virgule. (28,31)

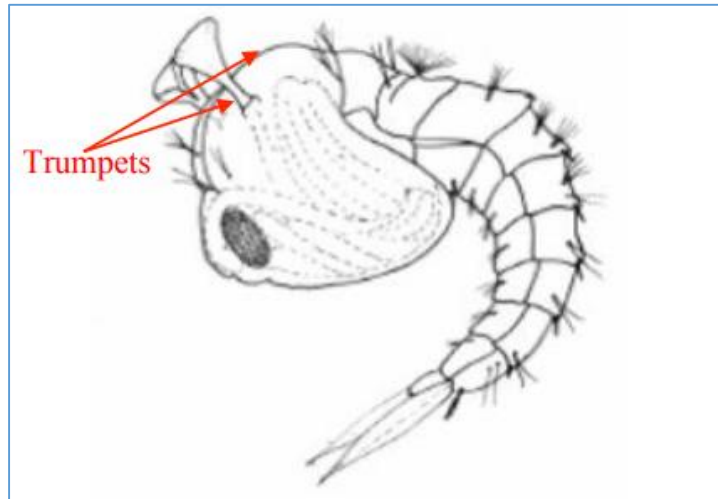


Figure 18 : Nymphe dessinée d'*Aedes albopictus*.(29)

Aedes albopictus reste dans le stade de nymphe pendant deux jours environ. Ce qui est intéressant, c'est que les moustiques mâles émergent plus tôt que les femelles, au bout de 32 à 36 h en moyenne pour les mâles et 49 à 52 h pour les femelles. La température de l'environnement joue un rôle également dans la rapidité du développement d'*Aedes albopictus* pendant son stade nymphal. A 30 °C, les nymphes se développent en deux jours, à 25 °C en trois jours et à 20 °C en cinq jours. Durant ce stade de nymphe, *Aedes albopictus* ne se nourrit pas et puise dans ses réserves collectées lors de son stade larvaire.

La mortalité dans des conditions de terrain pendant ce stade de nymphe est de 1%.(31)

Une fois que les tissus adultes se sont développés et qu'il est temps d'émerger, la nymphe nage jusqu'à la surface de l'eau et s'étend sur toute sa longueur. La cuticule des nymphes se scinde le long du dos et le moustique adulte en général émerge au-dessus de la surface de l'eau (voir photo ci-dessous). Après avoir émergé de l'enveloppe nymphale appelée exuvie, le moustique adulte se repose brièvement sur la surface de l'eau pour laisser sécher ses ailes et son corps avant de s'envoler à la recherche de nourriture et d'un partenaire.(29)



Figure 19 : Nympe de moustique tigre (*Aedes albopictus*) - Nicolas Henon.(32)

Cependant, pendant cette émergence qui dure environ une quinzaine de minutes, la nymphe est exposée facilement et sans défense face à de nombreux prédateurs et la mortalité à l'émergence est très importante environ 80 %.(31)



Figure 20 : Evolution d'émergence d'un moustique.(29)



Figure 21 : Emergence de moustique tigre (*Aedes albopictus*) - Nicolas Henon.(32)

1.3.4 Stade adulte

1.3.4.1 Généralités

Les moustiques mâles ne se déplacent normalement pas loin du site de reproduction et se nourrissent de la sève de plantes et du sucre du nectar des fleurs.

La femelle adulte cherche également le sucre du nectar des fleurs ou de la sève de plantes pour reconstituer les réserves d'énergie épuisées, puis s'accouple avec un mâle, généralement près d'un site de reproduction, au crépuscule. De plus, elle est hématophage ; le sang est utilisé à but nutritif mais son rôle principal est de mûrir les œufs pour la ponte. (29)

Les facteurs environnementaux jouent un rôle important dans le comportement et la biologie du moustique adulte.

La température et l'humidité relative sont des facteurs qui jouent un rôle essentiel dans la survie des adultes. En effet, plusieurs études ont été réalisées en laboratoire.

En 1984, Gao a rapporté, après huit ans d'observations de cages d'*Aedes albopictus* (maintenu dans des conditions de températures de 25° C +/- et d'humidité relative de 80 ± 5%), que la longévité maximale des femelles adultes était de 30 à 40 jours. L'étude a démontré que la limite supérieure de survie thermique était à 40 ° C (la moitié de la population mourait à 0.9 h) et la limite inférieure à -5 ° C (la moitié de la population mourait à 0.85 h). Auparavant, Hylton, en 1969, a montré que la longévité de la femelle adulte *Aedes albopictus* atteignait environ 84 jours lors d'une exposition à une température de 22,2 ° C et une humidité relative de 80%.

Il semble que la capacité d'*Aedes albopictus* à s'adapter et à survivre à diverses températures et humidités pourrait avoir favorisé sa répartition dans des conditions climatiques allant de tempérées à tropicales.

De plus, il a été montré que l'alimentation avait une grande influence sur la longévité. En effet, Gubler et Bhattacharya, en 1971, ont étudié des femelles d'*Aedes albopictus* nourries au sang, maintenues à une température de 26 ° C et à une humidité relative de 50% à 60%, et a démontré qu'elles ont vécu de 38 à 112 jours avec un maximum de 117 jours observés par Hien lors d'une expérience ultérieure en 1976.

Cependant, lors des études réalisées sur des moustiques tigres vivant en conditions réelles dans la nature, leur survie diminue considérablement sauf ceux qui sont en diapause. En effet, de nombreuses études ont montré que la longévité des femelles est plus élevée que celle des mâles et que celle des femelles pouvaient atteindre 8 jours maximum en moyenne avec des rares cas allant à plus de 10 jours. (31)

1.3.4.2 Caractéristiques d'accouplement

Les moustiques femelles ne s'accouplent qu'une seule fois, car les spermatozoïdes introduits par le mâle au cours de l'acte d'accouplement suffisent pour que la femelle

féconde tous les lots d'œufs qu'elle pondra par la suite.(29) Les spermatozoïdes seront stockés dans une spermathèque.

Des accouplements croisés entre *Aedes albopictus* et d'autres espèces ont été observés. Ce phénomène, qui est une forme de compétition pour les partenaires, est connu sous le terme de satyrisme et a été observé dans des expériences de laboratoire et sur le terrain, en particulier chez les mâles *Aedes albopictus*. Le satyrisme est la stérilisation de femelles moustiques suite à un accouplement avec un moustique mâle d'une autre espèce. Une étude, réalisée en 1989 par Nasci, a conclu que les mâles moustiques tigres, en s'accouplant avec des femelles *Aedes aegypti*, pourraient être impliqués dans les tendances dramatiques de déplacement d'*Aedes aegypti* par l'*Aedes albopictus* dans le sud des États-Unis.

La plupart des accouplements ont une durée de 5 à 15 secondes et se réalisent à proximité de leur hôte. (31)

1.3.4.3 Cycle gonotrophique

Il semble que le stimulant de ponte chez les femelles ne soit pas lié aux mécanismes de l'accouplement, mais plutôt aux substances stimulantes produites par la glande du moustique mâle. (29) De même, la distension abdominale résultant du repas de sang constitue un second stimulus qui initie le développement ovarien.

Un cycle gonotrophique est le moment entre deux pontes. Ce cycle dure environ de trois à cinq jours pour les premiers et deuxièmes cycles.(31) Il est possible de le diviser en trois : un 1^{er} temps de recherche à jeun d'un hôte et la prise d'un repas sanguin, un 2^{ème} temps correspondant à la maturation des œufs pour la ponte et un 3^{ème} temps où la femelle recherche un lieu idéal de ponte et la ponte des œufs.(24)

En laboratoire, c'est deux jours après l'émergence que les moustiques tigres femelles prennent leur premier repas de sang.

Hien, en 1976, a démontré que le nombre d'œufs pondus par *Aedes albopictus* dépend de l'âge physiologique du moustique, de son poids après l'émergence et, en particulier, la taille du repas de sang. Lors du premier cycle, la femelle pondra le plus grand nombre d'œufs puis ce nombre régressera lors des prochains cycles.

Pour la production d'œufs, les moustiques femelles ont besoin de protéines, via un repas de sang. Quelques espèces peuvent développer le premier lot d'œufs en utilisant des réserves nutritionnelles, accumulées lors du stade larvaire, on parle d'autogénie. Ils ont généralement besoin d'une source de sang pour produire le deuxième lot et les suivants.(29)

En laboratoire, en 1972, Ho a rapporté que la femelle *Aedes albopictus* préfère pondre dans des habitats avec une surface rugueuse et grise à faible réflectivité plutôt que dans des habitats avec une surface noire lisse avec une grande réflectivité. Yap (1975) a observé que les pièges recouverts de rouge et de noir étaient préférés aux pièges d'autres coloris.

Dans son habitat naturel, *Aedes albopictus* pond généralement ses œufs dans des réservoirs d'eau contenant des matières végétales en décomposition. De plus, il a été observé que les femelles *Aedes albopictus* pondent rarement tous leurs œufs matures en une seule ponte. Au lieu de cela, elles semblent se déplacer d'un endroit à l'autre, laissant sur quelques sites quelques œufs. La femelle pond probablement tous ses œufs matures après les différents cycles gonotrophiques, interrompant périodiquement sa ponte pour se rendre dans un autre conteneur. Cette stratégie est considérée comme un des mécanismes de la survie de l'espèce.(31)

1.3.4.4 Hôte

De nombreuses recherches sont d'accord pour dire qu'*Aedes albopictus* se nourrit de sang de façon opportuniste avec une préférence pour les mammifères plutôt que pour les oiseaux.

D'après Ho et al. (1972), *Aedes albopictus* préfère se nourrir auprès des humains, mais la disponibilité de l'hôte semble jouer un rôle fondamental dans le comportement variable des populations de moustiques. (31)

1.3.4.5 Attaque d'*Aedes albopictus* femelle

Les femelles adultes piquent le jour vigoureusement (même si elles piquent parfois la nuit) et piquent généralement à l'extérieur.

Mogi et Yamanura (1981) indiquent que l'attraction d'*Aedes albopictus* pour les humains dépend de facteurs tels que le sexe, l'âge, la couleur de peau et les vêtements, la sensibilité des moustiques au rythme circadien, des conditions microclimatiques et des facteurs indéterminés liés à l'hôte individuel.

Ainsi, les femelles attaquent les humains sous l'effet du dioxyde de carbone (produit lors la respiration), de l'humidité, des produits chimiques organiques (tel que l'acide lactique) et des facteurs visuels, notamment les mouvements et l'odeur corporelle.

L'étude a révélé que le périmètre d'attraction d'*Aedes albopictus* envers les humains est un cercle dont le rayon est d'environ 4 à 5 mètres (50 à 80 m²). Le modèle de recherche d'hôte d'*Aedes albopictus* semble suivre deux phases : le vol aléatoire initial et le vol directionnel après avoir observé des stimuli de l'hôte.

La plupart des activités chez les adultes disparaissent à la fin de septembre après le début de la diapause. (31)

1.3.4.6 Vol

Bonnet et Worchester (1946) ont déterminé au cours d'études grâce à la recapture *Aedes albopictus* que la distance de récupération maximale d'une femelle est de 134 mètres. D'autres études, menées par Nicbylski en 1992 et en 1994, ont montré que 90 % des *Aedes albopictus* se sont dispersés à moins de 100 m. C'est une particularité du moustique tigre par rapport aux autres moustiques qui, selon les genres, peuvent voler des dizaines voire des centaines de kilomètres avec l'aide du vent.(31)

1.3.4.7 Dimorphisme sexuel :

Le sexe des moustiques capturés sur le terrain peut souvent être déterminé à l'œil nu ! Les mâles adultes se différencient des femelles par de longs palpes couverts de poils qui dépassent de leur tête à côté de leur trompe et par des antennes très touffues. (31)

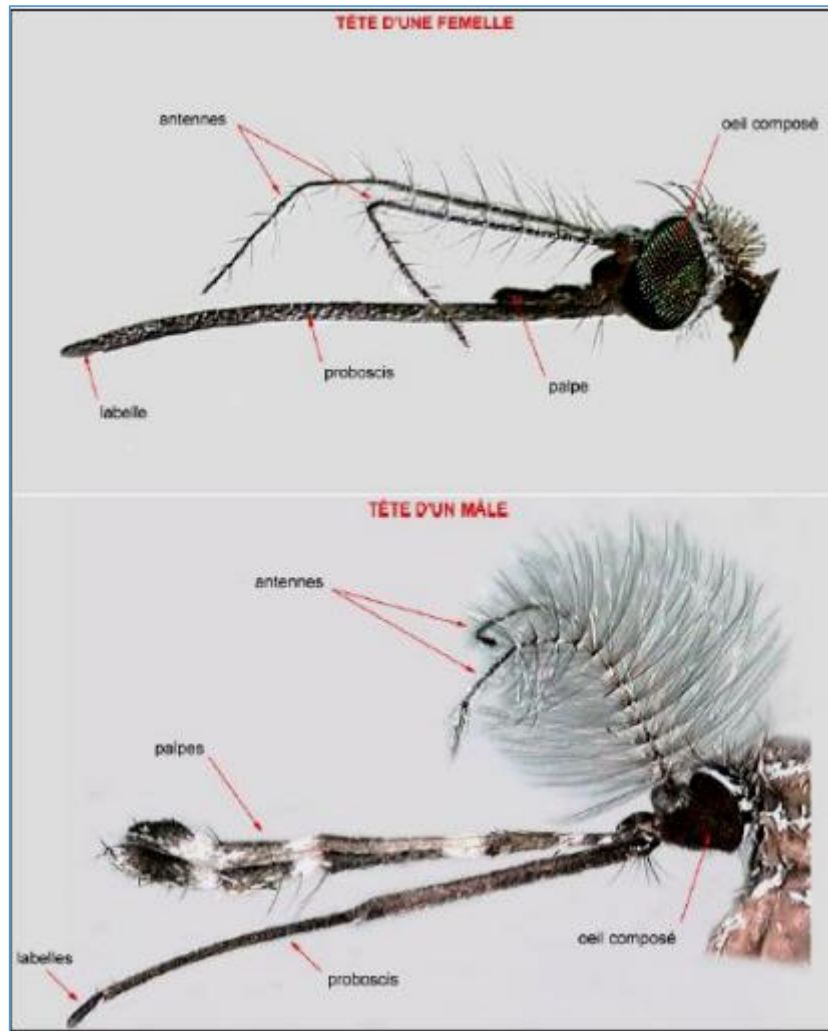


Figure 22 : Dimorphisme sexuel chez *Aedes albopictus*.(24)

1.3.5 Différenciation des principaux genres de moustiques

Il est très important de connaître les éléments permettant de distinguer les différents genres et espèces de moustiques afin de reconnaître parfaitement le moustique tigre *Aedes albopictus*.

Nous allons étudier tout d'abord les principales différences entre les genres *Aedes*, *Anopheles* et *Culex*.










Différenciation au niveau des caractéristiques générales des différents genres : (33)

Tableau 2 : Différenciation au niveau des caractéristiques générales des différents genres : (33)

	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>	<i>Anopheles</i>
Habitat préférentiel	Variables selon les espèces, Certains sont strictement urbains		Majoritairement rural mais urbain et péri-urbain en Afrique surtout
Horaire de la piqûre	Diurne	Nocturne	Nocturne principalement
Mode de piqûre	Tourne autour de l'hôte jusqu'à la prise total de son repas sanguin	En une fois	
Type de vol	Bruyant		Silencieux
Aspect de la piqûre	Sensible avec des signes plus ou moins douloureux		Non douloureuses, peu de signes inflammatoires

Différenciation au niveau des caractéristiques morphologiques des différents stades de moustique selon leur genre : (34)

Tableau 3 : Différenciation au niveau des caractéristiques morphologiques des différents stades de moustique selon leur genre : (34)

	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>	<i>Anopheles</i>
Œuf	<p>Pondus seuls</p>  <p>Figure 23 : Œufs d'<i>Aedes</i>.</p>	<p>Pondus sous forme de radeaux</p>  <p>Figure 24 : Œufs de <i>Culex</i>.</p>	<p>Pondus seuls</p>  <p>Figure 25 : Œufs d'<i>Anopheles</i>.</p>
Larve	<p>Forme un angle aigu avec la surface de l'eau</p> <p>Présence de siphons plus courts que <i>Culex</i></p>  <p>Figure 26 : Larves d'<i>Aedes</i>.</p>	<p>Forme un angle aigu avec la surface de l'eau.</p> <p>Présence de siphons plus longs qu'<i>Aedes</i></p>  <p>Figure 27 : Larves de <i>Culex</i>.</p>	<p>Reste parallèle à la surface de l'eau.</p> <p>Absence de siphon</p>  <p>Figure 28 : Larves d'<i>Anopheles</i>.</p>
Nymphe	Sensiblement similaire		
Adulte	<p>Couleur noire avec des taches blanches.</p> <p>La trompe et le corps ne sont pas alignés.</p> <p>Les palpes maxillaires sont plus courts que la trompe.</p>  <p>Figure 29 : <i>Aedes</i> adulte.</p>	<p>Couleur jaune / brun</p> <p>La trompe et le corps ne sont pas alignés.</p> <p>Les palpes maxillaires sont plus courts que la trompe.</p>  <p>Figure 30 : <i>Culex</i> adulte.</p>	<p>Couleur jaune / brun</p> <p>La trompe et le corps sont alignés et forme un angle de 45° avec la surface.</p> <p>Les palpes maxillaires sont aussi longs que la trompe.</p>  <p>Figure 31 : <i>Anopheles</i> adulte.</p>

Au sein du genre *Aedes*, il est intéressant d'étudier quelques différences entre *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* : (31)

Tableau 4 : Quelques éléments de différenciation entre *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*. (31)

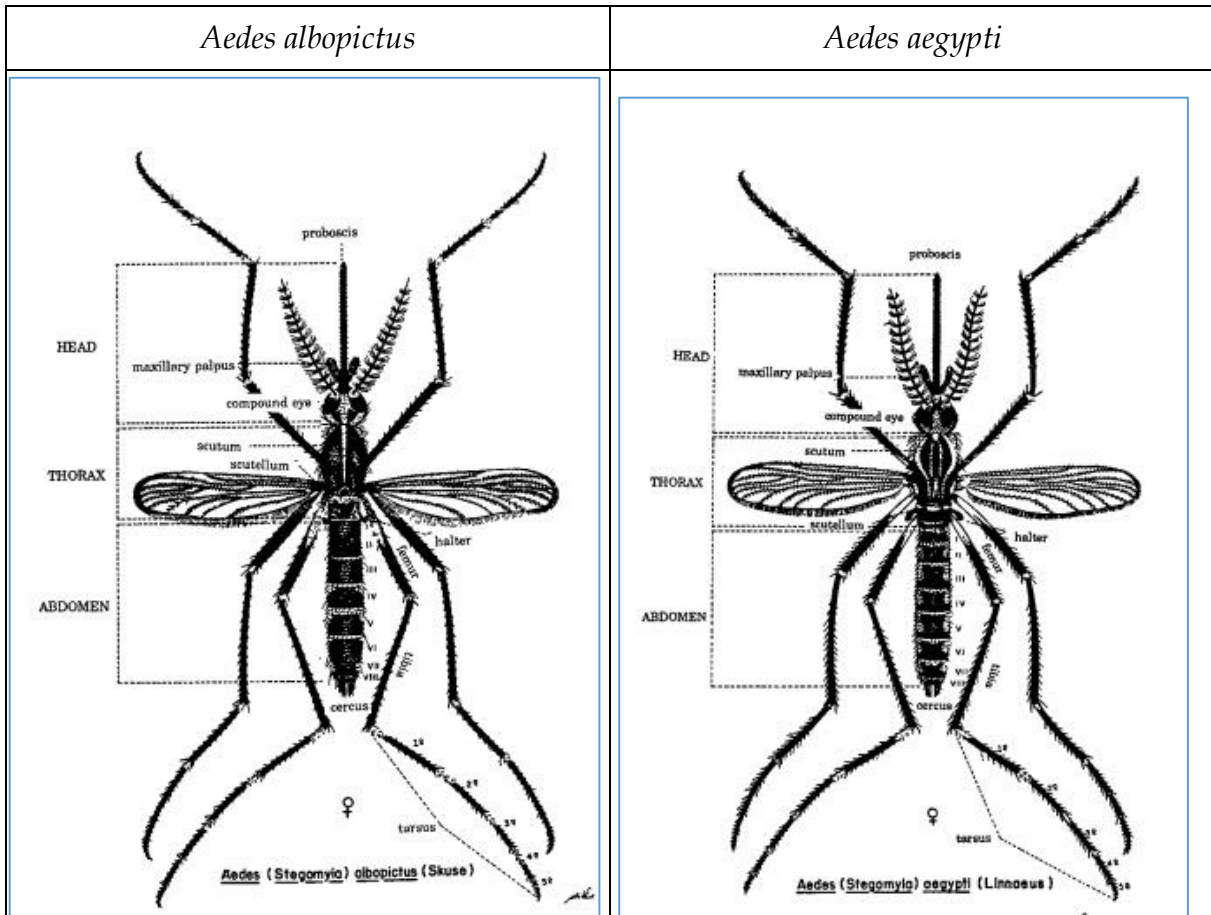


Figure 32 : Vue de haut d' *Aedes albopictus*.

Sur la face dorsale du thorax, les écailles blanches dessinent une ligne longitudinale blanche.

Figure 33 : Vue de haut d' *Aedes aegypti*.

Sur la face dorsale du thorax, les écailles blanches dessinent une forme de lyre.

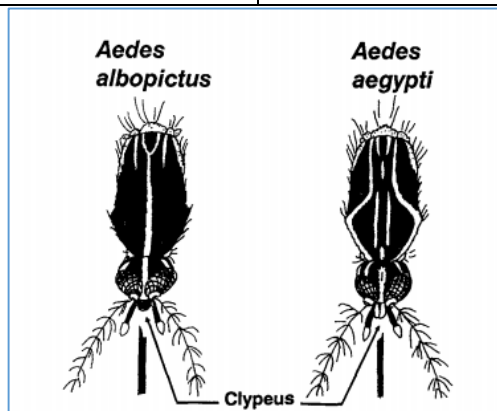


Figure 34 : Différenciation des clypeus chez *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*.

Le clypeus (partie antérieure de la tête d'un insecte) chez *Aedes albopictus* (à droite) est sombre alors qu'il est blanc chez *Aedes aegypti* (à gauche)

Comment reconnaître parfaitement un *Aedes albopictus* : (35,36)

- Moustique noir avec des rayures blanches sur son corps (Absence de couleur jaune).
- Les pattes sont noires avec des anneaux blancs à la base des articles.
- Sur son thorax, au niveau dorsal se trouve une ligne blanche.
- Ses ailes ne sont pas tachetées de points sombres, elles sont noires et un peu transparentes.
- Sa taille est inférieure à 1 cm.

1.4 Piqûre d'un moustique tigre

1.4.1 Généralités

Le moustique est un insecte solénoptère (solen signifie tuyau en latin). Il va aspirer le sang sans déchirer le derme et sans ouvrir le capillaire.

Les pièces buccales et la salive sont les deux éléments importants dans le mécanisme de la piqûre.

Dans la trompe de la femelle moustique se trouve un canal pour l'alimentation ainsi qu'un petit canal qui a pour rôle d'injecter de la salive. Cette salive a dans sa composition des facteurs vasodilatateurs, de l'histamine et des anticoagulants. La salive contient les allergènes responsables des réactions immunitaires.(37)

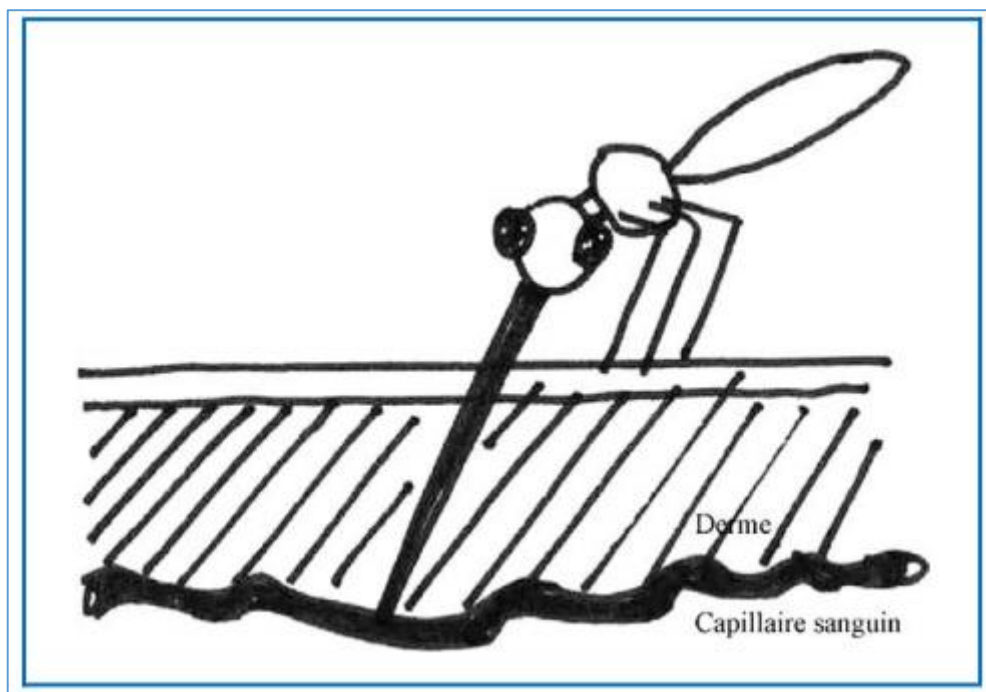


Figure 35 : Insecte solénoptère. (37)

1.4.2 Mécanisme d'une piqûre d'un moustique

La piqûre d'un moustique se divise en 4 phases bien distinctes (Clements, 1992) :

- La première phase est l'exploration. Elle correspond à l'instant où le moustique femelle se pose sur la peau et insère ses stylets internes de la trompe (maxilles) dans la peau.
- La deuxième phase est le sondage, c'est le moment entre l'entrée des stylets dans la peau et la présence du sang dans les stylets.
- La troisième phase est l'ingestion, cette phase se termine lorsque le sondage du sang est terminé, le moustique est alors gorgé du sang.
- Pour finir, c'est le retrait, les pattes antérieures se raidissent et dès le retrait total des fascicules, les palpes retrouvent une certaine mobilité.(38)

1.4.3 Le rôle des organes dans la piqûre

Les antennes vont repérer les différentes odeurs grâce à des voies sensorielles olfactives qui sont sensibles au CO₂, à la température, aux molécules odoriférantes (les phéromones, par exemple, pour le mâle).

La vision est peu performante, elle entre en jeu seulement à proximité de l'hôte. Elle est sensible notamment aux mouvements, à la lumière ainsi qu'à la couleur.

L'audition des moustiques se trouve au niveau des antennes également, elle est plus développée chez le moustique mâle mais elle peut interagir dans la recherche de l'hôte notamment pour les personnes qui ronflent.

Le système tactile se trouve au niveau des pattes ainsi que des palpes maxillaires. Ils sont sensibles au relief et à la température et permettent au moustique de connaître les caractéristiques du lieu des piqûres, comme la pilosité.(37)

1.4.4 Réaction immunitaire lors d'une piqûre de moustique tigre

1.4.4.1 Réaction locale après une piqûre

La réaction normale suite à la piqûre est locale ou loco-régionale d'ordre histaminique. La salive va libérer des vasodilatateurs, des anticoagulants ainsi que des substances qui vont mobiliser directement les mastocytes sans l'intermédiaire des anticorps allergiques.

Le prurit, l'érythème et la papule accompagnent immédiatement la piqûre du moustique. Ces trois manifestations correspondent à la Triade de Lewis. (39)

1.4.4.2 Réaction d'hypersensibilité immédiate

Ce type de réaction immunitaire est observé chez certaines personnes qui sont dites « sensibilisées », c'est-à-dire qui ont déjà été exposées aux allergènes contenus dans la salive. En effet, ce sont des immunoglobulines de type E (IgE) spécifiques, produites

lors d'une précédente piqûre, vis-à-vis de certains composants de la salive qui sont responsables de ce type de réaction.(37,40)

Il est difficile au début de faire la distinction entre la réaction d'hypersensibilité immédiate et une réaction strictement histaminique. Cependant, les réactions d'hypersensibilité immédiates sont des réactions locales « étendues » caractérisées notamment par une papule mesurant 3 à 12 cm qui peut persister 24 heures. De plus, le prurit est souvent plus intense, récurrent. Il peut persister pendant quelques jours. La papule peut être accompagnée par un œdème qui peut être important. D'après la littérature, il est à notifier que, chez l'adulte, des urticaires généralisées, des chocs anaphylactiques ainsi que des bronchospasmes ont été décrits. (37,41,42)

1.4.4.3 Réaction tardive

Les papules sont décrites comme intensément prurigineuses, d'aspect bulleux, voire même hémorragique ou nécrotique. Ces papules surgissent plusieurs jours après la piqûre et peuvent durer pendant plusieurs semaines au maximum. Le risque est la surinfection due au grattage de ces papules prurigineuses. Ce sont les polynucléaires basophiles qui sont responsables du déclenchement de cette hypersensibilité retardée de type IV. La réaction IgE tardive est également impliquée.

La présentation clinique peut être très variée ; en effet, il est possible d'observer un simple prurigo mais aussi des réactions plus importantes, plus marquées de type inflammatoire comme une vascularite aiguë accompagnée de douleurs intenses mais aussi de gonflements, indurations voire œdèmes, jusqu'à l'hémorragie et même une nécrose similaire aux hypersensibilités type III ou phénomène d'Arthus.

Il a été observé de plus que les réactions immédiates et tardives peuvent être concomitantes chez une même personne.

En outre, récemment, un syndrome de Skeeter a été décrit. Il s'agit d'une réaction locale inflammatoire auto-immune caractérisée, entre autres, par des larges lésions inflammatoires, oedémateuses, chaudes et douloureuses associées à des symptômes plus généraux comme de la fièvre et des vomissements. Il est difficile avec la clinique de différencier ce type de syndrome d'une inflammation due à une infection. Comme la piqûre de moustique est souvent indolore et passe parfois inaperçue, le temps entre la piqûre et l'apparition des lésions n'est pas connu. Il est donc compliqué d'établir de tel lien de cause à effet.

Les lésions peuvent avoir des aspects particuliers, en effet, en Italie, suite à une piqûre de moustique *Aedes albopictus*, une lésion en forme de comète a été décrite.

Lors d'une nouvelle piqûre, il est courant que les anciennes piqûres démangent à nouveau et redeviennent inflammatoires.

Les personnes exposées à des réactions immunitaires plus sévères sont les immunodéprimés, les nourrissons, les jeunes enfants. (43)

1.4.5 Prise en charge thérapeutique

1.4.5.1 Traitements antihistaminiques préventifs

Des auteurs finlandais ont démontré l'intérêt de traitements antihistaminiques, prescrits à doses thérapeutiques, pour une visée préventive pendant la période d'exposition aux piqûres de moustiques. En effet, lors d'une étude, cétirizine vs placebo en double aveugle, la cétirizine a permis de diminuer notablement les réactions de type immédiat ainsi que le prurit.

Par contre, les traitements antihistaminiques en prévention ne sont pas efficaces pour les réactions de types retardés ainsi que pour les risques anaphylactiques. (37,44)

1.4.5.2 Traitements symptomatiques des piqûres

En cas de forte réaction inflammatoire suite à une piqûre de moustique, la prise en charge thérapeutique est la même que lors de réactions inflammatoires importantes dues aux hyménoptères.

La désinfection des piqûres localement est vivement conseillée. De plus, il est intéressant de placer, immédiatement sur la piqûre en question, des compresses imbibées d'alcool modifié (de l'alcool modifié frais est encore plus intéressant pour soulager le prurit) sous pansement occlusif si possible afin de dégonfler la papule et diminuer le prurit. Ceci améliore le confort du patient.(37)

Certains antihistaminiques *per os* ont montré leur efficacité sur la diminution du prurit et du gonflement de la papule dans le cas de réaction locale immédiate. C'est notamment la rupatadine qui a fait l'objet d'une étude établie auprès de 30 adultes qui présentaient une réaction locale typique avec la triade de Lewis. Les symptômes, prurit et papule, ont considérablement diminué chez les personnes traitées par rupatadine vs placebo.(45)

Une étude en 2002 a montré en comparant l'ébastine, la cétirizine et la loratadine sur des patients piqués par *Aedes aegypti* que la cétirizine était la molécule la plus efficace contre le prurit mais entraîne une sédation plus importante que les deux autres molécules.(46)

Les antihistaminiques sous forme de gel ou crème peuvent être suffisants pour réduire le prurit mais il faut faire attention aux risques allergiques de ces produits.

En homéopathie, il est possible de conseiller *Apis mellifica* et *Ledum palustre* pour soulager les piqûres. Le protocole suivant est conseillé : une dose d'*Apis mellifica* 30 CH immédiatement puis en relais 5 granules d'*Apis mellifica* 15 CH et 5 granules de *Ledum Palustre* 5 CH en association toutes les heures jusqu'à amélioration des symptômes puis espacer les prises. Le *Ledum palustre* est conseillé en teinture mère également, en appliquant 2 à 3 gouttes à raison de 2 à 3 fois par jour. De plus, il est possible de réaliser un mélange de teinture mère avec 10 mL de *Calendula*, 10 mL de *Ledum palustre* et 10

mL d'*Apis mellifica* et il faudra appliquer quelques gouttes du mélange 2 à 3 fois par jour. (47)

En aromathérapie, l'huile essentielle des piqûres de moustiques et d'insectes est la lavande aspic (*Lavandula latifolia*). Elle a comme propriété d'être apaisante, antitoxique, cicatrisante, antiseptique, anti-inflammatoire principalement. On peut conseiller de l'utiliser pure en application locale sur la piqûre en appliquant 1 à 2 gouttes en massant, à répéter toutes les 10 min pendant la première heure puis espacer les applications. Avant d'utiliser les huiles essentielles, il est primordial de connaître les précautions d'emploi. De plus, de nombreux sticks avec des mélanges d'huiles essentielles à appliquer suite à une piqûre sont disponibles en officine.(48)

En outre, lors de réactions inflammatoires importantes ou de type eczéma, il est possible d'utiliser des corticoïdes locaux en respectant les précautions d'emploi vis à vis du visage par exemple et du soleil. Les corticoïdes *per os* peuvent être prescrits lors de réactions locales très sévères.

Une antibiothérapie en *per os* est discutée en cas de surinfection.

1.4.5.3 Traitement d'urgence

Pour finir, lors de chocs anaphylactiques, le traitement d'urgence est l'injection d'adrénaline en intramusculaire.(37)

1.5 Arboviroses

Il s'agit d'un mode de transmission où l'arthropode inocule à l'hôte le virus présent dans sa salive. L'arthropode a un rôle actif car il est infecté par ce virus qui se développera à l'intérieur de son organisme. On parle de transmission biologique.(49)

Des symptômes cliniques sont communs aux arboviroses notamment :

- Incubation de courte durée souvent inférieure à 7 jours (15 jours maximum),
- Infection asymptomatique fréquente ; pour les symptomatiques, nous retrouvons un syndrome pseudo grippal avec notamment une fièvre importante, malaise général, douleurs diffuses intenses (arthromyalgies et céphalées)...
- Virus avec tropisme vasculaire cérébrale ou hépatique
- Guérison vers le 7^{ème} jour avec une possible intense asthénie persistante ou complication en hémorragie ou encéphalite
- Confirmation du diagnostic par PCR au moment de la phase aigüe dans le sang puis sérologie
- Traitement symptomatique uniquement (50)

Aedes albopictus est un vecteur d'arboviroses possibles pour au moins 22 arbovirus. (51)

Nous allons étudier plus précisément trois arboviroses : la dengue, le chikungunya et zika.

En France, une surveillance renforcée des cas d'arbovirose est réalisée durant la période de présence du moustique tigre, du 1^{er} mai au 30 novembre dans les départements où *Aedes albopictus* est implanté et actif en Nouvelle Aquitaine (17, 19, 24, 33, 40, 47, 64). (voir fiche de signalement pour les professionnels de santé en Annexe).

1.5.1 Dengue

1.5.1.1 Généralités

La dengue est une pathologie émergente, elle est la seconde cause tropicale de fièvre pour les personnes de retour de pays endémiques après le paludisme.(50)

Il existe 4 sérotypes différents du virus de la dengue appartenant aux *Flaviridae* : DEN-1, DEN-2, DEN-3 et DEN-4. La transmission est interhumaine par le biais du moustique infecté. Une personne infectée par un sérotype et guérie est immunisée à vie contre le sérotype en question mais reste vulnérable aux 3 autres sérotypes.

Une période d'incubation de 4 à 10 jours est souvent observée. L'évolution vers des cas très sévères est rare, de l'ordre de 1 % et survient de façon imprévisible.

Un premier vaccin est disponible dans les zones endémiques : Dengvaxia®.

Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire en France métropolitaine.(50,52)

Aedes aegypti est considéré comme le principal vecteur de dengue et a été à plusieurs reprises incriminé en tant que moteur de l'émergence de la dengue dans le monde.

1.5.1.2 Dengue et *Aedes albopictus*

Dans les premières publications, ce moustique a été signalé comme vecteur de la dengue à plusieurs reprises alors que le virus de la dengue n'a pas été isolé chez *Aedes albopictus* avant la seconde guerre mondiale. Cependant, des épidémies de dengue en l'absence d'*Aedes aegypti*, mais en présence d'*Aedes albopictus*, ont été jugées suffisantes pour conclure que cette dernière espèce était le vecteur.

La première grande épidémie de dengue imputée à *Aedes albopictus* est au Japon en 1944 impliquant 200 000 cas. À cette époque, le grand nombre de réservoirs d'eau installés dans les grandes villes japonaises pour lutter contre les incendies dûs aux bombardements était un facteur important de la transmission de l'infection.

En 1978, la présence de la dengue a été signalée en Chine. L'épidémie a touché des centaines de milliers de personnes, elle est due aux quatre types de virus de la dengue. *Aedes aegypti* a été signalé comme vecteur dans les zones côtières, alors qu'*Aedes*

albopictus a été reconnu comme vecteur dans les régions intérieures du pays. Les quatre sérotypes de dengue ont été isolés chez les deux espèces.

En 1995, Knudsen a déclaré que « *Aedes albopictus* occupe la deuxième place derrière *Aedes aegypti* en tant que vecteur de la dengue et de la fièvre hémorragique de la dengue ».

Aedes aegypti ne peut pas transmettre verticalement le virus à sa descendance. Il ne peut pas contribuer au maintien du virus dans les périodes d'interépidémies.

Le moustique mâle d'*Aedes albopictus* peut transmettre le virus de la dengue par voie sexuelle lors de l'accouplement et les femelles peuvent le transmettre verticalement.

Ces phénomènes pourraient expliquer le maintien du virus entre les épidémies dans les zones non endémiques.(51)

En 2010, il est rapporté à nouveau qu'*Aedes albopictus* joue un rôle mineur par rapport à *Aedes aegypti* dans la transmission du virus de la dengue à cause notamment de la plus faible quantité de virus présent dans les glandes salivaires transmises à partir de l'intestin d'*Aedes albopictus*.(53)

En 2019, 55 % de la population est exposée à la dengue, 390 millions de personnes ont été touchées à travers le monde entre 2010 et 2015 et nous comptons 657 cas importés en France métropolitaine en 2019 (de mai à novembre) dont 68 cas importés présents en Nouvelle Aquitaine. Nous dénombrons 9 cas autochtones en France, 6 dans les Alpes Maritimes et 3 dans le département du Rhône. (52,54,55)

Actuellement l'île de la Réunion est en proie à une épidémie de Dengue responsable de 49 000 cas suspectés dont plus de 17 000 cas sont confirmés par le biais d'*Aedes albopictus* principalement. 30% des cas importés en France métropolitaine en 2019 sont des personnes de retour de voyage de la Réunion .(56)

1.5.2 Chikungunya

1.5.2.1 Généralités

Le chikungunya est une maladie qui touche toute la zone tropicale. Les symptômes associés sont proches de ceux de la dengue avec néanmoins des arthralgies plus intenses qui peuvent durer plusieurs mois après la phase aiguë. En 2019 (de mai à août), nous comptons 36 cas importés en France métropolitaines dont 4 cas en Nouvelle Aquitaine. Les vecteurs sont les moustiques de la famille du genre *Aedes* dont *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* principalement. (50,54) Il appartient aux *alphavirus*. La transmission est interhumaine par le biais des moustiques *Aedes*, elle est également par transfusion sanguine ou suite à des accidents d'exposition au sang (AES). De plus, la transmission lors de l'accouchement mère-enfant est possible. La contagiosité du virus débute 1 à 2 jours avant l'apparition des symptômes et jusqu'à 7 jours après l'arrêt des symptômes.

Il n'y a pas de traitement spécifique, ni de vaccin à l'heure actuelle.(57)

Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire en France métropolitaine. (50)

1.5.2.2 *Chikungunya et Aedes albopictus*

Aedes albopictus est décrit comme responsable lors de certaines épidémies de chikungunya à La Réunion par exemple de 2005 à 2007, puis en Italie en 2007 et enfin en France en 2010. (10)

Nous comptons 56 cas importés en France métropolitaine en 2019 (de mai à novembre) dont 6 cas importés présents en Nouvelle Aquitaine. (55)

1.5.3 Virus zika

1.5.3.1 Généralités

Ce virus fait partie de la même famille que le virus de la dengue, les *Flaviridae* du genre *Flavivirus*.

La transmission inter-humaine peut se faire par le biais des moustiques du genre *Aedes* mais aussi par la voie sexuelle. Une contamination par le virus zika est principalement bénigne et plutôt asymptomatique. Les risques d'aggravation sont de deux ordres majeurs : le risque de malformation grave chez le fœtus lors de la contamination de la mère lors de sa grossesse et les syndromes de Guillain-barré (maladie auto-immune inflammatoire touchant le système nerveux périphérique pouvant entraîner une paralysie progressive). (50)

La période d'incubation est de 3 à 12 jours environ. (58)

Actuellement, il n'existe pas de traitement spécifique ni de vaccin pour lutter contre le virus zika. (58)

Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire en France métropolitaine. (59)

1.5.3.2 *Zika et Aedes albopictus*

Des épidémies majeures ont vu le jour en Amérique du Sud, Amérique centrale et Caraïbes en 2015-2016.(50) Deux cas autochtones ont été confirmés en décembre 2015 dans les deux départements français, la Guyane et la Martinique. (60)

En 2019 (de mai à novembre), nous comptons 6 cas importés en France métropolitaine et plus précisément 1 cas importé en Nouvelle Aquitaine. Nous dénombrons 3 cas autochtones dans le département du Var. (54,55)

2 Le pharmacien d'officine, un professionnel de santé au cœur du fléau du moustique tigre

2.1 Les institutions mondiales et nationales

2.1.1 Organisation mondiale de la santé (OMS)

Selon l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS), la santé est « un état de complet bien-être physique, mental et social qui ne consiste pas seulement en l'absence de maladie ou d'infirmité ». (61)

Il existe de nombreuses définitions de la santé publique, une d'entre-elles la définit comme « l'ensemble des savoirs, des savoir-faire, de pratiques et de règles juridiques qui visent à connaître, à expliquer, à préserver, à protéger et à promouvoir l'état de santé des personnes ». (62)

L'OMS a défini des objectifs à la santé publique :

- Amélioration de la santé
- Atteindre la plus grande espérance de vie possible
- L'accroissement de la qualité de la vie

La population cible de la santé publique est la population dans son environnement avec ses maladies.

L'OMS notifie l'intérêt d'une action collective et organisée afin de :

- réaliser l'évaluation et la surveillance de l'état de santé des populations.
- mettre en place des politiques publiques adaptées en prenant bien en compte les dimensions préventives et curatives, mentales et physiques.
- avoir une organisation du système de santé et des mesures sociales garantissant l'accès aux soins adaptés pour tous (égalité de la population).

Le rôle de l'OMS est pluriel, notamment elle assure une surveillance épidémiologique au niveau mondial, une mise en place de programmes de santé mondiaux qui ont un impact sur notre santé (éradication variole par exemple). C'est un établissement de standards ou normes internationales. Elle décide d'une liste de médicaments essentiels. Elle rédige le règlement sanitaire international (pour se protéger des épidémies : contrôles aux frontières, restrictions de voyages...), gère la pharmacopée internationale, les dénominations communes internationales (DCI). L'OMS organise des journées mondiales : cancer, hygiène des mains, sécurité de l'alimentation et a mis en place un Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Les recommandations de l'OMS sont déclinées dans la politique de santé de la France.

La santé publique est un domaine très vaste nécessitant des connaissances et le concours de nombreuses sciences. Ainsi il va falloir :

- Mesurer : identifier un problème auquel on doit répondre, déterminer les besoins en utilisant l'épidémiologie, la biostatistique, pharmaco-épidémiologie.
- Comprendre : identifier et analyser les déterminants, les facteurs de risques : on utilise la physiologie, la génétique, la microbiologie, la toxicologie, l'hydrologie, la nutrition, l'écologie, la sociologie, l'anthropologie, la démographie, l'économie.
- Agir : mettre en place des politiques de santé adaptées (communication, droit et économie de la santé, sociologie, histoire, géographie).
- Evaluer.

En France, la santé publique s'articule autour de différents acteurs.

2.1.2 Le ministère chargé de la santé

La mission de santé publique et de sécurité sanitaire est une mission régaliennne. En effet, la santé a un impact collectif. Le ministère a pour objectif de préparer et de mettre en œuvre la politique du gouvernement dans les domaines de la politique de santé publique et de l'organisation du système de soins.

2.1.3 Agences Régionales de Santé (ARS)

En 2009, les Agences Régionales de Santé (ARS) ont été créées afin de piloter la politique de santé régionale en s'appuyant sur la politique nationale et de réguler l'offre de soins pour assurer un accès aux soins pour tous, en réduisant les inégalités territoriales et sociales.

Son champ d'action est :

- Promotion de la santé et de la prévention
- Veille et sécurité sanitaire
- Organisation des soins hospitaliers et ambulatoires
- Qualité et sécurité des pratiques
- Accompagnement médico-social-Maitrise des dépenses de santé

En France, il existe de nombreuses agences ou instituts sanitaires comme l'Agence Nationale de Sécurité des Médicaments et des produits de santé (ANSM), l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et Santé Publique France (SPF) qui a un rôle majeur en santé publique.

2.1.4 Santé Publique France (SPF) ou Agence Nationale de la Santé Publique

Créée en mai 2016, SPF résulte de la fusion de trois agences : l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes), et

l'Etablissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires (Eprus). Les missions de SPF reprennent l'ensemble des missions des trois agences.

La principale mission est la surveillance de l'état de santé de la population. A celle-ci s'ajoute notamment : une action de veille et de sécurité sanitaire, la promotion de la santé et de réduction des risques et le développement de la prévention et de l'éducation de la santé. (63)

2.2 Le pharmacien, acteur de santé publique

Le pharmacien est un acteur de santé publique. Cette mission est défendue par l'Ordre National des Pharmaciens qui a créé une section relative à la santé publique : CESPARM (Comité d'Education en Santé de l'ordre du PHARMACIEN).(64)

L'article R. 4235-2 du Code de la Santé Publique explique que le pharmacien « doit contribuer à l'information et à l'éducation du public en matière sanitaire et sociale » (64,65). C'est donc une obligation déontologique pour le pharmacien.

L'article L. 5125-1-1 A du Code de la Santé Publique mentionne l'ensemble des missions des pharmaciens d'officine. Il précise que les pharmaciens d'officine :

- « contribuent aux soins de premier recours (parmi lesquels l'éducation pour la santé, la prévention et le dépistage) »,
- « peuvent effectuer certaines vaccinations, dont la liste est fixée par arrêté ministériel »,
- « peuvent participer à l'éducation thérapeutique et aux actions d'accompagnement de patients ».(64,66)

De plus, les pharmaciens d'officine peuvent proposer des prestations ou conseils afin d'améliorer ou de maintenir l'état de santé des patients. Il s'agit du décret n°2018-841 du 3 octobre 2018 qui énonce les différentes possibilités dont :

- « la mise en place d'actions de prévention et de promotion de la santé parmi les domaines d'action prioritaires de la stratégie nationale de santé. [...] Dans ce cadre, il contribue aux campagnes de sensibilisation et d'information sur des sujets de santé publique. Il transmet aux différents publics concernés des informations scientifiquement validées sur les moyens de prévention et sur les maladies, avec le souci de délivrer un message adapté et accessible au public.»
- « la participation au dépistage des maladies infectieuses et non transmissibles »,
- « la réalisation d'actions de suivi et d'accompagnement pharmaceutique ».(64,67)

La convention nationale pharmaceutique négociée entre les syndicats, la Sécurité Sociale et l'Etat donne la possibilité aux pharmaciens d'officine d'accompagner, lors d'entretiens pharmaceutiques formalisés, les patients sous anti-vitamine K (AVK), sous anticoagulants oraux directs (AOD) et sous traitements asthmatiques. Depuis le

début de l'année 2020, les pharmaciens d'officine peuvent accompagner les patients sous chimiothérapie orale. En outre, par le biais des bilans partagés de médication officinale, les pharmaciens d'officine peuvent recevoir certains patients polymédiqués. (64) La Haute Autorité de la Santé (HAS) définit les bilans partagés de médication comme « une analyse critique structurée des médicaments du patient par le pharmacien dans l'objectif d'établir un consensus avec le patient concernant son traitement ». (68)

De par sa répartition géographique et sa formation, le pharmacien d'officine est un acteur de santé avec de multiples facettes permettant un service de proximité de santé publique. En effet, nous comptons un large maillage territorial avec plus de 22 000 officines en métropole. La pharmacie est ouverte toute la journée avec un service de garde assuré et régi par l'ordre. Un lieu de contacts, d'échanges qui est côtoyé par 4 millions de français chaque jour ; c'est un lieu ouvert pour la population qui peut avoir des conseils médicaux. La pharmacie d'officine permet une connaissance globale du patient (historique médicamenteux, contexte familial, social et professionnel). Une relation de confiance existe entre le pharmacien et le patient, le pharmacien est garant du secret professionnel. Pour finir, par le biais de sa formation, à la fois scientifique et professionnelle, le pharmacien a les cartes en main afin de partager ses connaissances dans l'éducation thérapeutique du patient et l'éducation pour la santé. (64)

Dans ce domaine d'éducation pour la santé et d'éducation thérapeutique du patient, le pharmacien d'officine peut intervenir à différents niveaux :

- Sensibilisation et information pour le public, la promotion de la prévention et du dépistage et du bon usage du médicament
- Accompagnement et soutien du patient au quotidien dans la compréhension de sa maladie et de son traitement
- Education du patient dans l'autosurveillance et pour les modalités particulières de prise de certains médicaments. (64)

CESPHARM permet d'accompagner le pharmacien d'officine pour accomplir ses missions de santé publique en lui proposant des supports (brochures, affiches ...) pour qu'il puisse au mieux jouer son rôle d'acteur de santé publique. (63,64)

2.3 Lutte antivectorielle

La lutte antivectorielle a pour but de mettre en place des mesures de contrôle de moustiques potentiellement vecteurs d'arboviroses. L'ensemble des mesures définies, qu'elles soient préventives ou curatives, doivent être proportionnées aux risques sanitaires et appropriées à l'écologie du moustique cible. La lutte antivectorielle répond à des objectifs définis collégialement avec des experts, notamment les entomologistes, les administrations compétentes et les collectivités territoriales concernées. En premier, seront privilégiées des mesures de prévention individuelles

et collectives pour éliminer les gîtes larvaires (existants ou potentiellement existants) puis on passera par des actions curatives avec l'aide de traitements adulticides. Les produits larvicides et adulticides utilisés dans la lutte antivectorielle sont des produits bioacides choisis et appliqués par des professionnels équipés de protection individuelle adaptée. Ces actions sont très encadrées à cause du risque non nul des produits bioacides sur l'environnement. Les professionnels prennent en compte le milieu et définissent les meilleures méthodes, le moment du calendrier le plus approprié ainsi que les bonnes doses des produits. De plus, le préfet est mis au courant de ces actions. *Aedes albopictus* ayant un comportement exophile ne justifie pas d'utiliser des traitements adulticides intradomiciliaires.

La prévention dans la cadre de la lutte antivectorielle d'*Aedes albopictus* est basée sur la destruction mécanique des gîtes larvaires par la population, indispensable pour la suppression exhaustive, ainsi que par les collectivités territoriales qui sont responsables de la salubrité, de la gestion des eaux usées et de pluie, et de l'élimination des déchets.

De nombreuses campagnes de communication, d'éducation et d'information sont nécessaires pour mobiliser le maximum de personnes possibles et certains acteurs économiques (secteurs de l'hôtellerie et de la restauration, établissements d'enseignement).

De plus, lorsque les gîtes larvaires sont toujours présents, il est possible d'envisager des traitements larvicides qui ont une action limitée dans le temps et donc nécessitent des applications plus ou moins répétitives selon les produits utilisés et les gîtes larvaires ciblés.

La lutte curative est réalisée par des professionnels qui font usage de traitements adulticides comme les pyréthriinoïdes par exemple. Ils ont également une action limitée dans le temps et sont souvent couplés à un traitement larvaire afin de pouvoir compléter l'action adulticide en retardant la recolonisation du milieu. Cette lutte curative est utilisée dans des lieux publics et privés et elle est réservée à certaines situations comme la circulation d'un virus ou l'implantation du vecteur dans une nouvelle zone géographique, limitée, où l'éradication est toujours possible. (69)

2.4 Recommandations sanitaires pour le public et les voyageurs 2019

Les recommandations sanitaires au sujet de la protection contre les piqûres de moustiques à forte nuisance, comme le moustique tigre par exemple, font l'objet d'une réactualisation annuelle et de communication annuelle par les autorités françaises pour la prévention des voyageurs mais aussi du grand public.

Aedes albopictus est un moustique qui vit la journée, donc nous allons nous concentrer sur les mesures de protection en journée ; mais celui-ci peut se retrouver emprisonné

dans l'habitation et donc, en présence de lumière ou de mouvement, piquer la nuit, donc nous verrons dans un second temps la prévention pour la nuit qui est plus spécifique à des moustiques de la famille *Anopheles* par exemple.

Pour la protection contre les piqûres de moustiques femelles en journée ou en soirée, la recommandation est l'utilisation de répulsifs à application cutanée. En complément, les tissus, les vêtements, les toiles de tentes peuvent être imprégnées par trempage ou par pulvérisation d'un spray par des produits insecticides proposés en pharmacie.

La protection des enfants en bas âge et qui ne marchent pas est primordiale. L'usage de moustiquaires, imprégnées par une solution insecticide ou non, reste la solution la plus efficace sur les berceaux et poussettes. Concernant les moustiquaires imprégnées, il est nécessaire de vérifier que l'enfant ne soit pas en contact direct, qu'il ne puisse pas s'en saisir ou la porter à sa bouche.

La nuit, la meilleure protection contre les piqûres de moustiques est la moustiquaire imprégnée pour dormir.

La moustiquaire imprégnée d'insecticides, de par son effet insecticide et insectifuge, assure la meilleure protection nocturne contre les piqûres de moustiques. Il est possible, en cas d'indisponibilité de moustiquaires imprégnées, d'acheter une moustiquaire classique et de l'imprégner soi-même à partir d'un insecticide vendu en pharmacie par trempage par exemple. La rémanence sera de un à trois mois et la résistance au lavage de trois lavages maximum. Les moustiquaires imprégnées de façon industrielle seront efficaces sur une plus longue durée et résisteront à différents lavages, elles sont donc à privilégier.

Néanmoins, il est déconseillé d'utiliser selon ce rapport :

- « Les bracelets anti-insectes pour se protéger des moustiques et des tiques ;
- Les huiles essentielles dont la durée d'efficacité, généralement inférieure à 20 minutes, est insuffisante ;
- Les appareils sonores à ultrasons, la vitamine B1, l'homéopathie, les rubans, papiers et autocollants gluants sans insecticide. » (33,70)

2.5 Lutte chimique

2.5.1 Répulsif cutané

2.5.1.1 Définition

Les répulsifs cutanés aussi appelé « repellents » ou « insectifuges » contiennent un principe actif qui a pour but d'éloigner des insectes (hormis les hyménoptères : abeilles, guêpes) sans les tuer. Il est nécessaire de les appliquer directement sur la peau sauf au niveau du visage où l'application directe n'est pas recommandée. Le nombre maximal d'applications possibles est référencé sur les produits répulsifs par le fabricant et il est à respecter obligatoirement. Comme les moustiques tigres, dans notre cas, sont les plus actifs le matin et en fin d'après-midi ou soirée, il est conseillé d'en appliquer principalement deux fois par jour le matin et en fin d'après-midi. Les répulsifs cutanés ne doivent pas être appliqués directement au niveau des yeux, des muqueuses ainsi que sur les peaux lésées. La forme galénique peut varier : ils existent sous forme d'aérosols, de lotions, de crèmes ou de sticks applicateurs.

La durée de protection dépendra de la molécule utilisée, de sa concentration ainsi que de la température extérieure, elle peut varier généralement de 4 à 8 heures. Certains facteurs abaissent la durée de protection comme la baignade, la transpiration ou les pluies tropicales.

Lors de l'utilisation simultanée d'un répulsif cutané et d'un produit solaire, il est nécessaire d'appliquer d'abord le produit solaire au minimum 20 minutes avant d'utiliser le répulsif cutané.

Il est possible d'utiliser les répulsifs cutanés sur les vêtements mais l'efficacité est assez limitée et il existe des produits pour imprégner les vêtements ou les tissus dont la durée de vie est plus importante.(71)

Les caractéristiques d'un insectifuge idéal seraient :

- Une efficacité prolongée envers un large spectre d'arthropodes
- Un insectifuge non irritant lors de l'application et sans toxicité
- Un insectifuge sans odeur ou avec un parfum agréable
- Un insectifuge sans effet sur le textile
- Un insectifuge résistant à l'eau, à la transpiration sans résidu huileux sur la peau
- Un insectifuge inerte vis-à-vis de la matière plastique
- Un insectifuge chimiquement stable
- Un insectifuge à faible coût pour une large utilisation(72)

2.5.1.2 *Le test du bras dans la cage*

Le test du bras dans la cage ou « arm-in-cage » en anglais est un test recommandé par l'OMS.

L'efficacité est mesurée par un pourcentage d'inhibition du nombre d'atterrissages des moustiques entre bras traité et bras contrôle.

Une cage cubique de 35 à 40 cm de côté est utilisée pour réaliser ce test. Environ 200 moustiques tigres femelles ou autres espèces non nourries sont insérées dans ce cube. Un premier test dit de contrôle est réalisé « bras contrôle », la personne insèrera dans la cage son bras sur lequel un diluant ou de l'alcool est préalablement déposé. Il est nécessaire de constater en moins de 30 secondes, au moins 10 tentatives de piqûres ou d'atterrissage.

Puis, le volontaire, cette fois-ci avec le bras enduit du produit à tester ou du dispositif à tester insère son bras dans la cage pendant 3 minutes toutes les 30 minutes ou toutes les heures (sans ré-application du produit répulsif) jusqu'à un maximum de 8 heures ou plus.

Si une piqûre a lieu durant un cycle de 3 minutes et si durant le cycle ultérieur cette piqûre est renouvelée alors la première piqûre est confirmée et le temps à ce moment-là indique la protection maximale du produit. En cas contraire, la première piqûre sera dite non confirmée. (73,74)

2.5.2 Molécules répulsives autorisées par les autorités françaises

2.5.2.1 DEET

2.5.2.1.1 Généralités

Le N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide ou N, N-diéthyl-m-toluamide (DEET) a été synthétisé pour la première fois en 1946 aux Etats-Unis par le ministère de l'agriculture sur demande des militaires suite à la seconde guerre mondiale pour se protéger des arboviroses transmises par les arthropodes. Il a été autorisé à la vente pour les américains en 1957. Sa commercialisation sur le sol européen a commencé le 1 aout 2012. Dès sa commercialisation, il a rencontré un immense succès. Il est reconnu comme un des insectifuges à spectre très large et très efficace voire le plus efficace. (72,75)

La concentration du DEET dans les répulsifs topiques varie de 4 % à 100 % selon les pays.(72,75) En France, la plupart des insectifuges contenant du DEET ont une concentration comprise entre 20 et 50 %. (76) Plus la concentration en DEET augmente ; plus la durée d'action augmente mais il est observé un plateau à 50% de DEET.(72) Celle-ci peut varier de 3 à 7h suivant la concentration en DEET.(77)

Le DEET permet de masquer l'odeur de l'acide lactique, un élément clé qui attire les nuisibles comme les moustiques ou les tiques. Le DEET est parfois utilisé en association avec d'autres substances répulsives. (75) Il est reconnu par les insectes

comme un signal olfactif avertissant ; néanmoins, la manière dont les moustiques détectent le DEET fait encore l'objet de nombreuses hypothèses. Les deux principales sont les suivantes :

- Les substances répulsives comme le DEET détruisent une protéine de transport OBP (Olfactory Binding Protein) essentielle dans le mécanisme de détection des odeurs. (72)
- Les substances répulsives auraient des actions antagonistes ou inhibitrices sur certains récepteurs olfactifs (OR) chez le moustique. DEET serait un fort antagoniste du récepteur OR8 et inhiberait le récepteur OR2.

Dans l'actuel contexte mondial, le DEET joue un rôle assez limité dans la lutte contre les arboviroses dans les régions endémiques en raison de son coût élevé, de son odeur désagréable et de la nécessité de l'appliquer de façon presque continue sur la peau exposée à une concentration relativement élevée.(78)

Le DEET est sans danger pour le coton, la laine ou le nylon mais il fait fondre le plastique : attention aux montures de lunettes, au bracelet de votre montre ou aux tissus synthétiques ! (71,72)

Recommandation de la HCSP en avril 2015 (76) :

Tableau 5 : DEET - Recommandations de la HCSP en avril 2015. (76)

Substance active et concentration		Nombre maximal d'application(s) quotidienne(s)				
		>6 mois Enfant ne marche pas	Enfant marche et >24 mois	>24 mois à 12 ans	>12 ans	Femme enceinte
DEET (N,N-diéthyl-m- toluamide)	20%	1	2	2	3	3
	25%	1	2	2	3	3
	30%	1	2	2	3	3
	34%	-	-	-	3	-
	50%	-	-	-	3	-

Dans le cadre de la directive 98/8/CE, au niveau européen, DEET a été au centre d'une expertise et une restriction d'utilisation chez l'enfant de moins de 48 mois a été rapportée. Cependant, dans le cas de risques élevés d'exposition à des arboviroses, l'usage est possible sur une période relativement courte en respectant exactement le nombre maximum d'applications et les conditions d'utilisations. (76)

De façon très récente, les produits à base de DEET font l'objet d'une évaluation et également l'objet d'une AMM.

Les décisions sur les conditions d'utilisation des produits contenant du DEET, possédant une AMM, sont consultables sur le site de l'ANSES. (79)

Les conditions d'utilisations pour les produits disposant d'une AMM ont un double objectif ; le premier est la prévention des arboviroses et la deuxième est le respect des

risques de toxicité pour l'homme et pour l'environnement liés aux substances. Cependant, dans les milieux tropicaux, où sévissent des maladies potentiellement graves, la balance bénéfiques/risques est à réévaluer et certaines restrictions d'utilisations peuvent être revues à la baisse.

Il est recommandé pour les produits disposant d'une AMM de se référer au Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP) avant toute utilisation.

Ainsi, de nouvelles recommandations ont été annoncées en mai 2019. (80)

Tableau 6 : DEET - Recommandations de la HCSP en mai 2019. (80)

Substance active et concentration		Nombre maximal d'application(s) quotidienne(s)				
		>6 mois Enfant ne marche pas	Enfant marche et >24 mois	>24 mois à 12 ans	>12 ans	Femme enceinte
DEET (N,N-diéthyl-m- toluamide)	10 à 20 %	-	Posologie en fonction des indications de l'AMM	Posologie en fonction des indications de l'AMM	Posologie en fonction des indication s de l'AMM	Utilisable uniquement si risque de maladie vectorielle Posologie en fonction des indications de l'AMM
	30 à 50 %	-	-	Posologie en fonction des indications de l'AMM	Posologie en fonction des indication s de l'AMM	Utilisable uniquement si risque de maladie vectorielle Posologie en fonction des indications de l'AMM

En cas d'exposition aux anophèles femelles responsables du paludisme, la concentration minimale efficace de DEET est de 30%.

« Le DEET a fait l'objet d'une évaluation au niveau européen et cette substance a été autorisée au 1er août 2012, avec une restriction d'usage émise chez l'enfant de moins de 2 ans. Cependant, en cas de risque élevé de transmission d'une maladie vectorielle, il est utilisable sur une période courte, en respectant scrupuleusement le nombre d'applications maximum admis et les conditions pratiques d'usage chez l'enfant. Les produits à base de DEET ont été évalués et font l'objet d'une autorisation de mise sur le marché. » (80)

2.5.2.1.2 DEET et grossesse

Il a été rapporté qu'« aucun élément inquiétant n'est retenu » contre le DEET lors de la grossesse. Au 1^{er} trimestre, les données rapportées dans la littérature sont peu nombreuses par rapport aux autres trimestres. L'usage du DEET chez la femme enceinte est courant. (81)

Les études sur l'animal n'ont prouvé aucune tératogénicité lors de l'utilisation du DEET par voie cutanée, orale ou injectable. (81)

2.5.2.1.3 Toxicité

D'après le CRAT, le DEET est le plus ancien et le plus étudié des répulsifs. Nous notons qu'il existe un passage systémique et placentaire. En cas de mésusage, lors d'une exposition cutanée importante et répétée dans le temps ou lors de l'ingestion de cette substance, il a été rapporté des troubles neurologiques notamment chez des enfants. (81)

De plus, une toxicité pulmonaire a été décrite lors d'exposition au DEET sans toutefois établir un lien de causalité. (82)

Après usage de répulsifs cutanés contenant du DEET, des cas d'encéphalopathie toxique ont été rapportés chez des enfants de moins de 16 ans. (82,83)

2.5.2.2 *N-acétyl-Nbutyl-β-alaninate d'éthyle ou Insecte Repellent 3535 (IR3535)*

2.5.2.2.1 Généralités

IR3535 est un insectifuge synthétique développé par Merck en 1970. Il fut disponible d'abord en Europe puis aux Etats-Unis à partir de 1999. (78)

En France, la concentration d'IR3535 varie de 20 à 35 %. (76) En laboratoire, un produit contenant IR3535 à une concentration de 20% assure une protection complète contre *Aedes* et *Culex* durant 7 à 10 h alors que pour *Anopheles* la protection dure moins de 4h. (78)

Sa structure ressemble à une Beta-alanine naturelle et elle est considérée par l'EPA des Etats Unis comme biopesticide. IR3535 serait également un antagoniste de certains récepteurs olfactifs notamment OR2 et OR8. IR3535 présenterait une faible nocivité ce qui pourrait constituer une bonne alternative au DEET ou à l'icaridine malgré une efficacité légèrement plus faible. (77,78)

Tableau 7 : IR3535 - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80)

Nombre maximal d'application(s) quotidienne(s)						
Substance active et concentration		>6 mois Enfant ne marche pas	Enfant marche et >24 mois	>24 mois à 12 ans	>12 ans	Femme enceinte
	IR3535 ¹	20 %	1*	2*	2*	3*
25% à 35 %		1*	2*	2*	3*	-

* Sauf si le produit dispose d'une AMM. Dans ce cas, ce sont les indications qui figurent dans l'AMM qui s'imposent. (80)

¹ «La substance IR3535 a été autorisée au plan européen au 1er novembre 2015 et les produits qui en contiennent doivent désormais obtenir une AMM. Les produits à base d'IR3535 sont en cours d'évaluation. » (80)

2.5.2.2.2 IR3535 et grossesse

Chez l'animal, aucun effet tératogène n'est répertorié. Chez l'homme, aucune étude n'a été réalisée ; cependant, aucun élément inquiétant n'a été décrit lors de son utilisation chez la femme enceinte.(84)

2.5.2.2.3 Toxicité

D'après les relevés des centres antipoison de 1999 à 2006, IR3535 est le répulsif contenant une seule substance active procurant le moins de symptômes. Des nausées, vomissements, crise d'asthme, urticaires et céphalées ont été décrits. (84,85)

Au niveau international, chez l'homme, après exposition à ce répulsif, aucun effet indésirable marquant n'a été décrit. (85) Une étude publiée en 2000, montre que lors d'une utilisation allant de 1 jour à 2 semaines, aucun signe clinique de type irritation ou allergie n'a été signalé chez l'homme. (86) Cependant, l'exposition oculaire d'IR3535 peut entraîner des irritations d'après des études réalisées chez l'animal (intolérance, érythème, œdème). (85)

2.5.2.3 Le *p*-menthane-3,8-diol (PMD) ou le *p*-menthane-3,8-diol rich botanical oil (PMDRBO)

2.5.2.3.1 Généralités

Cette substance fut enregistrée à l'EPA américaine en 2000 et au Canada en 2002. Son nom a été actualisé en 2019, il est désormais appelé huile d'*Eucalyptus citriodora*, hydratée, cyclisée.(70)

Le PMDRBO est un mélange de cis- et trans-*p*-menthane-3,8 diol. Elle est issue de la distillation de l'huile essentielle d'eucalyptus citronné (*Corymbia citriodora* de la famille des *Myrtaceae*). Le PMD est un monoterpène ayant une faible volatilité et ne s'évapore pas rapidement juste après l'application, ce qui allonge la durée de protection par rapport aux autres composés dérivés de l'huile essentielle d'eucalyptus citronné.

Son mécanisme de répulsion n'est pas élucidé.(78)

La concentration des répulsifs français contenant du PMDRBO varie de 19 à 25%.(76)

Il a également été démontré que la PMD offrait une protection comparable à celle du DEET contre les anophèles.

Le PMD offre une protection maximale d'une durée de 4 à 6 heures contre *Aedes*, *Anopheles* et *Culex*, ainsi que contre les tiques lorsqu'elle est utilisée à des concentrations à 30%. (78)

La substance PMDRBO est en cours d'évaluation au niveau européen. (80)

Recommandation de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80):

Tableau 8 : PMDRBO - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80) :

Nombre maximal d'application(s) quotidienne(s)						
Substance active et concentration		>6 mois Enfant ne marche pas	Enfant marche et >24 mois	>24 mois à 12 ans	>12 ans	Femme enceinte
PMDRBO ² (mélange de cis- et trans-p-menthane- 3,8) diol)	19 à 20%	1*	2*	2*	3*	-
	25%	1*	2*	2*	3*	-

* Sauf si le produit dispose d'une AMM. Dans ce cas, ce sont les indications qui figurent dans l'AMM qui s'imposent. (80)

² « Les substances [...] PMDRBO sont en cours d'évaluation au niveau européen. » (80)

2.5.2.3.2 PMDBRO et grossesse

PMDRBO est un répulsif non recommandé par Santé Publique France en 2019 chez la femme enceinte. Cependant aucune tératogénicité n'a été décrit.

2.5.2.3.3 Toxicité

Très peu d'éléments sur la toxicité de PMDRBO sont décrits. Néanmoins, certains symptômes comme des photosensibilisations et des irritations ont été décrits avec cette substance lors d'étude chez l'animal notamment.

2.5.2.4 Picaridine ou KBR30234 (Carboxylate de Secbutyl 2-(2-hydroxyéthyl) pipéridine-1 / Icaridine) ou Icaridine

2.5.2.4.1 Généralités

La picaridine est un analogue de la pipéridine développé par Bayer dans les années 1980 à l'aide de la modélisation moléculaire. Elle possède une configuration spatiale proche de DEET.(72)

Comme toutes les autres substances répulsives synthétiques vues précédemment, le mécanisme d'action exact de la picaridine dans la répulsion des moustiques n'est pas

complètement connu. Elle semble se rapprocher de IR3535 en étant antagoniste des récepteurs olfactifs OR2 et OR8.(78)

En France, nous trouvons des répulsifs cutanés avec des concentrations de 20 et 25%. (76)

Leur efficacité est comparable au DEET et il possède des avantages car il est inodore, il ne colle pas et il n'est pas gras à l'application. Il est moins irritant pour la peau et ne dégrade pas le plastique ou les tissus synthétiques. (78)

Il est nécessaire de renouveler toutes les 4 à 6 heures l'application de picaridine. (78)

La substance icaridine est en cours d'évaluation au niveau européen. (80)

2.5.2.4.2 Recommandations

Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduites en mai 2019 (80):

Tableau 9 : KBR30234 - Recommandations de la HCSP en avril 2015 (76) reconduite lors des dernières recommandations de mai 2019 (80) :

Substance active et concentration		Nombre maximal d'application(s) quotidienne(s)				
		>6 mois Enfant ne marche pas	Enfant marche et >24 mois	>24 mois à 12 ans	>12 ans	Femme enceinte
KBR30234 ³ (Carboxylate de Secbutyl 2-(2-hydroxyéthyl) pipéridine-1 / Icaridine)	20%	-	-	2*	3*	3*
	25%	-	-	2*	3*	-

* Sauf si le produit dispose d'une AMM. Dans ce cas, ce sont les indications qui figurent dans l'AMM qui s'imposent. (80)

³ « Les substances icaridine [...] sont en cours d'évaluation au niveau européen. » (80)

2.5.2.4.3 Icaridine et grossesse

L'icaridine n'est pas tératogène chez l'animal. Chez les femmes enceintes, il n'y a pas de données rapportées lors de l'exposition à cette substance répulsive. Aucun élément inquiétant n'a été signalé jusqu'ici. (81)

2.5.2.4.4 Toxicité

Les études de toxicité de l'icaridine sont peu nombreuses pour affirmer l'innocuité totale de cette substance. Il paraît être peu toxique malgré un cas de dermatite de contact et un autre de céphalées, nausées, vomissements et vertiges qui ont été décrits lors d'une étude. (87,88)

2.5.2.5 Perméthrine

2.5.2.5.1 Généralités

Cette substance permet d'imprégner des vêtements assurant une protection complémentaire contre les moustiques. Les solutions de perméthrine sont concentrées à 4 %.(77)

La perméthrine est un insecticide et insectifuge biodégradable, inodore et appartenant à la famille des pyréthriinoïdes dérivée d'une plante *Chrysanthemum cinerariifolium*. Elle a été autorisée aux Etats Unis en 1979 pour son rôle insectifuge et répulsif.

La perméthrine a besoin d'être en contact direct avec les insectes ce qui n'est pas adapté pour un usage cutané.

La protection contre *Aedes* est permise par l'imprégnation de vêtements par cette substance alors que le taux de protection contre *Culex* est faible.

Les méthodes d'imprégnation des vêtements ont une influence sur la durée de protection, l'efficacité et sur le coût. Dans les zones endémiques, les vêtements imprégnés de perméthrine traités individuellement ou prétraités sont privilégiés selon la gravité de la maladie. Il est possible d'imprégner individuellement les vêtements soit par pulvérisation soit par trempage. Il s'agit d'une méthode rentable, abordable mais qui offre une protection moins efficace et moins durable que des vêtements prétraités. De ce fait, il est conseillé d'imprégner les vêtements tous les cinq lavages.

Depuis quelques années, les moustiquaires imprégnées de perméthrine ont vu le jour dans les officines permettant une protection abordable et qui a fait ses preuves dans de nombreux pays tropicaux où les arboviroses sont endémiques. Il a été démontré qu'elles permettent de réduire la mortalité ainsi que la morbidité du paludisme et d'autres arboviroses.

Ainsi, les vêtements imprégnés de perméthrine offrent une solution très intéressante de protection contre les arboviroses en complément des autres répulsifs cutanés vus précédemment.

Les vêtements traités à la perméthrine constituent une technique de protection contre les arthropodes importante lorsqu'ils sont utilisés en association avec d'autres méthodes de protection, notamment les insectifuges topiques. (78)

2.5.2.5.2 Perméthrine et grossesse

Concernant la prévention contre les piqûres de moustique, la perméthrine n'a été étudiée chez les femmes enceintes que sur le versant de son efficacité. Les études montrent un effet bénéfique des moustiquaires imprégnées ainsi que des vêtements imprégnés notamment pour la prévention du paludisme en Afrique (morts fœtales, fausses couches diminuent). La perméthrine peut être utilisée par voie cutanée pour lutter contre les poux ou la gale (crème à 1% ou à 4%) et lors d'une étude qui concernait 300 femmes enceintes, aucun effet particulier n'a été recensé quel que soit le trimestre.

Lors d'études réalisées sur l'animal, la perméthrine n'est ni génotoxique, ni tératogène (à fortes doses par voie orale). (89)

2.5.3 Les moyens alternatifs de prévention disponibles en pharmacie

2.5.3.1 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés organiques volatils produits sous forme de métabolites secondaires chez les plantes. Elles sont constituées par des hydrocarbures (terpènes et sesquiterpènes) et des composés oxygénés (alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, lactones, phénols). De plus, certains produits naturels comme la vanilline peuvent être ajoutés dans le mélange afin d'augmenter le temps de protection et l'effet répulsif. Les chercheurs se sont inspirés du milieu de la parfumerie où la vanilline est utilisée afin de réduire le processus d'évaporation du parfum sur la peau. De plus, les différentes espèces de moustiques répondent différemment aux huiles essentielles. Certains monoterpènes tels que l'*α*-pinène, le cinéole, l'eugénol, le limonène, le terpinolène, le citronellol, le citronellal, le camphre et le thymol sont des constituants communs d'un certain nombre d'huiles essentielles décrites dans la littérature comme présentant une activité anti-moustique. Concernant *Aedes albopictus*, une étude en 2005 s'est intéressée sur le potentiel effet répulsif de six huiles essentielles. Deux ont été testées sur les hommes : huile essentielle de citronnelle (*Cymbopogon citratus*) et huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*. L'huile essentielle de citronnelle n'a montré aucune protection sur l'humain dosée à 15 % et une protection d'1h dosée à 30% et cette protection a été allongée de 1 à 2 h en présence de vanilline. L'huile essentielle *Eucalyptus globulus* dosé à 15 % a permis une protection chez l'homme de 3h rallongée à une durée de 5 h après ajout dans l'huile essentielle de 5% de vanilline. L'huile essentielle d'*Eucalyptus globuleux* est donc intéressante d'autant qu'elle a des effets répulsifs sur d'autres arthropodes. (90,91)

En 2018, une étude a démontré, parmi plus de 14 huiles essentielles dérivées des *Lamiacées*, que les huiles essentielles les plus répulsives contre *Aedes albopictus* sont : *Origanum majorana* et *Satureja thymbra*. (92)

L'inconvénient majeur des huiles essentielles pour leur utilisation répulsive anti-moustiques réside dans leur forte volatilité ce qui dissipe rapidement leur effet protecteur. De plus, les huiles essentielles ont des effets souvent photosensibilisants et possiblement allergisants et certaines doivent être proscrites chez certains patients asthmatiques, épileptiques, femmes enceintes, nourrissons et jeunes enfants.

Des études ont cherché à augmenter la durée d'efficacité des huiles essentielles en utilisant des techniques de micro encapsulations par exemple, ce qui a permis d'augmenter la protection de 2h chez les différentes huiles essentielles testées par rapport à celles non encapsulées.

De plus, toutes les huiles essentielles ne sont pas de la même qualité. En effet, l'origine géographique de la plante, le fabricant, la méthode d'extraction utilisée entraînent une variation dans la composition en dérivés terpéniques et aromatiques des huiles essentielles ce qui a pour conséquence des efficacités différentes. Le pharmacien se doit

de vérifier la qualité des huiles essentielles qu'il a dans son officine, notamment en contrôlant la chromatographie en phase gazeuse de chaque huile essentielle. (47)

De nombreux ouvrages revendiquent différentes huiles essentielles efficaces comme répulsifs anti-moustiques malgré l'absence d'études scientifiques sérieuses.

Les huiles essentielles peuvent rentrer dans la composition de produits anti-moustiques. Ces produits peuvent revendiquer leurs propriétés répulsives seulement si les huiles essentielles en question sont autorisées par l'agence européenne des produits chimiques (ECHA). Les huiles essentielles autorisées par ECHA sont les suivantes : Huile essentielle de menthe, Huile essentielle de lavande, Citronellal, Extrait de margousier, Géraniol, Lavandin oil (extrait de *Lavandula hybrida*), Citriodiol, Extrait de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. (Substances actives non listées non autorisées : Huile essentielle de citronnelle, Linalol, Huile essentielle de l'arbre à thé australien, Huile essentielle de neem, Huile essentielle de géranium, Huile essentielle d'Eucalyptus citronné, Huile essentielle de Lemongrass, Huile essentielle d'Ylang-ylang, Huile essentielle de menthe poivrée).(93)

Aujourd'hui, de nombreuses études se concentrent sur l'effet larvicide des huiles essentielles contre *Aedes albopictus*, notamment l'huile essentielle d'Eucalyptus globuleux. En effet, les résultats ont montré que, à faible dose, cette huile essentielle était larvicide et pupicide, de plus, son efficacité dépendait de la surface (l'efficacité diminuait si la surface augmentait pour une même quantité d'huile essentielle) plutôt que du volume d'eau, l'efficacité résiduelle de l'huile essentielle durait jusqu'à 8 jours. (94) Une étude de 2018 a montré l'intérêt des huiles essentielles, *Thymus vulgaris* et *Origanum spp* en tant que larvicide d'*Aedes albopictus*.(92)

2.5.3.2 Vitamine B1

La vitamine B1 aussi appelé thiamine est souvent référencée comme ayant une activité répulsive anti-moustique. Ces informations sont relayées dans de nombreux sites internet ; néanmoins, à l'heure actuelle, aucune étude scientifique n'a prouvé l'effet répulsif anti-moustique de la vitamine B1.

En 2005, une étude scientifique ayant pour but de vérifier cette hypothèse a été publiée. Les chercheurs ont voulu étendre l'étude de l'effet de différents complexes de vitamine B sur un échantillon de sujets humains important en utilisant un moustique *Anopheles stephensi*. Cette étude n'a montré aucun effet de la supplémentation en vitamine B sur la répulsion des moustiques.(95) En février 2013, une seconde étude s'est intéressée à l'impact de la vitamine B1 sur deux moustiques *Aedes albopictus* et *Culex pipiens*. Durant cette étude, ils ont positionné des patchs transdermiques imprégnés de vitamine B1 sur différents sujets et ont observé le nombre de piqûres de moustiques. Ces patchs n'ont pas diminué de manière significative le nombre de piqûres d'*Aedes albopictus* et de *Culex pipiens*.(96)

2.5.3.3 Homéopathie

La souche homéopathique traditionnellement utilisée comme répulsif anti-moustique depuis des dizaines d'années est *Ledum palustre*. Dans la littérature, quelques études ont montré l'effet répulsif de *Ledum Palustre* quand ce dernier est utilisé sous forme d'extrait de plante. Néanmoins, la forme homéopathique *Ledum palustre* n'a jamais démontré d'activité anti-répulsive lors d'études scientifiques.(47)

Dans les ouvrages, en prévention, il peut être utilisé en 5 CH ou 7 CH à raison de 3 granules matin et soir pendant toute la période d'exposition. (97)

2.5.4 Autres moyens de lutte : Pièges à moustiques Biogents

J'atteste sur l'honneur que je ne présente aucun lien d'intérêt avec les sociétés et marques citées dans cette thèse.

2.5.4.1 Histoire de la marque

Biogents AG a été fondé par deux docteurs Dr Geier et le Dr Rose issus de l'Institut de zoologie de l'Université de Regensburg, en Allemagne. Seize années de recherche scientifique approfondie dans les domaines du comportement des insectes et des sens olfactifs des moustiques ont conduit au développement d'une technologie innovante de piégeage. Aujourd'hui, Biogents AG est une entreprise innovante à la pointe de la recherche sur la lutte contre les moustiques.

Les activités de l'entreprise s'étendent en deux domaines : un secteur de recherche et de développement, sous contrat, avec différentes entreprises et gouvernements dans le domaine de la lutte anti-moustique ainsi que le développement et la production de pièges anti-moustiques hautement performants.

Les pièges Biogents intègrent une technologie brevetée et ont été initialement développés pour permettre aux chercheurs du monde entier de surveiller diverses espèces de moustiques. Les pièges Biogents sont utilisés par les scientifiques, les professionnels de la santé, les opérateurs de lutte antiparasitaire et les ménages privés du monde entier. De nombreuses études scientifiques indépendantes ont été menées avec des pièges Biogents dans le monde entier, et ils se sont avérés être les pièges à moustiques les plus efficaces sur le marché.

En France, les pièges Biogents sont utilisés par l'entreprise Altopictus basé à Montpellier et Biarritz, spécialisée dans la lutte contre les moustiques et notamment le moustique tigre. Cette entreprise est mandatée souvent par diverses collectivités, l'Etat, l'Agence Régionale de santé, les départements ou des organismes privés ou publics afin de réaliser des démoustications. Ce fut le cas par exemple, à Hossegor en 2017 après le passage d'un touriste porteur du virus du chikungunya dans la station balnéaire.(98,99)

2.5.4.2 Principe breveté

Le principe de capture est le même pour l'ensemble des pièges Biogents. Ils imitent l'homme et sont basés sur le système contre-courant breveté.

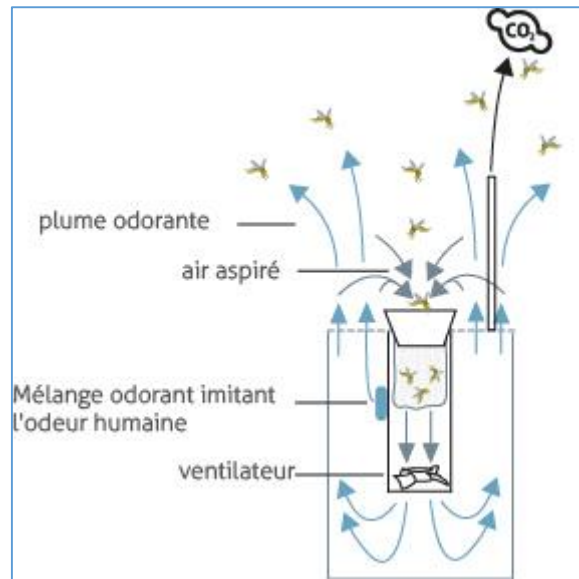


Figure 36 : Principe breveté de fonctionnement des pièges Biogents. (100)



Figure 37 : Différentes vues du piège Biogents. (100)

Chaque piège possède un ventilateur qui aspire les moustiques dans un sac de capture situé sous la bouche noire d'entrée. Le flux d'air aspiré sera dévié et quittera le piège par le couvercle blanc. Ce flux d'air imite les convections d'air autour d'un être humain.

Un mélange odorant mimant l'odeur naturelle humaine enrichit le courant d'air ascendant afin d'attirer les moustiques.

Le contraste de couleur noir et blanc au niveau du couvercle du piège est un signal attractif pour les moustiques.

Afin d'augmenter la quantité de moustiques et d'attirer plusieurs espèces de moustiques, certains pièges sont équipés d'une buse de diffusion de dioxyde de

carbone qui enrichit l'air sortant du piège. L'émission de CO₂ rejetée correspondant à la quantité rejetée par un nourrisson ou un enfant.

Les pièges Biogents n'ont pas besoin de CO₂ pour attirer le moustique tigre *Aedes albopictus*. Cependant l'ajout de CO₂, augmente le taux de capture de ces moustiques.

Les espèces qui ne nécessitent pas de CO₂ pour être attirées sont :

Aedes aegypti, *Aedes albopictus*, *Aedes polynesiensis* ainsi que *Culex quinquefasciatus*.

Les espèces qui nécessitent du CO₂ pour être attirées sont :

un large éventail d'espèces *Culicinae* et *Anophelinae* ainsi que d'autres insectes hématophages tels que les mouches noires (*Simuliidae*), les mouches des étables (*Stomoxys*), moucherons piqueurs (*Ceratopogonidae*) et phlébotomes du nouveau monde (*Phlebotominae*). (100)

2.5.4.3 La localisation

Le placement du piège est un élément essentiel pour une bonne efficacité et un résultat probant. Il est conseillé d'essayer différentes localisations afin de trouver les meilleurs emplacements dans votre propriété. Cependant plusieurs conseils sont donnés afin d'optimiser l'efficacité du piège.

Il est déconseillé de placer le piège en plein soleil et en plein courant d'air. De plus, il n'est pas conseillé de placer le piège directement sur la terrasse car le but est d'attraper les moustiques avant que ces derniers ne vous piquent.

Il est opportun de privilégier l'ombre, les zones humides ombragées. Les moustiques passent la majorité de leur temps en journée au milieu de la végétation dense à l'abri du soleil et du vent, il est donc nécessaire de placer des pièges au niveau de buissons peu denses, par exemple permettant de laisser apparent le piège ainsi que le flux d'air pour attirer les moustiques. Les lieux de repos de moustiques comme les égouts, gouttières, puits ou du bois coupé sont des lieux très humides qui sont à privilégier pour l'emplacement de pièges. De plus, les lieux de reproduction comme les récupérateurs d'eau, les soucoupes de pots sont également des lieux intéressants pour placer des pièges.

La meilleure période de l'année pour commencer à mettre le piège est lorsque que la température est environ 15°C, température où les moustiques commencent à se reproduire.

L'avantage des Biogents est qu'il fonctionne 24h/24 et, s'il est bien positionné assez tôt dans la saison, alors la couverture est maximale.

Les pièges Biogents sans CO₂ couvrent une superficie de 50 à 150 m² et avec CO₂ de 100 à 600 m².

Une des qualités des pièges Biogents est qu'ils respectent l'environnement. En effet, l'intervention de l'homme dans l'environnement modifie souvent l'écosystème. Ici, ils ciblent seulement des organismes gênants et nuisibles pour l'Homme.

Du fait de l'association de plusieurs stimuli, les pièges Biogents attirent seulement les moustiques et non les papillons, les insectes pollinisateurs ou autres insectes même si de façon exceptionnelle ils peuvent s'y trouver piéger. Ils sont inoffensifs pour les insectes utiles, les animaux et pour les êtres humains.

Les réserves peuvent se concentrer autour du rejet des substances dans l'environnement. Ces rejets sont produits dans les mêmes proportions que pour un être humain au repos.

Aucun usage d'insecticide avec les pièges Biogents. La quantité de dioxyde de carbone rejetée, stockée dans des bouteilles obtenues à partir de synthèse d'autres substances non fossiles, est moins importante que celle émise par un être humain au repos. La consommation électrique est faible également environ 0.1 kWh par jour comme un téléviseur en veille.(101,102)

2.5.4.4 Efficacité

Les pièges Biogents ont fait l'objet de nombreuses études afin de montrer leur efficacité mais, aussi, ont contribué à de nombreuses études afin de comptabiliser les moustiques.

En 2015, en Italie, le piège BG-Sentinel a été testé contre les piqûres d'*Aedes albopictus* en coopération avec le Ministère de la santé. Trois zones (maison individuelle entourée d'un jardin, zone dominée par les immeubles d'habitation, cimetière) sont équipées de pièges. Chaque zone contient jusqu'à 8 pièges. La densité des pièges varie de : 1 piège pour 150 m² à 1 piège pour 350 m². En opposition, trois zones témoins sans pièges ont été étudiées.

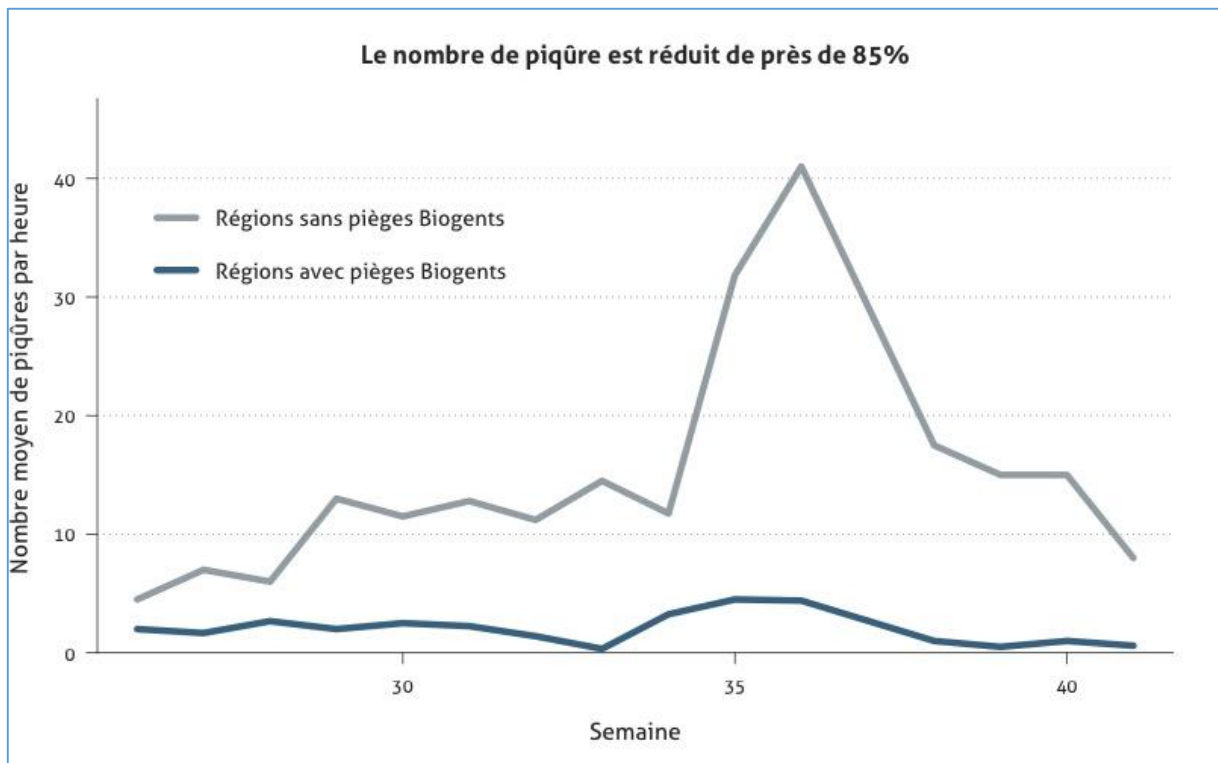


Figure 38 : Effet des pièges Biogents sur le nombre de piqûres dans trois zones de test à Cesena (Italie) versus trois zones sans pièges. (103)

Les résultats ont montré qu'en seulement quelques jours, le nombre de piqûres de moustiques est réduit jusqu'à 85 % grâce à la présence des pièges Biogents dans les jardins. Une efficacité de 100% en environnement extérieur n'est pas réalisable.(103)

Une autre étude dans le sud-est de la France a été menée afin de créer une barrière anti-moustique tigre autour d'habitations.

Trois habitations avec jardins ont été entourées par des pièges Biogents, espacés de 5 m chacun, équipés de CO₂ et de molécules odorantes. Il a fallu respectivement 9, 11 et 13 pièges pour entourer les trois habitations. Trois autres habitations de taille similaire sans pièges sont des témoins.

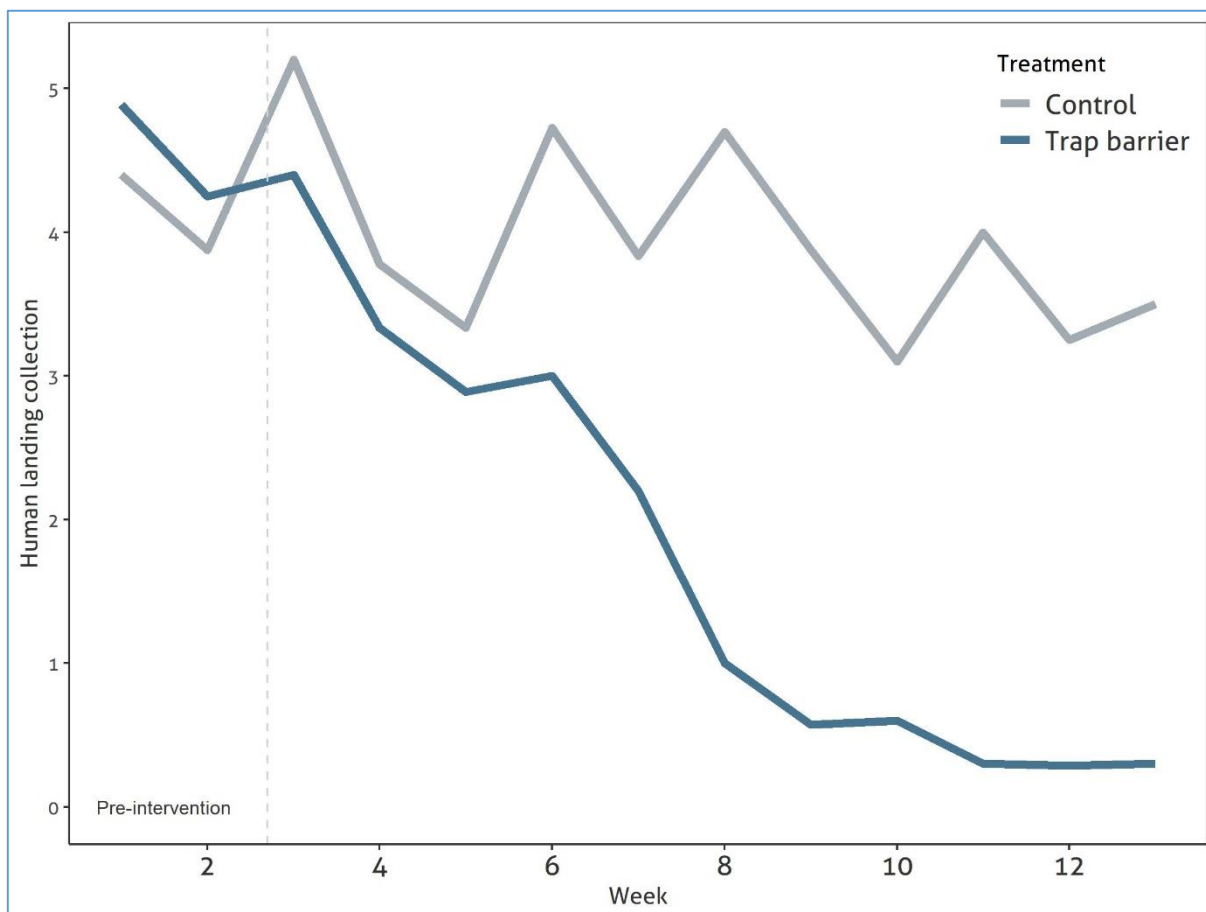


Figure 39 : Moyenne hebdomadaire du nombre de piqûres d'*Aedes albopictus* dans trois maisons avec un système barrière de piège BG-Sentinel et dans trois maisons de contrôle non traitées dans le sud de la France, de juillet à septembre 2016. La ligne verticale en pointillé indique quand le système de barrière a été activé. (102)

Dès la mise en ouverture des pièges (symbolisés par la droite en pointillés), le nombre moyen de piqûres de moustiques dans les habitations avec pièges diminue et au bout de 3 semaines, le taux de piqûres dans ces lieux est presque nul.

Il s'agit d'une stratégie de « piégeage par élimination ». (102)

Les pièges Biogents ont aussi beaucoup d'utilité dans la surveillance des populations de moustiques tigres. En effet pendant cinq ans, dans le New Jersey, une étude intensive utilisant jusqu'à 50 pièges BG-Sentinel a eu lieu.

Au cours de cette période, plus de 52 000 moustiques ont été collectés, comprenant un total de 24 espèces. L'espèce la plus abondante capturée était *Aedes albopictus* (54,4%) suivi de *Culex spp.* (8,7%), qui comprenait principalement *Culex pipiens* (6,5%) et *Culex restuans* (0,9%). Plus de 15 000 spécimens mâles d'*Aedes albopictus* (28,7%) et plus de 3 400 mâles de *Culex spp.* (6,8%) ont été collectés. Les autres espèces capturées ne représentaient que 1,7% du total.

Cette étude nous montre que le piège BG-Sentinel est l'instrument de référence pour capturer, surveiller et étudier *Aedes albopictus* et qu'il est capable de collecter d'autres espèces importantes de moustiques, ce qui peut améliorer les programmes de surveillance des vecteurs existants. (104)

2.5.4.5 Pièges Biogents

Les pièges Biogents sont utilisés principalement par les professionnels pour surveiller la population de moustiques tigres ou pour les piéger.

Les pièges professionnels sont :

BG-Sentinel fonctionnant avec ou sans CO₂ et avec Bg-Lure (molécule odorante breveté). Ce piège est le plus utilisé par les professionnels dans les domaines médicaux, scientifiques, par les épidémiologistes et les autorités scientifiques pour surveiller les populations de moustiques principalement. La performance de ce piège est la même que BG-Mosquitaire avec ou sans CO₂ et BG-Mosquitito.

BG-Pro est une gamme de pièges de nouvelles générations pour les professionnels avec la possibilité de rajouter du CO₂ dans les trois pièges proposés et également la pendaison de certains pièges est une nouveauté. Ce sont des pièges qui consomment moins d'énergie et aussi performants. Ils sont également utilisés pour la surveillance de la population. BG-Pro et BG-Sentinel permettent l'identification des moustiques.

BG-GAT (Gravid *Aedes* Trap) piège les moustiques tigres femelles avec des signaux de ponte et de l'eau. Les femelles à la recherche de sites de ponte pénètrent dans le piège et se retrouvent exposées à de l'huile, une surface collante ou un insecticide. Les moustiques se retrouvent piégés. (105,106)

Les pièges pour les particuliers sont :

BG-Mosquitaire CO₂ est le piège qui offre le taux de capture maximal pour lutter contre toutes les espèces de moustiques et autres insectes hématophages. Le choix de son emplacement est cependant primordial.

BG-Mosquitaire est le piège conçu spécialement pour la lutte contre le moustique tigre. Il permet un taux de capture important avec une spécificité des insectes piégés et n'utilise pas d'insecticides.

BG-GAT permet d'intercepter les moustiques femelles à un autre stade de développement. Il capture les femelles *Aedes albopictus* à la recherche d'un lieu de ponte. Il s'agit d'un piège passif sans électricité ou CO₂ et sans produit chimique.

BG-Home est un piège pour la capture d'*Aedes albopictus* en intérieur. Il associe différents moyens d'attraction avec, notamment, les courants d'air ascendants, des molécules odorantes ressemblant à celles des humains mais aussi une surface chauffée, une lumière UV et un piège de couleur sombre. (105,107)



Figure 40 : Exemple de pièges Biogents : explication du fonctionnement du BG-Home.(108)

D'autres pièges à moustiques fonctionnent avec les flux d'air en association à des gaz et des molécules odorantes avec un mécanisme breveté. C'est le cas notamment des pièges de la marque Mosquito Magnet qui imitent la respiration. L'avantage de ces pièges est qu'ils couvrent une superficie beaucoup plus importante que les pièges Biogents. Ainsi, les pièges Mosquito Magnet peuvent couvrir avec une haute performance jusqu'à 4000 m² de superficie. (109) Ces pièges versus les pièges Biogents ont montré leur intérêt notamment pour la surveillance des moustiques sur le long terme ainsi que pour isoler des agents pathogènes dans un nombre important d'individus. Cette étude permet d'affirmer que les pièges Mosquito Magnet est l'alternative la plus pratique aux pièges Biogents avec de très bons taux de capture d'*Aedes albopictus*. (110)

Ces pièges ne sont pas vendus actuellement en pharmacie ; néanmoins ils ont tout à fait leur place à l'officine car ils rentrent dans la catégorie « Les appareils de désinfection, de désinsectisation et de dératisation, les produits biocides utilisés pour l'hygiène humaine (type 1), les produits utilisés pour l'hygiène vétérinaire (type 3), les produits utilisés pour désinfecter l'eau potable destinée aux hommes et aux animaux

(type 5), les rodenticides (type 14), les insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les arthropodes (type 18), les répulsifs et appâts (type 19), conformes aux dispositions du règlement (CE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides ainsi que les produits phytosanitaires » selon l'arrêté du 15 février 2002 fixant la liste des marchandises dont les pharmaciens peuvent faire le commerce dans leur officine. (111)

2.6 Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des parasites, des prédateurs aquatiques ou agents pathogènes pour supprimer les populations de moustiques tigres ici, tout en diminuant l'utilisation des insecticides.

Dans le cadre de la lutte biologique contre *Aedes albopictus*, le recours à des poissons larvivores de type *Gambusia spp.* (112), à des larves prédatrices du genre *Toxorhynchites* (113) ainsi que celles du moucheron des familles *Corethrellidae* et *Chaoboridae* (114), et d'invertébrés ont montré leur efficacité contre ces moustiques. Les copépodes cyclopoïdes du genre *Macrocyclops Claus* et *Mesocyclops G. O. Sars* ont fait l'objet d'études très prometteuses au Vietnam, en éradiquant sur plusieurs villages des moustiques de la famille *Aedes*, ce qui entretient un espoir pour le combat contre *Aedes albopictus* (115,116). D'autres êtres vivants ont prouvé leur intérêt dans la lutte contre les larves des moustiques tigres, c'est le cas des microsporidies (117), des mermithidés de la famille des nématodes (118), les grégarines (119), les virus pathogènes provoquant des maladies chez les moustiques (120) ainsi que des champignons entomopathogènes comme le champignon *Beauveria bassiana* (121). Une nouvelle étude en 2016, décrit l'impact des kairomones produits par des poissons prédateurs, ici *Hampala macrolepidota* sur la ponte d'*Aedes albopictus* réduisant de façon significative le nombre de moustiques dans les plans d'eau. (122) D'autres parts en 2014, les guppies (*Poecilia reticulata*) ont fait l'objet d'une étude sur leur activité de prédation envers trois larves de moustiques dont *Aedes albopictus*. Les guppies femelles ont consommé chacune en moyenne 105,6 *Aedes albopictus* contre 73.6 pour les guppies mâles en moyenne.(123)

Ces études sont encourageantes et proposent diverses voies pour endiguer et lutter biologiquement contre ces moustiques tigres. Cependant, la transposition de ces méthodes à large échelle et sur le long terme est assez complexe, notamment à cause du nombre multiple de gîtes plus ou moins accessibles et visibles.

3 Etude de la connaissance du moustique tigre des pharmaciens d'officine dans les départements de Nouvelle Aquitaine où *Aedes albopictus* est implanté.

3.1 Objectifs

Les objectifs de cette étude sont :

- Connaître le niveau de savoir des pharmaciens d'officine sur le moustique tigre et leurs conseils associés
- Comparer les recommandations nationales avec les conseils des pharmaciens d'officine sur le moustique tigre
- Connaître les sources d'informations pour le pharmacien d'officine sur le moustique tigre
- Interpeller les pharmaciens d'officine sur leur rôle à jouer concernant le problème de santé publique du moustique tigre.

3.2 Matériels et Méthodes

Pour réaliser cette étude auprès des pharmaciens, j'ai utilisé le site web Google Forms afin de rédiger un questionnaire en ligne pour faciliter le remplissage et centraliser et hiérarchiser les réponses obtenues.

Au préalable, j'ai créé un compte Gmail réservé au travail de ma thèse avec pour adresse mail : thèsemoustiquetigre@gmail.com. Ce compte permet de créer ce questionnaire Google Forms.

Dans cette étude, ont été ciblés les pharmaciens d'officine des départements de Nouvelle Aquitaine où le moustique tigre est implanté en 2018 (la Charente Maritime, la Corrèze, la Dordogne, la Gironde, les Landes, le Lot et Garonne et les Pyrénées Atlantiques).

J'ai décidé de solliciter ces pharmaciens par mail.

Afin de recueillir l'adresse mail de toutes les pharmacies des départements touchés, j'ai sollicité le président de l'ARS Nouvelle Aquitaine qui, après plusieurs semaines de discussions a accepté de joindre exceptionnellement ces adresses confidentielles.

A partir de la messagerie de l'Université de Bordeaux, ENT Bordeaux, j'ai transmis mon questionnaire en partageant le lien de celui-ci au cours d'un mail où j'exposais le sujet de ma thèse :

Objet du mail :

Questionnaire Thèse Doctorat Pharmacien et Moustique Tigre (durée : 3 min)

Mail :

Bonjour futur(e)s confrères, consœurs,

Je me présente, Antoine DAUBIGNY, étudiant en 6ème année de pharmacie, filière officine, à l'Université de Bordeaux.

En accord avec l'ARS, je vous sollicite afin de pouvoir enrichir ma thèse de doctorat qui a pour sujet :

“Le pharmacien d'officine face aux moustiques tigres en Nouvelle Aquitaine.”

Cette thèse est réalisée avec le soutien de mon maître de thèse, le Docteur Loïc RIVIERE, Maître de Conférences (Zoologie/Parasitologie).

Je vous joins ci-dessous deux questionnaires :

- *un pour vous, pharmacien : <https://forms.gle/FD6z1HuqVeNRr3yG6>*
- *un pour les patients : <https://forms.gle/e8yzuLNRUT4pxsaEA>*

Je suis conscient du peu de temps que vous avez à me consacrer, c'est pourquoi, chaque questionnaire dure 3 min MAXIMUM !

Pour le questionnaire Patient : une planche à découper est en pièce jointe avec, sur celle-ci, un lien vers le questionnaire patient pour qu'il se connecte chez lui.

Je vous remercie pour votre collaboration.

Un petit papier à chaque vente de produits anti-moustiques ou après piqûre serait parfait par exemple, si vous pouvez !

Cordialement.

Un premier mail est envoyé le 26 aout 2019. Une relance a eu lieu le 22 octobre 2019.

Le questionnaire est activé le 25 aout 2019 et est clôturé le 10 mars 2020.

Voici le questionnaire :

Le Moustique Tigre : Questionnaire pour thèse de doctorat à destination des pharmaciens en officine

Bonjour, je me présente, je m'appelle Antoine DAUBIGNY. Je suis étudiant en 6ème année de pharmacie filière officine à l'Université de Bordeaux. Je réalise ma thèse de doctorat sur le sujet suivant :

"Le pharmacien d'officine face aux moustiques tigres en Nouvelle Aquitaine".

Merci de me consacrer 3 min de votre temps pour enrichir cette thèse à l'aide de ce petit questionnaire.

***Obligatoire**

Figure 41 : En-tête du questionnaire.

Qui êtes-vous ? *

Homme

Femme

Figure 42 : Question 1 du questionnaire.

Dans quelle tranche d'âge vous positionnez-vous ? *

25 - 50 ans

50 - 70 ans

Figure 43 : Question 2 du questionnaire.

Dans quel département exercez-vous ? *

Sélectionner ▼

Figure 44 : Question 3 du questionnaire et son menu déroulant.

Sélectionner

- Charente
- Charente-Maritime
- Corrèze
- Creuse
- Dordogne
- Gironde
- Landes
- Lot-et-Garonne
- Pyrénées-Atlantiques
- Deux-Sèvres
- Vienne
- Haute-Vienne

Comment évaluez-vous vos connaissances scientifiques au sujet du Moustique Tigre (*Aedes albopictus*)? *

- Connaissance parfaite
- Connaissance suffisante pour répondre aux questions de la patientèle
- Connaissance de base
- Absence de connaissance

Figure 45 : Question 4 du questionnaire .

Quels moyens de prévention conseillez-vous pour lutter contre le Moustique Tigre et le jugez-vous efficace ? *

	Efficace	Parfois efficace	Non efficace	Non conseillé
Spray répulsif chimique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spray répulsif naturel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bracelet répulsif	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boule répulsive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Huile essentielle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Larvicide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Moustiquaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autres :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 46 : Question 5 du questionnaire.

Si vous préconisez un autre moyen de prévention mentionnez-le ci-dessous.

Votre réponse

Figure 47: Question 6 du questionnaire.

Avez-vous remarqué en écoutant votre patientèle un avant et après Moustique Tigre ? *

- OUI
- NON

Figure 48 : Question 7 du questionnaire.

Avez-vous reçu de la documentation au sujet du Moustique Tigre à destination des professionnels de santé et à destination des patients ? *

	A destination des professionnels de santé	A destination du patient	Aucune information reçue
Informations venant du Ministère de la Santé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Information venant de l'ANSES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informations venant de l'ANSM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informations venant du Haut Conseil de la Santé Publique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informations venant de l'ARS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informations venant de revues professionnelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 49 : Question 8 du questionnaire.

Si vous avez reçu des informations sur le Moustique Tigre émanant d'autres sources, pouvez vous les citer ci-dessous ?

Votre réponse

Figure 50 : Question 9 du questionnaire.

Selon vous, la pharmacie est-elle un lieu d'informations au sujet du Moustique Tigre pour le patient ? *

- OUI
- NON

Figure 51: Question 11 du questionnaire.

Avez-vous des questions sans réponse autour du Moustique Tigre ?

Votre réponse

Figure 52 : Question 12 du questionnaire.

Message de confirmation :

Vos réponses ont bien été prises en compte.

Merci beaucoup pour votre collaboration.

Vous pouvez me contacter pour avoir les résultats finaux de ce questionnaire à l'adresse mail suivante : resultatmoustiquetigre@gmail.com

Création d'une seconde adresse mail Gmail pour discuter des résultats du questionnaire Gmail : resultatmoustiquetigre@gmail.com.

3.3 Résultats

J'ai reçu 204 réponses de pharmaciens sur les 1565 pharmacies sollicitées correspondant à 13 % de réponses.

Question 1 : Qui êtes-vous ?

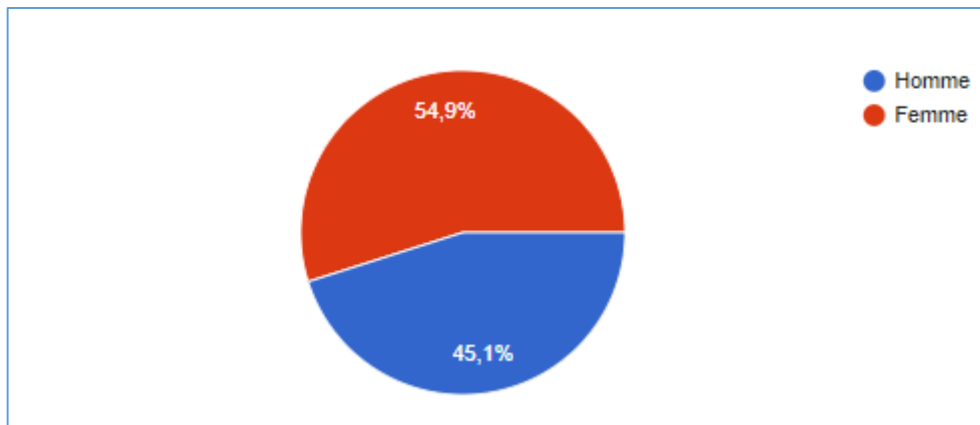


Figure 53 : Proportion des sexes des participants au questionnaire.

54,9% des réponses reçues ont été rédigées par des femmes contre 45,1 % des réponses reçues émanant d'hommes.

Question 2 : Dans quelle tranche d'âge vous positionnez-vous ?

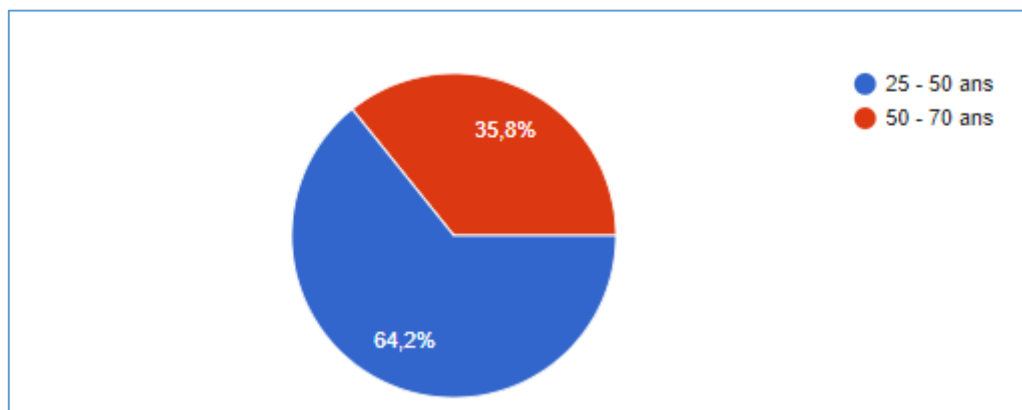


Figure 54 : Age moyen des participants du questionnaire.

64,2% des personnes apportant une réponse ont un âge compris entre 25 et 50 ans alors que 35,8% des réponses proviennent de personnes âgées de 50 à 70 ans.

Question 3 : Dans quel département exercez-vous ?

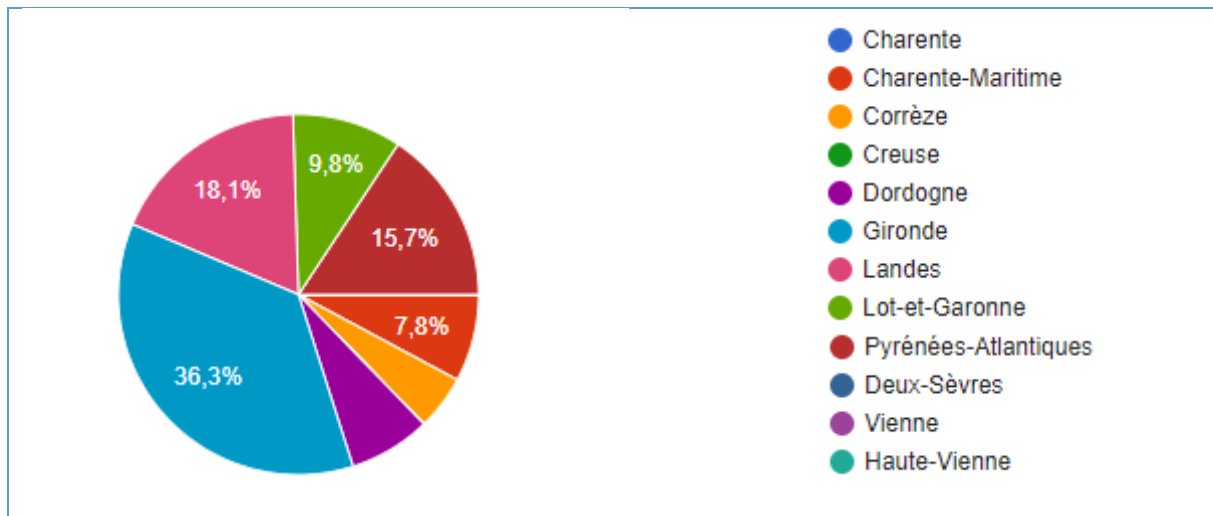


Figure 55 : Proportion des départements de Nouvelle Aquitaine dont sont originaires les participants du questionnaire.

La majorité des réponses vient de pharmaciens de Gironde (74 réponses = 36.3 %) puis des Landes (37 réponses = 18.1 %) et des Pyrénées-Atlantiques (32 réponses = 15.7%).

Question 4 : Comment évaluez-vous vos connaissances scientifiques au sujet du Moustique Tigre (*Aedes albopictus*) ?

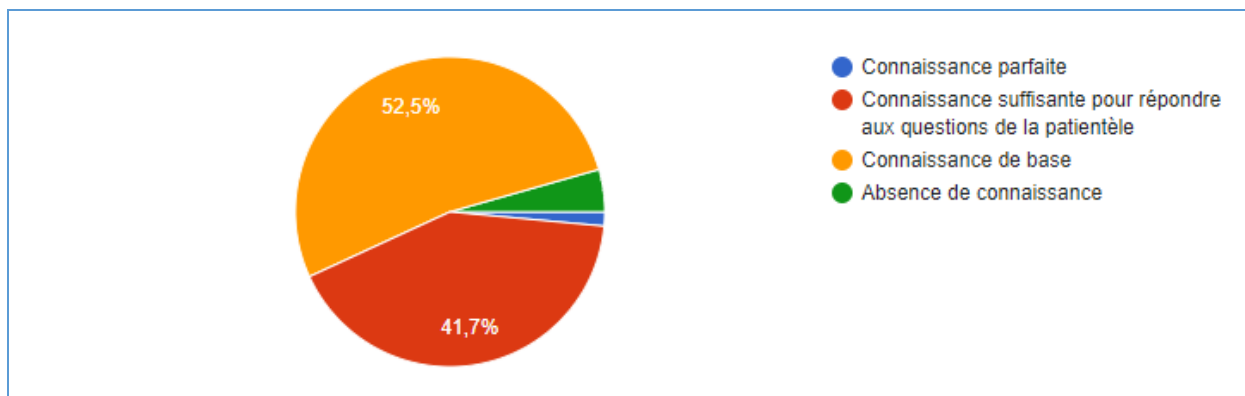


Figure 56 : Evaluation des connaissances des participants au questionnaire.

52.5 % des pharmaciens ont, selon eux, une connaissance de base sur le moustique tigre, 41.7% des pharmaciens interrogés, selon eux, ont une connaissance suffisante pour répondre aux questions de la patientèle. 9 pharmaciens (4.4%) n'ont aucune connaissance sur le moustique tigre alors que 3 pharmaciens (1.5%) ont une connaissance parfaite en *Aedes albopictus*.

Question 5 : Quels moyens de prévention conseillez-vous pour lutter contre le moustique tigre et le jugez-vous efficace ?

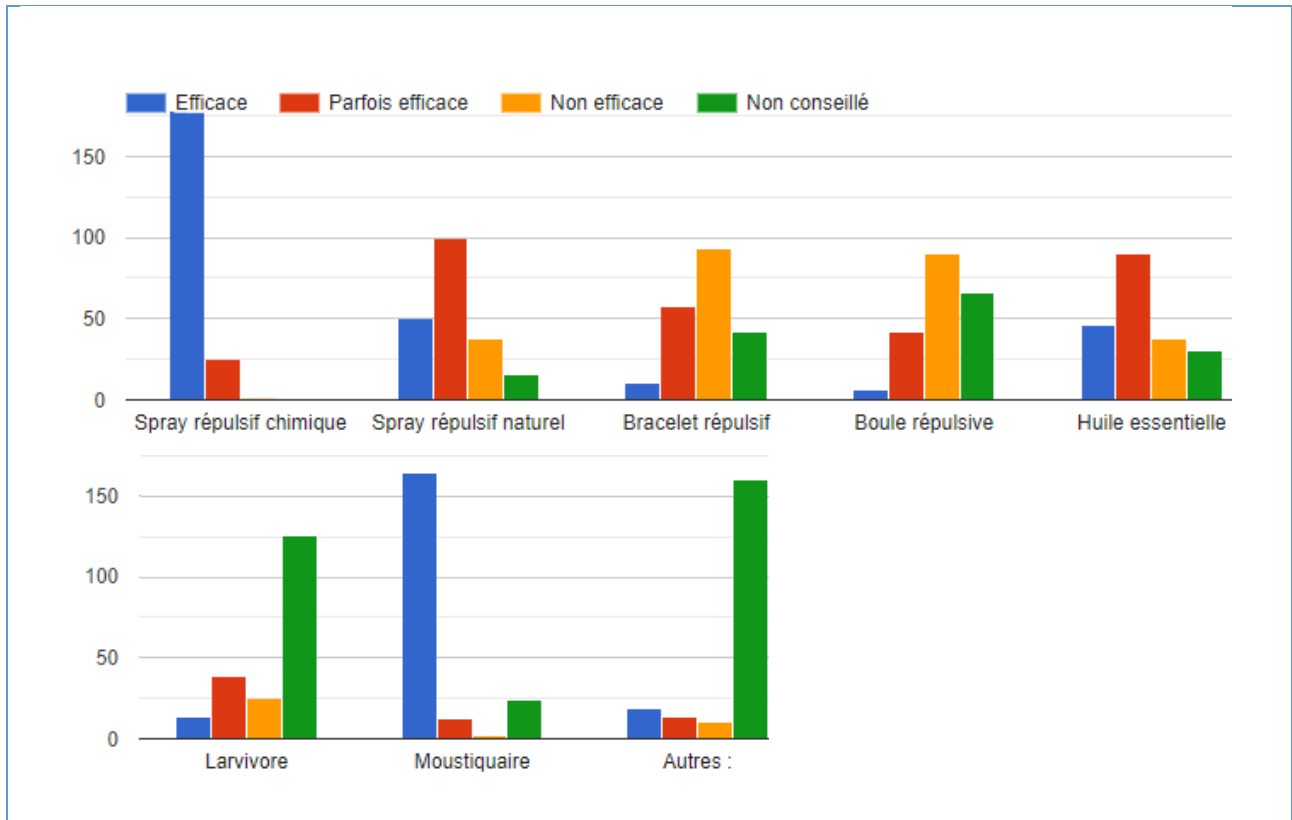


Figure 57 : Proportion des conseils proposés par les participants au questionnaire.

Concernant le spray répulsif chimique, 179 pharmaciens le trouvent efficace et 25 pharmaciens le trouvent parfois efficace.

Concernant le spray répulsif naturel, 50 pharmaciens le trouvent efficace, 100 parfois efficace, 38 pharmaciens le trouvent non efficace et 16 ne le conseillent pas.

Concernant le bracelet répulsif, 93 pharmaciens le trouvent non efficace, 58 pharmaciens le trouvent parfois efficace, 42 ne le conseillent pas et 11 le trouvent efficace.

Concernant la boule répulsive, 90 pharmaciens la trouvent non efficace, 66 ne la conseillent pas, 42 pharmaciens la trouvent parfois efficace et 6 seulement efficace.

Concernant les huiles essentielles, 90 pharmaciens les trouvent parfois efficaces, 46 efficaces, 38 non efficaces et 30 pharmaciens ne les conseillent pas.

Concernant les larvivores, 126 pharmaciens ne les conseillent pas, 39 pharmaciens les trouvent parfois efficaces, 25 non efficaces et 14 efficaces.

Concernant la moustiquaire, 165 pharmaciens la trouvent efficace, 24 pharmaciens ne la conseillent pas, 13 pharmaciens la trouvent parfois efficace et 2 pharmaciens non efficace.

Concernant d'autres solutions que les pharmaciens ont proposé à la question suivante, 160 pharmaciens ne les conseillent pas, 19 pharmaciens les trouvent efficaces, 14 parfois efficaces et 11 non efficaces.

Question 6 : Si vous préconisez un autre moyen de prévention, mentionnez-le ci-dessous.

49 personnes ont donné un autre moyen ou d'autres moyens de prévention :

- Eviter les points d'eaux stagnantes autour des habitations → 22 pharmaciens
- Imprégnation de vêtements → 8 pharmaciens
- Vêtements longs → 7 pharmaciens
- Diffuseur thermofull, cinq sur cinq → 3 pharmaciens
- Lampe anti-moustique → 3 pharmaciens
- Homeopathie ledum palustre 5 CH → 3 pharmaciens
- Prise anti-moustique → 2 pharmaciens
- Raquette électrique → 2 pharmaciens
- Ventilation → 2 pharmaciens
- Appareils qui attirent les moustiques par des odeurs humaines et les aspirent → 2 pharmaciens

Question 7 : Avez-vous remarqué en écoutant votre patientèle un avant et après le moustique tigre ?

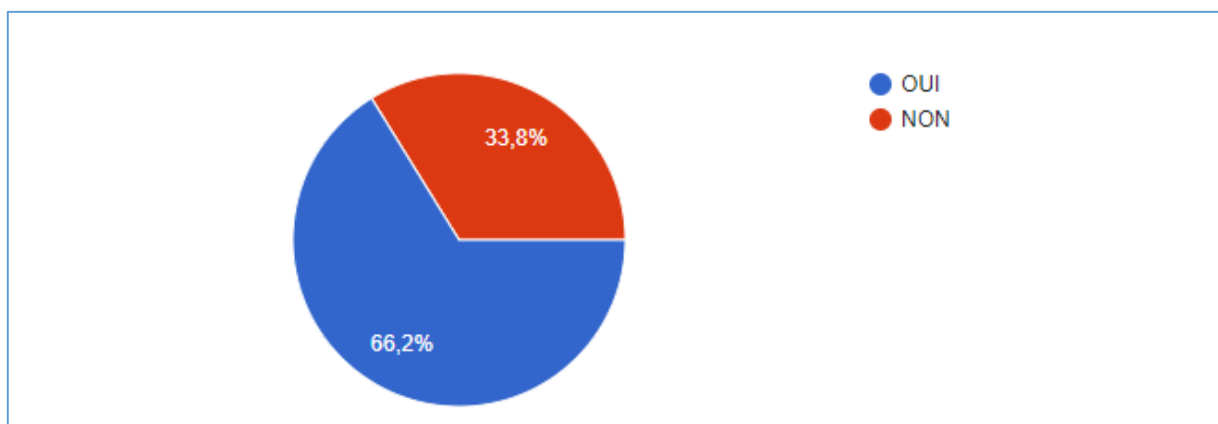


Figure 58 : Proportion de l'impact du moustique tigre sur la patientèle.

66.2 % des pharmaciens, en écoutant leur patientèle, ont trouvé un avant et un après moustique tigre contre 33.8% des pharmaciens qui n'ont trouvé aucun changement.

Question 8 : Avez-vous reçu de la documentation au sujet du moustique tigre à destination des professionnels de santé et à destination du patient ?

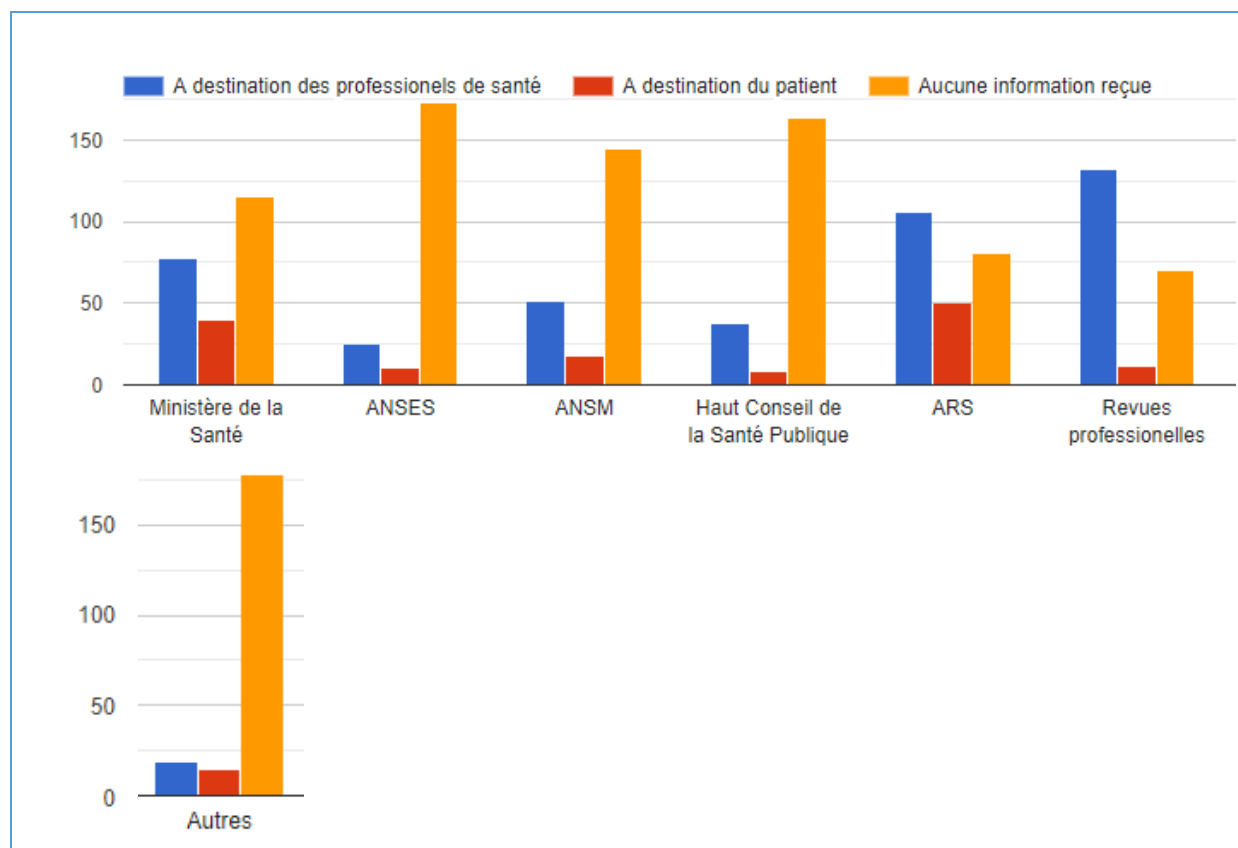


Figure 59 : Institutions à l'origine de la documentation sur le moustique tigre.

Les informations reçues par les pharmaciens d'officine à destination des professionnels de santé proviennent :

- Revues professionnelles : 132 votes
- Agences régionales de la santé (ARS) : 106 votes
- Ministère de la santé : 78 votes
- Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de la santé (ANSM) : 51 votes
- Haut Conseil de la Santé Publique : 38 votes
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : 25 votes
- Autres (voir question suivante) : 19 votes

Les informations reçues par les pharmaciens d'officine à destination des patients proviennent :

- ARS : 50 votes
- Ministère de la santé : 40 votes
- ANSM : 18 votes
- Autres : 15 votes

- Revues professionnelles : 12 votes
- ANSES : 10 votes
- Haut Conseil de la Santé Publique : 8 votes

Les pharmaciens n'ont reçu aucune information sur le moustique tigre de la part de :

- Autres : 178 votes
- ANSES : 173 votes
- ANSM : 145 votes
- Haut Conseil de la Santé Publique : 164 votes
- Ministère de la santé : 115 votes
- ARS : 81 votes
- Revues professionnelles : 70 votes

Question 9 : Si vous avez reçu des informations sur le moustique tigre émanant d'autres sources, pouvez-vous les citer ci-dessous ?

Les différentes sources permettant une information pour le moustique tigre sont :

- CESPARM
- Document INPES
- Formations téléphoniques PPT
- CPAM
- Groupement
- Laboratoire
- Presse
- Groupe Facebook
- Médias

Question 10 : Selon vous, la pharmacie est-elle un lieu d'informations au sujet du moustique tigre pour le patient ?

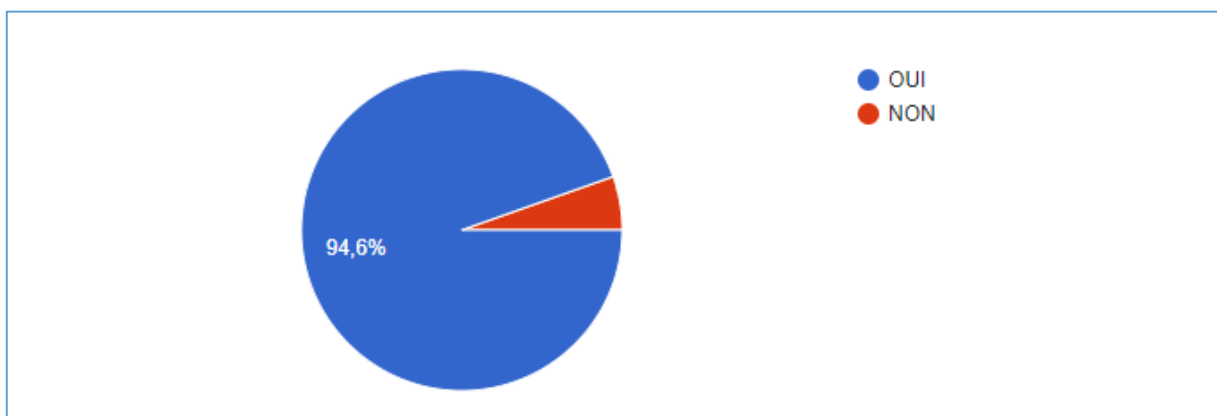


Figure 60 : La pharmacie d'officine, un lieu d'informations pour le moustique tigre ?

94.6 % des pharmaciens répondant au questionnaire sont convaincus que la pharmacie d'officine est un lieu d'informations pour le patient.

Question 11 : Avez-vous des questions sans réponse autour du moustique tigre ?

Les pharmaciens se posent diverses questions sans réponse :

- Quels sont les conditions de développement du moustique tigre ?
- Pourquoi pique-t-il au crépuscule et à l'aube ?
- Est-il possible de ressentir la piqûre sans la présence du moustique ?
- Pourquoi y en a-t-il de plus en plus ? Leur piqûre donne-t-elle des réactions plus importantes qu'avec les moustiques classiques ? Exerçant près de l'aéroport de Mérignac faut-il craindre que les tigres « arrivent par avion » et du coup, importent des maladies non autochtones ?
- Quelle est la zone géographique où il est le plus répandu ?
- Quel est le mode de reproduction, leur lieu de reproduction, pourquoi si nombreux ?
- Est-ce que sa piqûre entraîne à chaque fois la dengue ?
- Quel est le pourcentage de transmission de maladies en cas de piqûre ?
- En France, sont-ils porteurs ou non de maladies ?
- Est-il vecteur de maladie pour l'homme ou les animaux domestiques ?
- Quelle proportion de moustique tigre est responsable d'infection au chikungunya ?
- Pourquoi n'y a-t-il pas de campagne de démoustication ?
- Y a-t-il eu des actions d'éradication efficaces ?
- Quel est son prédateur naturel ?
- Certains clients me disent qu'aucun répulsif n'est efficace, que faire ?
- Quand l'état/département/municipalité feront-ils quelque chose ?

3.4 Discussion

Le nombre de pharmaciens participant à cette étude est de 204, ce qui peut paraître faible en pourcentage, 13 %. Le choix du mail est discutable. En effet, chaque jour, les pharmaciens reçoivent des dizaines et des dizaines de mails mêlant offres promotionnelles, factures, fax, syndicat, ordre. Un démarchage téléphonique en plus du mail est peut-être une solution.

Les femmes ont plus répondu que les hommes et les personnes de moins de 50 ans ont plus participé. Le questionnaire en ligne est peut-être une des raisons qui montre que ce sont les personnes de moins de 50 ans qui ont répondu. Mais ceci montre que cette population est prête à aider un futur confrère préparant sa thèse avec un sujet d'actualité.

Les trois départements de la région qui sont les plus touchés correspondent aux trois départements dont émanent le plus grand nombre de réponses de pharmaciens, ce qui suggère que cette actualité les intéresse. (54)

La plupart des pharmaciens ont une connaissance de base sur le moustique tigre ou des connaissances suffisantes pour répondre aux questions de la patientèle. 4 % des pharmaciens revendiquent n'avoir aucune connaissance sur *Aedes albopictus* ce qui est à la fois un faible pourcentage quantitativement mais important au niveau qualitatif ; le pharmacien doit avoir une certaine connaissance de base sur l'ensemble des sujets d'actualités pour répondre au mieux au patient ou le rediriger. Un défaut d'informations envers ces pharmaciens est en question.

Les moyens de prévention conseillés par les pharmaciens considérés selon eux comme efficaces sont le spray répulsif chimique, la moustiquaire. Ceci est en adéquation avec les recommandations pour les voyageurs vues précédemment. Il faut relever la part néanmoins importante de pharmaciens qui ne conseillent pas la moustiquaire qui est pourtant une des meilleurs façons de se protéger. (80)

Les sprays répulsifs naturels et les huiles essentielles sont pour la plupart considérés comme parfois efficaces et les autres solutions proposées (boules répulsives, bracelets répulsifs) sont non conseillées ou classées majoritairement en non efficaces. Les larvivores sont généralement non conseillés. En effet, toujours suivant les recommandations pour les voyageurs énoncées par Santé Publique France chaque année, les huiles essentielles sont efficaces seulement durant quelques minutes et les répulsifs naturels sont, suivant le principe actif, considérés comme efficaces (comme PMDRBO ou huile d'*Eucalyptus citriodora*, hydratée, cyclisée).(70,80)

Il est intéressant de rappeler aux pharmaciens ces recommandations actualisées chaque année. De plus, il est intéressant de rajouter qu'il est déconseillé d'utiliser selon ce rapport :

- « Les bracelets anti-insectes pour se protéger des moustiques et des tiques ;
- Les huiles essentielles dont la durée d'efficacité, généralement inférieure à 20 minutes, est insuffisante ;
- Les appareils sonores à ultrasons, la vitamine B1, l'homéopathie, les rubans, papiers et autocollants gluants sans insecticide. » (33)

De plus, lors de la question concernant les autres moyens de préventions : les pharmaciens proposent les gestes permettant de supprimer les gîtes de moustiques tigres, ainsi que des mesures pour éviter de se faire piquer avec l'imprégnation de vêtements ou des vêtements longs. Ce sont des mesures primordiales à répéter au quotidien au comptoir pour les pharmaciens. La suppression des gîtes larvaires est une mesure primordiale à mettre en place par tous les citoyens pour diminuer la propagation des moustiques tigres. Les autres propositions de pharmaciens ne font pas consensus et sont, même comme vu précédemment, non recommandées, tels les diffuseurs d'huiles essentielles ou l'homéopathie ou des lampes à ultrasons. 2 pharmaciens ont évoqué des appareils qui attirent les moustiques par des odeurs humaines et les aspirent comme les pièges Mosquito Magnet ou Biogents.

Plus de 60 % des pharmaciens se sont rendu compte d'un avant et d'un après moustique tigre dans leur officine ce qui montre bien que la population, en période critique, se tourne vers la pharmacie afin d'avoir des réponses à leurs questions ainsi que des moyens de prévention.

Concernant les informations pour les professionnels de santé et le public, elles émanent principalement des revues professionnelles et de l'ARS ainsi que du ministère mais ces informations ne semblent pas centralisées et multiples. Ces informations ne semblent pas relayées par les différents canaux de communication et par les différentes institutions comme HCSP ou ANSES ou Ministère de la Santé alors que des documents existent et sont rédigés par ces derniers mais non directement pour les pharmaciens.

De plus, presque 95 % des pharmaciens s'accordent pour dire que le sujet du moustique tigre doit être discuté à l'officine et que le pharmacien doit être un relais pour délivrer des informations de santé publique auprès de la population.

Dans la dernière partie de ce questionnaire, les pharmaciens ont pu laisser leurs questions sans réponses sur le moustique tigre. Ce qui est intéressant de souligner, c'est que l'ensemble de ces questions peuvent être regroupées sous trois angles :

- Caractéristiques morphologiques pour identifier d'*Aedes albopictus* ainsi que son mode de vie
- Moustiques tigres responsables d'arboviroses : lesquelles ? et quels risques en France ?
- Moyens de prévention pour conseiller les patients

Une dernière question est revenue à plusieurs reprises sur l'éradication d'*Aedes albopictus* par les pouvoirs publics. Le moustique tigre est une espèce invasive donc il n'est pas possible de l'éradiquer. Les campagnes de démoustication ont lieu lorsque des moustiques sont potentiellement contaminés et qu'ils présentent un risque pour la santé humaine. Elles permettent de diminuer la nuisance à l'instant t mais ce n'est pas une solution durable. En effet, ces opérations de démoustication n'éliminent pas les larves ni les œufs d'*Aedes albopictus*. Une nouvelle génération d'*Aedes albopictus* sains apparaîtra quelques jours après les opérations de démoustication.

Pour diminuer la prolifération de ces moustiques tigres, il est important que chacun réalise des petits gestes du quotidien pour supprimer les gîtes larvaires, essentiels pour la reproduction du moustique tigre autour de son domicile.(124)

Un autre sondage visant les patients a été réalisé également mais celui-ci a recueilli très peu de réponses. Afin de toucher le public des zones touchées en Nouvelle Aquitaine, je suis donc passé par les pharmaciens d'officine en joignant, sur le même mail que pour leur questionnaire, une pièce jointe permettant d'imprimer une planche de petits papiers à découper pour déposer sur le comptoir, afin que les patients puissent se

servir et y répondre chez eux. Ces méthodes demandent du travail au pharmacien d'officine et également un effort pour la population une fois à la maison de se connecter sur un site pour répondre au questionnaire. Cette méthode n'a pas été fructueuse donc je ne parlerai pas de ce questionnaire en détails. Un démarchage dans les différentes pharmacies en personne aurait été plus adéquat et le remplissage du questionnaire avec le patient aurait permis d'augmenter le nombre de réponses.

Conclusion

Savoir reconnaître le moustique tigre est primordial. En effet, sa tendance à piquer en journée, son vol bruyant, son habitude à rester longtemps autour de son hôte pour prendre son repas sanguin, ses piqûres douloureuses sont autant d'arguments pour identifier *Aedes albopictus*. De plus, ses rayures noires et blanches sur son corps, ses pattes également rayées, sa taille inférieure à 1 cm ainsi que son trait droit longitudinal sur son thorax permettent de confirmer ce genre et cette espèce de moustique tigre asiatique.

En effet, *Aedes albopictus* peut ressembler à d'autres genres et espèces d'insectes mais ces caractères discriminants sont essentiels afin de l'identifier sur notre territoire. Les données de répartition d'*Aedes albopictus* dans les communes, dans les départements, la région et en France sont assez pauvres, c'est pourquoi la population a un rôle à jouer dans le signalement des moustiques. Un portail de signalement du moustique tigre est disponible afin de signaler sa présence (qui sera vérifiée) ou pour s'informer sur *Aedes albopictus* :

https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/

Ces informations sont incontournables afin d'adapter la politique de santé publique au niveau régional et local.

Le pharmacien d'officine, de par ses études avec des enseignements de zoologie et de parasitologie et de par sa présence sur le territoire avec une officine ouverte sur un large horaire, constitue un réel relais ainsi qu'une aide à l'identification de ce moustique tigre. Le pharmacien pourra répondre à l'ensemble des préoccupations des patients sur le moustique tigre et recommandera la marche à suivre en lien avec les recommandations sanitaires pour les voyages, actualisées chaque année.

Actuellement, les répulsifs chimiques à application cutanée et les moustiquaires imprégnées d'insecticides sont les meilleurs moyens de protection contre *Aedes albopictus*. Cependant, d'autres moyens de lutte peuvent venir compléter ces mesures essentielles comme la lutte biologique avec les larvivores ou les pièges Biogents.

En association à ces mesures, le pharmacien doit responsabiliser le grand public afin de lutter au quotidien contre le moustique tigre, en éliminant les potentiels gîtes larvaires naturels au niveau des trous d'arbres, des trous de bambou et des souches ainsi que dans des habitats artificiels comme les pots en terre cuite, les pots de fleurs et les soucoupes, les citernes et les seaux.

L'étude réalisée auprès des pharmaciens de Nouvelle Aquitaine a permis de confirmer que l'officine est le lieu d'échange et d'apprentissage du moustique tigre tout en mettant en lumière leur questionnement autour d'*Aedes albopictus*. Cette thèse leur amènera, je l'espère, le plus possible de réponses à leurs interrogations.

Aedes albopictus est un moustique au cœur des discussions de nos jours, de par son invasion, ses piqûres mais également par les arboviroses potentielles transmissibles. C'est pourquoi la gestion du moustique tigre est un enjeu de santé publique ; la prévention contre ces maladies fera l'objet de toutes les préoccupations dans les années à venir pour éviter une contamination de la population à grande échelle.

Annexe



Fiche de signalement et de renseignements cliniques cas suspect de chikungunya ou de dengue ou de zika Surveillance renforcée en région N-A du 1^{er} mai au 30 novembre 2017

Fiche de signalement et de renseignements cliniques : <ul style="list-style-type: none">- à compléter par le médecin prescripteur et le laboratoire préleveur- à joindre aux prélèvements envoyés aux laboratoires réalisant les diagnostics- à envoyer sans délai à l'ARS Nouvelle-Aquitaine (plateforme régionale de veille et d'urgences sanitaires) : <p>☎ 05 67 76 70 12 / @ ars33-alerte@ars.sante.fr</p>	Cas importé : cas ayant séjourné en zone de circulation connue du ou des virus dans les 15 jours précédant le début des symptômes. Cas suspect de chikungunya et de dengue : cas ayant présenté une fièvre > à 38,5°C d'apparition brutale et au moins un signe parmi les suivants : céphalées, arthralgies, myalgies, lombalgies, ou douleur rétro-orbitaire, sans autre point d'appel infectieux. Cas suspect de zika : cas ayant présenté une éruption cutanée à type d'exanthème avec ou sans fièvre même modérée et au moins deux signes parmi les suivants : hyperhémie conjonctivale, arthralgies, myalgies, en l'absence d'autres étiologies.
---	--

Il convient de toujours demander les 3 diagnostics CHIKUNGUNYA, DENGUE et ZIKA

MEDECIN PRESCRIPTEUR ET/OU LABORATOIRE DECLARANT

Nom :	Cachet :
Hôpital - Service / LABM :	
Téléphone : ___/___/___/___/___	
Fax : ___/___/___/___/___	
Mél :	
Date de signalement : ___/___/2017	

PATIENT

Nom :	Prénom :
Nom de jeune fille :	Date de naissance : ___/___/___ Sexe : <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> F
Adresse :	
Code postal : _____	Commune :
Téléphone : ___/___/___/___/___	Portable : ___/___/___/___/___

RENSEIGNEMENTS CLINIQUES

Date de début des signes (DDS) : ___/___/2017

Fièvre > 38°5 Céphalée(s) Arthralgie(s) Myalgie(s) Lombalgie(s) Douleurs rétro-orbitaires
 Asthénie Hyperhémie conjonctivale Éruption cutanée Œdème des extrémités
 Signe(s) neurologique(s), spécifiez :

Autre, spécifiez :

Patiente enceinte (au moment des signes) ? OUI NON NSP Si oui, semaines d'aménorrhée : __

Vaccination contre la fièvre jaune OUI NON NSP Si oui, date ___/___/___

Voyage dans les 15 jours précédant la DDS ? OUI NON NSP

Si OUI : dans quel(s) pays, DOM ou collectivité d'outremer ?

Date de retour dans le département : ___/___/2017

Cas dans l'entourage? OUI NON NSP

PRELEVEMENT(S)

<input type="checkbox"/> RT-PCR sang	Si ≤ 7j après DDS	Date : ___/___/2017
<input type="checkbox"/> RT-PCR urines (pour zika)	Si ≤ 10j après DDS	Date : ___/___/2017
<input type="checkbox"/> RT-PCR autre (précisez :		Date : ___/___/2017
<input type="checkbox"/> sérologie	Si ≥ 5j après DDS	Date : ___/___/2017

Veuillez préciser si le patient s'oppose ou ne s'oppose pas à l'utilisation secondaire des prélèvements et des données collectées à des fins de recherche sur les arbovirus.

Conformément aux dispositions de la loi Informatique et Libertés, le patient est informé de son droit d'accès aux informations qui le concernent en s'adressant à son médecin ou au médecin de son choix, qui seront alors ses intermédiaires auprès de l'Institut de veille sanitaire (InVS). Le patient peut également faire connaître son refus de participation à la surveillance à son médecin qui effectuera la démarche auprès de l'InVS. (Articles 26, 27, 34 et 40 de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés). Pour toutes informations, contacter la Cellule de l'InVS en région (Cire)

MODALITES DE DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE

Recherche des diagnostics chikungunya, dengue et zika simultanément dans le cadre de la surveillance renforcée, même si le diagnostic est plus orienté vers une des 3 pathologies. TOUS les tests recommandés doivent être prescrits. Ex. à J7 : PCR sur sang et sur urine + sérologie

	DDS*	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+13	J+14	J+15	...
RT-PCR sur sang (chik-dengue-zika)																	
RT-PCR sur urines (zika)																	
Sérologie (IgM-IgG) (chik-dengue-zika)																	

* Date de début des signes
Analyse à prescrire

ACTES INSCRITS A LA NOMENCLATURE

RT-PCR et sérologie chikungunya / RT-PCR et sérologie dengue / RT-PCR et sérologie zika

CONDITIONS DE TRANSPORTS DES PRELEVEMENTS

Le cas suspect peut être prélevé dans tout LABM ou laboratoire hospitalier pour la sérologie et la RT-PCR. Ces laboratoires s'assurent ensuite de l'acheminement des prélèvements vers les laboratoires réalisant le diagnostic sérologique et la RT-PCR, dans les plus brefs délais et dans les conditions décrites dans le tableau ci-dessous. Le CNR peut dans certains cas réaliser en seconde intention des analyses complémentaires.

Prélèvement	Tube (1x5 ml)	Analyses		Acheminement
		Sérologie	RT-PCR	
Sang total	EDTA	X	X	+4°C
Sérum	Sec	X	X	+4°C
Plasma	EDTA	X	X	+4°C
Urines	Tube étanche		X	+4°C

Les prélèvements doivent être envoyés avec cette fiche (fiche de signalement et de renseignements cliniques) .

En cas de suspicion de fièvre jaune

Une [fiche de déclaration obligatoire](#) est à utiliser **pour tout cas suspect de fièvre jaune** : « toute personne non vaccinée en provenance d'une zone de circulation de la fièvre jaune depuis moins de 6 jours avant l'apparition des premiers symptômes, présentant un tableau clinique évocateur de fièvre jaune ».

L'évocation de ce diagnostic ne dispense pas d'une recherche concomitante des virus de la dengue, du chikungunya et du zika dont le signalement est à transmettre à l'aide de cette fiche de signalement.

Le CNR des arbovirus est le seul laboratoire en France métropolitaine à réaliser le diagnostic de fièvre jaune.

La [liste des pays à risque et des recommandations de vaccination](#) est disponible sur le site de l'OMS et des cartes sont à disposition sur les sites des [CDC](#) et de l'[ECDC](#) (épidémie Brésil 2017).

COORDONNEES

CIRE Nouvelle-Aquitaine

Tél : 05 57 01 46 20 / Fax : 05 57 01 47 95
ars-na-cire@ars.sante.fr

CNR DES ARBOVIRUS

Tél : 04 91 61 79 10 / Fax : 04 91 61 75 53
cnrarbovirus@irba.fr

Bibliographie

1. Rath A, Mohanty I, Hazra RK. Insecticide susceptibility status of invasive *Aedes albopictus* across dengue endemic districts of Odisha, India. *Pest Manag Sci.* juin 2018;74(6):1431-40.
2. Bonizzoni M, Gasperi G, Chen X, James AA. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. *Trends Parasitol.* sept 2013;29(9):460-8.
3. Kobayashi M, Nihei N, Kurihara T. Analysis of Northern Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by Geographical Information System. *J Med Entomol.* 1 janv 2002;39(1):4-11.
4. Delatte H, Paupy C, Dehecq JS, Thiria J, Failloux AB, Fontenille D. *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue viruses in Reunion Island: biology and control. *Parasite Paris Fr.* mars 2008;15(1):3-13.
5. Rhodain F. Problèmes posé par l'expansion d'*Aedes albopictus*. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique.* 1996;89:137-41.
6. Izri A, Bitam I, Charrel RN. First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. *Clin Microbiol Infect Off Publ Eur Soc Clin Microbiol Infect Dis.* juill 2011;17(7):1116-8.
7. Benallal KE, Allal-Ikhlef A, Benhamouda K, Schaffner F, Harrat Z. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Oran, West of Algeria. *Acta Trop.* déc 2016;164:411-3.
8. Bennouna A, Balenghien T, El Rhaffouli H, Schaffner F, Garros C, Gardès L, et al. First record of *Stegomyia albopicta* (= *Aedes albopictus*) in Morocco: a major threat to public health in North Africa? *Med Vet Entomol.* 2017;31(1):102-6.
9. Kraemer MUG, Sinka ME, Duda KA, Mylne AQN, Shearer FM, Barker CM, et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *eLife.* 30 juin 2015;4:e08347.
10. Medlock JM, Hansford KM, Schaffner F, Versteirt V, Hendrickx G, Zeller H, et al. A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. *Vector Borne Zoonotic Dis.* juin 2012;12(6):435-47.
11. European Centre for Disease Prevention and Control. *Aedes albopictus* - current known distribution: January 2019 [Internet]. 2019 [cité 31 juill 2019]. Disponible sur: <http://ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-january-2019>
12. Godal A, Ortmans C. Plan national anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en métropole. [Internet]. 2015 [cité 31 mai 2020] p. 112. Disponible sur:

https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Instruction_et_Guide_chik_dengue_16_avril_2015.pdf

13. DGS_Céline.M. Cartes de présence du moustique tigre (*Aedes albopictus*) en France métropolitaine [Internet]. Ministère des Solidarités et de la Santé. 2019 [cité 31 juill 2019]. Disponible sur: <https://solidarites-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>
14. ARS Nouvelle Aquitaine. Dossier de presse LANDES 2019 Moustique Tigre. juin 2019 [cité 1 août 2019]; Disponible sur: https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2019-06/DP_40_Moustique_Niveau1_06_2019.pdf
15. ARS Nouvelle Aquitaine. Dossier de presse CHARENTE-MARITIME 2019 Moustique Tigre. 2019 [cité 1 août 2019]; Disponible sur: https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2019-06/Fiche_DD17_moustique_tigre_2019.pdf
16. ARS Nouvelle Aquitaine. Dossier de Presse GIRONDE 2019 Moustique Tigre. 2019 [cité 1 août 2019]; Disponible sur: https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2019-05/Fiche_DD33_moustique_tigre_2019.pdf
17. Savoye M-C, Paillot A. Dossier de presse DORDOGNE 2019 Moustique Tigre. 2019;17.
18. Beudet C, Stievet M. Dossier de presse LOT ET GARONNE 2019 Moustique Tigre. 2019;21.
19. Seguy V, Venu S, Campa P. Dossier de Presse PYRENEES ATLANTIQUE 2017 Moustique Tigre. 2017;16.
20. Tassy P, Duris P. Classification du vivant. In Encyclopædia Universalis; [cité 5 août 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.edu.com/encyclopedie/classification-du-vivant/>
21. Roth M. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes [Internet]. Paris; 1980 [cité 5 août 2019]. 259 p. (Initiations-Documentations techniques). Disponible sur: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/06761.pdf
22. Toullec J-Y, Lafont R. Insectes. In Encyclopædia Universalis; [cité 6 août 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.edu.com/encyclopedie/insectes/>
23. Gaumont R. Diptères. In Encyclopædia Universalis; [cité 6 août 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.edu.com/encyclopedie/dipteres/>

24. Vacus G. Expansion géographique d'*Aedes albopictus* [Internet]. [TOURS]: Institut national de médecine agricole; 2012 [cité 12 août 2019]. Disponible sur: https://www.inma.fr/wp-content/uploads/2017/08/dip_mem_2012_26_vacus.pdf
25. Guèye Fall A. Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift [Internet]. 2013 nov [cité 12 août 2019] p. 32. Disponible sur: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/remesa/docs/RELABSA/DAKA_R_entomologie_novembre_2013/support_pedagogiquev2.pdf
26. Hamon J. Données générales sur la biologie des moustiques. [cité 7 août 2019];10. Disponible sur: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_20-21/28876.pdf
27. Benelli G, Wilke ABB, Beier JC. *Aedes albopictus* (Asian Tiger Mosquito). Trends Parasitol [Internet]. 6 févr 2020 [cité 31 mai 2020]; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492220300118>
28. EID Rhones Alpes. Le cycle du moustique, ses lieux de prédilection et ses périodes d'apparition [Internet]. [cité 7 août 2019]. Disponible sur: <https://www.eid-rhonealpes.com/moustiques/la-vie-du-moustique-son-cycle-ses-lieux-de-predilection-et-ses-periodes-d-apparition>
29. Musicante M, McKenzie R. The Biology of Mosquitoes. :17.
30. Lafont R, Blais C. Diapause, zoologie. In Encyclopædia Universalis; [cité 12 août 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.edu.com/encyclopedie/diapause-zoologie/>
31. Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc Suppl. déc 1988;1:1-39.
32. Biologie [Internet]. Tiger. [cité 12 août 2019]. Disponible sur: <https://tiger-platform.eu/fr/moustique-tigre/biologie/>
33. SMV et SFP. Protection personnelle antivectorielle [Internet]. Société Française de Parasitologie et Société de Médecine de Voyage; 2010 [cité 13 août 2019] p. 36. Disponible sur: <https://www.medecine-voyages.fr/publications/ppavtextecourt.pdf>
34. Muhammad Kamran (Sial). Difference between major mosquito species (*Anophele*, *Culex* and *Aedes* ... [Internet]. Santé présenté à; 2017 [cité 13 août 2019]. Disponible sur: <https://fr.slideshare.net/ksial01/difference-between-major-mosquito-species-anophele-culex-and-aedes-sp>
35. EID Méditerranée. Fiche *Aedes albopictus*. [cité 14 août 2019]; Disponible sur: http://www.albopictus34.org/images/albo/Fiche_moustiques/Fiche_aedes_albopictus.pdf

36. EID Méditerranée. Reconnaître le moustique tigre. [cité 14 août 2019]; Disponible sur: http://www.mauchamps.org/images/wp/MOUSTIQUE_TIGRE.pdf
37. Feuillet-Dassonval C, Lavaud F, Viniaker H, Bidat E. Réactions allergiques aux piqûres de moustiques, quelle prévention ? Arch Pédiatrie. janv 2006;13(1):93-9.
38. Carnevale P, Robert V, éditeurs. 3. Bio-écologie. In: Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle [Internet]. Marseille: IRD Éditions; 2017 [cité 18 août 2019]. p. 47-86. (Didactiques). Disponible sur: <http://books.openedition.org/irdeditions/10389>
39. Reunala T, Brummer-Korvenkontio H, Lappalainen P, Räsänen L, Palosuo T. Immunology and treatment of mosquito bites. Clin Exp Allergy J Br Soc Allergy Clin Immunol. nov 1990;20 Suppl 4:19-24.
40. Reunala T, Brummer-Korvenkontio H, Palosuo T. Are we really allergic to mosquito bites? Ann Med. août 1994;26(4):301-6.
41. McCormack DR, Salata KF, Hershey JN, Carpenter GB, Engler RJ. Mosquito bite anaphylaxis: immunotherapy with whole body extracts. Ann Allergy Asthma Immunol Off Publ Am Coll Allergy Asthma Immunol. janv 1995;74(1):39-44.
42. Hassoun S, Drouet M, Sabbah A. Anaphylaxis caused by a mosquito: 2 case reports. Allerg Immunol (Leipz). oct 1999;31(8):285-7.
43. Haas H, Tran A. Allergie aux piqûres de moustiques. Arch Pédiatrie. 1 août 2014;21(8):913-7.
44. Reunala T, Brummer-Korvenkontio H, Karppinen A, Coulie P, Palosuo T. Treatment of mosquito bites with cetirizine. Clin Exp Allergy J Br Soc Allergy Clin Immunol. janv 1993;23(1):72-5.
45. Drouet M, Sarre M-E, Bonneau J-C, Hoppe A. Moustiques et allergie. Rev Fr Allergol. avr 2016;56(3):140-2.
46. Karppinen A, Kautiainen H, Petman L, Burri P, Reunala T. Comparison of cetirizine, ebastine and loratadine in the treatment of immediate mosquito-bite allergy. Allergy. juin 2002;57(6):534-7.
47. Bechini ML. Piqûres de moustiques, un risque sanitaire à ne pas négliger [Doctorat]. AIX MARSEILLE UNIVERSITE; 2017.
48. PuresSENTIEL. Lavande aspic - Aromathérapie huiles essentielles [Internet]. [cité 21 août 2019]. Disponible sur: <https://fr.puresSENTIEL.com/lavande-aspic>
49. Hannoun C, Saluzzo J-F. Arbovirus. In Encyclopædia Universalis; [cité 27 août 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.edu.com/encyclopedie/arbovirus/>

50. CMIT. ECN PILLY : maladies infectieuses et tropicales. Place of publication not identified: MED-LINE EDITIONS - EDUC; 2017.
51. Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med Vet Entomol. sept 2004;18(3):215-27.
52. Inserm. Dengue [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 28 août 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/dengue>
53. Lambrechts L, Scott TW, Gubler DJ. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. PLoS Negl Trop Dis. 25 mai 2010;4(5):e646.
54. Santé Publique France. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2019. [cité 28 août 2019]; Disponible sur: </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>
55. Santé Publique France. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2019 [Internet]. [cité 27 mars 2020]. Disponible sur: </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>
56. Santé Publique France. Surveillance de la dengue à la Réunion. Point épidémiologique au 19 août 2019. [Internet]. 2019 août [cité 28 août 2019] p. 2. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/ocean-indien/documents/bulletin-regional/2019/surveillance-de-la-dengue-a-la-reunion.-point-epidemiologique-au-19-aout-2019>
57. Inserm. Chikungunya / Maladie de « l'homme courbé » [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 28 août 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/chikungunya-maladie-homme-courbe>
58. Institut Pasteur. Zika [Internet]. 2016 [cité 28 août 2019]. Disponible sur: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/zika>
59. Ministère de la Santé. Maladie à déclaration obligatoire - Zika [Internet]. [cité 28 août 2019]. Disponible sur: <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/R44414>
60. InVS, CNR des arbovirus. Infection à virus Zika [Internet]. 2015 déc [cité 29 août 2019] p. 4. Disponible sur: <https://www.nouvelle->

aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2017-06/Moustique_tigre_infection_virus_Zika_pro_sante.pdf

61. OMS. Constitution de l'Organisation Mondiale de la Santé [Internet]. [cité 13 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/about/who-we-are/constitution>
62. Bourdillon F, Brüker G, Tabuteau D. Traité de santé publique. 3e édition [Internet]. Paris: Lavoisier Médecine Sciences; 2016. 716 p. (Traités). Disponible sur: <http://www.lavoisier.fr/livre/medecine/traite-de-sante-publique-3-ed/bourdillon/descriptif-9782257206794>
63. Dumartin C. Politique de santé et Santé Publique. 2017; Université de Bordeaux.
64. Cespharm - Rôle du pharmacien [Internet]. [cité 20 janv 2020]. Disponible sur: <http://www.cespharm.fr/fr/Prevention-sante/L-education-pour-la-sante/Role-du-pharmacien>
65. Code de la santé publique - Article R4235-2. Code de la santé publique.
66. Code de la santé publique - Article L5125-1-1 A. Code de la santé publique.
67. Legifrance. Décret n° 2018-841 du 3 octobre 2018 relatif aux conseils et prestations pouvant être proposés par les pharmaciens d'officine dans le but de favoriser l'amélioration ou le maintien de l'état de santé des personnes [Internet]. Code de la Santé Publique. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2018/10/3/SSAH1820780D/jo/texte/fr>
68. Bilan de médication [Internet]. Pharmacie-clinique.fr. [cité 20 janv 2020]. Disponible sur: <http://pharmacie-clinique.fr/bilan-de-medication/>
69. Mourlan C, Vandesteene S, Estève-Moussion I. Prévention et maîtrise des maladies vectorielles en établissement de santé : Les points-clés. :20.
70. Santé Publique France. BEH Hors-série Recommandations sanitaires pour les voyageurs 2019 du 21 mai 2019 [Erratum]. 2019 [cité 16 mars 2020]; Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/voyage/documents/article/dans-le-beh-hors-serie-recommandations-sanitaires-pour-les-voyageurs-2019-du-21-mai-2019-erratum>
71. Vidal. Utiliser des répulsifs cutanés - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 3 sept 2019]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/voyage/avant-voyage/protection-insectes.html>
72. Katz TM, Miller JH, Hebert AA. Insect repellents: Historical perspectives and new developments. J Am Acad Dermatol. 1 mai 2008;58(5):865-71.

73. WHO World Health Organization. Guidelines for efficacy testing of mosquito repellents for human skin [Internet]. 2009 [cité 17 sept 2019] p. 37. Disponible sur: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70072/WHO_HTM_NTD_WHOPEPES_2009.4_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
74. ECHA European Chemicals Agency. Guidance on the Biocidal Products Regulation [Internet]. 2018 avr [cité 17 sept 2019] p. 385. Disponible sur: https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/bpr_guidance_assessment_evaluation_part_vol_ii_part_bc_en.pdf/950efefa-f2bf-0b4a-a3fd-41c86daae468
75. Roy DN, Goswami R, Pal A. The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health. *Environ Toxicol Pharmacol*. 1 mars 2017;50:91-102.
76. HCSP. Recommandations d'utilisation des répulsifs et biocides contre les moustiques [Internet]. 2015 avr [cité 4 sept 2019] p. 4. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/tableau_des_recommandations_repulsifs_anti_moustiques_311215.pdf
77. *Revue Prescrire*. Mieux se protéger des infections liées aux moustiques. juin 2008;28(296):446-7.
78. Islam J, Zaman K, Duarah S, Raju PS, Chattopadhyay P. Mosquito repellents: An insight into the chronological perspectives and novel discoveries. *Acta Trop*. 1 mars 2017;167:216-30.
79. Décisions biocide | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 27 mars 2020]. Disponible sur: https://www.anses.fr/fr/decisions_biocide
80. Santé Publique France. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire, 21 mai 2019, n°Hors-série Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2019. 11 juill 2019 [cité 11 sept 2019]; Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/bulletin-epidemiologique-hebdomadaire-21-mai-2019-n-hors-serie-recommandations-sanitaires-pour-les-voyageurs-2019>
81. CRAT - Centre de Référence sur les Agents Tératogènes. Répulsif - Grossesse et Allaitement [Internet]. 2018 [cité 11 sept 2019]. Disponible sur: <http://www.lecrat.fr/spip.php?article444>
82. INRS. N,N-Diéthyl-m-toluamide (DEET) (FT 304). Généralités - Fiche toxicologique [Internet]. [cité 11 sept 2019]. Disponible sur: http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_304

83. Briassoulis G, Narlioglou M, Hatzis T. Toxic encephalopathy associated with use of DEET insect repellents: a case analysis of its toxicity in children. *Hum Exp Toxicol.* janv 2001;20(1):8-14.
84. Céline G. Les répulsifs anti-moustiques à l'officine. [Thèse de Doctorat]. [Angers]: Angers; 2012.
85. Centre de Coordination de Toxicovigilance. Exposition à des répulsifs antimoustiques : cas enregistrés dans la BNCI [Internet]. 2017 [cité 1 avr 2020]. Report No.: Rapport final, novembre 2017. Disponible sur: http://www.centres-antipoison.net/CCTV/rapport_CCTV_repulsifs_2007.pdf
86. WHO World Health Organization. Report of the fourth whopes working group meeting : WHO/HQ, Geneva, 4-5 December 2000 : review of : IR3535; KBR3023; (RS)-Methoprene 20% EC, Pyriproxyfen 0.5% GR; and Lambda-Cyhalothrin 2.5% CS. 2001;(WHO/CDS/CPE/WHOPES/2001.2). Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66683>
87. Comité de coordination de toxicovigilance. Exposition à des répulsifs antimoustiques : cas enregistrés dans la BNCI [Internet]. 2017 nov [cité 11 sept 2019] p. 39. Disponible sur: http://www.centres-antipoison.net/CCTV/rapport_CCTV_repulsifs_2007.pdf
88. Corazza M, Borghi A, Zampino MR, Virgili A. Allergic contact dermatitis due to an insect repellent: double sensitization to picaridin and methyl glucose dioleate. *Acta Derm Venereol.* 2005;85(3):264-5.
89. Vauzelle C, Cournot MP, Beghin D, Elefant E. Protection contre les piqûres d'insectes : quels répulsifs utiliser en cours de grossesse et d'allaitement ? :2.
90. Yang P, Ma Y. Repellent effect of plant essential oils against *Aedes albopictus*. *J Vector Ecol J Soc Vector Ecol.* déc 2005;30(2):231-4.
91. Nerio LS, Olivero-Verbel J, Stashenko E. Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresour Technol.* janv 2010;101(1):372-8.
92. Giatropoulos A, Kimbaris A, Michaelakis A, Papachristos DP, Polissiou MG, Emmanouel N. Chemical composition and assessment of larvicidal and repellent capacity of 14 Lamiaceae essential oils against *Aedes albopictus*. *Parasitol Res.* juin 2018;117(6):1953-64.
93. DGCCRF. Anti-moustiques (produits). mai 2017;3.
94. Kaura T, Mewara A, Zaman K, Sharma A, Agrawal SK, Thakur V, et al. Utilizing larvicidal and pupicidal efficacy of Eucalyptus and neem oil against *Aedes* mosquito: An approach for mosquito control. *Trop Parasitol.* juin 2019;9(1):12-7.

95. Ives AR, Paskewitz SM, Inter-L&S 101, Biology Interest Groups, Entomology Class 201. Testing vitamin B as a home remedy against mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* juin 2005;21(2):213-7.
96. Revay EE, Junnila A, Xue R-D, Kline DL, Bernier UR, Kravchenko VD, et al. Evaluation of commercial products for personal protection against mosquitoes. *Acta Trop.* févr 2013;125(2):226-30.
97. Horvilleur A. *Vademecum de la prescription en homéopathie.* Mimi Editions. MASSON; 2002. 582 p.
98. Démoustication et installation de pièges à Hossegor | Moustique tigre - Portail d'information [Internet]. [cité 10 févr 2020]. Disponible sur: <http://moustique-tigre.info/blog/2017/10/23/demoustication-installation-pieges-hossegor-10585/>
99. S.Z. Landes: démoustication à Hossegor après le séjour d'un homme contaminé par le chikungunya [Internet]. [cité 10 févr 2020]. Disponible sur: <https://www.bfmtv.com/societe/landes-demoustication-a-hossegor-apres-le-sejour-d-un-homme-contamine-par-le-chikungunya-1264760.html>
100. Biogents. Principe de capture [Internet]. Biogents AG. [cité 31 mars 2020]. Disponible sur: <https://eu.biogents.com/principe-capture/?lang=fr>
101. Biogents. Piège à moustiques écologique [Internet]. Biogents AG. [cité 8 févr 2020]. Disponible sur: <https://eu.biogents.com/piege-ecologique/?lang=fr>
102. Akhoundi M, Jourdain F, Chandre F, Delaunay P, Roiz D. Effectiveness of a field trap barrier system for controlling *Aedes albopictus*: a “removal trapping” strategy. *Parasit Vectors* [Internet]. 20 févr 2018 [cité 8 févr 2020];11. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5819175/>
103. Degener CM, Geier M, Kline D, Urban J, Willis S, Cloherty ER, et al. Scientific studies with Biogents traps and/or attractants, published in peer-reviewed journals. :46.
104. Unlu I, Farajollahi A. A multiyear surveillance for *Aedes albopictus* with Biogents Sentinel trap counts for males and species composition of other mosquito species. *J Am Mosq Control Assoc.* juin 2014;30(2):122-5.
105. Pièges à moustiques [Internet]. Biogents AG. [cité 10 févr 2020]. Disponible sur: <https://eu.biogents.com/pieges-a-moustiques/?lang=fr>
106. Biogents. Biogents Product Catalog for Professionals. [cité 10 févr 2020]; Disponible sur: <https://eu.biogents.com/wp-content/uploads/Biogents-Product-Catalog-for-Professionals.pdf>

107. Biogents. Biogents Product Catalog. [cité 10 févr 2020]; Disponible sur: <https://eu.biogents.com/wp-content/uploads/Biogents-Product-Catalog-en.pdf>
108. Biogents. Fonctionnement détaillé du piège Biogent BG-Home [Internet]. 2019 [cité 30 mars 2020]. Disponible sur: <https://eu.biogents.com/wp-content/uploads/principle-of-function-BG-Home-fr-72dpi.jpg>
109. Hoel DF, Kline DL, Allan SA. Evaluation of six mosquito traps for collection of *Aedes albopictus* and associated mosquito species in a suburban setting in north central Florida. *J Am Mosq Control Assoc.* mars 2009;25(1):47-57.
110. Rochlin I, Kawalkowski M, Ninivaggi DV. Comparison of Mosquito Magnet and Biogents Sentinel Traps for Operational Surveillance of Container-Inhabiting *Aedes* (Diptera: Culicidae) Species. *J Med Entomol.* mars 2016;53(2):454-9.
111. Legifrance. Arrêté du 15 février 2002 fixant la liste des marchandises dont les pharmaciens peuvent faire le commerce dans leur officine - Article 1.
112. William E. Walton. Larvivorous fish including gambusia. *J Am Mosq Control Assoc.* 1 juill 2007;23(sp2):184-220.
113. Focks DA. *Toxorhynchites* as biocontrol agents. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):118-27.
114. Mogi M. Insects and other invertebrate predators. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):93-109.
115. Marten GG. Evaluation of cyclopoid copepods for *Aedes albopictus* control in tires. *J Am Mosq Control Assoc.* déc 1990;6(4):681-8.
116. Marten GG, Reid JW. Cyclopoid copepods. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):65-92.
117. Andreadis TG. Microsporidian parasites of mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):3-29.
118. Platzer EG. Mermithid nematodes. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):58-64.
119. Tseng M. Ascogregarine parasites as possible biocontrol agents of mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):30-4.
120. Becnel JJ, White SE. Mosquito pathogenic viruses--the last 20 years. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007;23(2 Suppl):36-49.
121. Darbro JM, Johnson PH, Thomas MB, Ritchie SA, Kay BH, Ryan PA. Effects of *Beauveria bassiana* on survival, blood-feeding success, and fecundity of *Aedes*

- aegypti* in laboratory and semi-field conditions. Am J Trop Med Hyg. avr 2012;86(4):656-64.
122. Zuharah WF, Fadzly N, Wei WOK, Hashim ZH. Oviposition Habitat Selection of Dengue Vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Response to Fish Predator. Trop Life Sci Res. nov 2016;27(supp1):117-22.
123. Saleeza SNR, Norma-Rashid Y, Sofian-Azirun M. Guppies as predators of common mosquito larvae in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. mars 2014;45(2):299-308.
124. Conseil générale des Landes. Opération de démoustication dans la commune de Peyrehorade [Internet]. 2019 [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.landes.gouv.fr/operation-de-demoustication-dans-la-commune-de-a5410.html>

J'atteste sur l'honneur que je ne présente aucun lien d'intérêt avec les sociétés et marques citées dans cette thèse.

Titre : Le pharmacien d'officine face aux moustiques tigres en Nouvelle Aquitaine.

Résumé : Qui, dans notre Nouvelle Aquitaine, n'a jamais eu affaire ou n'a entendu parler d'*Aedes albopictus* plus connu par son nom de moustique tigre ? Après sa naissance en Asie, ce moustique a conquis l'ensemble des cinq continents et, depuis environ cinq ans, est un nouvel arrivant parmi les moustiques communs vivant en France. Lutter contre *Aedes albopictus* débute par l'identification de sa présence grâce à ses traits morphologiques spécifiques : sa taille inférieure à 1 cm, les rayures noires et blanches sur son corps et ses pattes et le trait longitudinal sur son thorax. Connaître ses mœurs diurnes et sa tendance à se reproduire dans les eaux stagnantes nous incite, de ce fait, à chercher à l'éliminer. C'est surtout réaliser qu'il est capable, à l'occasion, de transmettre de dangereuses arboviroses s'il évolue dans un territoire contaminé, comme on le constate sur nos territoires d'Outre-mer. La prévention contre *Aedes albopictus* passe par l'éducation de la population. Les pharmaciens d'officine de Nouvelle Aquitaine sont prêts pour accompagner les patients afin de lutter contre ce moustique tigre asiatique en promouvant les dernières recommandations officielles, en préconisant les répulsifs cutanés et les moustiquaires imprégnées d'insecticides, notamment. Le pharmacien est un réel relais de santé publique sur le terrain, pour répondre aux questions des patients tout en encourageant les mesures de prévention. Cette thèse constitue un début de ma modeste contribution à la prise de conscience de ce grave problème de santé publique.

Mots clés : moustique tigre, *Aedes albopictus*, pharmacien d'officine, santé publique, insecticide, piège.

Title: The pharmacist facing the tiger mosquito in Nouvelle Aquitaine.

Abstract: Who, in Nouvelle Aquitaine, has never dealt or heard of *Aedes albopictus* better known by its name of the Asian tiger mosquito? After its birth in Asia, this mosquito has conquered all five continents and for about five years has been a newcomer among the common mosquitoes living in France. Fighting *Aedes albopictus* begins with the identification of its presence thanks to its particular morphological features which are: its size less than 1 cm, the black and white stripes on its body and legs and the lengthwise line on its chest. Furthermore, it is to know its diurnal mores and its tendency to reproduce in stagnant waters that we must therefore seek to eliminate. Lastly, it is above all to realize that it is able to transmit dangerous arboviroses on occasion if it evolves in a contaminated territory, as we see in our French overseas territories. First of all, prevention against *Aedes albopictus* requires education of the population. Moreover, Nouvelle Aquitaine's pharmacists are ready to support patients in order to fight against this Asian tiger mosquito by promoting the latest official recommendations, by recommending skin repellents and mosquito nets impregnated with insecticides in particular. The pharmacist is a real public health relay in the field, to answer patients' questions while encouraging preventive measures. In conclusion, this thesis is the beginning of my humble contribution to raising awareness of this serious public health issue.

Keywords: tiger mosquito, *Aedes albopictus*, pharmacist, public health, insecticide, trap.