

ÉMERGENCES DE DENGUE ET DE CHIKUNGUNYA EN FRANCE MÉTROPOLITAINE, 2010-2018

// AUTOCHTHONOUS CHIKUNGUNYA AND DENGUE FEVER OUTBREAK IN MAINLAND FRANCE, 2010-2018

Florian Franke¹ (florian.franke@santepubliquefrance.fr), Sandra Giron¹, Amandine Cochet², Charles Jeannin³, Isabelle Leparc-Goffart⁴, Henriette de Valk⁵, Gilda Grard⁴, Mathilde Galla⁴, Frédéric Jourdain⁵, Pascal Chaud¹, Grégory L'Ambert³, Jean-Baptiste Ferré³, Xavier de Lamballerie⁶, Marie-Claire Paty⁵

¹ Santé publique France, Paca, Marseille, France

² Santé publique France, Occitanie, Montpellier, France

³ Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen (EID Méditerranée), Montpellier, France

⁴ Centre national de référence des arbovirus, Institut de recherche biomédicale des armées, Marseille, France

⁵ Santé publique France, Saint-Maurice, France

⁶ UMR Émergence des pathologies virales (UMR EPV), Université d'Aix-Marseille, IRD 190, Inserm 1207, EHESP, IHU Méditerranée infection, Marseille, France

Soumis le 12.04.2019 // Date of submission: 04.12.2019

Résumé // Abstract

Aedes albopictus, vecteur des virus de la dengue et du chikungunya, expose au risque de transmission autochtone de ces arbovirus en France métropolitaine. Depuis son implantation, une surveillance épidémiologique et entomologique a pour objectif de prévenir l'apparition de foyers de cas autochtones ou d'en limiter l'extension. Neuf épisodes de transmission autochtone de dengue et trois de chikungunya ont été recensés entre 2010 et 2018 en France métropolitaine, tous en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Occitanie, dans des départements anciennement colonisés par le vecteur, de juillet à octobre où la densité vectorielle était la plus importante. Les zones de circulation virale étaient limitées. Les épisodes de chikungunya ont entraîné plus de cas autochtones que ceux de dengue (31 versus 23). De très nombreux cas ont été identifiés par des enquêtes en porte-à-porte mises en place dans les zones de circulation identifiées. Seul un épisode a concerné deux zones de circulation distinctes. Les sérotypes 1 et 2 de la dengue étaient à l'origine des transmissions autochtones. Les virus à l'origine des cas autochtones de chikungunya étaient du lignage *East Central South Africa*. La grande majorité des émergences se sont produites en habitat individuel pavillonnaire situé dans du tissu urbain discontinu. Les traitements adulticides, la plupart du temps répétés, ont montré leur efficacité.

La survenue de ces émergences était due, pour huit épisodes, à un défaut d'identification du cas primaire importé et, pour quatre épisodes, à une absence ou à une insuffisance des actions de lutte anti-vectorielle (LAV) autour du cas primaire importé.

Si le dispositif de surveillance épidémiologique et les investigations menées autour des cas autochtones ont montré leur efficacité, l'expérience acquise et les causes d'émergences identifiées font ressortir des besoins d'évolution de la surveillance épidémiologique, de renforcement de la sensibilisation et de la formation des professionnels de santé.

Aedes albopictus, vector of dengue and chikungunya viruses, is implanted in mainland France, exposing to the risk of autochthonous transmission. Since its detection, epidemiological and entomological surveillance activities aim to prevent, or to limit, the occurrence of autochthonous cases.

Between 2010 and 2018, nine episodes of autochthonous dengue fever transmission and three of chikungunya were recorded in mainland France. All of them occurred in the Provence-Alpes-Côte d'Azur and Occitanie regions, in districts colonized by the vector for many years, between July and October where vector density was the highest. Transmission areas were limited. Chikungunya episodes have led to more cases than dengue fever episodes (31 versus 23). Many cases were identified by door-to-door investigations set-up in virus circulation areas. Only one episode concerned two distinct areas. Serotypes 1 and 2 for dengue and East Central South Africa lineage for chikungunya were isolated in autochthonous cases. Most episodes occurred in single domestic houses located in discontinuous urban areas. Adulticide vector control measures were found to be effective.

Failure in identifying primary imported cases led to eight episodes of transmission, while the absence or the lack of vector controls measures around primary imported cases led to four episodes.

The epidemiological surveillance system, and autochthonous cases investigations, were found to be effective, acquired experience and identified causes, highlight the needs of evolution of epidemiological surveillance and awareness and training courses targeting health professionals.

Mots clés : Dengue, Chikungunya, *Aedes albopictus*, Émergence, Surveillance

// **Keywords:** Dengue fever, Chikungunya, *Aedes albopictus*, Autochthonous transmission, Surveillance

Introduction

Implanté en France métropolitaine depuis 2004 (Alpes-Maritimes), le moustique *Aedes albopictus*, (vecteur des virus de la dengue, du chikungunya et des infections à virus Zika), expose au risque de transmission autochtone de ces arboviroses en métropole à partir de personnes infectées dans des zones où ces maladies sont endémo-épidémiques. En janvier 2018, il était implanté dans 42 départements¹.

Un plan national « anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en métropole »² a été mis en place en 2006. Il prévoit une surveillance entomologique, et également épidémiologique, dans les départements colonisés par le vecteur. L'objectif de la surveillance est de détecter les cas importés virémiques et les cas autochtones des arboviroses transmises par l'*Aedes albopictus*, pour mettre en place les mesures de lutte anti-vectorielle (LAV) adaptées afin de prévenir l'apparition de foyers de cas humains autochtones ou d'en limiter l'extension.

Cet article a pour objectif de présenter une description des différentes émergences de ces arboviroses en France métropolitaine de 2010 à 2018, leurs caractéristiques épidémiologiques, biologiques, environnementales et entomologiques, et les causes identifiées comme étant à l'origine de ces épisodes³⁻¹⁰.

Matériel-méthodes

Surveillance épidémiologique

La surveillance épidémiologique de la dengue, du chikungunya et des infections à virus Zika est basée sur la déclaration obligatoire (DO) des cas documentés biologiquement, probables et confirmés¹⁰. Pendant la période d'activité du vecteur, de mai à novembre, dans les départements où il est implanté, la surveillance par la DO est dite « renforcée » par le signalement de cas importés dès la suspicion clinique, et un suivi quotidien des résultats d'analyse des laboratoires Biomnis et Cerba par Santé publique France, afin de « rattraper » des cas non signalés.

Suite au signalement d'un cas importé potentiellement virémique, des investigations entomologiques et des actions de LAV sont menées par les opérateurs publics de démoustication (OPD) autour des lieux fréquentés par ce cas pendant la période de virémie potentielle.

Devant un cas autochtone confirmé par le Centre national de référence (CNR) des arbovirus, l'investigation épidémiologique a pour objectif d'identifier le cas primaire importé à l'origine de la transmission et d'éventuels autres cas autochtones. Elle repose principalement sur une recherche active de cas en porte-à-porte (PAP) autour du domicile du ou des cas autochtone(s), dans une zone d'environ 200 mètres de rayon. Chaque cas cliniquement suspect est interrogé et une analyse virologique lui est proposée. En 2018, l'enquête en PAP a été simplifiée en proposant le prélèvement à domicile des cas suspects identifiés (dépôts de sang sur papier buvard)¹⁰. Ces enquêtes sont réalisées en parallèle des investigations entomologiques. La recherche active de cas est complétée par :

- une sensibilisation des professionnels de santé et de la population de la zone investiguée ;
- une recherche rétrospective des cas suspects ou confirmés survenus dans cette zone dans les bases de données de la surveillance (bases des signalements reçus par les Agences régionales de santé (ARS) et des analyses biologiques) ;
- une enquête de séroprévalence pour l'épisode de dengue à Nîmes en 2015¹¹.

Les définitions de cas sont données dans le tableau 1.

Lutte anti-vectorielle

Dans les départements colonisés, chaque site fréquenté par un cas potentiellement virémique fait l'objet d'une enquête entomologique, dont l'objectif est de mettre en évidence la présence de l'*Aedes albopictus*. La présence d'œufs, de larves ou d'adultes confirme alors l'activité vectorielle dans la zone investiguée, donc un risque potentiel de transmission locale.

Tableau 1

Définition de cas pour la surveillance du chikungunya et de la dengue en France métropolitaine

Type de cas	Dengue	Chikungunya
Cas suspect	Cas ayant présenté une fièvre > à 38,5°C d'apparition brutale et au moins un signe algique (céphalées, arthralgies, myalgies, lombalgies, ou douleur rétro-orbitaire), en l'absence de tout autre point d'appel infectieux	Cas ayant présenté une fièvre > à 38,5°C d'apparition brutale et des douleurs articulaires invalidantes, en l'absence de tout autre point d'appel infectieux
Cas confirmé	Cas suspect et confirmation biologique : RT-PCR positive ou séroconversion (IgM et IgG positives) ou test NS1 positif ou séroneutralisation ou augmentation par 4 du titre en IgG sur 2 prélèvements sanguins distants d'au moins 10 jours (dengue secondaire)	Cas suspect et confirmation biologique : RT-PCR positive ou séroconversion (IgM et IgG positives)
Cas probable	Cas suspect et IgM positives	Cas suspect et IgM positives
Cas possible	Cas suspect lié épidémiologiquement avec un cas confirmé ou probable	
Cas importé	Cas ayant séjourné en zone de circulation connue du virus dans les 15 jours précédant le début des symptômes	
Cas primaire importé	Cas à l'origine d'une circulation autochtone du virus de la dengue ou du chikungunya	
Cas autochtone	Cas n'ayant pas voyagé en zone de circulation connue du virus dans les 15 jours précédant le début des symptômes	
Foyer de cas autochtones	Au moins 2 cas groupés dans le temps et l'espace	

Cela déclenche des traitements de LAV. Cependant, depuis 2015, en pleine saison d'activité du vecteur, les lieux fréquentés situés en habitat horizontal et en secteur connu comme fortement colonisé, suffisent à déclencher la LAV, la prospection se résumant alors à une phase de repérage, de préparation et d'information de la population concernée par l'intervention. L'OPD met en œuvre prioritairement des traitements spatiaux adulticides dans la ou les zones de transmission potentielle. Ces traitements, à base de pyréthri-noïdes (deltaméthrine), sont réalisés par nébulisation à froid ultra-bas volume terrestre, autoportée à partir de la voirie, et par nébulisation à chaud terrestre manuelle dans les zones inaccessibles depuis l'espace public (jardins principalement).

Parallèlement, des traitements larvicides sont mis en œuvre, ainsi que des actions d'information et de sensibilisation de la population afin de supprimer le maximum de gîtes larvaires. Les gîtes larvaires sont vidés, supprimés ou traités à l'aide de larvicides à base de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) ou de polydiméthylsiloxane (PDMS ; film de surface). Lors de ces campagnes, des relevés peuvent permettre d'estimer les densités de gîtes larvaires par le calcul d'indices (tableau 2).

Enfin des pièges capturant des moustiques adultes à la recherche d'hôtes ou de sites de ponte peuvent également être déployés afin d'estimer la densité vectorielle et l'efficacité des traitements réalisés. Ces captures peuvent également permettre de rechercher les virus dans les moustiques. L'ensemble de ces actions est réalisé dans un périmètre de 150 à 200 mètres autour des lieux fréquentés par les cas pendant la période de virémie et correspondent aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé¹².

Caractéristiques des épisodes de circulation autochtone

Les caractéristiques des épisodes de circulation autochtone ont été établies à partir de l'expérience acquise par les auteurs et des documents d'investigation (points épidémiologiques, mains courantes) produits au cours des émergences de dengue, de chikungunya et d'infections à virus Zika identifiés en France métropolitaine depuis la mise en place en 2006 du dispositif de surveillance et de lutte. Ces épisodes ont par ailleurs fait l'objet de publications et de communications (orales et affichées).

Définitions :

- Période de circulation du virus : période estimée à partir des dates de début des signes du ou des cas autochtone(s) et du cas primaire importé si identifié.
- Zone de circulation du virus : cercle regroupant les différents cas identifiés (autochtones et primaire importé).
- Cluster intra-domiciliaire : au moins deux cas contaminés dans un même logement.

Éléments pouvant être à l'origine d'une émergence

Les facteurs associés à la survenue d'une émergence peuvent être liés d'une part à un défaut d'identification par le système de surveillance du cas primaire importé et, d'autre part, à une absence ou insuffisance des actions de LAV autour du cas primaire importé.

Le cas primaire importé peut n'être pas détecté, soit parce qu'il était asymptomatique ou que les symptômes n'ont pas amené le patient à consulter un médecin, ou encore parce que le médecin n'a pas évoqué un diagnostic d'arbovirose. Le défaut d'identification peut aussi être consécutif à des analyses faussement négatives si elles ne sont pas adaptées à l'ancienneté de l'infection (PCR ou sérologie) ou au signalement absent ou tardif à l'ARS d'un cas pourtant diagnostiqué.

La survenue d'une émergence peut également être expliquée par une absence de traitement de LAV autour du cas (lieu de déplacement non identifié par l'interrogatoire, aucun vecteur identifié lors de la prospection...), à un traitement de LAV insuffisant pour éliminer la totalité des moustiques infectés ou à un traitement trop tardif.

Résultats

Entre 2010 et 2018, 12 épisodes de transmission autochtone ont été recensés en France métropolitaine : 9 de dengue et 3 de chikungunya⁶⁻¹². Il n'y a en revanche pas eu de cas autochtone d'infection à virus Zika par transmission vectorielle.

Les principales caractéristiques de ces épisodes sont synthétisées dans le tableau 2.

Autres caractéristiques épidémiologiques

Les périodes de circulation virale se sont étendues de juillet à octobre, mais ont majoritairement concerné les mois d'août (6 épisodes) et de septembre (11 épisodes). Pour la grande majorité des émergences, la durée de circulation virale était de 2 mois. Seules 2 d'entre elles (Nîmes en 2015, Var en 2017) ont duré trois mois^{11,12}.

Sur les 12 épisodes de circulation autochtone, 8 ont eu lieu en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca) : 4 épisodes ont été identifiés dans le Var, contre 2 dans les Alpes-Maritimes, les Bouches-du-Rhône, le Gard et l'Hérault. Les zones de circulation virale étaient systématiquement inférieures à 300 mètres de rayon (information disponible pour 9 épisodes). La médiane était de 75 mètres.

Pour 8 épisodes, 5 de dengue et les 3 de chikungunya, le cas primaire importé a été identifié. Tous étaient des cas confirmés (6 par RT-PCR, un par test NS1 et un par sérologie).

Tableau 2

Synthèse des principales caractéristiques des épisodes de circulation autochtone de dengue et de chikungunya, France métropolitaine, 2010-2018

Année	2010	2010	2013	2014	2014	2014	2014	2014	2015	2017	2018	2018	2018
Région	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Occitanie	Occitanie	Paca	Paca	Occitanie	Occitanie
Département	Alpes-Maritimes	Var	Bouches-du-Rhône	Var	Var	Bouches-du-Rhône	Hérault	Gard	Gard	Var	Alpes-Maritimes	Hérault	Gard
Ville(s)	Nice	Fréjus	Venelles	Toulon	Toulon	Aubagne	Montpellier	Nîmes	Nîmes	Le Cannet des Maures (LCDM) : foyer primaire Taradeau : foyer secondaire	Saint-Laurent-du-Var	Clapiers	Nîmes
Zone de circulation (rayon du cercle)	200 m	50 m	100 m	Inconnue	Inconnue	25 m	300 m	300 m	300 m	LCDM : 200 m Taradeau : 50 m	50 m	50 m	0 m (même domicile entre cas importé et cas autochtone)
Maladie	Dengue	Chikungunya	Dengue	Dengue	Dengue	Dengue	Chikungunya	Dengue	Dengue	Chikungunya	Dengue	Dengue	Dengue
Virus	Sérotype 1 Souche circulant en Martinique	Souche indienne (lignée ECSA)	Sérotype 2	Sérotype 1 Souche d'Amérique centrale	Sérotype 2 Souche asiatique	Sérotype 2 Souche asiatique	Souche africaine (lignée ECSA avec mutation E1-A226V)	Sérotype 1	Sérotype 1	Souche africaine (lignée ECSA avec mutation E1-A226V)	Sérotype 2 Souche asiatique	Sérotype 1 Souche d'Amérique centrale	Sérotype 1 Souche Pacifique
Cas importé(s) identifié	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Identifié avant ou après le 1 ^{er} cas autochtone	Avant	Avant	Avant	/	Après	Après	Avant	Avant	Avant	Après	/	/	Après
Source d'identification*	RL	RL	SPS	/	ICA	ICA	SPS	SPS	SPS	PAP	/	/	PAP
Pays d'importation	Martinique (épidémie de dengue)	Inde	Guadeloupe	/	Thaïlande	Thaïlande	Cameroun	Polynésie-Française	Polynésie-Française	Cameroun	/	/	Polynésie-Française
DDS	19/07	29/08	19/09	/	27/07	27/07	30/08	04/07	04/07	LCDM : 11/07 [Taradeau (cas autochtone qui est à l'origine du foyer) : 11/08]	/	/	27/08
Nombre de cas autochtones	2	2	1	1	2	2	12	8	8	LCDM : 11 Taradeau : 6	5	2	1



Tableau 2 (suite)

Année	2010	2010	2013	2014	2014	2014	2014	2014	2015	2017	2018	2018	2018
Région	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Paca	Occitanie	Occitanie	Paca	Paca	Occitanie	Occitanie
DDS extrêmes	23/08-11/09	18/09-18/09	11/10	05/08	03/09	24/08-19/09	08/09 – 22/10	24/07 – 11/09	LCDM : 28/07-30/08 Taradeau : 26/08 – 09/09	03/09 – 03/10	27/09 – 08/10	02/10	
Période de circulation	Août-septembre	Septembre	Septembre-octobre	Juillet-août	Août-septembre	Août-septembre	Septembre-octobre	Juillet-août-septembre	LCDM : juillet-août Taradeau : août-septembre	Septembre-octobre	Septembre-octobre	Septembre-octobre	
Cluster intra-domiciliaire	Non	Oui (2 cas)	/	/	/	Oui (2 cas)	Oui (famille de 4 personnes)	Oui (2 fois 2 cas)	LCDM : oui (2 fois 2 cas) Taradeau : oui (2 fois 2 cas)	Oui (famille de 3 cas)	Non	Oui	
Occupation des sols (code <i>Corine Land Cover 2018</i>)	Tissu urbain continu	Tissu urbain discontinu	Zone industrielle et commerciale	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	Tissu urbain discontinu	
Type d'habitat	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Hors zone d'habitats	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	Individuel pavillonnaire	
Nombre de traitements adjuvants routiers et intra-domiciliaires dans la zone de circulation	5 entre le 13 et le 21/09	26/09	13/11	22/08	12/09	07/10	4 entre le 19/10 et le 05/11	6 entre le 18/08 et le 12/10	LCDM : 9 entre le 11/08 et le 14/09 Taradeau : 19/10 et 22/10	6 entre le 04 et le 18/09	25/10 et 08/11	30/10 et 07/11	
Densité vectorielle	/	Indice de breteau (IB) élevé = 83	Densité adulte faible	/	/	/	Densité adulte élevée IB très élevé = 200	Densité adulte élevée IB élevé = 103	LCDM : densité adulte moyenne ; IB moyen = 38 Taradeau : densité adulte faible ; IB moyen = 55	Densité adulte moyenne	IB moyen	IB faible	
Cause(s) émergence	Identification tardive du cas primaire importé par le RL	Traitements de LAV incomplets	Absence de traitement de LAV car le vecteur n'a pas été identifié lors de la prospection entomologique	Cas primaire importé non identifié	Cas primaire importé non identifié	Cas primaire importé inconnu avant la détection du premier cas autochtone	Absence de traitement de LAV car le vecteur n'a pas été identifié lors de la prospection entomologique	Absence de traitement de LAV en raison d'un lieu de déplacement non signalé par le cas primaire importé	Cas primaire importé inconnu avant la détection du premier cas autochtone	Cas primaire importé non identifié	Cas primaire importé non identifié	Cas primaire importé inconnu avant la détection du premier cas autochtone	

* Moyens d'identification : rattrapage laboratoire (RL), signalement par professionnel de santé (SPS), enquête en porte-à-porte (PAP), interrogatoire d'un cas autochtone (ICA).

Les zones d'importation des virus étaient :

- l'outremer français pour 4 épisodes de dengue (2 de Polynésie-Française, 1 de Martinique et 1 de Guadeloupe)^{3,6,8,11} ;
- l'Asie du Sud-Est pour 2 épisodes, 1 de dengue (Thaïlande) et 1 de chikungunya (Inde)^{7,9} ;
- l'Afrique centrale pour 2 épisodes de chikungunya (Cameroun)^{10,12}.

Les 8 cas ont été identifiés par :

- le signalement des professionnels de santé pour 3 cas^{8,10,11} ;
- le rattrapage laboratoire pour 2 cas^{6,7} ;
- l'enquête en PAP pour 2 cas^{3,12} ;
- l'interrogatoire d'un cas autochtone pour un cas⁹.

Pour 5 des 8 épisodes, les cas primaires importés ont été identifiés avant la confirmation d'une circulation autochtone^{6-8,10,11}.

Les 9 émergences de dengue ont entraîné 23 cas autochtones. Pour 4 épisodes, 1 seul cas autochtone a été identifié^{8,9}. Pour 5 épisodes, il s'agissait de foyers isolés de 2 à 8 cas^{3,6,9,11}. Le nombre de cas le plus important (8) a été relevé à Nîmes en 2015^{4,11}.

Les trois émergences de chikungunya ont entraîné 31 cas autochtones. Pour 2 épisodes, il s'agissait de foyers isolés, composés de 2 à 12 cas^{7,10}. Dans le Var en 2017, l'investigation a permis d'identifier 2 foyers de 11 et 6 cas liés épidémiologiquement et microbiologiquement¹².

Les 54 cas autochtones se répartissaient en : 46 cas confirmés, 6 cas probables et 2 cas possibles.

Les cas autochtones ont été identifiés par :

- le signalement des professionnels de santé pour 23 cas ;
- le rattrapage laboratoire pour 5 cas ;
- l'enquête en PAP pour 22 cas ;
- l'interrogatoire d'autres cas autochtones pour 3 cas ;
- une enquête de séroprévalence pour un cas.

Pour 7 épisodes, il y avait des clusters intradomiciliaires^{3,7,9-12}. Dix ont été retrouvés, dont 4 pour la seule émergence du Var de 2017¹². Ils étaient composés de 2 à 4 cas. Tous étaient des clusters de cas autochtones à l'exception de l'épisode d'Aubagne en 2014⁹ et de Nîmes en 2018³, où ils étaient composés par le cas primaire importé et un cas autochtone.

Caractéristiques biologiques des virus circulants

Un virus de sérotype 1 était à l'origine de 5 circulations autochtones de dengue^{3,6,9,11}. Le sérotype 2 a été retrouvé pour les 4 autres épisodes^{3,8,9}. Le séquençage du virus a été réalisé pour 7 de ces épisodes. Il s'agissait de 3 souches asiatiques^{3,9}, de

2 souches d'Amérique centrale^{3,9}, d'une souche circulant en Martinique⁶ et d'une souche du Pacifique³.

Les 3 émergences de chikungunya étaient dues à des virus du lignage *East Central South Africa* (ECSA). Une des souches était d'origine indienne⁷. Les 2 autres étaient des souches qui circulaient principalement en Afrique centrale et étaient porteuses de la mutation A226V^{10,12}.

Caractéristiques environnementales et entomologiques

La durée médiane entre l'année de détection du vecteur dans les départements concernés par les émergences et les années de circulation autochtone était de 6,5 ans (extrêmes : 3-14).

Sur les 12 épisodes autochtones, 10 se sont produits dans de l'habitat individuel pavillonnaire, 1 dans l'habitat individuel mitoyen (Saint-Laurent-du-Var en 2018)³ et 1 en dehors d'une zone d'habitat (Venelles en 2013)⁸. Concernant l'occupation des sols (nomenclature *Corine land cover* 2018), 10 épisodes se sont produits dans du tissu urbain discontinu, 1 dans du tissu urbain continu (Nice 2010)⁶ et 1 dans une zone industrielle et commerciale⁸. Et 75% des émergences se sont produites en habitat individuel pavillonnaire situé dans du tissu urbain discontinu (périphéries des agglomérations).

Parmi les 12 émergences, 6 ont fait l'objet d'une estimation de la densité des gîtes larvaires^{3,7,10-12} et 4 ont fait l'objet d'une estimation de la densité de moustiques adultes^{3,10-12}. Lorsque les 2 estimations ont été réalisées conjointement, celles-ci concordaient. Les densités de gîtes et d'adultes observées à Montpellier en 2014¹⁰ étaient bien supérieures à celles de Nîmes en 2015¹¹, elles-mêmes supérieures à celles du Var en 2017¹².

Les traitements adulticides ont été réalisés entre le 11 août (Le Cannet-des-Maures 2017)¹² et le 13 novembre (Venelles 2013)⁸. Le nombre de traitements adulticides variait de 1 à 9 par épisode en fonction du nombre de cas autochtones au cours du temps et de la durée de circulation du virus.

Les évaluations de l'efficacité des traitements (mesures de densité de moustiques adultes) et l'absence de cas après la mise en place des mesures de LAV (hormis un cas à Nîmes en 2015)¹¹ témoignaient de l'efficacité du dispositif de réponse. Les réductions d'effectifs qui ont pu être mesurées indiquaient des diminutions de plus de 90%, dans un contexte météorologique globalement propice au développement des vecteurs (climat méditerranéen).

Causes identifiées

Les facteurs identifiés comme associés à la survenue des émergences de dengue et de chikungunya étaient, pour 8 épisodes, liés à un défaut d'identification du cas primaire importé et, pour 4 épisodes, à une absence ou à une insuffisance des actions de LAV autour du cas primaire importé (tableau 3).

Causes à l'origine des épisodes de circulation autochtone de dengue et de chikungunya, France métropolitaine, 2010-2018

Causes	Nombre d'épisodes
Cas primaire importé non identifié	4
Cas primaire importé inconnu et identifié secondairement lors de la recherche active de cas post-émergence	3
Identification tardive du cas par le rattrapage laboratoire (40 jours après le début de signes)	1
Absence de traitement de LAV en raison d'un lieu de déplacement non signalé par le cas primaire importé	1
Absence de traitement de LAV car le vecteur n'a pas été identifié lors de la prospection entomologique	2
Traitements de LAV incomplets en raison de l'absence d'autorisation pour réaliser un traitement périodomiciliaire par thérmonébulisation au domicile du cas primaire importé	1

LAV : lutte anti-vectorielle.

Le cas primaire importé n'a pas été découvert pour 4 épisodes de dengue, les 2 de Toulon en 2014, Saint-Laurent-du-Var et Clapiers en 2018^{3,9}. Pour Nice en 2010⁶, il a été identifié tardivement (40 jours) en raison d'une prescription médicale à distance du début de sa maladie et de son identification par le rattrapage laboratoire. Pour 3 épisodes, Aubagne en 2014, Le Cannet-des-Maures en 2017 et Nîmes en 2018, il a été retrouvé après la détection du premier cas autochtone^{3,9,12}.

L'absence de traitement de LAV autour du cas importé signalé est à l'origine de 3 épisodes^{8,10,11} : 2 car le vecteur n'a pas été identifié lors de la prospection entomologique (Venelles en 2013, Montpellier en 2014) ; 1 en raison d'un lieu de déplacement non signalé par le cas primaire importé (Nîmes en 2015). L'épisode de Fréjus de 2010 est dû à un traitement de LAV incomplet en raison de l'absence d'autorisation pour réaliser un traitement par thérmonébulisation au domicile du cas primaire importé⁷.

Discussion-conclusion

Depuis la mise en place en métropole du plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue, 12 épisodes de circulation autochtone ont été identifiés. Si le nombre d'épisodes de dengue était plus important, les 3 épisodes de chikungunya ont entraîné plus de cas (10 *versus* 3 cas, en moyenne). Le nombre de cas et la zone de circulation virale par émergence étaient limités, malgré des périodes de circulation virale quelques fois longues. Très peu d'émergences étaient dues à des virus circulant dans les Antilles, malgré des épidémies importantes de dengue, de chikungunya et d'infections à virus Zika certaines années. Les deux dernières épidémies observées aux Antilles^{13,14}, n'ont pas été à l'origine d'une transmission vectorielle autochtone en métropole malgré un nombre très important de cas importés^{15,16}. Les deux émergences les plus importantes en nombre de cas étaient dues à des souches virales de chikungunya porteuses de la mutation A226V rendant le virus adapté à *Aedes albopictus* implanté en métropole^{10,12}. Par ailleurs, les différentes émergences ont eu lieu uniquement dans des départements anciennement et fortement colonisés par le vecteur, pendant les mois où la densité vectorielle était la

plus importante (juillet-octobre). De plus, les types d'habitat et de tissus urbains dans lesquels se sont majoritairement produits les différentes émergences (habitat individuel pavillonnaire situé dans du tissu urbain discontinu) sont également les plus propices au développement d'*Aedes albopictus*^{17,18}. Une transmission du virus chikungunya par *Aedes albopictus* peut survenir même avec une densité faible de vecteurs, comme le témoigne le foyer du Cannet-des-Maures¹².

L'efficacité d'une espèce (voire d'une population) de vecteurs à répliquer et transmettre un virus donné à une population humaine est multifactorielle. Des facteurs climatiques, socioéconomique et environnementaux sont très souvent proposés pour expliquer la dynamique des populations de vecteurs et, par extension, le risque de transmission¹⁹. Des aspects génétiques apparaissent également comme déterminants pour le risque d'émergence d'arboviroses. Le risque de transmission dépend ainsi fortement des interactions entre les génotypes des virus introduits, ceux des populations de vecteurs localement établis et l'environnement (en particulier la température). Ces éléments vont en effet impacter les capacités d'adaptation entre les génotypes des virus et des moustiques et, par conséquent, l'efficacité de la transmission²⁰. Ceci est particulièrement bien illustré par l'adaptation du virus chikungunya au vecteur *Aedes albopictus* du fait de différentes mutations virales²¹.

La France n'est pas le seul pays européen à avoir connu des émergences de dengue et de chikungunya causées par *Aedes albopictus*. L'Italie a enregistré deux épidémies de chikungunya en 2007 et en 2017²², avec plusieurs centaines de cas autochtones. Les souches responsables étaient du lignage ECSA. Seule celle de 2007 était porteuse de la mutation A226V²³. Des foyers de cas autochtones de dengue ont aussi été détectés en Croatie en 2010²⁴ et en Espagne en 2018²⁵.

Les investigations menées pour identifier d'autres cas autochtones à la suite d'une circulation virale confirmée par le CNR, ont montré leur efficacité. La recherche de cas en PAP est un moyen efficace pour retrouver des cas et sensibiliser les personnes aux risques de contamination et aux mesures de prévention. Pour l'épisode de dengue de Nîmes en 2015, une enquête de séroprévalence est venue compléter

la recherche active de cas habituelle⁴. Elle n'a permis d'identifier qu'un seul cas autochtone supplémentaire sur plus de 500 personnes testées. Les actions de LAV ont aussi montré leur efficacité puisque, sur les 54 cas autochtones, 1 seul est apparu après la mise en œuvre des premières mesures de LAV¹¹. L'efficacité des traitements adulticides spatiaux ultra bas volume routier peut être limitée en milieu urbain par la configuration du bâti et la présence d'obstacles. Afin de s'affranchir de ces paramètres, le recours à des traitements manuels péri-domiciliaires doit être privilégié. De plus, afin de garantir une efficacité significative, les traitements adulticides doivent être répétés dans le temps²⁶.

L'analyse des 12 épisodes de cas autochtones survenus entre 2010 et 2018 en France métropolitaine a montré que leur apparition étaient très majoritairement liée à l'absence d'identification des cas primaires importés par la surveillance renforcée, et dans une moindre mesure à des prospections et/ou des traitements de LAV incomplets sur les lieux fréquentés par le cas primaire importé pendant sa période de virémie. Un seul épisode de 2 cas autochtones était lié à un long délai d'identification par la surveillance renforcée du cas primaire importé (40 jours). L'absence ou le retard d'identification de cas importés rappelle l'importance de renforcer la sensibilisation et la formation des professionnels de santé, afin d'améliorer l'évocation du diagnostic des arboviroses transmises par *Aedes albopictus*, le signalement des cas aux ARS et les bonnes pratiques de prescription, en particulier en période d'activité du vecteur. Cette analyse a aussi mis en évidence l'importance des conclusions des prospections réalisées autour des cas importés qui conditionnaient systématiquement, jusqu'en 2014, la mise en place de traitement de LAV, en fonction de la présence ou non du vecteur lors de l'enquête. Depuis 2015, sous certaines conditions, l'enquête entomologique ne guide pas la LAV mais se résume à un repérage de terrain afin de préparer les interventions.

Cette surveillance et les actions de lutte antivectorielle qui en découlent, doivent être impérativement accompagnées d'une lutte préventive contre les gîtes larvaires. Une mobilisation sociale efficace contre l'*Aedes albopictus* doit être au cœur du dispositif^{27,28}. Cela nécessite l'implication, en dehors des mairies qui ont un rôle incontournable, d'un large panel d'acteurs et de partenaires locaux et nationaux.

L'amélioration du dispositif passe aussi par la sensibilisation des voyageurs sur les moyens de prévention contre les piqûres de moustiques et sur l'importance de consulter en cas de signes évocateurs de ces arboviroses de retour d'une zone à risque.

Si l'implantation du vecteur en métropole progresse chaque année (51 départements colonisés en 2018)¹, la proportion de la population réellement exposée et le risque que le vecteur soit au contact d'un cas importé sont très faibles dans certains départements. Si le risque d'émergence est réel dans certaines régions, il est quasiment nul dans d'autres. Ces constats

justifieraient une évolution du plan national, actuellement appliqué de manière indifférenciée dans tous les départements colonisés, vers des stratégies de surveillance et de LAV prenant en compte le risque d'apparition et d'extension de foyers de transmission autochtone. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier les laboratoires hospitaliers et privés ainsi que les médecins hospitaliers et libéraux, les agences régionales de santé, Santé publique France, les opérateurs publics de déoustication et les collectivités territoriales, qui ont collaboré et participé activement à la surveillance et aux investigations des arboviroses transmises par l'*Aedes Albopictus* en France métropolitaine.

Références

- [1] Ministère des Solidarités et de la Santé. Cartes de présence du moustique tigre (*Aedes albopictus*) en France métropolitaine. [Internet]. <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>
- [2] Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes. Instruction N° DGS/R11/2015/125 du 16 avril 2015 mettant à jour le guide relatif aux modalités de mise en œuvre du plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en métropole. <http://circulaire.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=39495>
- [3] Terrien E, Fournet N, Giron S, Franke F, Cochet A, Calba C, et al. Surveillance du chikungunya, de la dengue et des infections à virus Zika en France métropolitaine, 2018. Bull Epidémiol Hebd. 2019;(19-20):363-73. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/19-20/2019_19-20_1.html
- [4] Succo T, Noël H, Nikolay B, Maquart M, Cochet A, Leparco-Goffart I, et al. Dengue serosurvey after a 2-month long outbreak in Nîmes, France, 2015: Was there more than met the eye? Euro Surveill. 2018;23(23).
- [5] World Health Organization. Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance, Sixth edition. Geneva: WHO. 2006. 114 p.
- [6] La Ruche G, Souarès Y, Armengaud A, Peloux-Petiot F, Delaunay P, Desprès P, et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. Euro Surveill. 2010;15(39):19676.
- [7] Grandadam M, Caro V, Plumet S, Thiberge J, Souarès Y, Failloux A, et al. Chikungunya virus, southeastern France. Emerg Infect Dis. 2011;17(5):910-3.
- [8] Marchand E, Prat C, Jeannin C, Lafont E, Bergmann T, Flusin O, et al. Autochthonous case of dengue in France, October 2013. Euro Surveill. 2013;18(50). pii: 20661.
- [9] Giron S, Rizzi J, Leparco-Goffart I, Septfons A, Tine R, Cadiou B, et al. Nouvelles apparitions de cas autochtones de dengue en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, France, août-septembre 2014. Bull Epidémiol Hebd. 2015;(13-14):217-23. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV12527
- [10] Delisle E, Rousseau C, Broche B, Leparco-Goffart I, L'Ambert G, Cochet A, et al. Foyer de cas autochtones de chikungunya à Montpellier, septembre-octobre 2014. Bull Epidémiol Hebd. 2015;(13-14):212-7. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV12526
- [11] Succo T, Leparco-Goffart I, Ferré JB, Broche B, Maquart M, Noël H, et al. Détection et investigation d'un foyer autochtone de dengue dans le sud de la France, 2015. Bull Epidémiol

Hebd. 2016;(18-19):328-34. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV12977

[12] Calba C, Franke F, Chaud C, Decoppet A, Pigaglio L, Auzet-Caillaud M, *et al.* Circulation autochtone de chikungunya dans deux communes du Var, août-septembre 2017. *Bull Epidemiol Hebd.* 2018;(24):504-9. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/SPF00000221

[13] Ledrans M, Cassadou S, Boucau S, Huc-Anaïs P, Leparco-Goffart I, Prat C, *et al.* Émergence du chikungunya dans les départements français d'Amérique : organisation et résultats de la surveillance épidémiologique, avril 2014. *Bull Epidemiol Hebd.* 2014;(21-22):368-79. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV12117

[14] Septfons A, Leparco-Goffart I, Couturier E, Franke F, Deniau J, Balestier A, *et al.* Travel-associated and autochthonous Zika virus infection in mainland France. 1 January to 15 July 2016. *Euro Surveill.* 2016;21(32).

[15] Septfons A, Noël H, Leparco-Goffart I, Giron S, Delisle E, Chappert JL, *et al.* Surveillance du chikungunya et de la dengue en France métropolitaine, 2014. *Bull Epidemiol Hebd.* 2015;(13-14):204-11. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV12525

[16] Franke F, Septfons A, Leparco-Goffart I, Giron S, Guinard A, Burdet S, *et al.* Surveillance du chikungunya, de la dengue et des infections à virus Zika en France métropolitaine, 2016. *Bull Epidemiol Hebd.* 2017;(12):222-31. http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/INV13373

[17] Faraji A, Unlu I. The Eye of the Tiger, the thrill of the fight: Effective larval and adult control measures against the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in North America. *J Med Entomol.* 2016;53(5):1029-47.

[18] Reiter P. Yellow fever and dengue: A threat to Europe? *Euro Surveill.* 2010;15(10):19509.

[19] Sallam MF, Fizer C, Pilant AN, Whung PY. Systematic Review: Land cover, meteorological, and socioeconomic determinants of *Aedes* mosquito habitat for risk mapping. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(10):1230.

[20] Lambrechts L. Quantitative genetics of *Aedes aegypti* vector competence for dengue viruses: Towards a new paradigm? *Trends Parasitol.* 2011;27(3):111-4.

[21] Tsetsarkin KA, Chen R, Yun R, Rossi SL, Plante KS, Guerbois M, *et al.* Multi-peaked adaptive landscape for chikungunya virus evolution predicts continued fitness optimization in *Aedes albopictus* mosquitoes. *Nat Commun.* 2014;5:4084.

[22] Rezza G. Chikungunya is back in Italy: 2007-2017. *J Travel Med.* 2018;25(1).

[23] Fortuna C, Toma L, Remoli ME, Amendola A, Severini F, Boccolini D, *et al.* Vector competence of *Aedes albopictus* for the Indian Ocean lineage (IOL) chikungunya viruses of the 2007 and 2017 outbreaks in Italy: A comparison between strains with and without the E1:A226V mutation. *Euro Surveill.* 2018;23(22).

[24] Gjenero-Margan I, Aleraj B, Krajcar D, Lesnikar V, Klobučar A, Pem-Novosel I, *et al.* Autochthonous dengue fever in Croatia, August-September 2010. *Euro Surveill.* 2011;16(9).

[25] European Centre for Disease Prevention and Control. Local transmission of dengue fever in France and Spain – 2018. Stockholm: ECDC; 2018. 13 p. <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/08-10-2018-RRA-Dengue-France.pdf>

[26] Bonds JAS. Ultra-low-volume space sprays in mosquito control: a critical review. *Medical and Veterinary Entomology.* 2012;26(2):121-130.

[27] Centre national d'expertise sur les vecteurs. La mobilisation sociale contre *Aedes albopictus* : éléments pour la définition d'une stratégie. Montpellier: Cnev; 2016. 54 p. https://www.anses.fr/fr/system/files/CNEV-Ft-Avril2016-Mobilisation_sociale_aedes_albopictus_elements_strategie.pdf

[28] Centre national d'expertise sur les vecteurs. Guide à l'attention des collectivités souhaitant mettre en œuvre une lutte contre les moustiques urbains vecteurs de dengue, de chikungunya et de Zika. Montpellier: Cnev; 2016. 72 p. https://www.anses.fr/fr/system/files/CNEV-Ft-Juin2016-Guide_collectivites_lutte_antivectorielle.pdf

Citer cet article

Franke F, Giron S, Cochet A, Jeannin C, Leparco-Goffart I, de Valk H, *et al.* Émergences de dengue et de chikungunya en France métropolitaine, 2010-2018. *Bull Epidemiol Hebd.* 2019;(19-20):374-82. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/19-20/2019_19-20_2.html