

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 27 novembre 2018

AVIS RÉVISÉ

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

relatif à « l'analyse de la stratégie de lutte anti-vectorielle (LAV) mise en œuvre à La Réunion depuis 2017 »

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

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

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

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

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 6 juin 2018 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Évaluation de la stratégie de lutte anti-vectorielle (LAV) à La Réunion ». Le présent avis répond à cette saisine et a été rédigé « en urgence » en juillet 2018, en pleine épidémie de dengue à La Réunion. Il porte sur la période allant de début 2018 jusqu'au 1er août 2018. Néanmoins, à l'occasion de sa révision à l'automne 2018, certains éléments ont ponctuellement été mis à jour.

Le présent avis « révisé » propose des recommandations à mettre en œuvre pour limiter le risque de reprise de l'épidémie de dengue à la fin de l'hiver austral.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE SUSPECT

1.1 Contexte

La dengue est la plus fréquente des arboviroses humaines (cf. Annexe 3 sur le virus de la dengue). Son incidence a été multipliée par 30 en cinquante ans, à la faveur notamment de la mondialisation et de l'urbanisation. Deux épidémies historiques, peu documentées, ont touché Mayotte en 1993 et La Réunion en 1977-78 avec l'implication d'*Aedes albopictus*. Depuis, des cas de dengue autochtones sont régulièrement identifiés à La Réunion¹ avec des foyers de transmission mis en évidence fréquemment dans l'ouest et le sud de l'île (231 cas en 2016).

¹ Située dans le sud-ouest de l'océan Indien, l'île de La Réunion est un département français d'outre-mer, qui fait partie de l'archipel des Mascareignes. L'île couvre une superficie de 2 503,7 km² pour une population de 850 727 habitants et une densité de la population de 339,8 habitants au km² (données Insee 2015).

Depuis le début de l'année 2017, une nouvelle épidémie de dengue affecte La Réunion. La transmission du virus en cause, appartenant au sérotype DENV-2, est assurée par *Aedes albopictus* (cf. Annexe 4 sur l'aire de répartition et dynamique saisonnière d'*Ae. albopictus* à La Réunion). La transmission a connu un rebond fin janvier-début février 2018 après une période de circulation à bas bruit ayant commencée début 2017 et ininterrompue durant l'hiver austral.

En début d'année 2018, une accélération importante de la circulation du virus a été constatée. Le niveau 3 "épidémie de faible intensité" du dispositif Orsec de lutte contre les arboviroses a été déclaré le 27 mars (le nombre de cas de dengue cumulés depuis le début de l'année étant alors de 588). À partir d'avril, la dynamique épidémique s'est maintenue à un niveau stable mais soutenu, aux alentours de 350/400 cas par semaine (atteignant un pic de 502 cas au mois de mai, semaine 18). Au 28 juin, 5 453 cas de dengue confirmés² ou probables³ avaient été signalés depuis le 1^{er} janvier 2018. Le nombre hebdomadaire de cas a commencé à diminuer fin juin (Figure 1).

Le 10 juillet 2018, le Préfet a déclenché le niveau 4 « Épidémie de moyenne intensité », qui prévoit un renforcement de la mobilisation et de la prévention, en raison de la poursuite de l'épidémie de dengue à un niveau élevé et ce, malgré l'arrivée en juin dernier de l'hiver austral (saison défavorable aux moustiques).

Au cours de la semaine 28 (du 9 au 15 juillet 2018), 97 cas confirmés de dengue ont été recensés (dont deux cas importés de retour de Thaïlande).

À la date du 15 juillet, depuis le début de l'année 2018, 131 cas avaient été hospitalisés et 19 600 consultations pour syndrome *dengue-like*⁴ recensées à l'échelle de l'île.

Au 2 octobre 2018, le nombre total cas de dengue autochtones à La Réunion était de 6 595 depuis le 1^{er} janvier. La Figure 1 présente l'évolution du nombre de cas hebdomadaire depuis le début de l'année jusqu'au 2 octobre 2018.

² Cas confirmé : Présence d'un des critères virologiques ou sérologiques suivants :

- isolement viral ;
- mise en évidence du génome viral par RT-PCR ;
- séroconversion ou augmentation récente du titre des IgG anti-dengue ≥ 4 fois sur 2 sérums prélevés à 2 semaines d'intervalle minimum.

³ Cas probable : Patient présentant un syndrome *dengue-like* et des IgM anti-dengue positives.

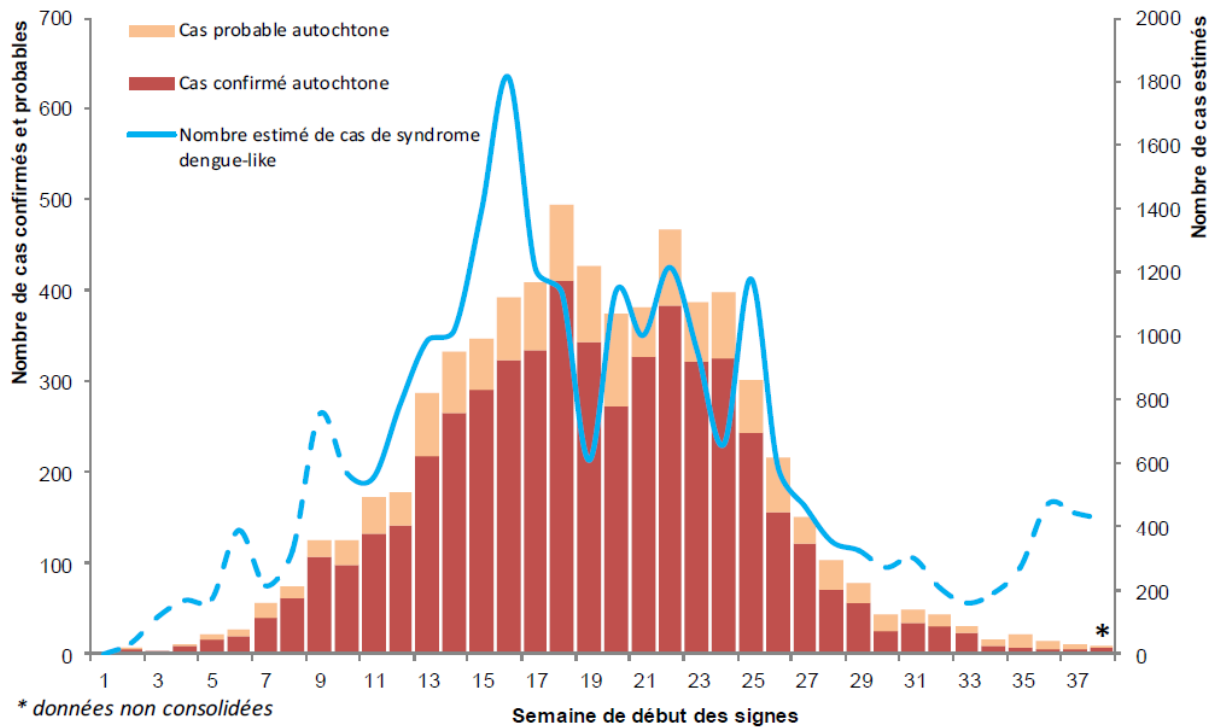
⁴ Syndrome *dengue-like* : Tout patient présentant les symptômes suivants :

Fièvre d'apparition brutale ($\geq 38,5$ °C) ;

ET un ou plusieurs symptômes non spécifiques suivants :

douleurs musculaires, manifestations hémorragiques, céphalées, asthénie, signes digestifs, douleur retro-orbitaire, éruption maculopapuleuse ;

ET en l'absence de tout autre point d'appel infectieux.



* Compte tenu du délai de signalement des cas confirmés et probables, les données présentées ici, S-2, sont cependant non consolidées.

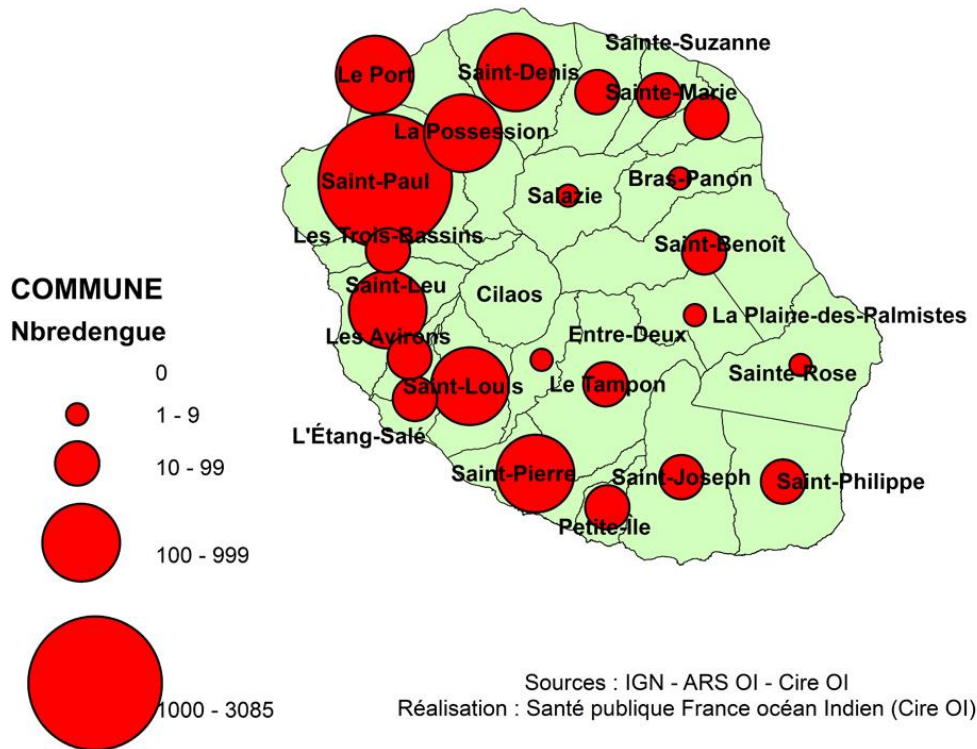
Source : Point épidémiologique n°69 du 2 octobre 2018, Cire-OI

Figure 1 : Répartition par « semaine de début des signes » des cas de dengue biologiquement confirmés ou probables et estimation du nombre total de cas cliniquement évocateurs à La Réunion entre le 1^{er} janvier et le 2 octobre (fin de la semaine 38*) 2018 (n = 6 595 cas autochtones)

D'un point de vue géographique, le virus, d'abord cantonné à quelques zones actives des communes de Saint-Paul et Saint-Pierre, a connu ensuite une propagation de proche en proche entre plusieurs foyers de la commune de Saint-Paul et s'est ensuite propagé à d'autres communes de l'ouest et du sud de l'île. Des cas isolés ont également été régulièrement signalés dans d'autres communes de l'île.

Au 1^{er} juillet 2018, les cas signalés résidaient majoritairement dans l'ouest, incluant les communes de Saint-Paul (52 % des cas), Le Port (11 %), la Possession (9 %) et Saint-Leu (7 %), ainsi que dans le sud, majoritairement dans la commune de Saint-Pierre (9 %) (Figure 2).

L'épidémie a continué à s'étendre géographiquement, avec une diminution du nombre de cas dans les foyers de transmission établie ; cette transmission se maintenant dans les communes plus récemment touchées.



Source : Cire-OI, bulletin épidémiologique hebdomadaire n°54, 10 juillet 2018

Figure 2 : Répartition géographique des cas de dengue signalés en 2018 (N = 5 967 cas autochtones au 10 juillet 2018)

L'épidémie actuelle de dengue survient dans une population réunionnaise largement non-immune (Larrieu et al. 2014) et dans des conditions météorologiques particulièrement favorables au développement des vecteurs pendant l'été austral, voire même au début de l'hiver (la saison des pluies 2017/2018 a été classée par Météo France au 3^{ème} rang des saisons les plus pluvieuses depuis 1972, voir Annexe 5 sur les conditions météorologiques). Ces données, associées au fait que la circulation virale, bien que très atténuée, se soit maintenue durant l'hiver austral, font craindre une flambée de l'épidémie au retour de l'été austral.

1.2 Objet de la saisine

Dans le cadre de l'épidémie de dengue touchant actuellement l'île de La Réunion, la Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'Anses le 6 juin 2018 pour analyser la stratégie de Lutte anti-vectorielle (voir encadré ci-dessous) mise en œuvre, évaluer son efficacité et ses limites, voire, dans la mesure du possible, son impact environnemental, afin de proposer le cas échéant des recommandations destinées à éviter un rebond de l'épidémie à la fin de l'hiver austral.

La lutte anti-vectorielle (LAV)

Dans son acceptation la plus large, la LAV comprend : la prévention, la lutte et la protection contre les arthropodes hématophages (insectes et acariens), vecteurs d'agents pathogènes à l'Homme, aux vertébrés et aux végétaux, ainsi que leur surveillance.

Elle inclut la lutte contre les insectes nuisants quand ces derniers sont des vecteurs potentiels ou lorsque la nuisance devient un problème de santé publique ou vétérinaire.

Elle s'appuie sur des méthodes qui diffèrent selon les vecteurs et selon les contextes épidémiologiques et socioéconomiques. Elle inclut la lutte biocide, la lutte biologique, la lutte génétique, la protection individuelle, l'action sur l'environnement, l'éducation sanitaire, la mobilisation sociale et l'évaluation permanente de toutes ces méthodes (Fontenille 2009).

Elle a pour objectif de contribuer, au côté d'autres actions de santé publique, à minimiser les risques d'endémisation ou d'épidémisation, à diminuer la transmission d'agents pathogènes par des vecteurs, à gérer les épidémies de maladies vectorielles, le tout dans un cadre stratégique formalisé (Fontenille 2009).

L'OMS préconise une stratégie de LAV intégrée (OMS 2012a) qui s'articule autour de quatre piliers :

- i) la surveillance intégrée (vectorielle et épidémiologique) ;***
- ii) les traitements de LAV ;***
- iii) la mobilisation sociale ou participation communautaire ;***
- iv) la coordination inter et intra sectorielle (ou prise en compte de toutes les possibilités de collaboration au sein des secteurs public et privé).***

Chaque pilier doit être évalué et coordonné pour parvenir à réduire la transmission vectorielle de manière optimale (OMS 2012a).

Le contrôle vectoriel peut être développé comme une activité de routine ou comme une activité en situation de crise, mais les stratégies « proactives » préventives sont toujours plus efficaces en termes de coûts que les stratégies « réactives » en réponse à une crise (voir par exemple : (Eisen et al. 2009b)).

Un autre point clé de la réussite de la stratégie de la LAV est qu'elle doit être envisagée de manière durable, avec des ressources humaines, matérielles et financières adéquates. Pour bien optimiser les ressources, les actions doivent cibler en priorité les aires (ou quartiers) avec les risques de transmission les plus élevés (en relation avec les résultats de la surveillance épidémiologique et/ou entomologique). Dans le cadre de la LAV, la question de l'efficacité des types de traitements vectoriels doit toujours être envisagée dans la perspective d'une stratégie intégrée, qui doit cibler simultanément les différents stades de vie du vecteur en question et combiner des méthodes pour réduire la densité, la longévité des adultes et la transmission d'agents pathogènes.

L'efficacité de la LAV s'évalue in fine en termes de réduction de l'incidence de l'infection parasitaire ou virale transmise et de ce fait s'inscrit dans des actions et des évaluations conceptuellement pluridisciplinaires.

1.3 Limites du champ d'expertise

Le présent avis porte sur l'évaluation des mesures de LAV prévues et mises en œuvre, sur la base des données disponibles (données qualitatives et quantitatives mises à disposition par les services en charge de la LAV à La Réunion), comparées aux données de la littérature scientifique et aux référentiels de LAV existants au plan international. Le travail conduit pour la réalisation de la présente expertise doit être considéré comme une base de réflexion pour l'optimisation de la stratégie de la LAV à La Réunion. Plusieurs raisons, explicitées ci-après dans le texte, ainsi que le contexte spécifique réunionnais, font que la situation est complexe et qu'une analyse, plus en profondeur, doit être menée, basée sur des données locales d'auto-évaluation.

L'objectif de la présente expertise n'était pas de réaliser une évaluation de la gestion de crise aux niveaux administratif ou institutionnel, ni de s'intéresser à ses aspects logistiques, questions qui ne relèvent pas du domaine de compétence de l'Anses. L'objectif était, dans le contexte épidémique, d'analyser les données de

la LAV d'un point de vue scientifique et dans une perspective sanitaire. Il faut cependant observer que ces différents aspects sont étroitement imbriqués, aboutissant au fait que certains aspects « administratifs » de la gestion sont abordés dans l'analyse qui suit.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Afin d'instruire la présente expertise, l'Anses a constitué un Groupe d'Expertise Collective en Urgence (GECU). Ce GECU « Stratégie de LAV à La Réunion » était composé de six experts. Ceux-ci ont été recrutés pour leurs compétences scientifiques et techniques dans les domaines de l'entomologie (médicale), de la santé publique, de l'épidémiologie et de l'évaluation des risques, des biocides, de la lutte anti-vectorielle et des sciences humaines. Ce GECU a également été complété par la désignation de deux experts dits « rapporteurs » qui ont participé au cadrage de l'expertise et à la relecture du présent avis. Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

Pour réaliser cette expertise, les experts se sont réunis quatre fois en conférences téléphoniques le 22 juin, le 5 juillet, le 20 juillet et le 26 juillet 2018.

Les experts ont aussi réalisé sept auditions de personnes impliquées localement dans la gestion ou l'étude de l'épidémie, des entomologistes et des experts de la LAV ainsi qu'une sociologue (voir liste des personnes auditionnées dans le Tableau 5, en Annexe 1 du présent avis). Une enquête a également été menée auprès des 24 mairies de La Réunion pour connaître leur implication dans la mise en œuvre de la stratégie de LAV (Annexe 7).

Les experts ont pris en compte les nombreux éléments d'information que l'Agence Régionale de Santé (ARS) et la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) de l'Océan Indien (OI) ont bien voulu leur transmettre, notamment :

- des bilans d'activité de la LAV ;
- des relevés de décision de la cellule de gestion interne ARS-OI ;
- des relevés de stations Météo France ;
- des documents de synthèse de la gestion de l'épidémie en cours ;
- le protocole d'évaluation de l'efficacité des appareils de traitements en conditions opérationnelles et les résultats des évaluations ;
- des présentations *PowerPoint* (sur le dispositif de lutte contre l'épidémie de dengue...) ;
- le plan de communication dengue dans le cadre du niveau 3 du plan Orsec ;
- le bilan des actions de mobilisation sociale de l'ARS-OI, etc.

À noter cependant que certains documents n'ont finalement pas pu être totalement exploités par les experts, faute de temps.

Les experts ont analysé la stratégie de LAV mise en œuvre à La Réunion au regard des référentiels de LAV de l'OMS (Organization 2011, OMS 2012a, 2004, 2012b).

En outre, ils se sont appuyés sur des éléments d'information (concernant l'impact ou l'efficacité des traitements de LAV notamment) disponibles dans la littérature scientifique et choisis sur avis d'expert, une revue approfondie de la littérature n'ayant pas pu être mise en œuvre dans le délai contraint de l'expertise.

Les analyses et conclusions du GECU ont été validées le 31 juillet 2018 et l'avis transmis par l'Anses à la DGS le 1^{er} août. La DGS a porté à la connaissance de l'Anses les commentaires de l'ARS-OI sur l'avis et demandé à l'agence par courrier du 24 août 2018, de les considérer, afin que les experts puissent rectifier d'éventuelles erreurs (voir objets des modifications en Annexe 10). Pour répondre à cette demande, les experts se sont à nouveau réunis le 17 septembre et le 8 octobre 2018, pour examiner les commentaires, et affiner et prioriser les recommandations compte tenu du fait que cette étape n'avait pu être accomplie totalement par le GECU lors de la première version de l'avis, du fait des contraintes de délai de réponse. Le présent avis révisé a été validé par courriel le 23 octobre 2018.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) », avec pour objectif le respect des points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Agence (www.anses.fr).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GECU

3.1 Organisation de la LAV à La Réunion

Depuis le début de l'année, les acteurs de la LAV à la Réunion ont mis en place un dispositif de réponse à l'épidémie de dengue extrêmement conséquent. Aucune réponse de LAV en France n'a sans doute jamais été déployée à un tel niveau de mobilisation, proportionnellement à la dynamique épidémique observée.

Les sections 3.1.1. et 3.1.2. ci-après décrivent cette stratégie. Elles ont été rédigées sur la base des informations communiquées par l'ARS-OI et le service de lutte anti-vectorielle, soit dans le cadre des auditions menées, soit à partir des documents transmis.

3.1.1 Plan Orsec et articulation des différentes actions en fonction des niveaux épidémiologiques

Le plan Orsec (Organisation de la Réponse de la Sécurité Civile) est un plan d'organisation des secours à l'échelon départemental, en cas d'événement important. Le plan Orsec de lutte contre les arboviroses (dengue, chikungunya, Zika) est une composante spécifique du plan Orsec départemental. Il permet, sous l'autorité du Préfet, une mise en œuvre rapide de tous les moyens de lutte nécessaires.

Le plan comprend cinq niveaux. Le passage d'un niveau à l'autre et la coordination de la gestion de l'évènement sont assurés :

- par le Directeur Général de l'ARS-OI (DG ARS-OI) : pour les niveaux de veille (niveau 1) et d'alerte (niveau 2) ;
- par le Préfet de La Réunion, en lien étroit avec le directeur général de l'ARS-OI : à partir du déclenchement du niveau épidémique (niveaux 3, 4 et 5).

Tableau 1 : Niveaux du Plan Orsec de lutte contre les arboviroses

Niveau		Situation épidémiologique
Veille	1A	Absence de cas ou apparition de cas isolés sans lien avec une épidémie dans la zone d'échange régionale
	1B	Connaissance d'une épidémie d'arbovirose dans la zone d'échange régionale et absence de cas ou apparition de cas isolés.
Alerte	2A	Identification d'une circulation virale modérée autochtone (apparition d'un ou plusieurs regroupements de cas ou de plusieurs cas sporadiques).
	2B	Intensification de la circulation virale autochtone et risque d'évolution vers une épidémie.
Epidémie	3	Épidémie de faible intensité
	4	Épidémie de moyenne intensité
	5	Épidémie massive ou de grande intensité
Maintien de la vigilance		Phase de décroissance - Retour à une circulation virale modérée
Fin de l'épidémie		Fin de l'épisode épidémique et retour à une phase de veille (niveaux 1)

Source : plan Orsec départemental OI

Les modalités d'intervention de la LAV autour des cas humains de dengue (Tableau 2) prévoient une mobilisation graduelle des moyens de lutte contre les arboviroses en fonction de la situation épidémique et du niveau du plan Orsec correspondant (Tableau 1). Une intensification progressive de la circulation du virus de la dengue sur le territoire justifie l'activation des niveaux du dispositif Orsec et des évolutions de la stratégie d'intervention de la LAV afin de répondre aux objectifs de chaque niveau. Le tableau ci-dessous synthétise les évolutions de cette stratégie et des modalités d'intervention de LAV selon les niveaux du dispositif Orsec.

Tableau 2 : Évolutions de la stratégie et des modalités d'intervention de LAV selon les niveaux du dispositif Orsec

Niveau et stratégie de LAV	Modalités d'intervention de LAV autour des cas
<p>Niveau 2A :</p> <p>Prévenir l'apparition d'un cycle de circulation autochtone du virus de la dengue</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zone d'intervention de 100 à 150 m autour de chaque cas isolé • Actions menées sur plusieurs jours afin de diminuer le taux des absents • Traitement spatial adulticide dans une zone proche de 500 m autour du cas • Contrôle de la zone d'intervention 3 semaines après la première intervention pour la recherche active de cas et la lutte mécanique
<p>Niveau 2B :</p> <p>Prévenir l'expansion de foyer(s) de dengue à d'autres communes</p> <p>Préparer les partenaires à une épidémie</p>	<p><u>Gestion d'un cas isolé :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zone d'intervention de 50 à 100 m autour de chaque cas isolé • Actions menées sur une seule journée • Traitement spatial adulticide ciblé dans les quartiers à risque (2 passages espacés de 3 jours) <p><u>Gestion d'un foyer :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Action multi partenariale de nettoyage renforcé suivie d'une action systématique de traitement péri-domiciliaire • Traitement spatial adulticide systématique (2 passages par semaine pendant un mois)
<p>Niveau 3 :</p> <p>Eviter la généralisation de l'épidémie à tout le territoire</p>	<p><u>Gestion d'un cas isolé :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zone d'intervention de 50 à 100 m autour de chaque cas isolé • Actions menées sur une seule journée <p><u>Gestion d'un foyer émergent (premiers cas groupés) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition du périmètre du foyer à l'échelle du quartier • Action multi partenariale de nettoyage renforcé suivie d'une action systématique de traitement péri-domiciliaire du quartier urbain • Traitement spatial adulticide selon le risque (1 passage par semaine) <p><u>Gestion d'un foyer actif de grande ampleur :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Action multi partenariale de nettoyage renforcé suivie d'une action systématique de traitement péri-domiciliaire • Traitement spatial adulticide systématique (1 passage par semaine)

Le plan Orsec précise les critères épidémiologiques correspondant à chaque niveau :

- une centaine de nouveaux cas hebdomadaires pour le niveau 3,
- autour de 500 cas hebdomadaires pour le niveau 4.

Toutefois, le passage d'un niveau à l'autre n'est pas uniquement déterminé par des critères épidémiologiques, mais prend en compte d'autres paramètres opérationnels et relevant de la conduite des politiques publiques, comme les capacités de la LAV.

Le plan Orsec a pour objet notamment de limiter la propagation géographique de l'épidémie par la mise en œuvre d'une coordination renforcée des acteurs de la lutte contre les moustiques dans le cadre d'un Groupement d'Intérêt Public de Lutte Anti-Vectorielle (GIP-LAV), créé en 2006. Présidé par le Préfet et animé par la LAV, le GIP-LAV est composé des services de l'État, de l'ARS-OI, des 24 communes de La Réunion, des intercommunalités, du Conseil régional et du Conseil départemental. Il peut également avoir recours à des moyens supplémentaires (Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS), Régiment du Service Militaire Adapté de La Réunion, associations...) dans les zones de circulation virales identifiées par l'ARS et la Cire, et permettre le maintien des interventions sur les cas isolés (voir détails dans le Tableau 2).

Le plan Orsec fait appel à la mobilisation des collectivités locales, tout particulièrement des communes et intercommunalités, au regard de leurs missions de salubrité publique et de prévention auprès de la

population. Il permet de recentrer les actions de l'ARS-OI sur l'adaptation de la stratégie de lutte, la programmation des actions de terrain, et l'intervention globale sur les zones de forte circulation et les cas isolés.

Le 27 mars 2018, le plan est passé au niveau 3. Des réunions hebdomadaires de coordination ont été mises en place dans les sous-préfectures pour la programmation d'opérations coordonnées de nettoyage de quartiers. Ces opérations de quartier sous pilotage communal mobilisent les services techniques des communes, des médiateurs des intercommunalités, et les associations porteuses d'emplois aidés. Ces actions ont été coordonnées et animées par l'ARS-OI avec le soutien de deux cadres du SDIS positionnés dans les deux sous-préfectures (il n'a pas été possible de les auditionner dans le cadre de la présente expertise). Aucune information sur la quantité de kilos de déchets récupérés, le nombre d'opérations de nettoyage menées ou la participation des populations à ces opérations n'a été collectée dans le cadre de la présente expertise.

Depuis le 21 mars 2018, le dispositif de la LAV a été renforcé par un arrêté préfectoral de mesures de salubrité générale (au titre du L.1311-4 du Code de la santé publique (CSP)) qui, dans les communes concernées :

- ordonne l'exécution immédiate des mesures de prévention et de lutte contre les gîtes larvaires ;
- élargit le périmètre des services autorisés à pénétrer dans les propriétés publiques ou privées à l'ensemble des acteurs mobilisés (SDIS, communes, EPCI, structures porteuses de contrats aidés) ;
- permet aux services communaux, en cas d'absence ou de refus, d'accéder sans délai aux propriétés publiques ou privées pour y mener des actions de police administrative (les communes semblant être réfractaires à ce type d'action [Audition LAV]).

Le dispositif de la LAV s'appuie également sur d'autres partenaires, qui peuvent mener des actions de sensibilisation, d'élimination de gîtes larvaires (Croix Rouge et associations impliquées dans la lutte contre les moustiques et les arboviroses, associations du plan ravine par exemple) et réaliser des traitements insecticides (c'est le cas des pompiers du SDIS, formés et équipés par les agents de la LAV).

Le 10 juillet 2018, le Préfet de La Réunion, en concertation avec le Directeur général de l'ARS-OI, a décidé de rehausser le niveau du dispositif spécifique Orsec de lutte contre les arboviroses, passant du niveau 3 « épidémie de faible intensité » au niveau 4 « épidémie de moyenne intensité »⁵. Cette décision a été motivée par un risque de rebond de l'épidémie au retour de l'été austral, justifiant de profiter de l'hiver pour renforcer les moyens de lutte contre l'épidémie.

L'objectif du passage au niveau 4 était d'interpeller l'ensemble des acteurs impliqués et plus largement la population réunionnaise pour une mobilisation collective et massive durant l'hiver austral, afin d'enrayer autant que possible la diffusion du virus de la dengue avant le retour des conditions météorologiques estivales.

Le passage au niveau 4 du dispositif Orsec s'accompagnait ainsi du lancement ou du renforcement de plusieurs dispositifs de lutte contre la dengue (voir encadré ci-après).

⁵ voir seuils donnés à titre d'exemple dans le plan Orsec au § 3.3.2 pour définir les niveaux de faible ou moyenne intensité.

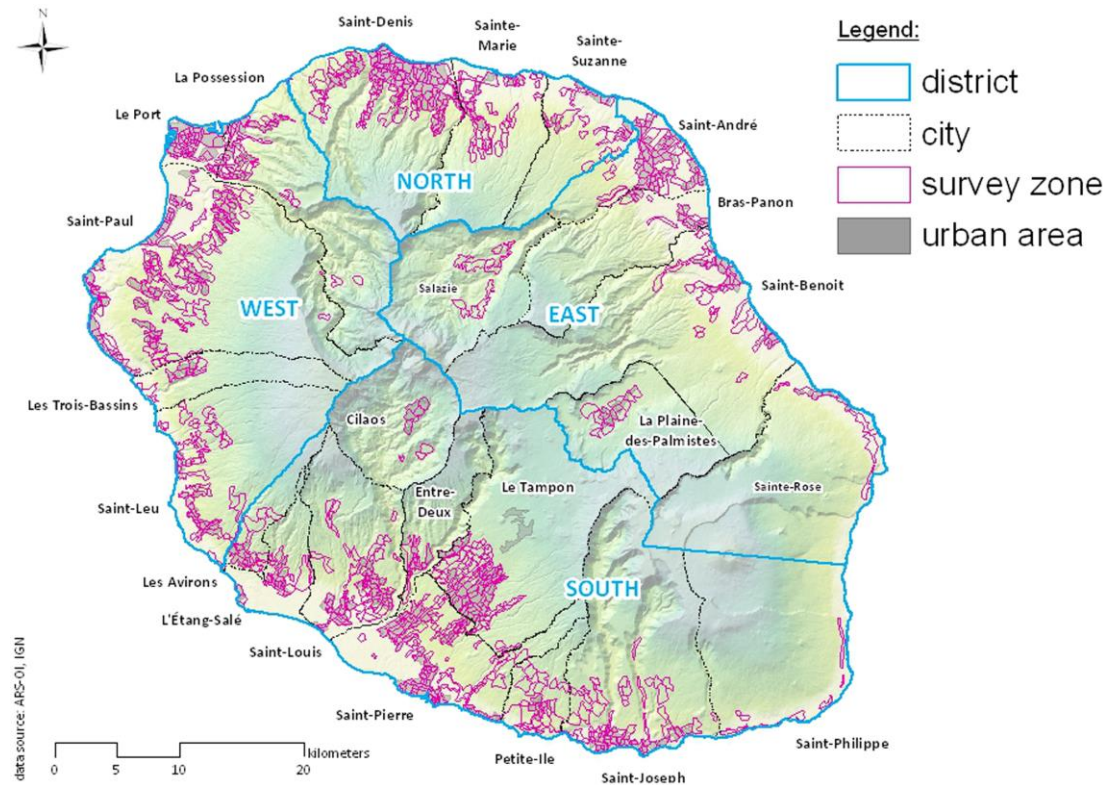
Lancement et renforcement de plusieurs dispositifs de lutte contre la dengue lors du passage au niveau 4 du plan Orsec (Dossier de presse de la préfecture et de l'ARS-OI en date du 10 juillet 2018)

- **Remobilisation de l'ensemble des acteurs** pour le renforcement des opérations coordonnées de nettoyage de quartiers, de sensibilisation du public et d'élimination des gîtes larvaires dans les zones touchées par la dengue.
- **Accélération du recrutement des contrats aidés** « Parcours-Emploi-Compétences » (PEC) dédiés au renforcement des opérations de nettoyage de l'espace public, d'élimination des gîtes larvaires, de sensibilisation de la population en porte-à-porte ou auprès de structures d'accueil du public, etc.
- **Activation du Régiment du Service Militaire Adapté à La Réunion (RSMA) en appui de la lutte anti-vectorielle** : 32 volontaires accompagnés de quatre encadrants procéderont pendant tout ce mois de juillet à des interventions sur le terrain, y compris de démoustication, aux côtés des 120 agents de lutte anti-vectorielle de l'ARS-OI. Ils viendront compléter le dispositif déjà renforcé de 28 intérimaires et de deux missions d'appui assurées par sept agents de lutte anti-vectorielle de Mayotte de l'ARS-OI (en mai et juillet).
- **Déploiement progressif de volontaires au service civique** : afin de renforcer la communication et l'information auprès du grand public, des volontaires au service civique seront prochainement mobilisables par les organismes d'accueil agréés (collectivités locales, administrations et établissements publics, associations...). Ils interviendront notamment dans les établissements scolaires, dans les centres de vacances et de loisirs ou de formation, dans les centres d'accueil pour personnes âgées, auprès des personnes défavorisées, des collectivités locales, d'associations de quartiers, communautaires, culturelles, etc.
- **Distribution de répulsifs auprès de publics cibles** : en complément des nombreuses communications rappelant régulièrement l'importance de l'utilisation de ces produits de protection, un dispositif de soutien par l'ARS-OI devrait permettre à la rentrée prochaine de distribuer gratuitement des flacons de répulsifs dans l'entourage immédiat des personnes atteintes, et ainsi contribuer à limiter la propagation de la maladie de proche en proche.
- **Sensibilisation des médecins et des pharmaciens** : il sera rappelé aux médecins généralistes l'importance de continuer à prescrire une confirmation biologique (voir Annexe 6) à toute personne présentant les symptômes de la dengue, les cas de dengue confirmés étant ensuite systématiquement transmis à l'ARS-OI par les laboratoires publics et privés de l'île. Médecins et pharmaciens seront également à nouveau sensibilisés à l'importance de la promotion des gestes de prévention.
- **Renforcement de la communication** : À la rentrée scolaire, une nouvelle grande campagne de communication sera lancée (spots radio, spots télé, campagnes d'affichage) pour continuer à rappeler à la population les gestes de prévention.

3.1.2 Moyens humains et utilisation d'insecticides

En situation inter-épidémique

À La Réunion, la LAV est organisée par l'ARS-OI en quatre zones géographiques regroupant les 24 communes de l'île (Figure 3).



Source : Boyer et al. (2014)

Figure 3 : Carte représentant les quatre zones de contrôle des moustiques à La Réunion

Le Service de Lutte anti-vectorielle (Service de LAV) regroupe 125 agents (dont 20 encadrants) qui réalisent quotidiennement des actions de surveillance, de prévention et de lutte. La responsabilité de ce service est assurée par un ingénieur du génie sanitaire et son adjoint. Le service dispose également d'un entomologiste médical. Dès les premiers cas de dengue (en 2017), le service de LAV de l'ARS-OI a été mobilisé sur le terrain pour lutter contre l'épidémie, avec une montée en charge progressive de sa mobilisation au regard de l'évolution du nombre de signalements.

En routine, le service de LAV utilise 200-300 litres d'insecticides (deltaméthrine) par an⁶ (information transmise par le service de LAV). L'utilisation des insecticides est strictement réservée aux interventions autour des habitations des malades signalés par le dispositif de surveillance des arboviroses.

Les collectivités territoriales peuvent également avoir recours, en passant par un marché public, à des entreprises privées de Désinfection, Désinsectisation, Dératisation (également appelées entreprises 3D) pour mener des actions de LAV (réalisation de traitements péri-domiciliaires par exemple, à condition d'être titulaires du « certibiocide⁷ »).

Moyens exceptionnels mis en œuvre pour faire face à l'épidémie actuelle de dengue

Depuis fin mars 2018, dans le cadre du passage au niveau 3 du plan Orsec, les 125 agents du service de LAV ont été renforcés par 29 agents intérimaires supplémentaires (qui devraient être prolongés au moins jusqu'à fin septembre 2018).

En complément, jusqu'à 40 sapeurs-pompiers volontaires du SDIS, essentiellement déployés sur les communes de Saint-Paul puis de Saint-Pierre, ont été mobilisés en renforts pour procéder aux interventions de LAV (sensibilisation de la population aux gestes de prévention, traitements mécaniques, traitements péri-

⁶ La Réunion importe environ 50 000 litres d'insecticides par an, dont environ 44 % sont utilisés par l'agriculture, 56 % par les particuliers et moins de 1 % par la LAV (en routine).

⁷ Certificat individuel qui s'obtient au terme d'une formation obligatoire de trois jours (arrêté du 9 octobre 2013 modifié relatif aux conditions d'exercice de l'activité d'utilisateur professionnel et de distributeur de certains types de produits biocides).

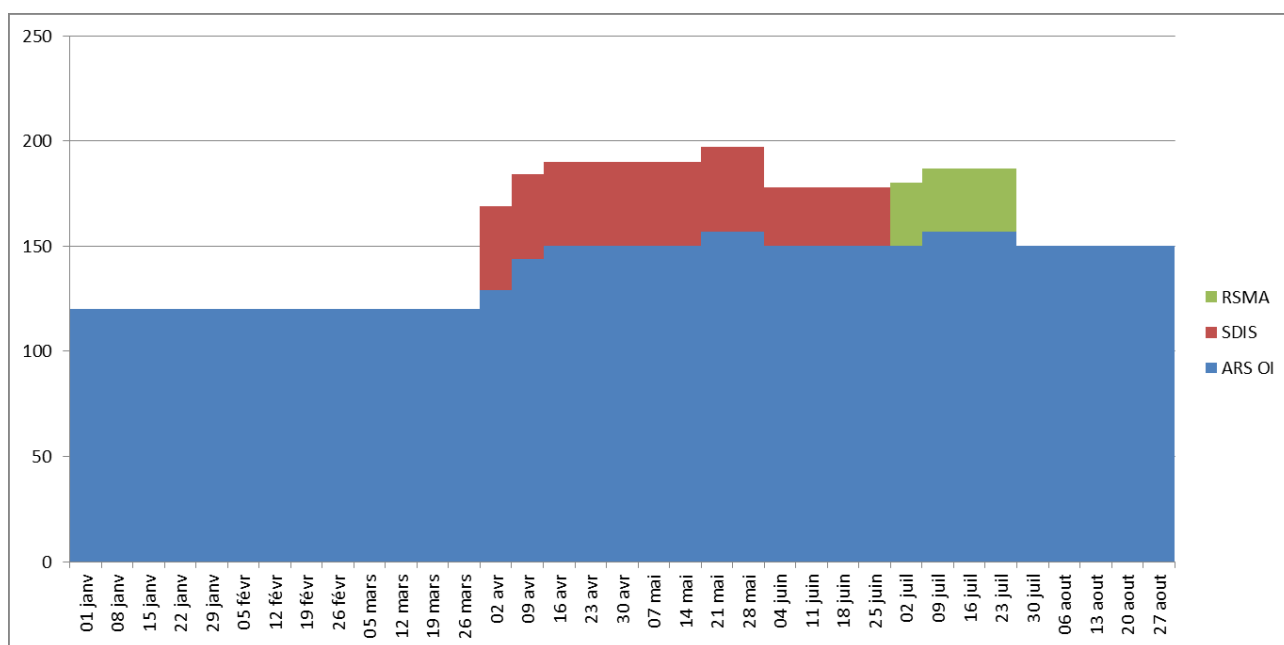
domiciliaires...), au même titre et selon les mêmes procédures que celles de l'ARS-OI. La mobilisation des pompiers a pris fin le 2 juillet (une prolongation n'était pas envisageable, compte tenu de la saison des incendies qui avait démarré).

Des équipes de la LAV de Mayotte (sept agents) sont également venus ponctuellement en appui (deux semaines en mai et trois semaines en juillet 2018) pour participer aux traitements insecticides et à la mobilisation sociale en porte-à-porte [Audition service LAV de Mayotte].

Le RSMA a également été appelé en appui des opérations de lutte anti-vectorielle au sein des quartiers touchés par la dengue. Trente-deux volontaires accompagnés de quatre encadrants ont été formés du 2 au 5 juillet 2018 aux techniques de lutte contre les moustiques (les mêmes que le SDIS). Ils ont procédé pendant tout le mois de juillet à des interventions sur le terrain, aux côtés des équipes de l'ARS-OI.

En tout, ce sont entre 150 et 200 agents qui sont mobilisés depuis fin mars 2018 pour mener des actions de LAV sur le terrain (Figure 4).

Au 15 mai 2018, le service de LAV avait utilisé 518 litres d'insecticide (information transmise par le service de LAV) pour faire face à l'épidémie de dengue (soit près de deux fois plus que la consommation annuelle habituelle).



Source : ARS-OI

Figure 4 : Évolution des moyens mobilisés pour la LAV à La Réunion depuis le 1^{er} janvier 2018

Depuis le passage au niveau 4, le recrutement des contrats aidés s'est accéléré. Des contrats PEC (« Parcours Emploi Compétences ») (400) sont mis à disposition des communes qui en font la demande pour renforcer les opérations de nettoyage de l'espace public et du domaine privé, et notamment renforcer les actions de sensibilisation de la population en porte-à-porte.

Afin de renforcer la communication et l'information auprès du grand public, des volontaires en service civique (VSC) ont commencé à être mobilisés au cours de l'hiver austral par les organismes d'accueil agréés (collectivités locales, administrations et établissements publics, associations, ...). Ces services civiques sont mobilisés sur des actions de mobilisation sociale (porte-à-porte...) et de diffusion de messages de prévention.

Ces renforts complètent le dispositif en place, en contribuant à diffuser les messages de prévention auprès de différents publics cibles lors de manifestations, d'événements, en porte-à-porte, dans des structures d'accueil ou d'hébergements de publics cibles, etc. Ils devraient notamment intervenir dans les établissements scolaires, dans les centres de vacances et de loisirs ou de formation, dans les centres d'accueil pour personnes âgées, auprès des personnes défavorisées, des collectivités locales, d'associations de quartiers, communautaires, culturelles, etc.

3.2 Mise en œuvre de la stratégie de LAV

La section ci-après (3.2) décrit, sur la base des éléments communiqués par l'ARS-OI, son service de LAV, ainsi que la Cire-OI, la mise en œuvre de la stratégie de LAV à La Réunion pour faire face à l'épidémie de dengue en cours depuis début 2018 (la stratégie mise en œuvre en situation inter-épidémique qui, bien sûr, est indispensable pour prévenir les épidémies n'est pas détaillée ici).

La stratégie de LAV mise en œuvre repose sur une intervention rapide de lutte intégrée avec insecticide et mobilisation de différents partenaires. En plus de la mobilisation du public (cf. 3.2.5), la stratégie est basée notamment sur :

- la suppression des gîtes larvaires (traitements mécaniques essentiellement et traitement larvicide au *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)) (cf. 3.2.1) ;
- des interventions systématiques en traitement adulticide péri-domiciliaire de jour (cf. 3.2.2) autour des cas isolés confirmés biologiquement (et exceptionnellement autour des cas suspectés déclarés par les médecins) et dans les foyers émergents ;
- des pulvérisations spatiales de nuit (principalement dans les foyers de transmission établie) (cf. 3.2.2). Les traitements adulticides péri-domiciliaires, comme les pulvérisations spatiales de nuit, sont réalisées avec de l'Aqua K-Othrine® (deltaméthrine). Les équipes de LAV ont des abaques pour évaluer les volumes en fonction des surfaces.

Trois types de pulvérisations spatiales peuvent être réalisés en fonction de l'accessibilité du terrain ; le choix des appareils étant réalisé sur le terrain par les agents :

- des pulvérisations de nuit UBV (ultra bas volume) dosées à 1 g m-a/ha (quantité de matière active par hectare) avec des appareils montés sur des véhicules pick-up ;
- des pulvérisations autoportées : 1) par thermonébulisation à chaud ou 2) traitement à froid.

Par exemple, dans les zones de friche, c'est la thermonébulisation qui est privilégiée (le nuage pénètre mieux dans la végétation). Dans les cours, ce sont des atomiseurs qui permettent de mieux maîtriser le flux de deltaméthrine pulvérisée [Audition ARS-OI].

3.2.1 Élimination mécanique des gîtes larvaires et traitements péri-domiciliaires autour des cas isolés et des foyers émergents

Le plan Orsec prévoit que les opérations de LAV soient réalisées autour du domicile des personnes malades (cas confirmés biologiquement et cas suspects notifiés⁸ par les médecins), dans un périmètre variable en fonction des niveaux définis par le plan Orsec (100 à 150 m au niveau 2A et 50 à 100 m au niveau 2B ou 3), et dans les zones connues de circulation du virus. Ces visites sont destinées à réduire les populations de moustiques adultes dans ces zones (par élimination mécanique, traitement au Bti des gîtes larvaires et/ou traitement adulticide péri-domiciliaire) et visent en particulier à éliminer les moustiques déjà infectés ou susceptibles de le devenir le cas échéant après avoir piqué une personne porteuse du virus de la dengue. Ces visites ont également pour objectif d'inciter la population à adopter les messages de prévention (élimination des gîtes larvaires, renforcement de la protection individuelle contre les piqûres de moustiques, consultation d'un médecin en cas de signes évocateurs...).

La recherche de « cas secondaires⁹ » a été maintenue tout au long de l'épidémie avec, au niveau 2A/2B, la réalisation d'une enquête épidémiologique menée auprès de l'ensemble des cas signalés et, au niveau 3, uniquement auprès des cas considérés comme isolés ou situés dans des foyers émergents.

Élimination des gîtes larvaires

Le nombre de maisons contrôlées varie en fonction du nombre de cas confirmés (Figure 5). Sur la période mai-juin 2018 (niveau 3 du plan Orsec), 1 400 à 1 900 maisons ont été visitées chaque semaine (soit 50 % environ des maisons dans les périmètres ciblés). Depuis le début de l'année, 31 000 contrôles de cours et

⁸ La dengue est une maladie à déclaration obligatoire (DO) sur l'ensemble du territoire métropolitain et toute l'année. Dans les départements d'outre-mer, il existe des dispositifs de surveillance et de signalement spécifiques à leur contexte épidémiologique.

⁹ Les cas secondaires sont les cas générés par une personne durant la période où elle est infectieuse, symptomatique ou non.

de jardins ont été effectués chez des particuliers conduisant à identifier environ 5 000 maisons avec des gîtes larvaires et à procéder à l'élimination de plus de 7 000 gîtes larvaires.

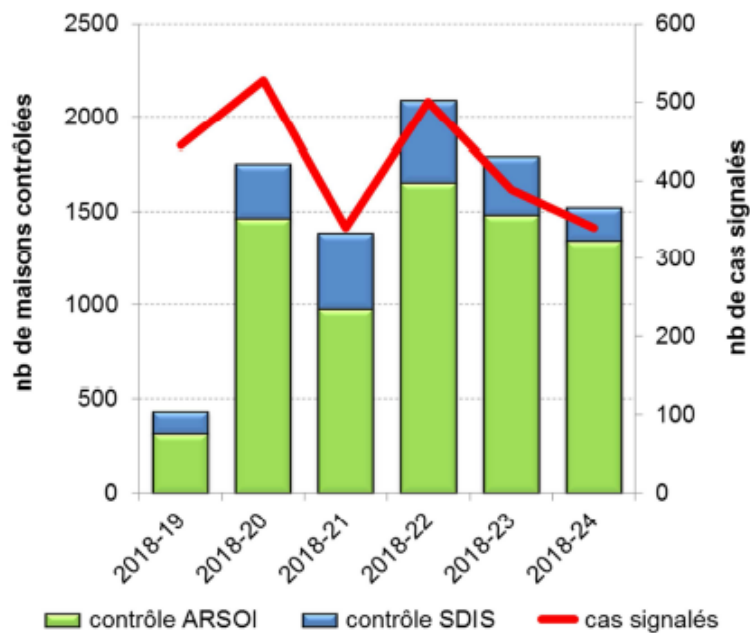


Figure 5 : Nombre de maisons contrôlées entre le 7 mai et le 17 juin 2018

Au niveau 3 du plan Orsec, le périmètre visité est d'environ 50 m autour de la maison du cas notifié (contre 100 m environ au niveau 2B) ; représentant en moyenne 24 maisons.

Hors épidémie, les agents de la LAV passent jusqu'à trois fois dans le périmètre pour faire du porte-à-porte et montrer à la population comment éliminer les gîtes. Lors du premier passage, il y a généralement environ 50 % de personnes absentes de leur domicile (personnes au travail, en sortie...) [Audition du service de LAV]. Au tout début de l'épidémie, le service de LAV a essayé de travailler le samedi matin ou de faire du porte-à-porte en horaires décalés (en fin de journée) pour assurer des taux¹⁰ de passages plus conséquents autour des tout premiers foyers, en complément des interventions habituelles. Cela a permis d'augmenter le nombre de maisons visitées. Toutefois, les agents ont observé le même pourcentage de personnes absentes le samedi que les autres jours de la semaine. Aussi, le service de LAV a décidé, au vu des moyens mobilisés, du manque de volontaires et du nombre de cas de dengue, de ne pas maintenir de passage le samedi.

Une séquence de trois passages successifs permet d'atteindre 10 % de maisons supplémentaires. Il peut y avoir jusqu'à 80 % (maximum) de maisons visitées [Auditions ARS-OI et LAV]. De plus, sur l'ensemble des maisons visitées, il y en a moins de la moitié qui sont traitées, car il n'y a souvent rien à traiter (une allée en béton, pas de jardin...) [Audition LAV]. Par souci d'optimisation des moyens, les passages successifs en porte-à-porte ont peu à peu été abandonnés dans les foyers de transmission établie, alors qu'autour des cas isolés, deux passages successifs ont pu être rétablis pendant l'hiver austral 2018, à l'occasion de la diminution du nombre de cas.

Ces visites en porte-à-porte sont l'occasion pour les agents en charge de la LAV de transmettre des messages de prévention et de procéder à l'élimination des gîtes larvaires, celle-ci peut être physique ou avec traitement larvicide en fonction de la nature des gîtes. L'élimination mécanique (élimination des coupelles, des réceptacles susceptibles de se remplir d'eau...) est privilégiée et les traitements avec larvicides (Bti) sont réservés aux gîtes permanents et inaccessibles, pour lesquels une élimination mécanique ne peut être envisagée (Figure 6).

¹⁰ Ratio entre le nombre de foyers visités et le nombre total de foyers ciblés.



Figure 6 : Traitement antilarvaire au Bti

Par exemple, les boîtiers de raccordement télécom doivent être traités au Bti tous les 15 jours (ce qui a donné lieu à une convention entre l'ARS-OI et France Télécom) [Audition LAV].

Traitements adulecticides péri-domiciliaires

Les traitements adulecticides péri-domiciliaires sont menés en journée dans les cours et jardins des particuliers grâce à des appareils de pulvérisation autoportés.

Depuis mars 2018, avec le passage au niveau 3 du plan Orsec, les interventions systématiques en porte-à-porte des équipes de traitement péri-domiciliaire de jour ont été maintenues autant que possible sur l'ensemble des cas isolés et foyers émergents (par l'ARS-OI ou le SDIS) [Audition LAV].

Fin juin, selon les données communiquées par l'ARS-OI, plus de 14 000 foyers avaient fait l'objet d'un traitement insecticide (deltaméthrine) péri-domiciliaire de jour (Tableau 3).

Tableau 3 : Synthèse des interventions et des cas signalés au service de LAV selon les périodes d'activation des niveaux du dispositif du plan Orsec à La Réunion (mai 2017 à mai 2018)

Niveau de gestion	Nbre de semaines	Cas signalés	Nbre moyen de logements par périmètre	Visites de logement	Gîtes éliminés	Maisons traitées
Niveau 2A						
Du 02 mai 2017 au 26 février 2018	42	277	47	16 622	3 829	8 978
Niveau 2B						
Du 27 février au 27 mars 2018	5	520	25	4 280	1 012	2 213
Niveau 3						
Du 28 mars au 04 mai 2018	8	2 943	24	22 057	5 617	10 777

Source : Service de LAV, ARS-OI (mai 2018)

Il aurait été nécessaire d'évaluer l'efficacité de la LAV (traitements péri-domiciliaires et élimination des gîtes larvaires notamment) au regard de l'évolution des indices entomologiques dans le temps, mais cette analyse n'a pas pu être effectuée dans le cadre de la présente expertise réalisée en urgence, dans un temps contraint.

Le cas des ravines¹¹ est particulier. En général, seules les ravines à proximité de zones urbaines présentant des gîtes productifs font l'objet d'actions de lutte anti-vectorielle, elles représentent pour toute l'île une distance linéaire cumulée de 377,4 km (voir tronçons de ravines identifiés comme prioritaires Figure 7).

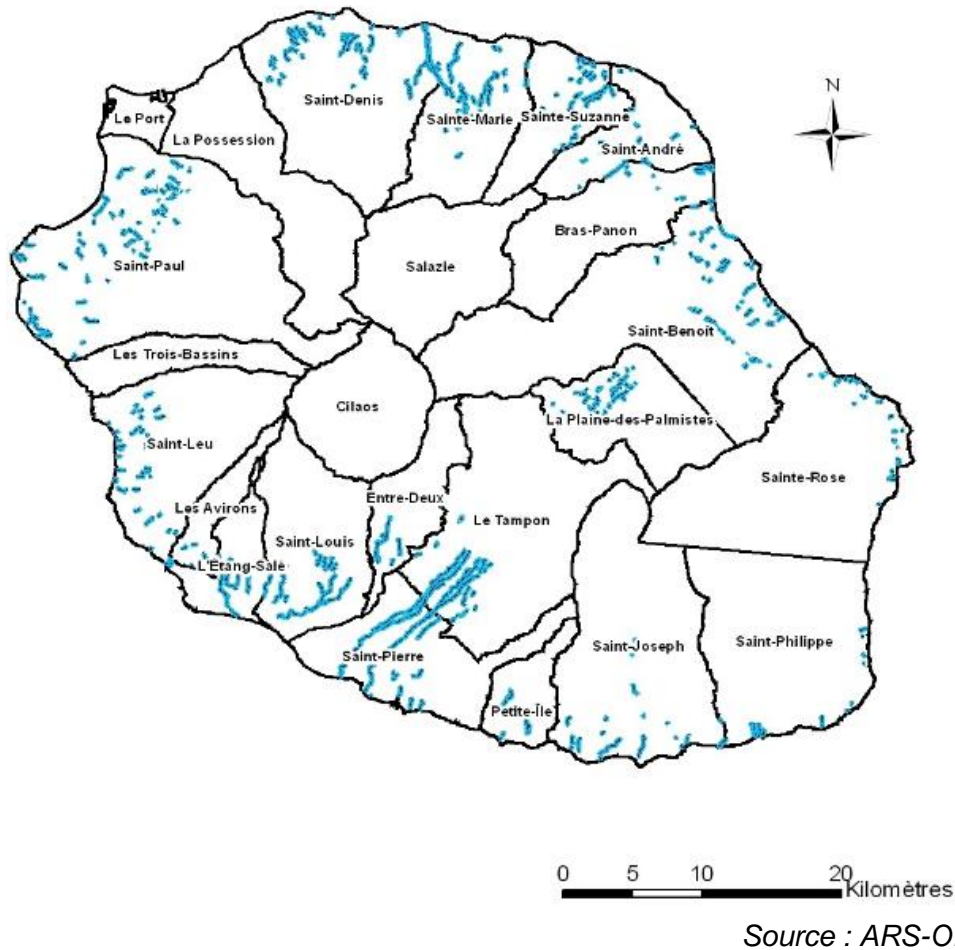


Figure 7 : Tronçons de ravines contrôlés par le service de lutte anti-vectorielle

Depuis le début de l'épidémie, les ravines situées à proximité des zones de circulation virale ont fait l'objet d'un traitement systématique par le service de LAV de l'ARS-OI jusqu'au passage au niveau 3 (les effectifs étant réorientés prioritairement sur des interventions en porte-à-porte autour des cas et des traitements de nuit). Elles n'ont ensuite plus été traitées, constituant ainsi des sources de "ré-ensemencement" potentielles en *Aedes*. Pour autant, le Préfet et l'ARS-OI ont engagé des moyens financiers dans le cadre du dispositif de contrats aidés PEC renforcé pour maintenir l'entretien de ces ravines qui était assuré jusqu'alors par le dispositif préexistant de 400 contrats aidés CAE/CUI (information communiquée par l'ARS-OI).

3.2.2 Pulvérisation spatiale de nuit autour des foyers de transmission établie

La stratégie de LAV initialement basée sur une intervention systématique de traitement péri-domiciliaire de jour en porte-à-porte autour de chaque cas jusqu'au niveau 2B du plan Orsec a évolué à partir du passage au niveau 3, le 27 mars 2018. Malgré le renforcement des moyens opérationnels de terrain dès le mois d'avril 2018, compte tenu du nombre important de cas de dengue et de l'impossibilité des services de LAV à intervenir individuellement et systématiquement auprès de chaque cas, les interventions autour du domicile des cas ont peu à peu été remplacées par des interventions nocturnes dans les zones ou quartiers de

¹¹ Une **ravine** est un lit (ou incision linéaire) creusé par le ruissellement concentré des eaux sur un versant. Les ravines réunionnaises sont des sites naturels qui comportent de nombreuses spécificités ; à ce titre, toute intervention en ravine doit requérir une attention particulière (préservation de la biodiversité et des milieux aquatiques, érosion des sols...).

circulation virale historiques et les plus actives (notamment la commune de St Paul) [Auditions ARS-OI] (Figure 8).

Dans les foyers émergents, les interventions en porte-à-porte et les traitements de jour ont été réalisés sur des zones d'intervention plus larges regroupant plusieurs cas.

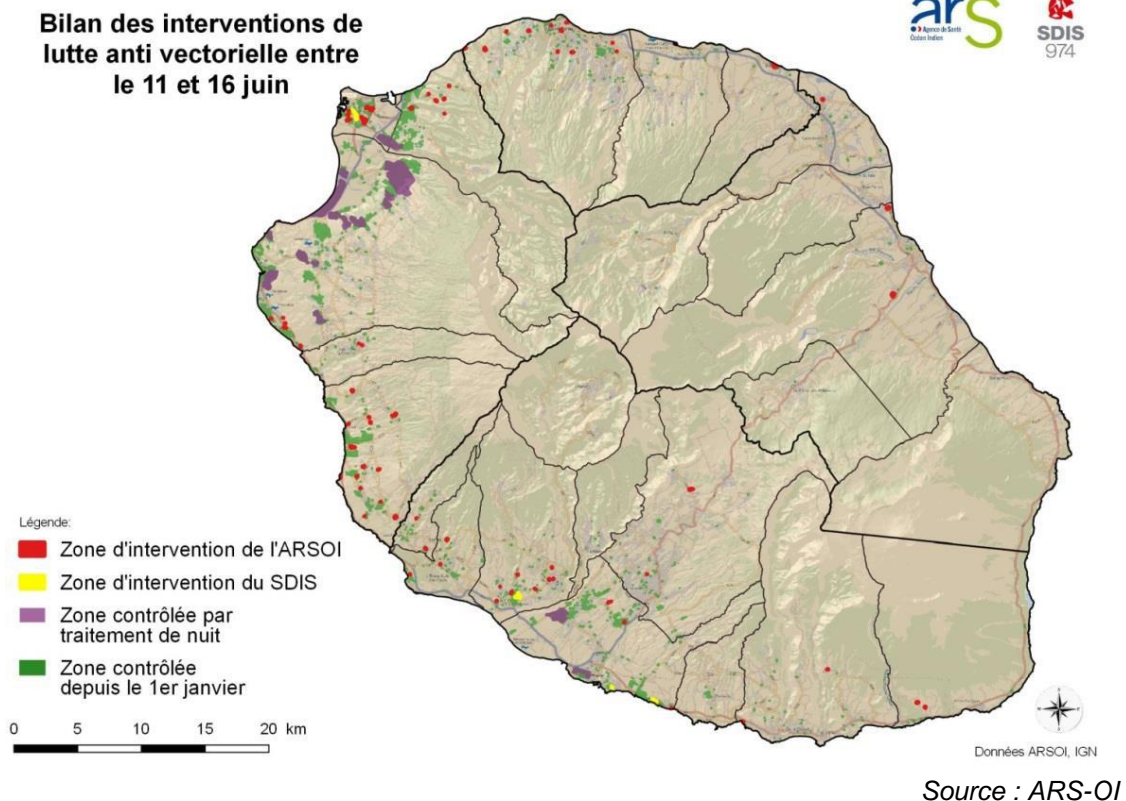


Figure 8 : Bilan des interventions de lutte anti-vectorielle entre le 11 et le 16 juin 2018

Début juillet 2018, le service de LAV dénombrait 66 opérations de traitements insecticides de nuit réalisées depuis le début de l'année 2018, avec trois véhicules de traitement ayant couvert près de 90 000 adresses.

Cependant, le traitement de nuit ne se fait pas au moment où le moustique est actif. Les moustiques *Aedes* ont en effet une activité principalement diurne avec une recrudescence d'activité le matin et en fin de journée. En Nouvelle-Calédonie ou en Martinique par exemple, les traitements sont réalisés par pulvérisation spatiale aux horaires d'activité des moustiques, c'est-à-dire en journée. À La Réunion pourtant, cela ne semble pas envisageable d'après les services de LAV, en raison de la faible acceptabilité sociale des traitements de jour [Audition de la LAV] (voir aussi § 3.3.8 sur les représentations critiques des insecticides à La Réunion).

Selon les données recueillies auprès du service de LAV, les tests d'efficacité¹² des traitements de réalisés par le service de LAV de La Réunion auraient montré qu'en pulvérisation spatiale de nuit, les moustiques n'étaient quasiment pas affectés (de l'ordre de 20 % d'efficacité par rapport au témoin), contrairement aux traitements réalisés par pulvérisation péri-domiciliaire de jour (près de 90 % d'efficacité) [Audition du service de LAV et résultats des tests d'efficacité] (voir discussion sur l'efficacité des traitements au § 3.3.5).

Ainsi, dans les zones où la circulation virale est la plus active, l'efficacité des traitements par pulvérisation spatiale de nuit mis en œuvre étant faible, la stratégie de LAV, pour être efficace, doit

¹² Pour réaliser les tests d'efficacité de pulvérisation spatiale UBV par nébulisation à froid, des cages, contenant un nombre standardisé de moustiques *Aedes albopictus*, ont été placées sur le terrain selon trois configurations : exposées, abritées, cachées. Les applicateurs n'étaient pas informés de leurs localisations et de ce fait opéraient normalement. Le taux de mortalité a été observé à la fin de l'opération [Audition ARS-OI].

donc reposer sur les traitements péri-domiciliaires, la mobilisation sociale, la réduction des gîtes larvaires et la protection individuelle. La possibilité de remplacer les pulvérisations spatiales de nuit par des pulvérisations en journée aux moments où les moustiques sont les plus actifs devrait également être envisagée, et ce changement éventuel devrait être accompagné d'un effort d'information et de communication adapté auprès de la population.

3.2.3 Actions de salubrité au niveau communal

En complément des actions de LAV réalisées par l'ARS-OI, les communes mènent des actions de salubrité publique. Le renforcement de la mobilisation des communes et intercommunalités pour la mise en œuvre d'actions coordonnées, en priorité dans les zones de circulation virale est piloté au niveau des sous-préfectures.

Le dispositif est mis en œuvre par :

- les services techniques des communes et intercommunalités ;
- les médiateurs des intercommunalités ;
- les associations du plan Ravines/LAV (400 contrats d'accompagnement dans l'emploi (CAE) et contrats unique d'insertion (CUI)) ;
- les associations Emplois Verts du Conseil Régional (250 contrats) ;
- les associations GLAIVE et SPLAR du Conseil Départemental ;
- la Croix Rouge Française.

Depuis le passage au niveau 3 du plan Orsec, le 27 mars 2018, une enveloppe exceptionnelle de contrats aidés « Parcours-Emploi-Compétences » (PEC) a été mise à disposition des communes pour contribuer à la lutte contre la dengue. Ces contrats disposent d'un renforcement du financement État et d'une aide complémentaire de l'ARS-OI, portant le taux de prise en charge à 85 % et 95 % (au lieu de 70 % et 80 %) selon les profils recrutés :

- 400¹³ « Parcours-Emploi-Compétences » pourront être recrutés pour renforcer les opérations de nettoyage de l'espace public et du domaine privé, des ravines, d'élimination des gîtes larvaires, des encombrants, ...).
- 200 « Parcours-Emploi-Compétences » pourront être recrutés pour renforcer les actions de sensibilisation de la population en porte-à-porte ou auprès de structures d'accueil du public.

Les sous-préfectures ont été chargées de l'animation de ce dispositif qui a d'abord connu une relative adhésion de la part des communes : trois mois après son lancement, sur les 600 contrats disponibles, 260 demandes avaient été exprimées par les communes au 19 juin 2018, dont une centaine encore en cours de recrutement fin juillet et 15 contrats fléchés sur des actions de médiation auprès du public.

Le 9 août 2018, sur 417 demandes, 351 contrats PEC avaient été accordés par les Préfectures, dont 271 pour des missions de nettoyage/salubrité et 80 pour les actions de sensibilisation de la population.

3.2.4 Distribution de produits répulsifs

À la demande du ministère chargé de la santé, une action de distribution gratuite de produits répulsifs a été programmée. Une distribution de répulsifs ciblée sur les personnes virémiques symptomatiques et leur entourage proche a été actée courant juin 2018. Les besoins ont été évalués à 10 000 flacons qui devraient être acheminés par voie maritime, avec une perspective de livraison fin septembre 2018 (sous réserve de l'accord de financement).

Les deux répulsifs retenus par l'ARS-OI sont les suivants :

- Insect Ecran® zones infestées Adulte, (spray 100 mL, formulé à base de DEET à 50 % - *N,N*-Diéthyl-*m*-toluamide) ;
- Insect Ecran® Enfant (sans alcool), (spray 100 mL, formulé à base d'IR3535 à 10 % - Butylacétylaminopropionate d'éthyle).

¹³ Il était fait référence à 300 PEC dans le dossier de presse du GIP-LAV dengue du 10/07/2018 lors du passage au niveau 4, nombre réévalué à 400 par la suite (information communiquée par l'ARS-OI).

Le recours aux produits répulsifs pour la protection personnelle est un outil incontournable de la lutte contre la propagation du virus de la dengue et est intégré à la plupart des supports de communication et messages de prévention diffusés par l'ARS-OI et ses partenaires [Information communiquée par l'ARS-OI].

En août 2018, la stratégie de distribution des flacons de répulsifs cutanés n'était pas encore déterminée et n'avait pas été approuvée par tous les acteurs pressentis. Le personnel de l'ARS-OI semblait réticent à le faire pour une question de mobilisation de personnes et de temps à y accorder [Audition LAV].

Finalement, les équipes de LAV de l'ARS-OI ont commencé à distribuer début septembre des produits répulsifs¹⁴ lors de leurs interventions en porte-à-porte. D'autres opérateurs intervenant déjà dans les zones de circulation virale (Croix Rouge, quelques associations communales intervenant en porte-à-porte) devraient également être impliqués.

3.2.5 Stratégie de mobilisation sociale

Aux actions de traitement, s'ajoutent celles de la mobilisation sociale décrites dans le plan de communication dengue de l'ARS-OI. Par exemple, l'ARS-OI réalise en lien avec des partenaires associatifs des actions de sensibilisation (porte-à-porte) dans les foyers de dengue ; elle organise également des événements thématiques (dans les établissements scolaires par exemple).

Des campagnes de communication généralistes sont aussi diffusées régulièrement.

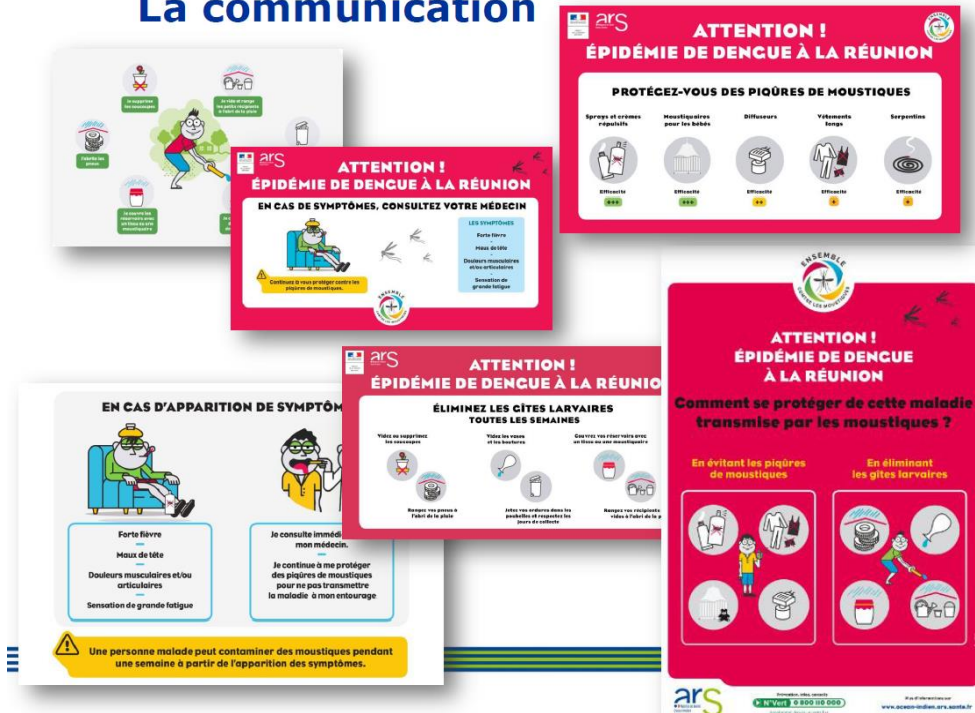
À la suite du passage au niveau 3 du plan Orsec, des communiqués de presse hebdomadaires ont fait l'objet de répercussions médiatiques et les sollicitations ont été nombreuses pour des interviews télé, radio, presse écrite et internet.

De nombreux supports de communication (voir exemples Figure 9) ont été produits par l'ARS-OI et sont à disposition des partenaires et du grand public sur le site internet de l'ARS-OI, notamment :

- communiqués de presse hebdomadaire ;
- conférences de presse sur le terrain (au niveau des sous-préfectures) ;
- affiches, flyers dans les zones touchées et aux aéroports ;
- campagne de spots radio ;
- campagne de spots télé ;
- émissions Vital sur Antenne Réunion ;
- compte Facebook « ensemble contre les moustiques » ;
- actions de sensibilisation/mobilisation sociale : participation à des réunions de quartiers, animation dans les marchés et événements, sensibilisation dans les écoles, accompagnement des partenaires dans les actions menées en porte-à-porte ;
- distribution d'autocollants « Ma maison sans moustique » ;
- ligne téléphonique dédiée (numéro vert), etc.

¹⁴ Tout savoir sur les répulsifs : <http://www.ocean-indien.ars.sante.fr/system/files/2018-09/Notice%20répulsifs.pdf>

La communication



Source : ARS-OI

Figure 9 : Exemples de supports de communication

L'ensemble des informations liées à l'épidémie de dengue sont quotidiennement mises à jour sur le site internet de l'ARS Océan Indien, ainsi que sur les réseaux sociaux :

- la page Facebook Ensemble contre les moustiques ;
- le compte Twitter des services de l'Etat à La Réunion (relai des actions sur le terrain, des messages de prévention, etc.).

En matière de communication média, afin de renforcer les messages de prévention sur la dengue, la Préfecture de La Réunion et l'ARS-OI ont lancé une campagne radio le 27 avril sur les ondes des radios Freedom, NRJ, RTL Réunion, Réunion 1ère, Radio Pikan et Néo FM. Aude Palant-Vergoz, marraine de Kass'Moustik¹⁵ 2017, a prêté sa voix à la réalisation de deux spots (en version créole et française) pour rappeler à la population l'importance des gestes de prévention. Ces spots radio ont été diffusés pendant trois semaines, suivis d'un spot télé diffusé également pendant trois semaines sur les chaînes locales.

Aussi depuis le mois de juillet, la préfecture et l'ARS-OI ont lancé une campagne pour encourager la mobilisation de tous (pouvoirs publics, communes, intercommunalités, RSMA, population...) durant l'hiver austral « Ne laissons pas la dengue passer l'hiver : tous ensemble, agissons dès maintenant ». Les outils de cette campagne se composent d'affiches et de messages visuels (Figure 10) valorisant tour à tour chaque personne, professionnel ou particulier impliqué dans la lutte contre la dengue, pour montrer l'implication de tous les acteurs concernés, mais également par la valorisation des initiatives relatives aux opérations de sensibilisation du public organisées par les partenaires sur toute l'île, auprès des habitants des quartiers les plus touchés, dans les centres d'accueil de loisirs, etc.

¹⁵ L'opération Kass'Moustik est un événement annuel créé en 2001, destinée à sensibiliser les habitants aux gestes de prévention contre les moustiques (jeu concours, signature d'une charte d'engagement -l'habitant s'engage à éliminer régulièrement les eaux stagnantes de son habitation et à sensibiliser son entourage-...).



Figure 10 : Exemple de visuels élaborés dans le cadre de la campagne d'affichage « Ne laissons pas la dengue passer l'hiver »

Cette communication, réalisée en coordination étroite avec la Préfecture, a connu néanmoins un écho modéré selon l'ARS-OI, au sein d'une population qui semble, pour l'instant, peu mobilisée sur le sujet et donc peu impliquée au quotidien dans la mise en œuvre des gestes de prévention (élimination des gîtes larvaires et protection individuelle contre les piqûres de moustiques).

Par ailleurs, l'ARS-OI dispense de nombreuses formations au porte-à-porte (Croix Rouge Française, Associations : 3i, Rotary Club, les bons z'amis...).

Au 26 juin 2018, l'ARS-OI avait sensibilisé 19 000 personnes depuis début 2018 au sujet de la dengue, via des formations, des actions de porte-à-porte ou l'organisation d'événements [selon les chiffres communiqués par l'ARS-OI], sans compter les interventions des communes et intercommunalités ou encore de la LAV en porte-à-porte (soit au final plus de 60 000 personnes sensibilisées par le service de LAV en 2018).

Enfin, il existe également des démarches de mobilisation citoyenne, portées par des associations ou des collectifs, dont l'objectif est de mobiliser la population dans la lutte contre la dengue (voir l'exemple de l'association Bandcochon développé en Annexe 8).

3.3 Analyse de la stratégie de la LAV et de son impact environnemental : éléments d'analyse et de réflexion

3.3.1 Discussion sur la coordination et la collaboration intersectorielle et l'implication des différents acteurs

En matière de coordination¹⁶ et de collaboration intersectorielle, le plan Orsec de La Réunion et les Programmes de Surveillance, d'Alerte et de Gestion des Epidémies de dengue (PSAGE dengue) qui sont mis en œuvre dans les Départements Français d'Amérique (DFA) sont basés sur les recommandations de l'OMS. Ils comprennent aussi la suppression physique des gîtes larvaires et des actions de communication adaptées à chaque territoire.

Ainsi, par exemple, en Martinique, ces actions sont décidées par une cellule conjointe Préfecture / ARS / Conseil Général, et reposent sur une mobilisation sociale via une communication de proximité, type réunions publiques. Elles s'appuient sur un réseau de « Référénts Démoustication » au niveau des 34 communes, en lien avec le SD/LAV. Les communes ne sont pas uniquement des relais, mais de véritables partie-prenantes de la LAV [Audition André Yébakima].

En matière de coordination intersectorielle, le plan Orsec mis en œuvre à La Réunion apparaît comme un outil plutôt directif et vertical. Depuis le passage au niveau 3, les référents LAV municipaux sont réunis lors

¹⁶ D'après Bilodeau *et al.* (2002 et 2003), la coordination intersectorielle repose sur une conception renouvelée du rôle du « planificateur », dont les modalités d'intervention devraient se rapprocher d'une posture d'animateur du groupe de travail et de médiateur des acteurs en présence (Bilodeau, Chamberland, and White 2002, Bilodeau, Lapiere, and Marchand 2003). Les compétences techno-scientifiques doivent laisser place à des compétences stratégiques (soit la capacité à se positionner dans un système en construction, afin de l'orienter vers un objectif de santé publique).

de réunions de coordination hebdomadaires en sous-préfectures, pilotées par des agents du service de LAV de l'ARS et des cadres du SDIS, sous l'égide des sous-préfets. Les autres partenaires sont coordonnés dans le cadre de réunions hebdomadaires à bimensuelles au centre opérationnel de préfecture (COP). Enfin, l'ensemble des partenaires est régulièrement réuni lors des séances plénières du GIP-LAV.

Des actions renforcées de nettoyage de quartier et de salubrité publique sont organisées par les communes dans les zones les plus touchées, mais avec une intensité très variable selon les communes concernées [Audition LAV]. La mobilisation des communes attendue par l'ARS-OI concerne essentiellement les actions portant sur le domaine privé. La montée en puissance progressive de la mobilisation de « PEC » et de volontaires du service civique devrait permettre de renforcer ces aspects de sensibilisation de la population et d'élimination des gîtes larvaires dans les cours et jardins particuliers.

À titre indicatif, une enquête a été réalisée par l'Anses entre le 17 et le 23 juillet auprès de l'ensemble des communes de La Réunion (voir annexe 7). Les résultats, aux vues du taux de participation, ne sont pas représentatifs de toutes les communes de l'île, mais indiquent cependant des tendances. Sur les huit communes ou intercommunalités qui ont répondu (sur les 24 communes et 5 communautés de commune sollicitées), toutes sont impliquées dans des actions de nettoyage dans le domaine public, conformément à leur mission de salubrité publique (nettoyage des espaces communaux, collecte des déchets, débroussaillage, élagage, gestion des véhicules hors d'usage (VHU)...), et, dans une moindre mesure, dans le domaine privé (certains répondants n'étaient pas informés des arrêtés préfectoraux leur permettant de rentrer sur le domaine privé). De plus, la mise en œuvre de la stratégie de LAV, parfois rattachée au service en charge de la collecte des déchets ou à celui en charge de l'environnement ne leur apparaît pas comme une mission à part entière, ce qui pourrait être un frein à la mise en œuvre de la stratégie de LAV. En général, les missions relatives à la LAV sont rattachées au service environnement ou hygiène et sécurité et leurs tâches semblent essentiellement centrées sur la collecte de déchets et l'élimination des gîtes larvaires sur l'espace public. Les changements de niveau du plan Orsec semblent avoir eu un impact sur la vigilance et la fréquence de la surveillance et de la collecte des déchets et peu ou pas sur les autres actions relevant de la LAV (selon les propos recueillis dans le cadre de l'enquête présentée en annexe 7).

En effet, les communes ont dû renforcer la collecte des déchets, le nettoyage de la voirie, les actions d'élimination des gîtes larvaires sur la voie publique et dans les ravines et également participer à l'organisation des interventions coordonnées des structures communales porteuses d'emplois aidés dans les jardins des particuliers pour l'élimination des gîtes larvaires et l'évacuation des encombrants. Elles ont également mis en œuvre des actions spécifiques du type « vide fond de cour ».

Au total, le 20 août 2018, 49 opérations de ce type ont été menées depuis le début de l'épidémie dans dix communes, dans le cadre de la coordination mise en place dans les sous-préfectures d'arrondissement, et ont mobilisés 45 partenaires (d'après les informations transmises par l'ARS-OI).

Après plusieurs mois (les communes les plus touchées comme Saint Paul ou Saint Pierre sont mobilisées depuis la fin de l'année 2017), la mobilisation des communes, qui assument, en plus de toutes leurs autres prérogatives, les actions de salubrité publique et de sensibilisation des particuliers au sein des foyers de dengue, s'essouffle naturellement. Aussi, une remobilisation du niveau communal, semble essentielle et nécessaire à l'action collective de la LAV [Audition ARS-OI].

3.3.2 Discussion sur l'articulation entre changements de niveau du plan Orsec, traitements de LAV et seuils épidémiques

D'après le plan Orsec, les changements de niveaux du plan s'établissent en tenant compte du contexte épidémiologique, entomologique, socio-sanitaire et des moyens mobilisables pour répondre à la situation. Le niveau d'intensité de l'épidémie est apprécié en fonction des critères suivants :

- « nombre de cas confirmés, hospitalisés, sévérité des formes cliniques et impact sur le système de prise en charge des patients ;
- dynamique de l'épidémie (en particulier vitesse de propagation dans l'espace et dans le temps) ;
- capacité des moyens mis en œuvre pour intervenir systématiquement autour des cas et/ou des foyers, et évolution en conséquence de la stratégie de lutte anti-vectorielle ».

À titre d'exemple, le plan indique que pour une épidémie similaire à l'épidémie de chikungunya survenue en 2005-2006, il pourrait être retenu les seuils¹⁷ suivants :

- Niveau 3 : Épidémie de faible intensité correspondant à moins de 100 cas par semaine ;
- Niveau 4 : Épidémie de moyenne intensité correspondant à 100 à 500 cas par semaine ;
- Niveau 5 : Épidémie massive, au-delà de 500 cas par semaine.

Tant que le système de santé n'est pas impacté, le critère essentiel qui dicte les changements de niveau est l'évolution de la stratégie d'intervention de la LAV en fonction de ses limites de capacités opérationnelles, considérant que chaque niveau supérieur correspond à un mode dégradé d'intervention par rapport au niveau précédent et doit donc être reporté autant que possible tant que la capacité à agir selon la stratégie du niveau précédent n'est pas dépassée.

Dans la pratique, au début de l'épidémie et conformément au plan Orsec, les traitements de LAV répondent à une stratégie d'intervention ciblée : ils étaient programmés autour de chaque cas confirmé par un diagnostic biologique (cf. discussion au § 3.3.3 ci-après) notifié à l'ARS et à la Cire Océan Indien [Audition Cire-OI]. Jusqu'au 133^{ème} cas de dengue (1^{er} trimestre 2018), le service de LAV a ainsi recueilli, via une enquête systématique menée par téléphone auprès de chaque cas, des données précises pour déterminer le lieu de contamination le plus probable et déterminer les actions de la LAV en fonction des informations obtenues. Dès la semaine 9 de 2018 (début mars), le nombre de 100 cas hebdomadaire a été dépassé et les conditions de passage au niveau 4 étaient atteintes d'un point de vue strictement épidémiologique.

Pourtant, semaine 11 (mi-mars), la préfecture a repoussé le passage au niveau 3 du plan Orsec en raison du contexte administratif. En effet, le passage au niveau 3 implique la mobilisation d'emplois aidés (PEC) en appui aux agents déjà mobilisés. Or, les conditions n'étaient alors pas réunies pour recruter ces emplois aidés, notamment en raison des modalités de financement. Finalement, le niveau 3 a été déclaré par la Préfecture le 27 mars (semaine 13), avec la mobilisation des renforts qui en découlaient.

À partir du niveau 3, bien que la stratégie de LAV était de continuer à intervenir autour du domicile des cas biologiquement confirmés, au vu de l'augmentation conséquente de leur nombre, les enquêtes ont été priorisées sur les cas isolés et ceux situés dans les foyers émergents (représentant plus de la moitié des cas signalés) à partir de mi-avril :

- pour les cas domiciliés hors des zones de circulation virale établie, des enquêtes visant à déterminer les lieux de transmission probables ont été réalisées sur toute la période par des équipes dédiées de la LAV. Elles ont permis, selon l'ARS-OI, d'orienter à chaque fois les interventions de terrain, y compris si la situation le justifiait sur des périmètres secondaires (lieux de travail, lieux régulièrement fréquentés, ...)
- pour les cas résidents au sein des foyers de dengue les plus actifs (Saint-Paul et Saint-Pierre), l'enquête systématique n'était plus réalisée et le domicile a été retenu systématiquement comme le lieu de contamination le plus probable ; de fait, il n'y a plus eu d'interventions de LAV sur les autres lieux visités (lieu de travail...).

Or, avec un vecteur diurne, c'est-à-dire piquant dans une fenêtre de temps au cours de laquelle les gens s'absentent le plus de leurs domiciles, faire l'hypothèse que le lieu de contamination corresponde préférentiellement au lieu d'habitation n'est pas forcément le plus approprié.

D'avril à juin, le nombre de cas hebdomadaire est resté élevé (entre 300 et 400), avec un pic à 502 cas en mai 2018. Le passage au niveau 4 a été décidé début juillet, indépendamment de la situation épidémiologique alors en décroissance (voir Figure 1). Ce changement de niveau a été décidé pour remobiliser les partenaires de la LAV, suite à un constat de lassitude et de démobilisation relative de ceux-ci, coïncidant au début de l'hiver austral. En effet, l'hiver austral est une saison cruciale pour limiter les risques de reprise épidémique à l'été en maintenant, voire en renforçant, la mobilisation de tous.

Dans le plan Orsec, le niveau 4 correspond à une saturation potentielle des dispositifs de LAV et de prise en charge des malades. Aussi, la décision de passage à ce niveau n'est pas strictement dépendante du niveau

¹⁷ A noter que ces seuils ont été définis à partir des données épidémiologiques recueillies lors de l'épidémie de chikungunya de 2006, mais que pour la dengue, le nombre de cas asymptomatiques est plus élevé que pour le chikungunya.

épidémiologique ; d'autres enjeux entrent en considération, en particulier les capacités de la LAV. Le changement de niveau prévoit ainsi, par exemple, l'arrêt des interventions de LAV centrées autour des cas au profit du traitement systématique de toutes les zones urbaines de l'île. Or dans les faits, cette évolution prévue lors du passage au niveau 4 n'a pas eu à être mise en œuvre, le dispositif de LAV de niveau 3 n'ayant jamais été saturé selon l'ARS-OI.

Au final, les décisions de changement de niveau du plan Orsec n'apparaissent donc pas non plus avoir été totalement en cohérence avec la réalité des moyens que l'ARS-OI était en capacité de mobiliser pour conduire la LAV.

Aussi, les experts du GECU s'interrogent sur l'intérêt du passage au niveau 4 au début de l'hiver austral. Du point de vue de la seule situation épidémique, ce changement apparaît tardif. De plus, si l'objectif était de remobiliser les partenaires de l'ARS-OI dans la LAV, ce passage au niveau 4 aurait pu être décidé plus tôt.

Toutefois, le plan Orsec ne prévoit aucun changement de mode d'intervention des communes et intercommunalités entre les niveaux 3 et 4.

In fine, les experts du GECU considèrent qu'il serait utile de revoir les critères de changement de niveau du plan Orsec.

3.3.3 Discussion sur l'utilité et les limites de la confirmation biologique systématique des cas

Conformément au plan Orsec, la surveillance épidémiologique de la dengue à La Réunion active et oriente les mesures de gestion, en particulier les interventions de LAV (voir plus loin). En début d'épidémie, il est demandé aux professionnels de santé¹⁸ de notifier tout cas suspect et de prescrire une demande de confirmation biologique (voir Annexe 6) systématique des cas, notamment pour suivre le démarrage de l'épidémie, ainsi que pour documenter le sérotype viral épidémique et sa circulation.

Les cas signalés par la Cire-OI à l'ARS-OI font ainsi l'objet d'une enquête (entretien téléphonique) par le service de LAV pour investiguer le lieu probable d'infection et les lieux visités en période virémique, afin de déterminer les périmètres d'intervention des équipes de la LAV sur le terrain.

En théorie, une fois l'épidémie installée, l'intérêt de la confirmation biologique diminue car :

- (i) un engorgement des capacités diagnostiques peut retarder la prise en charge clinique des patients fragiles ou hospitalisés, ainsi que des cas de dengue sévère ou pour lesquels un diagnostic différentiel est nécessaire (leptospirose, grippe, voire paludisme importé ...) ;
- (ii) le bénéfice individuel de la confirmation biologique est faible pour le patient (sans facteur de risque ou de signe de gravité associé), la biologie n'influençant qu'à la marge la prise en charge thérapeutique ;
- (iii) la valeur prédictive positive de la symptomatologie clinique augmente avec l'intensification de l'épidémie : un syndrome évocateur de dengue devient alors suffisant pour établir un diagnostic « présomptif ».

Le délai entre l'apparition des symptômes et le rendu des résultats de la confirmation biologique, varie de façon importante selon la méthode diagnostique employée (RT-PCR ou sérologie). Au plus court, il est de deux jours en cas de confirmation biologique par RT-PCR ; au plus long, il peut être de plus de sept jours pour une confirmation par sérologie.

De plus, de par la fréquence élevée des formes asymptomatiques, de nombreux cas de dengue échappent à toute confirmation biologique en période de circulation virale. Or, les cas cliniquement asymptomatiques

¹⁸ Dans tous points épidémiologiques, la Cire adresse le message suivant aux médecins : « *Les professionnels de santé (médecins, biologistes) doivent détecter, confirmer et signaler le plus rapidement possible les nouveaux cas de dengue importés ou autochtones pour permettre la mise en place de mesures de gestion rapides et adaptées.* »

participent au cycle de transmission ; une étude récente ayant d'ailleurs conclu que ces cas pourraient être responsables de 84 % de la transmission du virus de la dengue (par *Aedes aegypti*) (ten Bosch et al. 2018).

Au final, le nombre de cas de dengue biologiquement confirmés peut ne pas refléter l'ensemble des personnes infectées lors d'une épidémie, a fortiori une fois l'épidémie installée.

À cela, s'ajoute le fait que les capacités des laboratoires restent limitées (1 500 analyses/semaine soit 500 cas de dengue confirmés, avec un taux de positivité au plus fort de l'épidémie de 30 % globalement et de 50 % dans certaines zones). Les délais de transmission des résultats peuvent mécaniquement augmenter à mesure que l'épidémie s'intensifie (même si cela n'a pas été observé jusqu'en septembre en 2018) et à plus forte raison dans l'hypothèse d'une seconde vague épidémique de grande ampleur.

Dans la pratique, selon la Cire-OI, le délai entre la date de début de symptômes et la date de signalement pour les cas confirmés autochtones de dengue était de :

- 3,7 jours en moyenne (avec une médiane de 3 jours) avant le passage en épidémie du plan Orsec pour la période janvier-mars (au niveau 2 du plan Orsec, le passage au niveau 2B ayant eu lieu le 27 février 2018) ;
- 3,4 jours en moyenne (médiane 3 jours) pour la période avril-juin (au niveau 3 du plan Orsec) [Informations communiquées par la Cire-OI].

Le délai moyen entre le signalement d'un « cas » par les structures médicales et la mise en œuvre des opérations de LAV ne peut pas être estimé facilement¹⁹. Toutefois, en cas de vague épidémique de grande ampleur, il est évident que le fait d'attendre la confirmation biologique des cas peut contribuer à amoindrir l'efficacité des actions de LAV dans les zones de circulation active, dans la mesure où des cas secondaires peuvent survenir dans l'entourage du cas index dans l'attente des résultats, pendant toute la durée où le cas index reste virémique.

Dans la mesure où les cas sont virémiques pendant 4 à 6 jours après la date des premiers symptômes déclarés et que le délai pour la confirmation des cas est de 3,4 jours en moyenne pour la période avril-juin, cela signifie que les interventions de LAV doivent être programmées moins de 0,6 à 2,6 jours au plus tard après la confirmation biologique pour éviter l'apparition de cas secondaires. Au-delà de 48h de délai environ, les interventions autour des cas biologiquement confirmés perdent une grande partie de leur utilité.

Dans les faits, à partir de mars 2018, des interventions ont été suspendues, les cas n'étant plus virémiques au moment où la LAV devait être programmée [Auditions Cire-OI et informations LAV]. Début mai 2018, l'ARS-OI déclarait 800 cas non enquêtés, l'ARS-OI précisant que ces cas n'avaient pas vocation à faire l'objet d'une intervention en péri-domiciliaire de jour, puisqu'ils étaient situés dans des zones de circulation virale déjà connues et considérées actives. La stratégie prévoyait pour ces dernières des actions de sensibilisation et d'élimination des gîtes larvaires par les communes, intercommunalités et associations, complétées par des traitements adulticides nocturnes.

Par ailleurs, la Cire-OI a rapporté qu'avec le passage au niveau 3 du plan Orsec en mars 2018, certains professionnels de santé n'auraient plus été enclins ni à notifier tous les cas suspects dans les foyers de

¹⁹ Les explications avancées par le service de LAV sont les suivantes :

- Tous les cas n'ont pas été gérés individuellement : dans les foyers qualifiés d'« émergents », c'est-à-dire d'apparition récente avec un nombre limité de cas, chaque quartier est programmé périodiquement en actions de jour (un passage tous les deux à trois semaines). De plus, chaque cas fait l'objet d'une intervention individuelle systématique. Le seul lien entre les cas et les traitements est géographique et présent uniquement dans le SIG ;
- Sur St-Paul, la gestion individuelle des cas isolés a été abandonnée, de nombreux cas n'ont plus été couverts par des interventions individuelles. Ils ont néanmoins fait l'objet de traitements spatiaux de nuit.
- Après plusieurs passages de jour (minimum 3-4) dans les foyers, le service de LAV n'a plus réalisé que des traitements hebdomadaires de nuit sans traitement à pied de jour, afin de libérer des ressources humaines pour les foyers émergents. Les communes étaient censées y mener des actions de nettoyage renforcé. Ces traitements sont programmés sur un mois à raison d'un passage par semaine (donc quatre passages prévus par foyer) ;
- Seuls les cas isolés (dans quartier indemnes de cas) sont programmés sous 24-48h, afin d'éviter l'apparition de nouveaux foyers.

transmission établis, ni à prescrire de confirmation biologique, malgré les efforts de communication de la Cire et de l'ARS²⁰ les y encourageant [Audition Cire-OI]. Il n'est pas possible d'objectiver l'ampleur de ce relâchement des prescriptions. Des prescripteurs interrogés sur leurs pratiques lors de la validation de cas attribuaient ce relâchement :

- à l'absence de valeur ajoutée de la confirmation biologique sur le plan médical ;
- et au remplacement des interventions de LAV « ciblées » autour des lieux fréquentés par des cas, par des pulvérisations nocturnes de quartiers en zone de circulation virale établie.

La question de la pertinence du maintien de la recommandation de confirmation biologique systématique a ainsi été débattue :

- les épidémiologistes de la Cire-OI considérant tôt dans le cours de l'épidémie, un risque d'engorgement de la surveillance, de la prévention et de la prise en charge des cas de dengue dans les zones de l'île les plus touchées ;
- le service LAV de l'ARS-OI voulant poursuivre l'investigation des cas confirmés isolés ou groupés, et des cas probables groupés comme moyen de guider des actions de LAV, en particulier dans les zones les plus récemment touchées où une circulation virale n'était pas installée.

Le plan Orsec prévoit dès le niveau 3, que la surveillance populationnelle (transmission télématique de données épidémiologiques²¹ et réseau Sentinelles²²) prenne progressivement le relai de la surveillance des cas individuels, afin de suivre la progression et les tendances de l'épidémie. Puis à partir du niveau 4, le plan prévoit un recours restreint du diagnostic biologique à certains cas.

Dès la semaine 14 de 2018, le nombre hebdomadaire de cas confirmés et probables a dépassé et s'est maintenu au-delà de 300 pendant près de 10 semaines consécutives, avec un pic supérieur à 500 par semaine (en mai 2018). Or, la confirmation biologique systématique des cas a été maintenue en dépit d'évolutions notables en termes de LAV et du nombre important d'interventions à réaliser [Auditions ARS-OI, LAV et Cire-OI].

Les experts du GECU considèrent que, dans un souci d'amélioration du rapport coût-efficacité de la stratégie globale de lutte contre l'épidémie, la confirmation biologique systématique des cas devrait être recommandée davantage en cohérence avec le niveau épidémique :

En début d'épidémie, ou en cas de ralentissement avéré de la circulation virale (en lien avec l'hiver austral par exemple) ou en fin d'épidémie :

- la confirmation biologique devrait être systématique pour l'ensemble des cas signalés (comme c'est déjà le cas) ;

En phase « épidémique » (dès lors que les capacités de la LAV ne permettent pas d'intervenir autour de chaque cas de manière individuelle en moins de 48h après la confirmation du diagnostic) :

- dans les zones de circulation virale active, la confirmation biologique des cas est inutile et ne devrait plus être encouragée. En effet, les données de surveillance populationnelle devraient prendre le relai sur les confirmations biologiques individuelles (tel que cela est déjà prévu à partir du niveau 4 du plan

²⁰ le 21 février un courrier de l'ARS diffusé via l'URPS à tous les médecins généralistes précisait ceci : « *Nous vous remercions dès lors de bien vouloir signaler immédiatement à la plateforme de veille et d'urgences sanitaires de l'ARS OI :*

- *toute suspicion clinique forte de dengue, notamment en cas de signes de sévérité ;*

- *toute augmentation inhabituelle du nombre de suspicions de dengue dans votre patientèle ».*

²¹ Des médecins généralistes volontaires transmettent de façon télématique des données épidémiologiques par le biais des terminaux autonomes utilisés pour l'acheminement des feuilles de soins électroniques vers les caisses de sécurité sociale.

²² Le réseau de médecins sentinelles de la Réunion est un réseau de surveillance des virus tels que la grippe, la gastro-entérite, la dengue... s'appuyant sur la participation volontaire de 34 médecins libéraux répartis sur l'île.

Orsec) ; dans la pratique c'est ce qui, en partie, est déjà fait (voir § 3.3.2), alors que la confirmation biologique continue d'être encouragée partout ;

- la confirmation biologique devrait être réservée uniquement aux cas signalés hors des zones de circulation actives ou aux cas graves, présentant des facteurs de risques associés ou hospitalisés.

De plus, le seuil de 100 cas/semaine donné à titre indicatif dans le plan Orsec pour l'arrêt de la confirmation biologique systématique des cas (niveau 4) est basé sur l'expérience de l'épidémie de chikungunya de 2006. Il est vraisemblablement peu adapté à l'épidémie de dengue en cours du fait d'une proportion de formes asymptomatiques plus élevée et d'une capacité diagnostique plus importante. Aussi, **les experts du GECU considèrent** qu'un seuil pourrait être redéfini conjointement par les services de LAV de l'ARS-OI et les épidémiologistes de la Cire-OI en prenant en compte :

- la proportion de cas asymptomatiques attendus pour les infections par le virus de la dengue ;
- la capacité des laboratoires de l'île ;
- le recours aux soins des malades, le recours aux tests diagnostiques des médecins prescripteurs et la perception de la gravité de la dengue dans la population pouvant influencer sur l'observance des malades aux analyses prescrites ;
- le lien entre fréquence de la dengue et valeur prédictive positive de la clinique ;
- le rapport coût-efficacité dans sa globalité, y compris la prise en charge diagnostique ;
- la pertinence d'un passage d'une stratégie d'intervention de LAV autour des lieux de transmission probable pour chaque cas vers des actions de LAV à l'échelle d'un quartier, en zone de circulation virale établie.

3.3.4 Discussion sur l'adéquation mission / moyens

La mobilisation de l'ensemble des acteurs est importante depuis plusieurs mois. Cependant, fin juin – début juillet 2018, l'épidémie se poursuivait à un niveau toujours soutenu malgré l'entrée dans l'hiver austral.

Au regard des données épidémiologiques, il semble impératif de poursuivre l'effort de lutte antivectorielle pendant tout l'hiver austral et dans les semaines qui suivent, avec un niveau de mobilisation au moins équivalent à celui des semaines précédentes, pendant une durée qui devra être précisée ultérieurement, en fonction de la dynamique de l'épidémie. En effet, en termes de lutte contre la dengue, l'action préventive a un meilleur rapport coût-efficacité que l'action curative.

Or, les renforts du SDIS ont pris fin début juillet. S'ils ont été compensés pour partie par le RSMA au mois de juillet, aucun renfort n'était envisagé en août. Il est aussi primordial d'affecter des renforts à l'échelle communale. Une analyse des moyens devrait permettre d'évaluer les capacités d'encadrement, matérielles et financières.

En outre, le dispositif de contrats aidés « Parcours-Emploi-Compétences » (PEC) mis en place au moment du passage au niveau 3 (cf. § 3.1.1) semblait encore insuffisamment utilisé en juillet. Au cours de l'enquête réalisée par l'Anses entre le 17 et le 23 juillet auprès des communes de La Réunion (voir Annexe 7), certains répondants ont déclaré ne pas savoir comment faire pour avoir recours à ces emplois aidés (formulaire, personne à solliciter) et qu'en juillet-août, les conseils municipaux étant suspendus, les recrutements ne pouvaient pas avoir lieu.

3.3.5 Discussion sur l'efficacité des différents types de traitements

Les preuves d'efficacité du contrôle des *Aedes* sont limitées, étant donné que les stratégies de lutte réalisées le plus souvent en conditions épidémiques d'urgence ne sont habituellement pas évaluées (voir recommandations à ce sujet au § 4.2) et parce qu'il est difficile de produire des preuves solides dans les conditions opérationnelles du terrain (Bowman, Donegan, and McCall 2016). Ces dernières années, plusieurs revues et méta-analyses ont été produites dans ce domaine, et le paragraphe ci-après est basé sur la revue de ces travaux.

3.3.5.1. Traitements adulticides (pulvérisations avec insecticides)

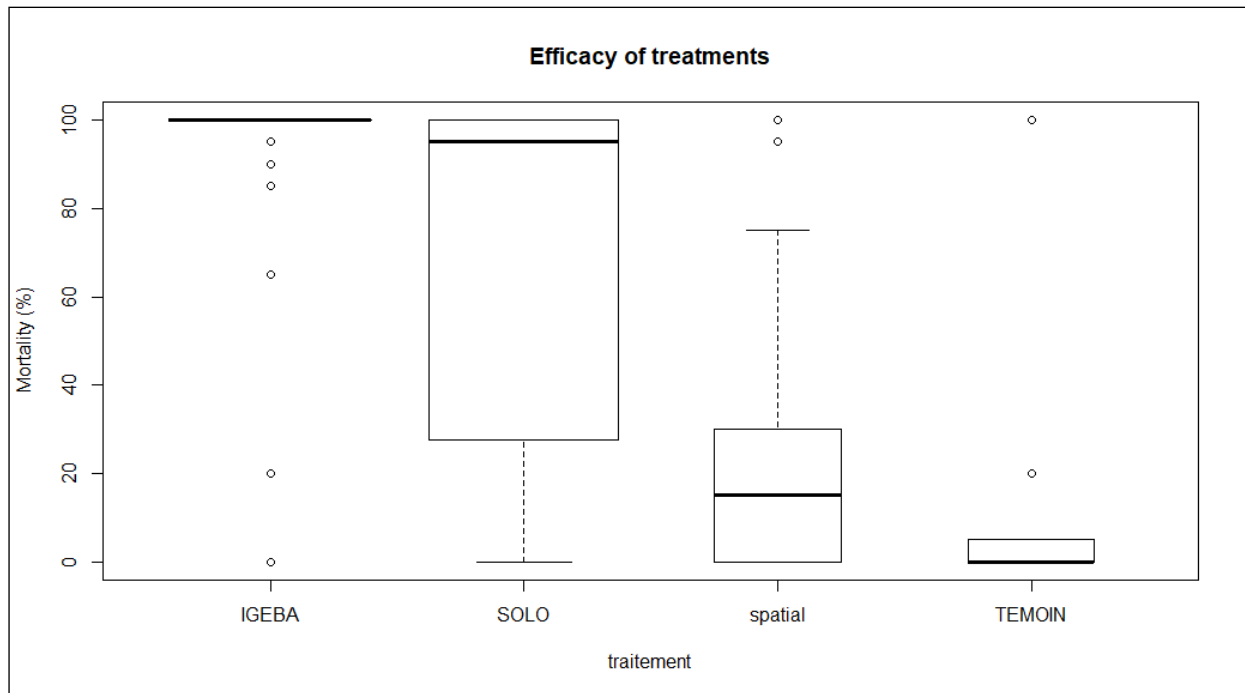
Les traitements adulticides sont faits pour réduire la densité des moustiques adultes et surtout la longévité des femelles infectées, principalement autour des cas confirmés ou suspectés en cas d'épidémie. Ces traitements ne sont cependant pas recommandés en l'absence d'épisodes de transmission virale. Deux types de pulvérisations spatiales sont utilisés, les traitements spatiaux UBV (Ultra Bas Volume) (en extérieur, péri-domiciliaires -) et les traitements à effet rémanent (à l'intérieur des maisons ou dans la végétation). Les traitements sont également choisis en fonction des espèces de moustique ciblées. En effet, *Aedes aegypti*, est une espèce principalement endophile (qui vit essentiellement à l'intérieur des maisons), alors qu'*Aedes albopictus* est principalement exophile (qui vit essentiellement à l'extérieur des maisons) et exophage, le traitement spatial est de ce fait différent pour ces deux espèces.

Chez *Aedes aegypti*, il existe des preuves de l'efficacité des traitements adulticides, en particulier pour les pulvérisations intra-domiciliaires à effet rémanent et pour les traitements spatiaux UBV ; l'impact de ces traitements spatiaux ayant été mesuré sur la transmission de la dengue ou via des indices entomologiques (Samuel et al. 2017, Stoddard et al. 2014, Erlanger T, Keiser, and Utzinger 2008, Esu et al. 2010, Bowman, Donegan, and McCall 2016).

En revanche, l'efficacité des traitements spatiaux adulticides n'a pas été démontrée chez *Aedes albopictus*, ni d'un point de vue épidémiologique, ni avec des essais randomisés contrôlés par grappes²³. Il existe cependant quelques études entomologiques observationnelles et expérimentales de terrain, dont deux études, aux États-Unis, qui ont mis en évidence une certaine efficacité des traitements de nuit sur la réduction de la densité des adultes *Aedes albopictus* (Farajollahi et al. 2012, Unlu et al. 2017). En France, Boubidi et al. ont observé une plus grande efficacité des traitements à effet rémanent en milieu naturel, comparée à des traitements spatiaux UBV sur des populations de moustiques sauvages (ce qui est cohérent avec les résultats de la LAV à La Réunion présentés sur la Figure 11) et en ont déduit que la faible efficacité des pulvérisations spatiales était due à la faible probabilité de contact entre l'aérosol et les moustiques cibles (Boubidi et al. 2016). En Italie, une étude comparant la densité des adultes *Aedes albopictus* avant et après traitement a démontré un effet des pulvérisations spatiales UBV dans la végétation, avec une réduction de la densité post traitement (Manica et al. 2016). En Chine, Li et al. ont observé une efficacité des traitements à effet rémanent à la Lambda-cyhalothrine pendant plusieurs semaines (83-98 % de réduction de la densité de population) (Li et al. 2010). En Australie, sur des îles isolées, Muzari et al. ont également mis en évidence une efficacité des traitements à effet rémanent aux pyréthrinoïdes dans la végétation, ciblant les populations de moustiques sauvages au repos, avec une réduction de la densité d'*Ae. albopictus* de 97 % en deux ans (Muzari et al. 2017).

Des tests ont été réalisés à Saint Paul à La Réunion en 2014 pour évaluer l'efficacité des appareils de traitements en conditions opérationnelles sur des moustiques en cages. Les résultats expérimentaux, communiqués par l'ARS-OI, montrent une grande efficacité des appareils de pulvérisations autoportés SOLO et IGEBA (95-99%), comparée à celle des traitements spatiaux UBV (10-20 % de mortalité) (Figure 11). Ces résultats, ainsi que les conditions météorologiques, la surface à couvrir, les coûts matériels et humains doivent être pris en considération pour décider des traitements spatiaux à mettre en œuvre.

²³ Un essai randomisé par grappes (*cluster randomization trial*) est un essai dans lequel on ne randomise pas individuellement des sujets, mais des groupes de sujets que l'on appelle des « grappes » (*clusters*).



Source : Données Dehecq, analyse Roiz.

Figure 11 : Évaluation de l'efficacité des appareils de traitements en conditions opérationnelles à La Réunion (IGEBA, n=60 ; SOLO, n=68 ; spatial, n=34 ; TEMOIN, n=24 ; Total, N=187)

L'efficacité des traitements dépend du paysage (urbain ou non, de la densité et du type d'urbanisation), de l'accessibilité du terrain, et des particularités techniques de la pulvérisation (dosage, substance, taille des gouttes d'aérosol, machine utilisée, heure d'application, vent...). La connaissance de ces éléments est nécessaire pour évaluer les paramètres qui déterminent l'efficacité du traitement et son impact sur l'environnement. La combinaison des deux types de traitements (à effet rémanent et par pulvérisation UBV) est utilisée de manière habituelle contre *Ae. albopictus*, en France et dans d'autres pays, pour traiter autour des cas et éviter les transmissions secondaires (Faraji and Unlu 2016). Le traitement à effet rémanent dans la végétation reste une méthode plus efficace, mais plus difficile à mettre en œuvre. De plus, étant donné les difficultés d'accès à certaines zones et son impact environnemental, ce traitement doit être combiné avec des traitements spatiaux UBV (Boubidi et al. 2016, Faraji and Unlu 2016).

3.3.5.2. Protections individuelles

En situation épidémique, l'utilisation de répulsifs (cutanés, serpentins, ...) peut être une méthode utile pour la protection individuelle et familiale. En l'occurrence, à La Réunion, 10 000 flacons de répulsifs cutanés (Insect Ecran® zones infestées adultes et enfants) devraient être livrés fin septembre (2018) à destination des cas isolés et de leur entourage (cf. § 3.2.4). Cependant, la demande sociale semble faible pour ce type de produits (les pharmacies ont actuellement plusieurs mois de stock devant elles) et la population semble méfiante vis-à-vis de leurs effets secondaires [Audition LAV et § 3.3.8].

Un réseau de distribution bien défini, impliquant des professionnels de santé (médecins lors des consultations par exemple), et une bonne communication sont indispensables à la réussite de ce type de démarche. Bien que le recours aux produits répulsifs soit un outil incontournable de la lutte contre la propagation du virus de la dengue, dans la pratique, les répulsifs cutanés restent assez peu utilisés par la population (Thuilliez et al. 2014).

En ce qui concerne l'utilisation des matériaux imprégnés avec des insecticides (rideaux, moustiquaires, écrans, vêtements), leur efficacité a été démontrée pour *Aedes aegypti* sur les dynamiques épidémiologique et entomologique (Bowman, Donegan, and McCall 2016).

Si des moustiquaires sont déjà vendues à La Réunion (Tableau 4), leur usage reste cependant peu répandu.

Au même titre que les répulsifs cutanés, l'usage des moustiquaires et autres protections individuelles ne semble pas véritablement ancré dans les habitudes réunionnaises [Audition LAV]. Cependant, lors d'enquêtes réalisées entre 2010 et 2013, il s'est avéré que de nombreuses personnes recouraient à d'autres types de répulsifs pour se prémunir des moustiques. Les répulsifs les plus fréquemment utilisés étant les serpentins, dont l'efficacité est moindre (BEH 2012) et l'usage réservé à l'extérieur.

D'après une enquête de Thuilliez *et al.* (2014), Les Réunionnais dépensent en moyenne 14,7 €/mois pour lutter contre les moustiques, soit un total de 46 M€/an à l'échelle de la population. Les serpentins, suivis des insecticides en aérosols, des diffuseurs à insecticides et des sprays, sont les moyens de protection individuelle les plus utilisés (Tableau 4) (Thuilliez *et al.* 2014). Il est intéressant de mettre cette utilisation en lien avec les recommandations du BEH du 29 mai 2012 (tableau n°8) sur l'efficacité des produits, les serpentins étant jugés les moins efficaces. Une approche bénéfice-risque prenant en compte l'innocuité de ces dispositifs serait également utile.

Tableau 4 : Produits achetés spécifiquement contre les moustiques à La Réunion en 2012-2013

Dans cette liste quels sont les produits achetés spécifiquement contre les moustiques en ce moment?	Non/Oui	Freq.	Percent	Cum.
Spray, crème répulsive	0 1	647 377	63.18 36.82	63.18 100.00
Bracelet répulsif	0 1	1,001 23	97.75 2.25	97.75 100.00
Bombes insecticides	0 1	484 540	47.27 52.73	47.27 100.00
Diffuseurs insecticides	0 1	634 390	61.91 38.09	61.91 100.00
Serpentins	0 1	317 707	30.96 69.04	30.96 100.00
Moustiquaires	0 1	878 146	85.74 14.26	85.74 100.00
Ventilateurs	0 1	822 202	80.27 19.73	80.27 100.00
Climatiseurs	0 1	941 83	91.89 8.11	91.89 100.00
Plaquettes électriques	0 1	825 199	80.57 19.43	80.57 100.00
Huiles essentielles	0 1	790 234	77.15 22.85	77.15 100.00
Plantes (citronnelles, géranium)	0	834	81.45	81.45
	1	190	18.55	100.00
Raquette électrique/chinoise	0 1	950 74	92.77 7.23	92.77 100.00
Rien	0 1	900 124	87.89 12.11	87.89 100.00
Autres	0	997	97.36	97.36
	1	27	2.64	100.00
Si autres, précisez*:				
	Feu	6	0,59	
	Encens	3	0,29	
	Bougies	3	0,29	

* Notes: principales réponses

Source : Enquête réalisée par J. Thuilliez et C. Bellia en 2012-2013 à La Réunion (auprès de 1 024 foyers)

L'enquête montre également que ces mesures de protection individuelle à base d'insecticides sont considérées comme « assez » ou « très dangereuses » pour la santé par 50 % des répondants et 24 % considèrent ces produits comme pas réellement efficaces (Thuilliez *et al.* 2014).

Ce type de protections individuelles mériterait d'être mieux exploité dans le cadre de l'épidémie de dengue à La Réunion, avec la participation des populations.

3.3.5.3. Contrôle larvaire

Le contrôle larvaire reste une méthode de choix qui a toujours été utilisée pour le contrôle de la dengue et autres arboviroses (fièvre jaune, chikungunya, Zika) avec de bons résultats quand il est bien fait ; c'est-à-dire avec une large couverture, de manière routinière, proactive et préventive, pas seulement en réponse à une épidémie.

La lutte larvaire nécessite des ressources humaines, financières et des formations adéquates, ainsi que la participation active des populations. Elle doit être planifiée localement en fonction de la typologie et de la productivité des gîtes larvaires dans chaque aire particulière.

Les campagnes de réduction des gîtes larvaires en porte-à-porte avec une participation sociale peuvent donner des résultats très efficaces, notamment pour lutter contre *Ae. aegypti* et la dengue, que ce soit en termes d'indicateurs entomologiques ou épidémiologiques ou dans le cadre d'essais randomisés contrôlés par grappes (Alvarado-Castro et al. 2017, Andersson et al. 2015, Bowman, Donegan, and McCall 2016, Erlanger T, Keiser, and Utzinger 2008). Le contrôle larvaire est également efficace pour lutter contre *Ae. albopictus* (Faraji et Unlu, 2016). **La mobilisation sociale est indispensable pour assurer l'efficacité des campagnes en porte-à-porte de réduction des gîtes et garantir la plus large couverture possible des maisons, entre autre pour faciliter l'accès aux propriétés privées pour les agents des mairies ou du service de LAV de l'ARS-OI** (et limiter les refus, qui sont de l'ordre de 5 % pour le service de LAV, mais qui semblent davantage problématiques selon les témoignages des collectivités).

Pour ces campagnes, les méthodes de mobilisation sociale proposées par l'OMS (OMS 2004, 2012b) peuvent être mises en œuvre, comme COMBI (Communication pour un impact comportemental - *Community Participation for Behavioural Impact*). L'utilisation d'une législation et/ou de normes adéquates, ainsi qu'une bonne coordination inter- et intra-sectorielle peuvent en augmenter l'efficacité (OMS 2012b).

L'utilisation des larvicides dans les espaces publics ou dans des gîtes permanents ou semi-permanents peut également être efficace. L'efficacité des régulateurs de croissance d'insecte (RCI) (ou *insect growth regulators* IGRs) comme le pyriproxifène a été observée, en particulier pour lutter contre les larves d'*Ae. aegypti*. Toutefois, compte tenu de son mode d'action, il ne serait pas le seul produit de choix pour une utilisation dans un contexte épidémique (Maoz et al. 2017). Bien que le Bti puisse être efficace à court terme pour réduire le nombre de larves d'*Aedes* dans des gîtes traités, il existe très peu de preuves que l'incidence de la dengue puisse être réduite par l'utilisation du Bti seul (Boyce et al. 2013). Cependant, le pyriproxifène -et autres IGR's - n'ont pas d'autorisation de mise sur le marché (AMM) en France et ne peuvent, de ce fait, être utilisés à La Réunion.

Le Bti, quant à lui, est utilisé à La Réunion pour traiter les gîtes qui ne peuvent pas être éliminés mécaniquement. D'autres solutions, comme la pulvérisation spatiale de Bti (*cold fogging*), ont été discutées avec l'EID, mais n'ont pas encore été expérimentées à La Réunion [Audition LAV] ; d'où l'importance de développer des zones pilotes où les « outils » nouveaux peuvent être mis en œuvre, adaptés et évalués, afin de servir de formation complémentaire aux agents impliqués dans la LAV. La technique de pulvérisation pneumatique de Bti (Vectobac® WG, sous forme de granulés dispersibles dans l'eau), proche du *cold-fogging*, permet d'améliorer l'épandage du larvicide à l'aide d'un appareil de nébulisation (canon *Martignani*® ou Générateur de brouillard IGEBA U40 HDM), avec une vitesse réduite (taille des gouttes : 15-20 µm ; dosage de 0,7-0,8 Kg/ha ; essais menés par l'EID Méditerranée et Rhône-Alpes) [Audition EID]. Cette technique, utilisée notamment aux Etats-Unis pour lutter contre *Ae. albopictus*, a permis d'obtenir un taux de mortalité de 90 % des larves en zone résidentielle après optimisation (Williams et al. 2014).

L'utilisation de la lutte biologique (poissons, copépodes) dans des gîtes larvaires permanents est une stratégie complémentaire en certains endroits où il y a des accumulations d'eau domestique permanentes, comme cela peut être le cas au Vietnam (Lazaro et al. 2015, Han et al. 2015, Kay et al. 2002). L'utilisation de poissons larvivores a été expérimentée de manière marginale à La Réunion dans quelques flaques de ravines, mais cela pose des problèmes liés à l'introduction de nouvelles espèces dans des milieux naturels. Cela n'a pas été poursuivi [Audition LAV]. Contrairement aux Antilles, les Réunionnais stockent très peu d'eau [Audition LAV]. Le problème du traitement des réservoirs d'eau se pose très peu et l'utilisation de la

lutte biologique ne peut pas être envisagée comme une stratégie principale à La Réunion. La lutte biologique ne peut être envisagée que comme un outil complémentaire dans une stratégie intégrée (notamment pour traiter des gîtes larvaires permanents).

3.3.5.4. Nouvelles méthodes de LAV pour adultes (recherche-action)

Ces dernières années, plusieurs nouvelles méthodes de lutte ont été développées, qui ciblent en particulier les adultes comme le piégeage massif, l'auto dissémination de pyriproxifène, la technique de l'insecte stérile (TIS), des insectes transgéniques (tels que les moustiques OX513A), les méthodes basées sur la bactérie *Wolbachia*, ou les appâts sucrés toxiques attractifs (Achee et al. 2015). Ces méthodes commencent à fournir des résultats, mais leur efficacité n'a pas encore été évaluée dans le cadre d'une utilisation opérationnelle à grande échelle. Leur efficacité pour lutter contre la dengue n'a pas encore été démontrée. Les essais pilotes sur l'efficacité de ces nouvelles méthodes doivent être encouragés, en particulier ceux concernant la technique de l'insecte stérile (TIS) ou l'utilisation de *Wolbachia*. L'utilisation de certaines de ces stratégies, en combinaison avec d'autres méthodes dans un programme de lutte intégré, pourrait être très utile pour réduire l'utilisation des insecticides, en particulier en période inter-épidémique.

3.3.5.5. Coût-efficacité de la LAV

Le coût de la dengue au niveau mondial a été estimé globalement à 9 milliards de dollars et à 40 milliards de dollars en prenant en compte des coûts indirects (Shepard et al. 2016, Selck, Adalja, and Boddie 2014). Les études sur l'épidémie de chikungunya à La Réunion en 2006 ont mis en évidence l'énorme impact économique de l'épidémie, non seulement dû aux coûts médicaux, mais aussi aux coûts indirects. Ces coûts indirects sont à mettre en relation avec, notamment, l'impact de l'épidémie sur le tourisme, la croissance économique, la protection individuelle, la productivité, les coûts supplémentaires liés au dépistage du virus lors des transfusions sanguines et la qualité de vie.

L'épidémie de chikungunya à La Réunion (2005-2006) aurait entraîné une réduction d'un point de la croissance économique, des dépenses supplémentaires en protections individuelles de 28 millions de dollars et une perte de chiffre d'affaire du secteur touristique de 30 %, avec la perte d'au moins 500 emplois (Fontenille 2009, INS 2007, Thuilliez et al. 2014).

Pourtant, comme le montrent certaines études récentes, une réduction de la densité de moustiques et du risque de transmission avec une efficacité de plus de 50 % donne toujours un rapport coût-efficacité positif et doit être mis en place de manière préventive (Fitzpatrick et al. 2017). Actuellement, les rares études s'intéressant au rapport coût-efficacité des stratégies de LAV concernant la dengue mettent en évidence un meilleur rapport dans le cadre de stratégies intégrées mettant en œuvre de la mobilisation sociale et des campagnes de réduction des gîtes, notamment à Cuba (Baly et al. 2007).

3.3.6 Discussion sur la mobilisation sociale : identification de freins possibles

La mobilisation sociale s'inscrit dans une démarche globale s'appuyant sur les individus, autant que sur les groupes sociaux et les institutions (OMS 1986). Elle ne se résume pas à une stratégie orientée uniquement vers l'information et l'éducation de la population (Cnev 2016a). Elle s'appuie sur un ensemble de publics cibles, qui va des professionnels de la santé aux professionnels du bâtiment, en passant par les garagistes (stockage de pneus), les touristes, ou les habitants d'un territoire concerné par le risque vectoriel. Pour chaque type d'acteurs, il convient d'élaborer par des professionnels des partenariats ou des stratégies de communication adaptés, afin de les informer sur leur rôle dans la gestion du risque épidémique et de prendre en compte leurs propres contraintes pour trouver des solutions adaptées.

Les acteurs institutionnels (municipalités, communautés de communes, région Réunion, etc.) sont également concernés par cette mobilisation sociale. La nomination de référents « lutte anti-vectorielle » propres à chaque institution facilite l'élaboration d'une culture commune et d'une interconnaissance, grâce à laquelle l'élaboration d'actions concertées est facilitée. La prise en compte des missions, des moyens et des limites de chacun favorise le partenariat et la collaboration. Cette démarche s'effectue sur le long terme. En Martinique, un référent technique et un référent politique ont été désignés et formés dans chaque commune pour faciliter le relais avec le service de lutte antivectorielle (Cnev 2016a), les municipalités étant des acteurs incontournables pour adopter une stratégie de LAV intégrée et cohérente pour les administrés.

À La Réunion, des référents communaux sont également désignés [selon l'ARS-OI] et en contact avec le service de LAV de l'ARS-OI, notamment pour la programmation conjointe des interventions de quartiers. Ils sont réunis à fréquence hebdomadaire en sous-préfectures depuis le passage au niveau 3 et lors des réunions du GIP-LAV. L'ensemble des collectivités sont fédérées autour de l'enjeu de la LAV dans le cadre du GIP-LAV.

La mobilisation sociale vise également à toucher et impliquer la population dans son sens le plus large. Les campagnes de mobilisation sociale les plus efficaces sont celles qui aboutissent à une appropriation des programmes de lutte des autorités sanitaires par les citoyens (Gubler, Clark 1996), qui s'impliquent activement dans des réunions publiques, des programmes éducatifs, des événements participatifs de nettoyage de quartiers, etc. (Leontsini et al. 1993, Winch, Kendall, and Gubler 1992, Kay et al. 2002, Cnev 2016b, Alvarado-Castro et al. 2017).

Dans une démarche idéale, la mobilisation sociale se fait de manière collaborative et citoyenne, dans une approche « ascendante » (*bottom-up*), et s'appuie sur « l'autonomisation » ou « conscientisation » (*empowerment*) des individus. L'autonomisation est un processus qui vise à permettre aux individus, aux groupes sociaux et aux organisations d'avoir plus de pouvoir d'action et de décision, plus d'influence sur leur environnement et leur vie. Cette approche requiert l'accès à l'information, à la connaissance et aux compétences, et se manifeste par une implication dans des processus de prise de décision, la capacité à formuler des demandes envers les institutions et les structures décisionnaires (Zimmerman 2000, Rayan 2002). Le processus d'autonomisation peut nécessiter un appui des institutions, à travers un accompagnement sur le long terme (de type COMBI (OMS 2012b)).

À l'opposé de la mobilisation sociale, se situe une démarche « descendante », s'appuyant sur la communication et l'injonction. Les connaissances et les initiatives proviennent des institutions et il est attendu de la population qu'elle s'y conforme. Cette forme de gouvernance du risque est peu efficiente (Cnev 2016a). Entre ces deux bornes, il existe un éventail de combinaisons à travers lesquelles s'articulent injonction et autonomisation.

Le porte-à-porte réalisé par le service de LAV, ainsi que « Kass'Moustik », sont des processus qui contribuent à l'autonomisation des Réunionnais, à des niveaux différents. L'un, en dotant les habitants de connaissances et d'une prise de conscience de leur pouvoir d'agir dans leur espace privé, et l'autre en impliquant des associations dans l'organisation et la réalisation d'un événement de lutte contre les moustiques vecteurs à l'échelle de leur quartier ou de l'île.

Les indices maisons (pourcentage de maisons avec des gîtes larvaires) sont, à La Réunion toujours inférieurs à 30 % au plus fort de la saison estivale pluvieuse (soit 70 % des maisons ne présentant aucun gîte larvaire au moment de la visite) et chutent en général très vite dès les premières annonces de l'apparition d'une épidémie de dengue, confirmant, a priori, les bons réflexes intégrés au sein de la population réunionnaise [informations transmises par l'ARS-OI]. Toutefois, le processus d'autonomisation pourrait être davantage accompagné pour améliorer les résultats de la lutte antivectorielle (notamment la collecte des déchets, l'utilisation de protections individuelles...).

Plusieurs études mettent en évidence l'importance de la connaissance et de la prise en compte des représentations locales des maladies vectorielles dans l'élaboration de la stratégie de LAV (Spiegel et al. 2007, McNaughton 2012, Adalja et al. 2012, Cnev 2016a). Cela permet d'adapter l'information et les campagnes de prévention aux besoins spécifiques de la population, et d'inscrire la communication dans le dialogue et la concertation, plutôt que dans la simple production de messages normés (UNICEF, 2005).

En 2005-2006, la faible perception du risque des habitants de La Réunion dans le contexte de l'épidémie de chikungunya avait entraîné une faible adhésion aux campagnes de lutte anti-vectorielle qui visaient à juguler l'épidémie (Setbon and Raude 2008). En cause, notamment, la défiance envers les pouvoirs publics lors de l'épidémie, ainsi que l'élaboration de sens puisant dans les représentations locales de la maladie, en l'absence de discours officiels clairs (Dupé, 2015). Or, le rôle du moustique dans la transmission de la dengue n'est aujourd'hui pas univoque dans la population réunionnaise. Cela peut expliquer la moindre mobilisation des habitants de l'île dans l'élimination des gîtes larvaires que lors de la pandémie de Zika, qui n'a pourtant pas touché La Réunion [audition LAV]. Lors de la réalisation d'une étude ethnographique de terrain menée entre 2010 et 2013 auprès d'habitants de l'île (Dupé 2015), il est apparu que la dengue est un terme polysémique, auquel le moustique n'est pas systématiquement associé. Selon les personnes interrogées, la

dengue pouvait avoir plusieurs sens (grippe, fièvre...). D'une part, plusieurs définitions coexistent localement, et d'autre part, certaines de ces définitions s'articulent ou s'excluent partiellement (voir Annexe 9). Cette polysémie pourrait être un frein à l'implication de la population dans la lutte contre les moustiques.

D'autres hypothèses de freins à la mobilisation sociale peuvent être envisagées, mais n'ont pas pu être investiguées dans le cadre de la présente expertise, comme :

- 1) Le rapport aux différentes arboviroses :
 - la dengue tendrait à être perçue comme moins douloureuse et moins dangereuse que le chikungunya ou le virus Zika ;
 - l'épidémie de chikungunya remonte à plus de 10 ans ; un processus d'oubli et de désengagement peut s'être plus ou moins opéré concernant les gestes de LAV ;
 - le sentiment qu'une fois que l'on est malade, le mal est fait et les piqûres de moustique importent peu (il y aurait un manque d'information et de prise de conscience sur la nécessité de protéger les malades des piqûres de moustiques, afin que leurs proches ne soient pas contaminés) ;
- 2) Le mal-développement (urbanisme, déchets), les vulnérabilités économiques (favorables au maintien de gîtes larvaires) et les logiques de report de responsabilité des populations vers la puissance publique (Mieulet and Claeys 2015) ;
- 3) Le fait que les campagnes de LAV soient encore très tournées vers les seules populations et pas assez vers les professionnels, dont l'activité est pourtant un maillon décisionnel et technique de la LAV : les professionnels de l'urbanisme, de l'architecture, du bâtiment, de l'horticulture, du jardinage et des espaces verts...
- 4) Le rapport métropole/outré-mer, etc.

3.3.7 Discussion sur l'impact environnemental de la LAV

À La Réunion, les piqûres d'*Aedes albopictus*, ont principalement lieu à l'extérieur des maisons. Les traitements par insecticide, à l'extérieur, sont complexes et leurs effets résiduels sur la végétation et la faune sont potentiellement importants, d'où la nécessité de les surveiller et de les évaluer.

Les traitements larvicides réalisés avec du Bti n'ont pas d'effets néfastes sur les invertébrés non-cibles des écosystèmes aquatiques (Lagadic, Roucaute, and Caquet 2014) et terrestres (Devillers 2013a). Alors que les toxines du Bti persistent peu dans l'environnement, les spores sont présentes pendant plusieurs années (Guidi et al. 2011).

Les traitements adulticides à la deltaméthrine nécessitent beaucoup plus de précautions du fait de la toxicité importante de cette molécule vis-à-vis de certains organismes présents dans l'environnement. La deltaméthrine, une substance active de la famille des pyréthriinoïdes est très toxique vis-à-vis des insectes, dont l'abeille (*Apis mellifera*), avec une DL50²⁴-48h orale variant de 49 à 620 ng/abeille et une DL50-48h par contact comprise entre 1,5 et 32 ng/abeille selon la formulation et les conditions expérimentales utilisées (Devillers et al., 2013a). Cependant, lors d'une étude réalisée en Martinique en conditions réelles de traitement de LAV, Devillers et al. (2013a) ont montré que lorsque les pulvérisations de deltaméthrine (nébulisation à froid, Aqua K-Othrine®, 1 g/ha) étaient réalisées à plus de 80 mètres d'un rucher avant 6 heures du matin ou après 18-19 heures le soir, les abeilles étaient protégées du risque d'accident aigu.

Cependant, la deltaméthrine peut induire des effets sublétaux chez les abeilles. Dai et al. (2010) ont montré que la deltaméthrine 2,5 EC® diminuait la fécondité des reines, ainsi que le poids des œufs et le taux de succès du développement, mais augmentait sa durée (Dai et al. 2010). Pour d'autres critères comme le poids des larves ou le taux d'émergence, les résultats étaient variables selon les années, pouvant être soit supérieurs, soit inférieurs aux contrôles. De plus, dans une autre étude, cette équipe a montré que la même concentration de deltaméthrine ne perturbait pas le comportement de ponte de la reine (Zhou et al. 2011). Devillers et al. (2013b) ont déterminé que des larves d'abeilles ayant consommé 34 ppb de deltaméthrine

²⁴ La Dose Létale 50 (DL 50) correspond à la dose provoquant 50% de mortalité dans la population d'organismes étudiée, pendant un temps donné (ici 48h), par administration unique. Elle sert à évaluer la toxicité d'une substance.

dans leur alimentation avaient le développement de leurs glandes hypopharyngiennes fortement inhibé. L'exposition de larves d'abeilles à 2 et 6 ng de deltaméthrine/abeille n'avait pas d'effet sur la longévité des abeilles adultes produites (Devilleers 2013b).

Bos et Masson (1983) ont observé que le comportement de butinage des abeilles était temporairement perturbé après un traitement à la deltaméthrine (Bos and Masson 1983). Decourtye *et al.* (2004) ont réalisé des expérimentations plus approfondies sur l'activité de butinage et d'apprentissage des abeilles exposées à de la deltaméthrine (Decourtye et al. 2004). Outre des effets répulsifs importants, ces auteurs ont observé une faible activité de butinage jusqu'à huit jours après l'arrêt d'application de la deltaméthrine, mais cet effet était réversible.

Selon les données communiquées par le service de LAV, l'ARS-OI effectuant les pulvérisations la nuit et à une distance de 125 mètres des ruchers [Audition de la LAV], toutes les conditions semblent réunies pour assurer une bonne protection des abeilles contre les intoxications aiguës. De plus, l'ARS-OI a géo-référencé 890 ruchers et incite les apiculteurs amateurs ou professionnels (environ 400) à se faire identifier afin d'éviter les accidents [Audition de la LAV]. Les apiculteurs identifiés sont également prévenus avant les opérations de traitements. Coopemiel, une coopérative de l'île réunissant une trentaine d'adhérents, contactée dans le cadre de la présente expertise, n'a signalé aucun incident. Cependant, l'évaluation d'incidents liés à la deltaméthrine reste difficilement chiffrable actuellement à cause des dégâts engendrés par le *Varroa* apparu à La Réunion en 2017 [Communication personnelle avec Coopemiel]. À la connaissance des experts de l'Anses, aucune étude *in situ* ne s'est intéressée aux effets sublétaux de la deltaméthrine utilisée pour la lutte anti-vectorielle sur les abeilles.

La deltaméthrine est faiblement toxique pour les oiseaux. Ainsi, chez *Colinus virginianus*, la DL50 est supérieure à 2 250 mg/kg de poids corporel (Commission 2002).

Dans la mesure du possible, en lien avec les associations de protection de l'environnement, l'ARS-OI s'efforce d'adapter les traitements adulticides aux contraintes environnementales liées à la présence d'espèces patrimoniales [Audition de la LAV]. Ainsi, en concertation avec l'association Nature Océan Indien, l'ARS-OI a adapté les traitements adulticides, afin qu'ils n'impactent pas le gecko vert de Manapany (*Phelsuma inexpectata*) qui est l'un des derniers reptiles autochtones de l'île de La Réunion (Sanchez and Caceres 2011).

La deltaméthrine est lipophile²⁵ et a tendance à se bioconcentrer. Elle est adsorbée par les colloïdes du sol²⁶ (Tomlin 1994). La deltaméthrine a une demi-vie de 15,5 jours sur le sol (Ortiz-Pérez et al. 2005). Sa photodégradation est fortement influencée par l'intensité lumineuse.

La deltaméthrine est également toxique pour les organismes aquatiques. Ainsi, la concentration efficace médiane sur 48h (CE50 48h) chez *Daphnia magna* est de 110 ng/L et la CL50²⁷ 96h sur la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) est de 260 ng/L (EEC, 2002). En ce qui concerne les ressources et points d'eau, l'ARS-OI déclare respecter les périmètres de protection rapprochée des captages d'eau (délimitation administrative). Elle prend en compte une bande de 50 m le long de la côte, des rivières en eau (et non toutes les ravines à régime classé intermittent), des retenues collinaires (presque absentes en zone urbanisée). Lors des traitements, les bassins privés sont référencés et une bande de 50 m est aussi adoptée [Audition LAV].

La deltaméthrine se dégrade rapidement dans l'eau avec une demi-vie variant de 8 à 48 heures. On obtient majoritairement de l'acide décaméthrinique (Br₂Ca) (Erstfeld 1999).

D'une manière générale, le comportement de la deltaméthrine dans l'environnement est fortement influencé par les paramètres abiotiques. Son comportement dans les conditions de traitements de LAV dans les DOM ne peut être que très partiellement et imparfaitement appréhendé du fait d'un manque total d'études sur le sujet.

²⁵ Coefficient de partage 1-octanol/eau (log P) = 4,6 (25 °C, pH = 7,6) (EEC, 2002).

²⁶ Coefficient de partage carbone organique/eau (log Koc) compris entre 5,7 et 6,2 (ce coefficient donne une indication sur l'aptitude de la molécule à être adsorbée ou désorbée sur la matière organique).

²⁷ Concentration Létale 50 (**CL50**) : Concentration létale qui provoque 50% de mortalité dans la population d'organismes étudiée, pendant un temps donné, par administration unique.

Si les contraintes environnementales, définies le plus souvent en concertation avec les différents acteurs concernés (associations de l'environnement, particuliers, etc.), sont prises en compte par l'ARS-OI lors des traitements de LAV, cela ne semble pas forcément le cas des entreprises 3D [CR DEAL du 25 mai – Réunion d'information sur la LAV dans le cadre de l'épidémie de dengue]. Ceci semble principalement dû à une connaissance limitée de ces contraintes et à un manque d'encadrement lors de leurs activités de traitements.

3.3.8 Discussion sur la sensibilité des populations d'*Aedes albopictus* vis-à-vis des pyréthrinoïdes à La Réunion

Au titre des éléments relatifs à l'efficacité des moyens de lutte, le présent paragraphe fait un point sur la sensibilité de l'espèce *Ae. albopictus* aux pyréthrinoïdes.

La *deltaméthrine* est une molécule chimique de la famille des pyréthrinoïdes. C'est la principale molécule utilisée comme adulticide en France dans le cadre d'opérations de lutte anti-vectorielle. Elle est utilisée à La Réunion en pulvérisation spatiale autour des cas isolés ou dans les foyers de transmission (chikungunya, dengue). La résistance d'*Ae. albopictus* aux pyréthrinoïdes, due essentiellement à un mécanisme de type *knockdown-resistance*²⁸ décrit récemment dans de nombreuses régions du monde (Chine, USA, Brésil, Inde, Bassin Méditerranéen) est en pleine expansion (Auteri et al. 2018)).

La sensibilité de six populations d'*Ae. albopictus* de La Réunion vis-à-vis de cet insecticide a été évaluée en 2010 suivant les protocoles OMS ; les résultats indiquent de bons niveaux de sensibilité pour les populations adultes testées. En effet, les valeurs de KDt50 (*KDt* = *Knock-down time*) comprises entre 8,89 et 10,77 min de KDt95 (entre 13,11 et 15,40 min), ainsi que les Ratio de Résistance²⁹ RR50 entre 0,79 et 1,14 et RR95 entre 0,91 et 1,22 indiquaient l'absence de résistance à la deltaméthrine (Jacquet et al., 2010).

Cependant, des données récentes obtenues en 2017 soulèvent la question d'un début de résistance des *Ae. albopictus* de La Réunion pour l'une des populations testées [cf. Audition LAV]. Ces données préliminaires (et non publiées) doivent être vérifiées par de nouveaux tests, en particulier dans le contexte épidémique actuel qui entraîne une utilisation accrue de la deltaméthrine et, de ce fait, une exposition plus grande des populations d'*Ae. albopictus* à cet insecticide, favorisant ainsi la sélection de la résistance. Aussi, l'utilisation de la même famille d'insecticide (pyréthrinoïdes) par les populations et les entreprises 3D contribue également à cette pression de sélection.

3.3.9 Discussion sur les représentations critiques des insecticides à La Réunion, de leurs usages et des effets associés

Les études visant à clarifier le rapport des réunionnais aux insecticides sont relativement datées, au vu de l'intensité de l'action publique (ARS, municipalités, communautés de communes) en faveur de la lutte anti-vectorielle et des effets que cela peut avoir sur les représentations locales des insecticides. Une enquête a été réalisée en 2010 (Duret P. Augustini M. 2011), une seconde en 2012 (Thuilliez et al. 2014), et une troisième entre 2010 et 2013 (Dupé, 2015). Elles ne mobilisent pas les mêmes méthodologies (sociologie, économétrie de la santé, anthropologie), mais permettent d'éclairer la connaissance sur les représentations locales des insecticides à La Réunion.

Ces éléments, bien que partiels, contribuent à orienter les recommandations sur deux points :

- l'intérêt d'utiliser des insecticides ayant un impact réduit sur la santé et sur les écosystèmes ;
- l'intérêt de maîtriser à la fois les pratiques de lutte et la communication sur les traitements effectués en cas de recrudescence des cas de dengue.

Ces enquêtes révèlent un ensemble de représentations et pratiques de lutte contre les moustiques paradoxales.

²⁸ associé à des mutations entraînant des modifications des canaux sodiques dépendants du voltage.

²⁹ Le ratio de résistance RR50 exprime :

- l'absence de résistance lorsque RR = 1 ;
- la tolérance lorsque $1 < RR = 10$;
- la résistance lorsque RR > 10.

a. La lutte chimique contre les moustiques dans l'espace domestique

L'enquête de 2012 met en évidence la corrélation entre l'augmentation des pratiques de protection contre les moustiques (lutte mécanique, chimique et répulsion) et la perception d'un risque épidémique de dengue (Thuilliez et al. 2014). D'après 52 % des répondants, le risque de survenue d'une épidémie de dengue était élevé ou raisonnable (lors de l'enquête de 2012, une petite épidémie de dengue circulait à La Réunion). Pourtant, la dengue n'était considérée comme transmise par les moustiques que par 20 % des répondants. Ces résultats mettent en évidence une corrélation entre risque épidémique (de dengue) et perception de ce risque épidémique d'une part, et risque épidémique (de dengue) et pratiques individuelles de protection contre les moustiques d'autre part ; mais un découplage entre dengue et transmission de la maladie par les moustiques.

On peut supposer qu'il y a une relative prise en compte des messages de prévention, en dépit d'une adhésion limitée à l'étiologie de la dengue relayée par les pouvoirs publics et les professionnels de soin (à savoir une transmission de cette maladie par les moustiques).

Par ailleurs, Thuilliez *et al.* (2014) mettent en évidence un usage important de produits insecticides et de répulsifs dans l'espace domestique, dont le coût total annuel estimé sur l'île équivaut à cinq fois celui dépensé par les services de l'Etat. Les produits les plus utilisés sont ceux qui ont le moins d'efficacité (Caumes 2013). Dans la continuité de ces résultats, les enquêtes ethnographiques mettent en évidence des pratiques importantes de démoustication ou d'usage de répulsifs dans l'espace domestique. La lutte mécanique est, elle aussi, de plus en plus intégrée dans les pratiques de lutte anti-vectorielle d'un grand nombre de personnes, bien qu'elle ne soit pas toujours systématique (*id est* hebdomadaire). Ces résultats sont confirmés par l'évolution des indices entomologiques depuis 2010 (Reilhes O. 2015). L'usage de pratiques peu favorables à la santé (utilisation systématique de bombes insecticides avant le coucher dans la chambre à coucher, utilisation de serpentins en intérieur, sans aération, ingestion d'huiles essentielles de géranium, etc.) ont été relevées auprès de plusieurs personnes, bien que l'un des motifs de la critique des insecticides utilisés par le service de lutte anti-vectorielle soit justement leurs effets sur la santé (voir ci-dessous).

b. Appréciations de l'usage des produits chimiques par les services publics

En s'appuyant sur l'enquête ethnographique de 2010-2013 d'une part, et sur l'analyse de discours publics produits entre 2005 et 2007 (médias³⁰, rapports d'expertise) d'autre part, il est possible de mettre en évidence les différents régimes de critique qui ont alimenté la controverse sur la campagne de démoustication de 2005-2006. Ils peuvent servir de repère pour questionner les pratiques de lutte qui seront mobilisées pour lutter contre l'épidémie de dengue en cours. Ces éléments ne permettent pas de mesurer la proportion de personnes favorables à l'usage d'insecticides, ce qui mériterait d'être effectué lors d'une enquête ultérieure.

Lors de l'épidémie de chikungunya (2006), le recours aux insecticides a été tardif, massif et peu maîtrisé (problèmes de dosages...) (Duhamel et al. 2006, Flahault et al. 2006, Saviuc 2007, Metzger 2009, Taglioni and ProdiG 2006). La rapide augmentation des effectifs du service et la coordination avec d'autres acteurs (pompiers, militaires, emplois verts) n'ayant pas de compétences en LAV ont contribué à un usage des insecticides qualifié d'« inapproprié » par certains auteurs (Saviuc 2007).

Cela a conduit à une critique virulente des insecticides dans certains médias (voir notamment (Témoignages 2005, 2006, 2014)). Le registre médiatique était initialement celui des lanceurs d'alerte, puis il a été doublé d'un registre plus sensationnel (Simonin 2011). Cette critique a été réappropriée par des hommes et femmes politiques, ainsi que par des habitants, et prise en considération dans divers rapports d'expertise (Flahault et al. 2006, Saviuc 2007, Door 2010). Cette question a donc traversé l'ensemble des acteurs concernés par l'épidémie de chikungunya, ce qui a conduit les services de l'État à prendre en compte des risques environnementaux, sanitaires et épidémiques liés à l'usage des insecticides. Lors d'entretiens ethnographiques menés entre 2010 et 2013, cette critique était encore très présente dans les discours.

La critique des insecticides a tout d'abord concerné leurs effets sur l'environnement. Elle a commencé par une prise de distance de la part des médias, en particulier du quotidien réunionnais « Témoignages ». Elle a été rapportée par les experts mandatés par le gouvernement (Duhamel et al. 2006, Flahault et al. 2006), puis réappropriée par la Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) à la fin de l'épidémie. À

³⁰ Une analyse discursive de 4 026 articles de presse écrits dans l'Océan Indien et en France métropolitaine a été réalisée avec deux logiciels d'analyse de discours : Tropes et Lexico 3 par Gudrun Ledegen et Sandrine Dupé.

partir du 13 février 2006, le Bti a été utilisé pour traiter les gîtes larvaires. Cette méthode de lutte est présentée comme « bio », et avec des effets limités sur l'environnement. Les entretiens ethnographiques menés entre 2010 et 2013 mettent en évidence la grande importance accordée au maintien des chaînes alimentaires et des écosystèmes pour réguler les déséquilibres provoqués par l'humain. L'usage des insecticides pour réguler les populations de moustiques est considéré par les habitants de l'île interrogés comme contre-productif, du fait qu'ils sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur la faune qui se nourrit de leurs larves et des moustiques adultes (Dupé, 2015). Pour les habitants qui connaissent le Bti, celui-ci est perçu comme plus respectueux de l'environnement, donc préférable (Dupé, 2015).

En parallèle, les médias ont également relayé la question de la toxicité des insecticides. Parmi les 306 articles écrits pendant l'épidémie critiquant la lutte anti-vectorielle, un tiers d'entre eux aborde la toxicité des insecticides sur la santé humaine et sur les animaux et plantes domestiques. Cela constitue un sujet d'importance, qui est réapproprié par les hommes et femmes politiques de l'île en 2006, et est fréquemment abordée dans le cadre d'entretiens menés entre 2010 et 2013 (Dupé 2015). Les effets de surdosage ont été spectaculaires : « suffocations » dans des établissements scolaires (Saviuc 2007), disparitions localement d'une partie de la faune commune (Couteyen 2008), mort d'animaux domestiques, jardins jaunies (communication personnelle : ARS-OI, et entretiens) (Dupé 2015).

Enfin, dénoncer l'usage des insecticides a été un moyen de dénoncer la prise en charge de l'épidémie par l'État. Les traitements chimiques ont été mal vécus par certains, du fait de l'intrusion, parfois virulente, des acteurs publics de la lutte dans les propriétés privées pour traiter les jardins. À cela s'ajoute la faible légitimité accordée aux pouvoirs publics pour tuer massivement les moustiques, alors qu'ils n'étaient pas considérés par l'ensemble de la population comme le vecteur du chikungunya (Setbon and Raude 2008, Watin 2008, Dupé 2015). Plus largement, les traitements chimiques ont semblé concentrer et matérialiser une problématique plus large, celles des tensions et incompréhensions entre l'État et les citoyens, retrouvés en différents territoires ultra-marins.

Ces régimes de critique semblent s'alimenter mutuellement, et renforcer les arguments tenus par les différents acteurs évoqués ici, en défaveur des insecticides, par le biais de la circulation des discours (Chateauraynaud 2011).

Toutefois, si la critique est générale, les écarts entre discours et pratiques montrent que les insecticides n'appartiennent pas encore au passé. En effet, les insecticides ne sont pas bannis des usages domestiques, où ils gardent une grande importance dans les pratiques de protection contre les insectes jugés nuisibles. À partir de l'épidémie de chikungunya, les citoyens, dans leurs représentations et pratiques, ne rejettent pas complètement les insecticides, mais « négocient » leurs interactions avec ces molécules, avec lesquelles ils entretiennent des rapports ambivalents (Dupé, 2015).

À présent, le recours massif à des traitements insecticides pourrait faire ressurgir les discours critiques produits lors de l'épidémie de chikungunya de 2005-2006. En revanche, un usage plus modéré de ces molécules (optimisation des traitements -par exemple en remplaçant les traitements adulticides spatiaux de nuit par des traitements de jour dans les ZCV-, usage de Bti ou d'autres techniques alternatives...) accompagné de campagnes de communication et d'information adaptées auprès du public constitue une piste à investiguer en faveur d'une meilleure acceptabilité sociale.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU GECU

4.1 Conclusions

Depuis le mois de juin (2018), avec l'arrivée de l'hiver austral, l'intensité de l'épidémie de dengue a diminué à La Réunion. On observait cependant toujours en juillet une distribution des cas sur l'ensemble de l'île, notamment sur les communes du Nord et du Sud. Or, le maintien d'une circulation du virus pendant l'hiver austral fait peser le risque d'une épidémie plus importante au cours de l'été austral (pluies et chaleur seront à nouveau plus favorables au développement des moustiques).

La situation pourrait alors évoluer :

- soit vers une épidémie majeure, comme ce fut le cas pour l'épidémie de chikungunya en 2006 (maintien du virus lors de l'hiver 2005 et apparition de l'épidémie l'été suivant) ;
- soit vers une endémicité avec le maintien d'une circulation virale sur une longue période, comme c'est le cas par exemple aux Seychelles depuis près de 3 ans.

Dans les deux cas, l'épidémie de dengue pourrait être à l'origine de conséquences sanitaires, économiques et politiques importantes.

Pour prévenir les effets de telles évolutions, une réponse en urgence est nécessaire. En l'absence de vaccination possible³¹, la seule stratégie envisageable à l'heure actuelle consiste à agir simultanément sur les quatre piliers de la lutte intégrée tels que définis par l'OMS : la surveillance intégrée (vectorielle et épidémiologique), les traitements de lutte anti-vectorielle (LAV), la mobilisation sociale ou participation communautaire (pour la réduction des gîtes larvaires et la protection individuelle notamment) et la collaboration et coordination multisectorielle pour mener des actions conjointes, coordonnées et adaptées au niveau de risque et au contexte local. La stratégie doit également comprendre la définition de cibles opérationnelles et d'objectifs épidémiologiques avec leurs indicateurs correspondants, ainsi qu'un suivi (interne) et une évaluation (externe).

Pour être efficace, les traitements de LAV, associés à des protections individuelles doivent combiner différentes méthodes de lutte :

- i) contre les larves : lutte mécanique et réduction des gîtes larvaires, larvicides, mobilisation sociale, porte-à-porte ;
- ii) contre les adultes : traitements adulticides par pulvérisations spatiales ;

Des méthodes alternatives complémentaires peuvent également être envisagées : utilisation massive de pièges contre les femelles gravides (« *GAT ou AGO traps* »), pulvérisations spatiales de Bti (*cold fogging*), technique de l'insecte stérile (TIS), utilisation de Wolbachia, etc. Ces méthodes doivent être préalablement évaluées en termes de coût-efficacité et de faisabilité dans un cadre pilote et dans le contexte réunionnais avant leur déploiement opérationnel.

À ce jour, la coordination intra et inter-sectorielle, ainsi que la mobilisation des communes et des populations, dont le rôle est essentiel dans la réussite de la stratégie de LAV, ont été identifiées comme les principaux leviers d'amélioration pour lutter contre l'épidémie de dengue à La Réunion.

L'expertise s'est appuyée sur les éléments d'information qui ont pu être recueillies et analysées dans un délai court s'appuyant : sur des données bibliographiques identifiées par les experts du GECU et sur les données fournies par les acteurs institutionnels, incluant des témoignages parfois divergents. Si les experts soulignent le fort engagement des acteurs dans le dispositif de LAV, l'évaluation de la robustesse des informations n'a pu être conduite de manière systématique, par les experts, conduisant le GECU à considérer qu'un travail systémique dans un contexte hors urgence mériterait d'être conduit (sur la base d'indicateurs objectivables) pour renforcer la capacité du dispositif à fournir des données robustes dans des délais contraints. Néanmoins, l'analyse de ces informations permet d'ores-et-déjà d'identifier des pistes d'amélioration, dans l'objectif de réduire les impacts sanitaires et économiques de la dengue et d'optimiser la stratégie de LAV, afin d'éviter un rebond de l'épidémie lors du prochain été austral (voir recommandations au paragraphe suivant).

4.2 Recommandations

Considérant :

- la survenue de nombreux cas de dengue dans des foyers historiques et l'apparition de foyers isolés au premier semestre 2018 ;
- le maintien d'une circulation du virus pendant l'hiver austral ;
- la présence et l'abondance du vecteur principal *Aedes albopictus* à La Réunion ;

³¹ <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=568>

- les risques d'une nouvelle poussée épidémique de dengue au retour de l'été austral ;

les experts du GECU recommandent la planification, la mise en œuvre et l'évaluation d'une série d'opérations s'organisant autour de trois axes stratégiques (voir tableau ci-après) :

- Axe 1 : Renforcer la coordination et la collaboration inter- et intra-sectorielles ;
- Axe 2 : Impliquer et mobiliser la population, développer l'information et l'éducation sanitaire ;
- Axe 3 : Déployer à grande échelle et intégrer les outils et les approches de lutte anti-vectorielle.

Ces recommandations sont destinées à renforcer et à optimiser les activités de lutte antivectorielle (LAV), afin de limiter au maximum le risque de nouvelle vague de l'épidémie de dengue à La Réunion au retour de l'été austral (fin 2018 - début 2019).

Au sein de chaque axe, les actions sont présentées par ordre de priorité décroissante. Les recommandations propres à chacun des trois axes stratégiques doivent être déployées simultanément et, au sein d'un même axe, plusieurs actions peuvent être mises en place en même temps.

Outre ces trois axes, les experts considèrent nécessaire de produire de nouvelles connaissances et de développer de nouveaux outils (*cf. infra*).

Axe 1 : Renforcer la coordination et la collaboration inter- et intra-sectorielles

Étant donné l'importance de la coordination et de la collaboration inter- et intra-sectorielles dans la réussite de la stratégie de LAV et le devoir d'exemplarité des acteurs publics impliqués dans ce domaine, cet axe apparaît comme le premier levier d'amélioration de la stratégie de LAV. Il se décompose en six actions, qui se déclinent en 15 sous-actions.

Axe 2 : Impliquer et mobiliser la population, développer l'information et l'éducation sanitaire

Le deuxième axe stratégique est celui de l'implication de la population et de la mobilisation sociale, qui comprend également des actions en faveur de l'information et de l'éducation sanitaire. Cet axe constitue également un levier majeur pour la réussite de la stratégie de LAV. Il est composé de six actions et de neuf sous-actions.

Axe 3 : Déployer à grande échelle et intégrer les outils et les approches de lutte anti-vectorielle

Enfin, le troisième axe proposé est celui concernant les activités de lutte antivectorielle proprement dite. Cet axe comprend quatre actions et onze sous-actions.

Pour chaque action et sous-action, les principaux acteurs concernés ont été identifiés, mais la liste n'est pas exhaustive.

Certaines des actions présentées dans le tableau sont déjà mises en œuvre, au moins pour partie par les principaux acteurs concernés (préfecture, ARS, communes, GIP-LAV). Toutes ces actions doivent être poursuivies ou renforcées avec l'implication de l'ensemble des parties prenantes au plus vite, afin de limiter au maximum le risque de nouvelle vague de l'épidémie avec l'arrivée de l'été austral. Seules les recommandations figurant dans une case grisée du tableau sont considérées comme moins prioritaires et pouvant être mises en place ultérieurement.

Pour compléter cette liste de recommandations à visée opérationnelle, les experts du GECU ont également établi une liste de recommandations à destination de la recherche visant à produire de nouvelles connaissances et à développer de nouveaux outils sur les vecteurs de la dengue et la lutte anti-vectorielle. Elles figurent à la suite du tableau.

À titre d'exemple mais de manière non exhaustive, des indicateurs de natures différentes (de fonctionnement, de résultat, d'impact...) sont proposés, afin d'illustrer la manière dont l'avancement de la mise en œuvre des recommandations ou le niveau d'atteinte des objectifs opérationnels fixés pourraient être évalués. Quelques-uns d'entre eux sont déjà utilisés par certains des acteurs concernés. L'élaboration systématique d'indicateurs pour chaque action mériterait de faire l'objet d'un travail à part entière pour que ces indicateurs

soient ensuite utilisés et partagés par tous les acteurs concernés (afin d'objectiver les données, de communiquer sur les actions engagées ou les résultats obtenus...).

Enfin, les modalités de mise en œuvre des recommandations ci-après mériteraient d'être débattues au sein du GIP-LAV. En effet, cela pourrait faciliter la prise en compte (donc la valorisation) et l'articulation des savoirs et pratiques de chacune des parties prenantes et l'implication de ces dernières dans leur mise en œuvre effective.

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
Axe 1 : Renforcer la coordination et la collaboration inter- et intra-sectorielles			
Renforcer l'implication et l'adhésion de tous les acteurs concernés en maintenant une coordination au niveau du GIP-LAV, afin de donner une cohérence aux actions.	<p>Organiser rapidement une rencontre réunissant les principaux acteurs de la LAV pour :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) faire un bilan de la coordination et de la collaboration entre les différents acteurs et faire émerger les éléments de contexte de chacune des parties prenantes (leurs rapports de pouvoirs, leurs valeurs, ce qui les unit ou les divise) ; 2) identifier et reconnaître les limites, obstacles, challenges de la collaboration ; 3) proposer des solutions en tenant compte aussi des savoirs scientifiques et expérimentiels, ainsi que des recommandations de la présente expertise. 	Préfecture, ARS, GIP-LAV, communes, Conseil départemental, régional	<p>Exemple d'indicateurs de fonctionnement : Nombre de traitements péri-domiciliaires, nombre de maisons visitées, nombre des formations...</p> <p>Il serait intéressant d'installer un suivi régulier de ces indicateurs d'activités, afin d'évaluer la cohérence des actions et l'implication de tous les partenaires.</p> <p>Ceux-ci pourraient être valorisés dans le but d'inciter la population à agir.</p>
	Inciter les communes à s'engager davantage sur les moyens (humains, matériels, financiers) qu'elles apportent à la LAV dans le cadre du GIP-LAV.	Préfecture, communes, GIP-LAV	
	Associer davantage le GIP-LAV à la décision de changement de niveau du plan Orsec (voir aussi recommandation concernant la révision du plan Orsec ci-après dans l'axe 1).	Préfecture, ARS, GIP-LAV	
	Multiplier les relais sur le terrain (Collectivités territoriales, Éducation Nationale, entreprises, secteur touristique, représentants des différents cultes, personnalités publiques...)	GIP-LAV, Collectivités territoriales, Éducation Nationale, entreprises, secteur touristique...	

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
Renforcer le rôle des référents communaux et les désigner <i>intuitu personae</i> lorsque cela n'est pas déjà le cas.	<p>Mettre en place un binôme de référents municipaux dans chacune des communes de La Réunion : un référent technique et un référent politique (élu) clairement identifiés, afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de servir de relais « LAV » sur le terrain ; • d'intégrer au niveau de la commune l'ensemble des actions liées à la LAV et de développer des stratégies locales, notamment en ce qui concerne le choix de nouveaux relais de mobilisation sociale (associations, entreprises...); <p>de permettre au maire d'assurer une communication homogène avec les différentes instances qui le sollicitent.</p>	Communes	Exemple d'indicateur de résultat : Pourcentage de communes ayant pu désigner un binôme de référents LAV municipaux
	<p>Fédérer les référents en réseau, en lien avec les services de LAV de l'ARS-OI, afin de favoriser l'échange d'expériences et la recherche commune de solutions.</p> <p>Adopter une stratégie d'animation de réseau plutôt que de pilotage, afin de favoriser l'appropriation, le partage d'expériences et l'émergence de solutions nouvelles</p>	LAV-ARS, communes	Exemples d'indicateurs de fonctionnement : Taux de participation des référents aux réunions, nombre de réunions.
	<p>Former périodiquement tous les référents aux enjeux et aux techniques de la LAV.</p>		Exemples d'indicateurs de fonctionnement : Nombre de formations réalisées. Exemples d'indicateurs de résultat : 100 % des référents formés.
	<p>Impliquer les référents, au moins une fois l'an, dans la mise en place d'ateliers de dé-moustication, une journée de lutte contre le moustique et des opérations telles que « Kass'Moustik »...</p>		
Organiser des réunions publiques dans les communes (en priorité dans	<p>Les objectifs de ces réunions sont multiples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incarner la lutte contre les moustiques, via plusieurs acteurs du GIP-LAV (ex : municipalités et / ou communautés de 	Communes ou communautés de communes,	Proposer une fiche d'évaluation aux personnes ayant participé aux réunions publiques,

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
<p>les zones de circulation virale (ZCV) active, en second lieu dans les foyers émergents).</p>	<p>communes et ARS-OI) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informer sur les enjeux sanitaires, économiques et sociaux liés à l'épidémie de dengue (début de l'épidémie, symptômes, spécificités par rapport à la dengue telle que définie dans les représentations locales, le rôle univoque d'<i>Aedes albopictus</i> urbain dans la transmission, les modalités de gestion du risque, le contexte épidémiologique mondial, les différents sérotypes et les risques de dengue hémorragique) ; • Donner une place au vécu de la maladie, des malades, en laissant s'exprimer des personnes qui en ont été atteintes ; • Présenter la bio-écologie du vecteur, les modalités de lutte existantes, les avantages et inconvénients de chacune, les actions individuelles possibles, en laissant la place au débat et adopter des solutions consensuelles entre les acteurs ; • Présenter les modalités de prévention du risque retenues par le GIP-LAV ; • Mobiliser au maximum les habitants du quartier concerné avant une éventuelle flambée épidémique. <p>Ces réunions pourraient associer les référents « LAV » des communes et autres membres du GIP-LAV, ainsi que des experts. L'enjeu est de favoriser la collaboration au sein du GIP-LAV et l'affichage public d'acteurs impliqués dans la lutte</p>	<p>GIP-LAV, ARS</p>	<p>reprenant notamment l'ensemble des objectifs cotés ci-contre.</p> <p>Mettre en place des outils d'évaluation (enquêtes longitudinales périodiques) des différentes actions de mobilisation sociale menées (outils pédagogiques, opérations de grande envergure, etc.) permettant de mesurer l'évolution des connaissances, mais surtout les modifications comportementales.</p>
<p>Maintenir les moyens humains et logistiques renforcés pendant l'hiver austral et au retour de l'été austral, notamment pour assurer la lutte mécanique</p>	<p>Accélérer la mise en place du dispositif de contrats aidés « Parcours-Emploi-Compétences » (PEC) dans les communes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simplifier la procédure de recrutement par les communes ; • Réaliser la formation accélérée des agents concernés et des volontaires du service civique (VSC) 	<p>Préfecture, communes, ARS</p>	<p>Exemple d'indicateur de résultat : pourcentage de contrats mis en place par rapport à l'objectif chiffré préalablement défini.</p>

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
contre les gîtes publics et privés.	Recourir le cas échéant au vivier d'agents des services de LAV français (métropole et outremer)	Secrétariat général des ministères chargés des affaires sociales, GIP-LAV	
Renforcer le rôle des communes et des communautés de communes dans la LAV.	Évaluer les moyens (humains, matériels...) mis en œuvre au service de LAV par les mairies dans le cadre du GIP-LAV. Analyser pour chaque commune les moyens supplémentaires mobilisables, afin de s'assurer de la bonne ventilation des renforts pour mettre en œuvre la stratégie de LAV.	Communes ou communautés de communes	Exemple d'indicateur de fonctionnement : Nombre d'ETP mobilisés.

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
	Élaborer des Plans Communaux de Sauvegarde ³² (PCS) concernant les épidémies d'arbovirus lorsque la commune n'en dispose pas.	Communes	Exemple d'indicateur de fonctionnement : Pourcentage de communes ayant un PCS et nombre de communes ayant élaboré un PCS au cours de l'épidémie.
Réviser le plan Orsec.	<p>Plusieurs points du plan Orsec pourraient être revus, concernant notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'élaboration de nouveaux seuils épidémiologiques pour définir les niveaux du plan Orsec dans le cas d'une épidémie de dengue (voir aussi axe 3 et § 3.3.3 de l'avis) ; • le fait de baser la confirmation biologique des cas sur des niveaux épidémiologiques et non sur les niveaux du plan Orsec ; • la manière d'impliquer les différents acteurs du GIP-LAV dans la décision de changer de niveau du plan Orsec ; • l'élaboration de critères objectifs pour définir les « Zones de circulation virale » (ZCV) (et faciliter la gestion opérationnelle de la LAV) en impliquant tous les acteurs concernés ; • le remplacement des pulvérisations spatiales de nuit, dont l'efficacité est faible, par des pulvérisations de jour en fonction des résultats des études de faisabilité recommandées ci-après (Axe 3). 	Préfecture, ARS, Cire, communes, GIP-LAV	Objectif de résultat : rédaction et validation d'une nouvelle version du plan Orsec

³² L'objectif du plan communal de sauvegarde « arboviroses » est de se préparer préalablement en se formant, en se dotant de modes d'organisation, d'outils techniques pour pouvoir faire face à une épidémie et éviter ainsi de basculer dans une crise.

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
Axe 2 : Impliquer et mobiliser la population, développer l'information et l'éducation sanitaire			
Organiser la lutte communautaire de manière à renforcer l'implication et la mobilisation de la population dans les actions de LAV.	<p>Informers la population préalablement au passage des agents communaux en porte-à-porte, afin d'augmenter le taux de pénétration des agents dans les propriétés privées et laisser une fiche de passage chez les absents, avec les informations sur les gestes à éviter et les gestes à pratiquer pour éviter d'avoir des moustiques chez soi.</p>	Communes ou communautés de communes	Mettre en place des outils d'évaluation (enquêtes longitudinales périodiques) des différentes actions de mobilisation sociale menées (outils pédagogiques, opérations de grande envergure, etc.) permettant de mesurer l'évolution des connaissances, mais surtout les modifications comportementales.
	<p>Démultiplier les relais de mobilisation en faisant appel à toutes les composantes sociales, notamment au milieu associatif.</p>	Communes ou communautés de communes, associations, entreprises...	
<p>Requalifier la maladie en « dengue du moustique » ou « dengue transmise par les moustiques » dans tous les supports et campagnes de communication officielles, afin de limiter les incertitudes liées à la polysémie du terme « dengue ».</p>	<p>Par exemple, la production de spots télé et radio pourrait éventuellement prendre à son compte la polysémie du terme de dengue. L'humour – avec l'utilisation notamment du qui pro quo – est un levier permettant de reconnaître cette polysémie tout en précisant de quelle dengue il s'agit lorsque l'on parle d'épidémie et de lutte contre les moustiques.</p> <p>Tenir compte des spécificités culturelles et utiliser le créole.</p>	Communicants (presse régionale, radio, télévision...)	

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
<p>Informers les patients et les voyageurs de la nécessité de consulter un médecin en cas de signes évocateurs de la dengue et de se protéger des piqûres de moustiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •aux personnes ayant des signes évocateurs de dengue : il est nécessaire d'aller consulter un médecin (pour leur prise en charge et la surveillance de l'épidémie) et de continuer à se protéger des piqûres pour protéger leur entourage en utilisant des protections individuelles (répulsifs et moustiquaires) ; •aux voyageurs en provenance d'une zone où la dengue est endémique (ex : Mayotte, Thaïlande) : il est nécessaire de se protéger des piqûres à leur arrivée à La Réunion, afin de limiter la possibilité d'introduction de la dengue, en particulier d'autres sérotypes du virus sur l'île et de consulter un médecin en cas de signes évocateurs de la dengue dans les 2 semaines qui suivent leur arrivée ; •aux voyageurs susceptibles d'être infectés au départ de La Réunion vers d'autres territoires (notamment Mayotte et la métropole), il est nécessaire de se protéger des piqûres de moustiques une fois arrivés à destination, afin d'empêcher la contamination éventuelle des moustiques locaux par le virus de la dengue et de consulter un médecin en cas de signes évocateurs de la dengue dans les 2 semaines qui suivent leur arrivée ; •aux voyageurs à destination de zones où la dengue est endémique : les informer sur le risque amplifié (risque de dengue hémorragique notamment) suite à une infection par un sérotype de dengue différent de celui responsable de la première infection. 	<p>Personnels de santé, secteur touristique</p>	
<p>Valoriser les actions et les acteurs du GIP-LAV qui s'impliqueraient aux côtés de l'ARS-OI.</p>	<p>Médiatiser (court reportage télévisé, par exemple) les réunions publiques organisées dans les communes, pour démultiplier leur diffusion.</p>	<p>Presse régionale, télévision</p>	<p>Exemple d'indicateur de résultat : Nombre d'articles de presse publiés, nombre de reportages mis en ligne ou diffusés à la télévision, nombre de vues...</p>

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
Promouvoir de nouveaux outils et supports de lutte utilisables par les communautés elles-mêmes, s'appropriant ces outils en changeant et adaptant les messages pour éviter des phénomènes de lassitude et en impliquant des agents qui font du porte à porte ou des associations en contact avec la population.	Exemples de supports multiples qui pourraient être envisagés : sacs (<i>tote bag</i>), informations déroulantes sur les écrans des guichets automatiques des banques, envois de SMS ou campagnes téléphoniques...	Presse régionale, entreprises du secteur privé (hôtellerie...), associations, ARS	
	Diffuser une émission de télévision sur <i>Aedes albopictus</i> , la LAV, la dengue (s'inspirant par exemple de l'émission « chik action » qui a eu lieu à la fin de l'épidémie de chikungunya).	Télévision	
Réaliser des campagnes de communication sur les moustiques et les moyens de se protéger des piqûres en milieu scolaire.	Mettre en place une convention entre le rectorat et l'ARS-OI pour prévoir des enseignements sur les maladies vectorielles, etc.	Éducation nationale, ARS	
	Promouvoir les jeux existants ³³ sur le sujet ou en créer de nouveaux, adaptés aux enfants de différents âges		

³³ Par exemple, l'EID Méditerranée a développé des vecteurs de communication spécifiques pour les écoles sur les moustiques nuisants (Kits, jeux de cartes, jeux de société, ...), l'ARS-OI et le Rectorat de l'académie de La Réunion ont également réalisé un guide pédagogique dédié au virus de la dengue à destination des élèves du CE2 au CM2.

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
Axe 3 : Déployer à grande échelle et intégrer les outils et les approches de lutte anti-vectorielle (LAV) en prenant en compte la faisabilité de telles méthodes dans le contexte réunionnais, les risques sur la faune non cible et l'empreinte carbone, ainsi que le rapport coût-efficacité de ces méthodes			
<p>Traiter en priorité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les foyers émergents ou les cas isolés pour limiter l'apparition de nouveaux foyers, - les établissements recevant un public (ERP) sensible (hôpitaux, crèches, écoles -notamment avant la rentrée scolaire-, maisons de retraite...); - les cas présentant un nouveau sérotype le cas échéant. 	<p><u>Autour des sites prioritaires</u> (foyers émergents, cas isolés, ERP), réaliser :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une lutte larvaire proactive (mécanique et avec traitement au Bti) notamment avec : <ul style="list-style-type: none"> ○ la collaboration de la population, ○ des campagnes en porte-à-porte, • des traitements autoportés à la deltaméthrine autour des cas. 	ARS-LAV	<p>Exemples d'indicateurs de fonctionnement : nombre de traitements ;</p> <p>Exemple d'indicateurs de résultat : pourcentage de maisons visitées, de gîtes supprimés.</p>
	<p>Évaluer l'efficacité de ces traitements sur le cours de l'épidémie « à froid » (a posteriori), à partir des données d'intervention de la LAV géo-référencées par l'ARS et intégrées dans un système d'information de nouvelle génération (GEO-LAV) et des données que la Cire consigne de manière systématique et individualisée sur les cas de dengue (date de début des symptômes, résultat de la confirmation biologique...) (application « VOOZARBO »).</p>	ARS-LAV	<p>Définir des cibles opérationnelles dont le degré d'atteinte devra être évalué-.</p>
<p>Adapter la stratégie de LAV dans les « Zones de circulation virale » (ZCV) (où les interventions de LAV ne se font plus autour de chaque cas).</p>	<p>Mettre l'accent sur l'élimination des gîtes larvaires (mécanique et Bti), avec la participation des populations, dont dépend le succès des campagnes en porte-à-porte, en coordination avec tous les acteurs (voir aussi axe 2 sur la mobilisation sociale).</p>	ARS, communes, GIP-LAV, population, associations...	<p>Exemples d'indicateurs de fonctionnement : Nombre d'interventions réalisées sur le terrain, de maisons visitées, de maisons traitées, de gîtes larvaires identifiés et neutralisés, indices larvaires (Breteau), abondance des adultes avec BGs ou pièges pondoires, indicateurs épidémiologiques (nombre de cas...).</p>

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
	Apporter une attention particulière à la protection individuelle des personnes dans les zones de circulation virale établie (en préconisant l'utilisation de répulsifs ³⁴ , de moustiquaires (aux fenêtres et autour des lits), ainsi que de vêtements imprégnés de perméthrine, dont l'action est plus longue que celle des répulsifs cutanés).	ARS, professionnels de santé	Exemples d'indicateur de fonctionnement : taux d'utilisation des différentes protections ; Exemples d'indicateur de résultat : nombre de répulsifs distribués par rapport à l'objectif chiffré préalablement défini.
	Évaluer la possibilité de remplacer les pulvérisations spatiales de nuit, dont l'efficacité est faible, par des pulvérisations de jour et accompagner le changement éventuel par un effort d'information et de communication adapté auprès de la population.	ARS	
	Poursuivre l'effort de lutte anti-vectorielle pendant tout l'hiver austral et dans les semaines qui suivent, avec un niveau de mobilisation au moins équivalent à celui des semaines précédentes (depuis le niveau 4), pendant une durée qui devra être précisée ultérieurement, en fonction de la dynamique de l'épidémie.	ARS, Préfecture communes, GIP-LAV, population, associations...	
	Revoir périodiquement le contour de ces ZCV suivant la dynamique spatio-temporelle de l'épidémie (en fonction des critères objectifs qui seront définis – voir recommandation concernant la révision du plan Orsec dans l'axe 1).	Préfecture, ARS, Cire, communes, GIP-LAV	
Améliorer le rapport coût-efficacité du recours à la confirmation biologique des cas.	Dans les zones de circulation virale (ZCV) active, la confirmation biologique des cas ne devrait plus être encouragée à partir d'un nombre de cas hebdomadaire à définir (niveau épidémiologique correspondant à une épidémie de faible intensité) et non en fonction d'un niveau du plan Orsec (comme prévu actuellement à	ARS	Exemples d'indicateurs de fonctionnement : délai entre la date des premiers symptômes et

³⁴ Veiller au respect des précautions d'emploi du DEET : les recommandations actuelles concernant l'utilisation contre les moustiques de produits répulsifs reposent essentiellement sur l'avis du HCSP en date du 24 avril 2015
<http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=505>

Actions	Sous-actions	Acteurs principaux	Exemples d'indicateur(s) proposé(s)
	<p>partir du niveau 4, qui n'est pas strictement corrélé au niveau épidémique). Les données de surveillance épidémiologique devraient prendre le relai sur les confirmations biologiques individuelles pour déclencher les opérations de LAV. Celles-ci devraient être réalisées sans attendre de confirmation biologique autour des cas groupés.</p> <p>La confirmation biologique devrait être réservée uniquement aux cas signalés hors des ZCV active ou aux cas graves, présentant des facteurs de risque associés ou hospitalisés et aux prélèvements aléatoires <i>via</i> les médecins sentinelles pour la surveillance des sérotypes circulants.</p>		<p>le diagnostic biologique, délai entre le résultat du diagnostic et le traitement de LAV.</p> <p>Exemples d'indicateur de résultat : 100 % des interventions de LAV en moins de 48 h autour de chaque cas confirmé par un diagnostic biologique.</p>
	<p>Réfléchir à de nouveaux seuils épidémiologiques pour définir les niveaux du plan Orsec dans le cas d'une épidémie de dengue (en prenant en compte les capacités des laboratoires de l'île, la proportion de cas asymptomatiques, etc. – cf. § 3.3.3).</p>	ARS, Cire	<p>Exemples d'indicateurs de résultat : définition de nouveaux seuils épidémiologiques (en nombre de cas hebdomadaires).</p>
<p>Mettre en œuvre des méthodes alternatives aux traitements spatiaux à la deltaméthrine.</p>	<p>Évaluer la faisabilité de recourir à des méthodes alternatives aux traitements spatiaux à la deltaméthrine dans le contexte réunionnais (usage du Bti par la technique du <i>cold fogging</i>, pièges à moustiques gravides, pièges à adultes disposés en barrières, techniques de l'insecte stérile, utilisation de Wolbachia....).</p>	LAV-ARS, chercheurs	<p>Évaluer l'efficacité des traitements de LAV sur le terrain avec des essais si possible randomisés sur des zones contrôles et traitées, en définissant des zones pilotes où seraient mises en œuvre d'autres méthodes de lutte, en complément des méthodes « classiques », avec une évaluation multidisciplinaire : entomologique, immunologique, médicale, sociologique, environnementale, etc.</p>
	<p>Évaluer le rapport coût-efficacité de ces méthodes alternatives dans un contexte de lutte intégrée en complément des méthodes classiques</p>		
	<p>Déployer ces méthodes en fonction de leur faisabilité, rapport coût-efficacité, durabilité et impact sur l'environnement.</p>	LAV-ARS	

Produire de nouvelles connaissances et développer de nouveaux outils

Considérant le besoin de connaissances nouvelles sur les vecteurs et la lutte anti-vectorielle, les experts du GECU recommandent plusieurs pistes de recherche à moyen et long terme :

En matière de LAV

- de caractériser la typologie et la productivité des gîtes larvaires du vecteur (*Ae. albopictus*) en dehors de toute situation épidémique (terminer ce qui a été commencé par le service de LAV avant l'épidémie) ;
- d'approfondir les études sur la biologie et l'écologie du vecteur, étudier sa plasticité écologique et physiologique, identifier les gîtes de repos, caractériser le rayon de dispersion des femelles au cours de leur vie ...) dans le but d'utiliser ces informations pour affiner les stratégies de LAV (en tenant compte des périodes à risque maximum...) ;
- de rechercher de nouvelles méthodes d'alerte et de définir un seuil d'alerte entomologique (basé sur des indicateurs adultes plutôt que larvaire, qui ne sont pas en relation avec le risque de transmission) correspondant aux caractéristiques biologique et environnementales de La Réunion ;
- de développer un modèle du type « taux de propagation » permettant d'évaluer les valeurs critiques des différents paramètres entomologiques en deçà desquels la propagation est effectivement stoppée, aussi bien que l'efficacité des stratégies de LAV ;
- de rechercher de nouveaux indicateurs, tels que des biomarqueurs d'exposition. En effet, l'étude de la réaction immunitaire de l'homme vis-à-vis des protéines salivaires sécrétées lors de la piqûre des insectes vecteurs pourrait aboutir à une meilleure évaluation de l'exposition au vecteur et de son rôle dans la transmission des pathogènes associés. De tels indicateurs permettraient d'optimiser les stratégies de lutte anti-vectorielle ;
- de réaliser des études rétrospectives pour préciser :
 - les niveaux des indices entomologiques classiques au moment du début ou de la phase de propagation de l'épidémie (dans la mesure du possible) et d'évaluer alors leur intérêt / pertinence dans les contextes épidémiologiques concernés ;
 - la propagation des virus (cas déclarés/diagnostiqués/confirmés) et la mise en œuvre des opérations de LAV (méthodes, délais, etc.) pour confirmer ou infirmer la chaîne opérationnelle et porter les modifications éventuelles nécessaires.
- d'étudier la faisabilité de mise en œuvre des nouvelles techniques en développement : le piégeage massif de femelles gravides, l'auto dissémination de pyriproxifène, la technique de l'insecte stérile (TIS), les méthodes basées sur Wolbachia, ou les appâts sucrés toxiques attractifs. L'utilisation de certaines de ces stratégies, en combinaison avec d'autres dans un programme de lutte intégré, pourrait être très utile pour réduire l'utilisation des insecticides, en particulier en période inter-épidémique. La réglementation doit être révisée pour prendre en compte (ou non) l'utilisation de ces méthodes.

En sciences humaines et sociales

Considérant le besoin de connaissances nouvelles en sciences humaines et sociales dans le domaine de la lutte anti-vectorielle, les experts du GECU recommandent :

Enquêtes auprès de la population

- de réaliser des enquêtes « qualitatives » auprès de la population réunionnaise (entretiens semi-directifs et observations directes des interactions agents/habitants) et travailler à leur coordination, afin de renforcer et d'actualiser la connaissance des obstacles cognitifs, sociaux et culturels à l'accès, la compréhension, l'acceptation de l'information sanitaire et à

la mise en œuvre effective des gestes de prévention vis-à-vis des moustiques (*Ae. albopictus*) ;

- de réaliser des enquêtes sur la perception des insecticides et l'acceptabilité des traitements adulticides, notamment en ce qui concerne la mise en place de traitements spatiaux de jour dans les zones de circulation virale, et plus globalement des stratégies de LAV conduites à La Réunion ;

Enquêtes auprès des décideurs et analyse de textes institutionnels

- de poursuivre et développer des enquêtes par entretiens semi-directifs auprès des décideurs et gestionnaires de La Réunion afin de mieux comprendre les freins internes aux différentes institutions publiques dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie de LAV. Deux questions prioritaires sont à traiter : les interactions entre instances nationales et locales d'une part, et d'autre part les interactions entre institutions en charge de problématiques potentiellement en tension concernant la gestion des gîtes larvaires des moustiques vecteurs, tout particulièrement la prévention sanitaire et l'habitat durable ;
- de réaliser une analyse des textes institutionnels (chartes, consignes techniques, réglementation) pouvant avoir un impact sur la création de gîtes larvaires. Ceci concerne tout particulièrement les domaines de l'urbanisme, de l'architecture, des parcs et jardins publics ;

Enquêtes auprès des acteurs intermédiaires

- de mettre en œuvre des enquêtes par entretiens semi-directifs exploratoires auprès du monde associatif partenaire et opposants actuels ou potentiels des actuelles campagnes de prévention de la dengue.

Enquêtes sur l'acceptabilité des nouvelles technologies de lutte

- de mettre en œuvre auprès des différentes parties prenantes (population, opérateurs, décideurs) des enquêtes sur l'acceptabilité des méthodes de lutte alternatives en cours de développement (ovitrap massif, autodissémination, technique de l'insecte stérile, wolbachia...) incluant également une analyse des textes institutionnels concernant la faisabilité de déploiement sur le terrain de ces méthodes.

Sur l'efficacité et l'innocuité des biocides

Considérant :

- que la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides sont encadrés par le Règlement (UE) 528/2012 (dit Règlement « biocides ») ;
- que la deltaméthrine est l'adulticide le plus utilisé pour la lutte anti-vectorielle en France ;
- les risques potentiels pour la santé liés à l'usage des biocides et le fait que la question de l'efficacité des traitements (pulvérisations péri-domiciliaires, spatiales autoportées) constitue un enjeu sanitaire ;
- que, d'une manière générale, la résistance des vecteurs aux insecticides pyréthrinoïdes pose problème et qu'il est nécessaire de prévenir l'émergence de résistances aux insecticides des populations vectrices cibles sur l'île de La Réunion ;

les experts du GECU recommandent :

- de caractériser et surveiller l'apparition d'une éventuelle résistance à la deltaméthrine sur l'île de La Réunion ;
- d'anticiper l'apparition de résistances en recherchant et testant de nouvelles molécules adulticides en alternative à la deltaméthrine, bien qu'aucune résistance à cet insecticide ne soit avérée chez *Ae. albopictus* pour le moment à La Réunion ;

- d'évaluer l'impact des autres utilisations d'insecticides et notamment des pyréthrinoïdes (usage domestique, par les entreprises 3D, autres usages agricole ou vétérinaire) sur la pression de sélection des mécanismes de résistance chez les vecteurs de la dengue ;
- d'étudier le comportement dans l'environnement de la deltaméthrine lors de traitements adulticides (par ex., ULV) réalisés dans les DOM (en particulier à La Réunion), du fait de l'existence de paramètres abiotiques spécifiques influençant fortement le comportement et le devenir de la molécule ;

En matière de veille sanitaire

- de mener une enquête de séroprévalence de la dengue par exemple dans un échantillon de femmes enceintes suivies sur l'île, afin d'évaluer la taille de l'épidémie et la susceptibilité de la population d'ici la fin de l'hiver austral.

En matière d'économie de la santé

- de réaliser des travaux de recherche en économie de la santé pour éclairer la prise de décision sur les différentes options possibles pour prévenir et contrôler la dengue.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandations du GECU mobilisé pour l'expertise en urgence concernant la stratégie de lutte anti-vectorielle à mettre en œuvre à La Réunion dès l'hiver austral.

Cette expertise a été réalisée dans un délai contraint, sur la base des informations communiquées à l'Anses par l'ARS et la Cire Océan Indien, portant sur la situation épidémique et le déploiement des mesures de LAV depuis le 1^{er} janvier 2018. Ont été pris en compte en outre les éléments d'information concernant l'impact ou l'efficacité des traitements de LAV notamment disponibles dans la littérature scientifique sur la base d'articles choisis sur avis d'expert, sachant qu'il n'a pas été possible, dans le temps imparti, de fonder l'expertise sur une revue approfondie de la littérature.

Les recommandations proposées par les experts doivent ainsi être considérées comme autant de pistes de réflexion à étudier et approfondir dès à présent par les parties prenantes directement concernées à La Réunion. L'Anses rappelle à cet égard l'importance de la coordination intra- et intersectorielle (via le GIP-LAV notamment), ainsi que de la mobilisation sociale dans la réussite de la stratégie de LAV mise en œuvre. Les efforts déployés par l'ARS Océan Indien ne porteront leur fruit qu'à condition qu'ils soient relayés dans le cadre de démarches participatives qui pourraient être organisées par des référents « LAV » nommés dans chacune des collectivités locales.

Considérant le peu de données scientifiques disponibles sur les indicateurs d'efficacité de la LAV, ainsi que sur son innocuité pour la santé et l'environnement, l'Agence souligne par ailleurs l'importance de mener de plus amples travaux concernant la méthodologie d'évaluation de la LAV dans un autre contexte, hors situation d'urgence.

Cette question, ainsi que l'étude comparative des référentiels de LAV existants mériteront d'être approfondies dans le cadre des travaux du groupe de travail pérenne de l'Agence sur les « vecteurs ». La question des expositions professionnelles et des risques éventuels pour la santé des opérateurs qui réalisent les traitements de LAV (service de LAV, entreprises 3D et autres intervenants) mériterait également d'être étudiée à part entière.

Dr Roger Genet

MOTS-CLES

Moustique (*Aedes albopictus*), dengue, La Réunion, lutte anti-vectorielle (LAV), mobilisation sociale.

Mosquito (Aedes albopictus), dengue, La Réunion, vector control, social mobilization.

BIBLIOGRAPHIE

Publications

- Achee, Nicole L., Fred Gould, T. Alex Perkins, Robert C. Reiner, Jr., Amy C. Morrison, Scott A. Ritchie, Duane J. Gubler, Remy Teyssou, and Thomas W. Scott. 2015. "A Critical Assessment of Vector Control for Dengue Prevention." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 9 (5):e0003655. doi: 10.1371/journal.pntd.0003655.
- Adalja, Amesh A, Tara Kirk Sell, Nidhi Bouri, and Crystal Franco. 2012. "Lessons learned during dengue outbreaks in the United States, 2001–2011." *Emerging infectious diseases* 18 (4):608.
- Alvarado-Castro, Víctor, Sergio Paredes-Solís, Elizabeth Nava-Aguilera, Arcadio Morales-Pérez, Lidia Alarcón-Morales, Norma Alejandra Balderas-Vargas, and Neil Andersson. 2017. "Assessing the effects of interventions for *Aedes aegypti* control: systematic review and meta-analysis of cluster randomised controlled trials." *BMC Public Health* 17 (1):384. doi: 10.1186/s12889-017-4290-z.
- Andersson, Neil, Elizabeth Nava-Aguilera, Jorge Arosteguí, Arcadio Morales-Perez, Harold Suazo-Laguna, José Legorreta-Soberanis, Carlos Hernandez-Alvarez, Idefonso Fernandez-Salas, Sergio Paredes-Solís, Angel Balmaseda, Antonio Juan Cortés-Guzmán, René Serrano de los Santos, Josefina Coloma, Robert J. Ledogar, and Eva Harris. 2015. "Evidence based community mobilization for dengue prevention in Nicaragua and Mexico (&em–Camino Verde.&em– the Green Way): cluster randomized controlled trial." *BMJ : British Medical Journal* 351.
- Auteri, Michelangelo, Francesco La Russa, Valeria Blanda, and Alessandra Torina. 2018. "Insecticide Resistance Associated with *kdr* Mutations in *Aedes albopictus*: An Update on Worldwide Evidences." *BioMed Research International* 2018:10. doi: 10.1155/2018/3098575.
- Bagny, Leïla, Hélène Delatte, Serge Quilici, and Didier Fontenille. 2009. "Progressive decrease in *Aedes aegypti* distribution in Reunion Island since the 1900s." *Journal of medical entomology* 46 (6):1541-1545.
- Baly, A., M. E. Toledo, M. Boelaert, A. Reyes, V. Vanlerberghe, E. Ceballos, M. Carvajal, R. Maso, M. La Rosa, O. Denis, and P. Van der Stuyft. 2007. "Cost effectiveness of *Aedes aegypti* control programmes: participatory versus vertical." *Trans R Soc Trop Med Hyg* 101 (6):578-86. doi: 10.1016/j.trstmh.2007.01.002.
- Bartlett-Healy, Kristen, George Hamilton, Sean Healy, Taryn Crepeau, Isik Unlu, Ary Farajollahi, Dina Fonseca, Randy Gaugler, Gary G Clark, and Daniel Strickman. 2011. "Source reduction behavior as an independent measurement of the impact of a public health education campaign in an integrated vector management program for the Asian tiger mosquito." *International journal of environmental research and public health* 8 (5):1358-1367.
- BEH. 2012. "Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2012." *BEH du 29 mai 2012 / n   20-21*.
- Bilodeau, Angèle, Claire Chamberland, and Deena White. 2002. "L'innovation sociale, une condition pour accroître la qualité de l'action en partenariat dans le champ de la santé publique." *Canadian Journal of Program Evaluation* 17 (2):59-88.
- Bilodeau, Angèle, Solange Lapierre, and Yolande Marchand. 2003. "Le partenariat: comment   a marche." *Mieux s'outiller pour réussir. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre*.
- Bos, Christian, and Claudine Masson. 1983. "Analyse des effets, en particulier de la répulsivité, d'un pyr  thrinoid   de synthèse, la deltaméthrine, sur les abeilles." *Agronomie* 3 (6):545-553.
- Boubidi, Sa  d C., David Roiz, Marie Rossignol, Fabrice Chandre, Romain Benoit, Marc Raselli, Charles Tizon, Bernard Cadiou, Reda Tounsi, Christophe Lagneau, Didier Fontenille, and Paul Reiter. 2016.

- "Efficacy of ULV and thermal aerosols of deltamethrin for control of *Aedes albopictus* in Nice, France." *Parasites & Vectors* 9 (1):597. doi: 10.1186/s13071-016-1881-y.
- Bowman, Leigh R., Sarah Donegan, and Philip J. McCall. 2016. "Is Dengue Vector Control Deficient in Effectiveness or Evidence?: Systematic Review and Meta-analysis." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10 (3):e0004551. doi: 10.1371/journal.pntd.0004551.
- Boyce, R., A. Lenhart, A. Kroeger, R. Velayudhan, B. Roberts, and O. Horstick. 2013. "Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) for the control of dengue vectors: systematic literature review." *Tropical Medicine & International Health* 18 (5):564-577. doi: 10.1111/tmi.12087.
- Boyer, S., C. Foray, and J. S. Dehecq. 2014a. "Spatial and temporal heterogeneities of *Aedes albopictus* density in La Reunion Island: rise and weakness of entomological indices." *PLoS One* 9 (3):e91170. doi: 10.1371/journal.pone.0091170.
- Boyer, Sebastien, Coralie Foray, and Jean-Sebastien Dehecq. 2014b. "Spatial and temporal heterogeneities of *Aedes albopictus* density in La Reunion Island: rise and weakness of entomological indices." *PLoS One* 9 (3):e91170.
- Caumes, Éric. 2013. "Recommandations sanitaires pour les voyageurs, 2012." *Bull Epidemiol Hebd* (22-23).
- Chateauraynaud, Francis. 2011. "Argumenter dans un champ de forces." *Essai de balistique sociologique, Paris, Petra*.
- Cnev. 2016a. La mobilisation sociale contre *Aedes albopictus* : inventaire des méthodes, outils et synthèse des expériences.
- Cnev. 2016b. "La mobilisation sociale contre *Aedes albopictus* : éléments pour la définition d'une stratégie."
- Commission, European. 2002. "Review report for the active substance deltamethrin finalised in the Standing Committee on Food Chain and Animal Health at its meeting on 18 October 2002 in view of the inclusion of deltamethrin in Annex I of Directive 91/414/EEC, 6504/VI/99-final."
- Coulanges, P, Y Clerc, FX Jousset, F Rodhain, and C Hannoun. 1979. "Dengue on Réunion. Isolation of a strain at the Pasteur Institute of Madagascar." *Bulletin de la Societe de pathologie exotique et de ses filiales* 72 (3):205-209.
- Couteyen, Samuel. 2008. "Impact sur *Nephila inaurata inaurata* (Walckenaer, 1842)(Araneae, Tetragnathidae, Nephilinae) de la lutte contre l'épidémie de Chikungunya à la Réunion."
- Dai, Ping-Li, Qiang Wang, Ji-Hu Sun, Feng Liu, Xing Wang, Yan-Yan Wu, and Ting Zhou. 2010. "Effects of sublethal concentrations of bifenthrin and deltamethrin on fecundity, growth, and development of the honeybee *Apis mellifera ligustica*." *Environmental Toxicology and Chemistry* 29 (3):644-649.
- Decourtye, Axel, James Devillers, Sophie Cluzeau, Mercedes Charreton, and Minh-Hà Pham-Delègue. 2004. "Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions." *Ecotoxicology and environmental safety* 57 (3):410-419.
- Delatte, H., H. Holota, B. Moury, B. Reynaud, J. M. Lett, and M. Peterschmitt. 2007. "Evidence for a founder effect after introduction of Tomato yellow leaf curl virus-mild in an insular environment." *J Mol Evol* 65 (1):112-8. doi: 10.1007/s00239-007-0005-x.
- Delatte, H., C. Toty, S. Boyer, A. Bouetard, F. Bastien, and D. Fontenille. 2013. "Evidence of habitat structuring *Aedes albopictus* populations in Reunion Island." *PLoS Negl Trop Dis* 7 (3):e2111. doi: 10.1371/journal.pntd.0002111.
- Devillers, J., Aupinel, P., Decourtye, A. 2013b. "Réponses individuelles et populationnelles des abeilles aux perturbateurs endocriniens xénobiotiques. Programme National de Recherche "Perturbateurs Endocriniens" (PNRE)." *APR 2008*.
- Devillers, J., Decourtye, A., Fourrier, J. 2013a. "MAPA 32/10 : Mission Scientifique d'Evaluation des Effets non Intentionnels des Larvicides et Adulticides sur les Pollinisateurs pour le Centre de Demoustication du Conseil General de la Martinique. Life+ Environment Policy and Governance - Lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies : proposition d'une gestion intégrée compatible avec le développement durable - 2010-2013, LIFE 08 ENV/F/000488."
- Door, JP., Blandin, MC. 2010. MUTATION DES VIRUS ET GESTION DES PANDÉMIES OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES.
- Duhamel, G, D Gombert, C Paupy, and I Quatresous. 2006. Mission d'appui la lutte contre l'épidémie de chikungunyaa la Réunion. Inspection générale des affaires sociales, Paris.

- Dupé, Sandrine. 2015. "Séparer les moustiques des humains à La Réunion. Co-production d'un nouvel ordre socio-naturel en contexte post-colonial." La Réunion.
- Duret P. Augustini M., Thiannbo M. . 2011. Etude sur la connaissance et la perception du chikungunya. In *DIMPSE/FSHE, ARS-OI*. 42 p.
- Eisen, Lars, Barry J. Beaty, Amy C. Morrison, and Thomas W. Scott. 2009b. "Proactive Vector Control Strategies and Improved Monitoring and Evaluation Practices for Dengue Prevention." *Journal of Medical Entomology* 46 (6):1245-1255. doi: 10.1603/033.046.0601.
- Erlanger T, E., J. Keiser, and J. Utzinger. 2008. "Effect of dengue vector control interventions on entomological parameters in developing countries: a systematic review and meta-analysis." *Medical and Veterinary Entomology* 22 (3):203-221. doi: 10.1111/j.1365-2915.2008.00740.x.
- Erstfeld, Karen M. 1999. "Environmental fate of synthetic pyrethroids during spray drift and field runoff treatments in aquatic microcosms." *Chemosphere* 39 (10):1737-1769.
- Esu, Ekpereonne, Audrey Lenhart, Lucy Smith, and Olaf Horstick. 2010. "Effectiveness of peridomestic space spraying with insecticide on dengue transmission; systematic review." *Tropical Medicine & International Health* 15 (5):619-631. doi: 10.1111/j.1365-3156.2010.02489.x.
- Faraji, Ary, and Isik Unlu. 2016. "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." *Journal of Medical Entomology* 53 (5):1029-1047. doi: 10.1093/jme/tjw096.
- Farajollahi, Ary, Sean P. Healy, Isik Unlu, Randy Gaugler, and Dina M. Fonseca. 2012. "Effectiveness of Ultra-Low Volume Nighttime Applications of an Adulticide against Diurnal *Aedes albopictus*, a Critical Vector of Dengue and Chikungunya Viruses." *PLOS ONE* 7 (11):e49181. doi: 10.1371/journal.pone.0049181.
- Fitzpatrick, Christopher, Alexander Haines, Mathieu Bangert, Andrew Farlow, Janet Hemingway, and Raman Velayudhan. 2017. "An economic evaluation of vector control in the age of a dengue vaccine." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11 (8):e0005785. doi: 10.1371/journal.pntd.0005785.
- Flahault, Antoine, Xavier De Lamballerie, Vincent Lotteau, and Christophe Paupy. 2006. "Mission recherche sur le chikungunya: rapport de mission." Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).
- Fontenille, D. et al. 2009. La lutte antivectorielle en France. edited by Marseille IRD Éditions, France.
- Guidi, Valeria, Nicola Patocchi, Peter Lüthy, and Mauro Tonolla. 2011. "Distribution of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in soil of a Swiss wetland reserve after twenty-two years of mosquito control." *Applied and environmental microbiology:AEM*. 00132-11.
- Han, W. W., A. Lazaro, P. J. McCall, L. George, S. Runge-Ranzinger, J. Toledo, R. Velayudhan, and O. Horstick. 2015. "Efficacy and community effectiveness of larvivorous fish for dengue vector control." *Tropical Medicine & International Health* 20 (9):1239-1256. doi: 10.1111/tmi.12538.
- Hotta, S. 1952. "Experimental studies on dengue. I. Isolation, identification and modification of the virus." *J Infect Dis* 90 (1):1-9.
- INS. 2007. Economic Balance Assessment 2006: Synthesis, Chikungunya, consumption income. In *Revue Économie de la Réunion 2*: Institut national de la statistique et des études économiques.
- Kay, Brian H, Vu Sinh Nam, Tran Van Tien, Nguyen Thi Yen, Tran Vu Phong, Vu Thi Bich Diep, Truong Uyen Ninh, Ahmet Bektas, and John G Aaskov. 2002. "Control of aedes vectors of dengue in three provinces of Vietnam by use of *Mesocyclops* (Copepoda) and community-based methods validated by entomologic, clinical, and serological surveillance." *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66 (1):40-48. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2002.66.40>.
- Lagadic, Laurent, Marc Roucaute, and Thierry Caquet. 2014. "Bti sprays do not adversely affect non-target aquatic invertebrates in French Atlantic coastal wetlands." *Journal of applied ecology* 51 (1):102-113.
- Larrieu, S., A. Michault, D. Polycarpe, F. Schooneman, E. D'Ortenzio, and L. Filleul. 2014. "Dengue outbreaks: a constant risk for Reunion Island. Results from a seroprevalence study among blood donors." *Trans R Soc Trop Med Hyg* 108 (1):57-9. doi: 10.1093/trstmh/trt110.

- Lazaro, A., W. W. Han, P. Manrique-Saide, L. George, R. Velayudhan, J. Toledo, S. Runge Ranzinger, and O. Horstick. 2015. "Community effectiveness of copepods for dengue vector control: systematic review." *Tropical Medicine & International Health* 20 (6):685-706. doi: 10.1111/tmi.12485.
- Leontsini, Elli, Enrique Gil, Carl Kendall, and Gary G Clark. 1993. "Effect of a community-based *Aedes aegypti* control programme on mosquito larval production sites in El Progreso, Honduras." *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 87 (3):267-271.
- Li, Chun-Xiao, Zhong-Ming Wang, Yan-De Dong, Ting Yan, Ying-Mei Zhang, Xiao-Xia Guo, Ming-Yu Wu, Tong-Yan Zhao, and Rui-De Xue. 2010. "Evaluation of Lambda-Cyhalothrin Barrier Spray on Vegetation For Control of *Aedes albopictus* in China." *Journal of the American Mosquito Control Association* 26 (3):346-348. doi: 10.2987/10-6007.1.
- Lustig, Yaniv, Dana Wolf, Ora Halutz, and Eli Schwartz. 2017. "An outbreak of dengue virus (DENV) type 2 Cosmopolitan genotype in Israeli travellers returning from the Seychelles, April 2017." *Eurosurveillance* 22 (26):30563.
- Manica, Mattia, Pietro Cobre, Roberto Rosà, and Beniamino Caputo. 2016. "Not in my backyard: effectiveness of outdoor residual spraying from hand-held sprayers against the mosquito *Aedes albopictus* in Rome, Italy." *Pest Management Science* 73 (1):138-145. doi: 10.1002/ps.4315.
- Maoz, Dorit, Tara Ward, Moody Samuel, Pie Müller, Silvia Runge-Ranzinger, Joao Toledo, Ross Boyce, Raman Velayudhan, and Olaf Horstick. 2017. "Community effectiveness of pyriproxyfen as a dengue vector control method: A systematic review." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11 (7):e0005651. doi: 10.1371/journal.pntd.0005651.
- McNaughton, Darlene. 2012. "The importance of long-term social research in enabling participation and developing engagement strategies for new dengue control technologies." *PLoS neglected tropical diseases* 6 (8):e1785.
- Metzger, Pascale. 2009. "8. L'épidémie de chikungunya: un problème de moustiques?" In *Comment se construisent les problèmes de santé publique*, 175-193. La Découverte.
- Mieulet, Elise, and Cécilia Claeys. 2015. "Transferts de responsabilité entre sphère publique et privée : Le cas de la prévention des épidémies de dengue en Martinique et en Guyane." In *La santé : du public à l'intime*, edited by A. Meidani, E. Legrand and B. Jacques. EHESP.
- Mol, Annemarie. 1999. "Ontological politics. A word and some questions." *The Sociological Review* 47 (1_suppl):74-89.
- Muzari, Mutizwa Odwell, Gregor Devine, Joseph Davis, Bruce Crunkhorn, Andrew van den Hurk, Peter Whelan, Richard Russell, James Walker, Peter Horne, Gerhard Ehlers, and Scott Ritchie. 2017. "Holding back the tiger: Successful control program protects Australia from *Aedes albopictus* expansion." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11 (2):e0005286. doi: 10.1371/journal.pntd.0005286.
- O'meara, George F, Leonard F Evans Jr, Alan D Gettman, and James P Cuda. 1995. "Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida." *Journal of medical entomology* 32 (4):554-562.
- OMS. 1986. "Charte d'Ottawa pour la promotion de la santé." Première conférence internationale pour la promotion de la santé, Ottawa (Ontario).
- OMS. 2004. Planning social mobilization and communication for dengue fever prevention and control - A step by step guide. edited by Will Parks and Linda Lloyd.
- OMS. 2012a. Comprehensive guidance for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever. Revised and expanded edition. 2011.
- OMS. 2012b. Communication pour un impact comportemental (COMBI) - Outil pour la communication comportementale et sociale dans le cadre de la riposte aux flambées épidémiques. In *Community Participation for Behavioural Impact*.
- Organization, World Health. 2011. "Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever."
- Ortiz-Pérez, María D, Arturo Torres-Dosal, Lilia E Batres, Olga D López-Guzmán, M Grimaldo, C Carranza, Iván N Pérez-Maldonado, Flavio Martínez, José Pérez-Urizar, and Fernando Díaz-Barriga. 2005. "Environmental health assessment of deltamethrin in a malarious area of Mexico: environmental

- persistence, toxicokinetics, and genotoxicity in exposed children." *Environmental health perspectives* 113 (6):782.
- Paupy, Christophe, Romain Girod, Maximin Salvan, François Rodhain, and Anna-Bella Failloux. 2001. "Population structure of *Aedes albopictus* from La Reunion Island (Indian Ocean) with respect to susceptibility to a dengue virus." *Heredity* 87 (3):273.
- Pourchez, Laurence. 2002. *Grossesse, naissance et petite enfance en société créole: Ile de la Réunion*: KARTHALA Editions.
- Rayan, Deepa. 2002. *Empowerment and poverty reduction: A sourcebook*: The World Bank.
- Reilhès O., Thebault H. 2015. "La Réunion: la mobilisation sociale au coeur de la lutte anti-vectorielle - Urgences et risques sanitaires: agir pour et avec les populations " in *LA SANTE EN ACTION*, n° 432, 30-32
- Salvan, M, and Jean Mouchet. 1994. "Aedes albopictus et Aedes aegypti à l'île de La Réunion." *Ann Soc Belg Med Trop* 74 (4):323-6.
- Samuel, Moody, Dorit Maoz, Pablo Manrique, Tara Ward, Silvia Runge-Ranzinger, Joao Toledo, Ross Boyce, and Olaf Horstick. 2017. "Community effectiveness of indoor spraying as a dengue vector control method: A systematic review." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11 (8):e0005837. doi: 10.1371/journal.pntd.0005837.
- Sanchez, M, and S Caceres. 2011. "Plan national d'action en faveur du gecko vert de Manapany *Phelsuma inexpectata*." *Ministère de l'écologie, du développement durable, du logement et du transport, DEAL Réunion, NOI/ONCFS* 137.
- Saviuc, P., et al. 2007. Surveillance des effets sanitaires liés aux traitements insecticides de lutte contre le vecteur du Chikungunya, Île de la Réunion, 2006-2007. In VS.
- Selck, Frederic W., Amesh A. Adalja, and Crystal R. Boddie. 2014. "An Estimate of the Global Health Care and Lost Productivity Costs of Dengue." *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 14 (11):824-826. doi: 10.1089/vbz.2013.1528.
- Setbon, Michel, and Jocelyn Raude. 2008. "Le chikungunya à la Réunion: facteurs sociaux, environnementaux et comportementaux en situation épidémique." *Population* 63 (3):555-583.
- Shepard, Donald S., Eduardo A. Undurraga, Yara A. Halasa, and Jeffrey D. Stanaway. 2016. "The global economic burden of dengue: a systematic analysis." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (8):935-941. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00146-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00146-8).
- Simonin, Jacky. 2011. "CIRCULATIONS PANDÉMIQUES: LE PROCHE/LE LOINTAIN EN CONFIANCE." *Chikungunya: la médiatisation d'une crise: presse, humour, communication publique*:63.
- Spiegel, Jerry M, Mariano Bonet, Ana-Maria Ibarra, Nino Pagliccia, Veronic Ouellette, and Annalee Yassi. 2007. "Social and environmental determinants of *Aedes aegypti* infestation in Central Havana: results of a case-control study nested in an integrated dengue surveillance programme in Cuba." *Tropical Medicine & International Health* 12 (4):503-510.
- Stoddard, Steven T., Helen J. Wearing, Robert C. Reiner, Jr., Amy C. Morrison, Helvio Astete, Stalin Vilcarromero, Carlos Alvarez, Cesar Ramal-Asayag, Moises Sihuincha, Claudio Rocha, Eric S. Halsey, Thomas W. Scott, Tadeusz J. Kochel, and Brett M. Forshey. 2014. "Long-Term and Seasonal Dynamics of Dengue in Iquitos, Peru." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 8 (7):e3003. doi: 10.1371/journal.pntd.0003003.
- Taglioni, François, and Umr ProdiG. 2006. "Chronique d'une catastrophe sanitaire, économique et sociale. L'île de La Réunion face au Chikungunya." *Infogéo*:12.
- Témoignages. 2005. Privilégions la lutte biologique contre le chikungunya. L'arme de la Raison.
- Témoignages. 2006. Chikungunya : "Un scandale sanitaire".
- Témoignages. 2014. L'arme de la raison. Privilégions la lutte biologique contre le chikungunya.
- ten Bosch, Quirine A., Hannah E. Clapham, Louis Lambrechts, Veasna Duong, Philippe Buchy, Benjamin M. Althouse, Alun L. Lloyd, Lance A. Waller, Amy C. Morrison, Uriel Kitron, Gonzalo M. Vazquez-Prokopec, Thomas W. Scott, and T. Alex Perkins. 2018. "Contributions from the silent majority dominate dengue virus transmission." *PLOS Pathogens* 14 (5):e1006965. doi: 10.1371/journal.ppat.1006965.

- Thuilliez, Josselin, Claire Bellia, Jean-Sébastien Dehecq, and Olivier Reilhes. 2014. "Household-Level Expenditure on Protective Measures Against Mosquitoes on the Island of La Réunion, France." *PLOS Neglected Tropical Diseases* 8 (1):e2609. doi: 10.1371/journal.pntd.0002609.
- Tomlin, Clive. 1994. "The Pesticide Manual, British Crop Protection Council." *Surrey, UK* 296.
- Unlu, Isik, Devi S. Suman, Yi Wang, Kim Klingler, Ary Faraji, and Randy Gaugler. 2017. "Effectiveness of autodissemination stations containing pyriproxyfen in reducing immature *Aedes albopictus* populations." *Parasites & Vectors* 10 (1):139. doi: 10.1186/s13071-017-2034-7.
- Vazeille, Marie, Laurence Mousson, Estelle Martin, and Anna-Bella Failloux. 2010. "Orally co-infected *Aedes albopictus* from La Reunion Island, Indian Ocean, can deliver both dengue and chikungunya infectious viral particles in their saliva." *PLoS neglected tropical diseases* 4 (6):e706.
- Vazeille, Marie, Sara Moutailler, Daniel Coudrier, Claudine Rousseaux, Huot Khun, Michel Huerre, Julien Thiria, Jean-Sébastien Dehecq, Didier Fontenille, and Isabelle Schuffenecker. 2007. "Two Chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*." *PloS one* 2 (11):e1168.
- Watin, M. 2008. "Polémique, rumeur et tension: Aspects de la « crise » du chikungunya dans l'espace publique médiatique réunionnais." *Chronique d'une crise sanitaire, économique et sociale: L'île de La Réunion face au Chikungunya, Paris: UMR Prodig, Infogéo.*
- Williams, Gregory M., Ary Faraji, Isik Unlu, Sean P. Healy, Muhammad Farooq, Randy Gaugler, George Hamilton, and Dina M. Fonseca. 2014. "Area-Wide Ground Applications of *Bacillus thuringiensis* var. israelensis for the Control of *Aedes albopictus* in Residential Neighborhoods: From Optimization to Operation." *PLOS ONE* 9 (10):e110035. doi: 10.1371/journal.pone.0110035.
- Winch, Peter, Carl Kendall, and Duane Gubler. 1992. "Effectiveness of community participation in vector-borne disease control." *Health policy and planning* 7 (4):342-351.
- Zhou, Ting, Wei Zhou, Qiang Wang, Ping-Li Dai, Feng Liu, Yi-Li Zhang, and Ji-Hu Sun. 2011. "Effects of pyrethroids on neuronal excitability of adult honeybees *Apis mellifera*." *Pesticide biochemistry and physiology* 100 (1):35-40.
- Zimmerman, Marc A. 2000. "Empowerment theory." In *Handbook of community psychology*, 43-63. Springer.

Normes

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

Législation et réglementation

Loi n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales.

ANNEXE 1

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE D'EXPERTISE COLLECTIVE EN URGENCE

Thierry BALDET, membre du GT « vecteurs », chercheur au Cirad - Compétences : entomologie médicale et vétérinaire.

Pierre CARNEVALE, Directeur de recherche IRD retraité - Compétences : entomologie, lutte anti-vectorielle.

James DEVILLERS, membre du GT « vecteurs » et du CES « biocides » - Directeur du Centre de Traitement de l'Information Scientifique (CTIS) - Compétences : Biocides, écotoxicologie, modélisation.

Sandrine DUPÉ, chercheuse associée au Muséum national d'histoire naturelle et chargée de projets et d'ingénierie à l'instance régionale d'éducation et de promotion de la santé (IREPS) - Compétences : anthropologue de la santé et maladies vectorielles.

Harold NOEL, médecin épidémiologiste à Santé Publique France - Compétences : épidémiologie des maladies infectieuses.

David ROIZ PEREDA, membre du GT « vecteurs », Chargé de recherche à l'IRD - Compétences : entomologie médicale, écologie des arboviroses, écologie et biologie des moustiques, évaluation de l'efficacité des stratégies de LAV.

EXPERT RAPPORTEUR

Philippe QUENEL, président du GT « vecteurs », Professeur, Directeur du Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES) à l'École des Hautes Etudes de Santé Publique (EHESP) - Compétences : santé publique (médecine), épidémiologiste (des maladies vectorielles notamment), bio-statistique.

Christophe PAUPY, membre du GT « vecteurs » - Directeur de Recherche à l'Institut de Recherche et du Développement (IRD) - Compétences : entomologie, arboviroses, caractérisation des vecteurs, lutte anti-vectorielle (LAV), connaissances du contexte de l'Océan indien et de La Réunion notamment.

PARTICIPATION ANSES

Coordination et contribution scientifique

Johanna FITE – Préfiguratrice de la mission « vecteurs » - Anses

Contribution scientifique

Elsa QUILLERY – Chargée de projets scientifiques pour la mission « vecteurs » - Anses

Secrétariat administratif

Régis MOLINET – Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Les personnes mentionnées dans le tableau ci-dessous ont été auditionnées par le groupe de travail. Les experts du groupe de travail remercient l'ensemble des personnes consultées pour les échanges fructueux qui ont eu lieu dans le cadre des auditions, voire aussi par écrit. Les informations transmises dans ce cadre ont été prises en compte lors de l'élaboration du rapport.

Avertissement : la mention des personnes dans le tableau ci-dessous ne signifie pas qu'elles endossent les conclusions du présent rapport.

Tableau 5 : Liste des personnes auditionnées

Nom	Fonction	Date
Olivier REILHES Hélène THEBAULT	Directeur Adjoint de la Veille et Sécurité Sanitaire, ARS Océan indien Responsable du service de LAV de la Réunion	Auditionnés le 28 juin 2018
Jean-Sébastien DEHECQ	Lutte anti-vectorielle / ARS Océan indien – entomologiste médical	Auditionné le 11 juillet 2018
Luce MENUQUIER	Coordonnatrice de la Cire Océan indien	Auditionnée le 13 juillet 2018
Marie Thiann-Bo-Morel	Maître de Conférences en sociologie, Faculté des Sciences de l'Homme et de l'Environnement, Université de La Réunion	Auditionnée le 13 juillet 2018
André YEBAKIMA	Retraité, ancien Directeur du Centre de Démoustication-Recherches Entomologiques/Lutte antivectorielle de la Martinique de 1983 à 2016. Est intervenu à deux reprises en 2005 et 2006 pendant l'épidémie de chikungunya à la demande du Ministre de la Santé.	Auditionné le 13 juillet 2018
Rémi FOUSSADIER Christophe LAGNEAU Grégory LAMBERT	Directeur Général EID Rhône-Alpes Directeur Recherche et Développement, EID Méditerranée Entomologiste médical, EID Méditerranée	Auditionné le 24 juillet 2018
Patrick RABARISON	Responsable du service de LAV de Mayotte	Auditionné le 25 juillet 2018

ANNEXE 2

Glossaire

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

3D : Désinfection, Désinsectisation, Dératisation

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ARS : Agence Régionale de Santé

BEH : Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire

Bti : *Bacillus thuringiensis israelensis*

CAE : Contrats d'Accompagnement dans l'Emploi

Cire : Cellule de l'Institut de veille sanitaire

COMBI : *Community Participation for Behavioural Impact*

Cnev : Centre National d'Expertise sur les Vecteurs

CUI : Contrat Unique d'Insertion

CSP : Code de la Santé Publique

CVAGS : Cellule de Veille, d'Alerte et de Gestion Sanitaire

DDS : Date de Début des Signes

DG ARS : Directeur Général de l'Agence Régionale de Santé

DGS : Direction Générale de la Santé

DO : Déclaration Obligatoire

DOM : Département d'Outre-Mer

DPI : Déclaration Publique d'Intérêts

DRASS : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale

EID : Entente Interdépartementale pour la Démoustication

GECU : Groupe d'Expertise Collective en Urgence

GIP-LAV : Groupement d'Intérêt Public de Lutte Anti-Vectorielle

GT : Groupe de Travail

IEJ : Immersion Emploi Jeune

IB : Indice de Breteau

IM : Indice Maison

IR : Indice Récepteur

IRI : Indice de Récepteur Infecté

LAV : Lutte Anti-Vectorielle

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPD : Opérateurs Publics de Démoustication

PEC : Parcours-Emploi-Compétences

Psage : Programme de Surveillance, d'Alerte et de Gestion des Epidémies

RCI : Régulateurs de Croissance d'Insectes (ou *Insect Growth Regulators* IGRs)

R&D : Recherches opérationnelles et Développement

RSMA : Régiment du Service Militaire Adapté à La Réunion

RT-PCR : *Reverse Transcriptase - Polymerase Chain Reaction* (transcription inverse - amplification génique par polymérisation en chaîne)

SAR : Syndicat Apicole de la Réunion

SCHS : Service Communal d'Hygiène et de Santé

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours
SIG : Système d'Information Géographique
SPF : Santé Publique France
TIS : Technique de l'Insecte Stérile
UBV : Ultra Bas Volume
ULV : *Ultra Low Volume* (Ultra Bas Volume ou UBV en français)
VHU : Véhicule Hors d'Usage
VSC : Volontaires du Service Civique
ZCV : Zone de Circulation Virale

ANNEXE 3

Le virus de la dengue

Le virus de la dengue a été isolé pour la première fois en 1943 par Hotta et Kimura Hotta (1952). Il appartient au genre *Flavivirus* de la famille des *Flaviviridae* et comprend quatre sérotypes (DENV-1, -2, -3, -4) qui sont antigéniquement distincts ; l'immunité acquise contre l'un des sérotypes ne confère au plus qu'une protection partielle contre l'infection par les autres sérotypes. Le virus se présente sous la forme de particules sphériques de 40-50 nm de diamètre ; une enveloppe formée par une bicouche lipidique entoure une nucléocapside qui est constituée par des protéines de capsidement enfermant l'ARN génomique. Le génome est un simple brin d'ARN de polarité positive de 10,7 kb.

Le virus de la dengue est un arbovirus et possède de ce fait des caractéristiques biologiques lui permettant de franchir la barrière d'espèce. Le virus est transmis de vertébré à vertébré par les moustiques du genre *Aedes* qui en constituent le vecteur, ainsi que par transfusion sanguine et transplantation des organes. Actuellement il n'y a pas de vaccin adéquat et le traitement est symptomatique. Aussi, la LAV intégrée est l'unique méthode de prévention possible actuellement.

Ae. aegypti est considéré comme le vecteur principal de la dengue, mais *Ae. albopictus* peut aussi agir comme vecteur dans certains contextes, comme cela a été démontré par les épidémies en Chine (2013), au Japon (2014), ou à Hawaï (2015). Les études de compétence vectorielle démontrent qu'*Ae. aegypti* est plus compétent qu'*Ae. albopictus* en laboratoire pour transmettre le virus de la dengue bien qu'*Ae. albopictus* présente également une compétence vectorielle élevée [50% d'infection pour un repas infecté à $10^{5.9}$ FFU/mL (Vazeille et al. 2010). Cependant, sur le terrain, la capacité vectorielle est aussi déterminée par la longévité, l'anthropophilie et le comportement multiple d'alimentation de l'espèce (Vazeille et al. 2010). Les données de laboratoire doivent donc être extrapolées au terrain avec précaution. Les populations d'*Ae. albopictus* sont considérées comme vecteur principal de l'épidémie de chikungunya en 2006 (Vazeille et al. 2007), et sont aussi impliquées dans des épisodes de transmission de la dengue depuis 2004 à La Réunion.

Avec l'épidémie en cours aux Seychelles pour laquelle *Ae. albopictus* serait également le vecteur principal (Lustig et al. 2017), l'épidémie à La Réunion constitue actuellement la seule circulation épidémique de virus DENV-2 dans la région de l'Océan Indien.

La réponse immunitaire de l'hôte diffère si l'on est en présence d'une dengue primaire ou d'une dengue secondaire, la dengue hémorragique étant due aux infections secondaires de deux sérotypes différents. La majorité des infections (50 à 90 %), sont asymptomatiques ou avec une fièvre faible. Cependant, il existe une forme sévère chez 5 % des patients. De par la grande fréquence des formes asymptomatiques, de nombreux cas de dengue pourraient ne pas être identifiés en période de circulation virale. Or, les cas cliniquement asymptomatiques participent au cycle de transmission et une étude récente a d'ailleurs conclu que ces cas pourraient être responsables à hauteur de 84 % dans la transmission du virus de la dengue (par *Ae. aegypti*) (ten Bosch et al. 2018).

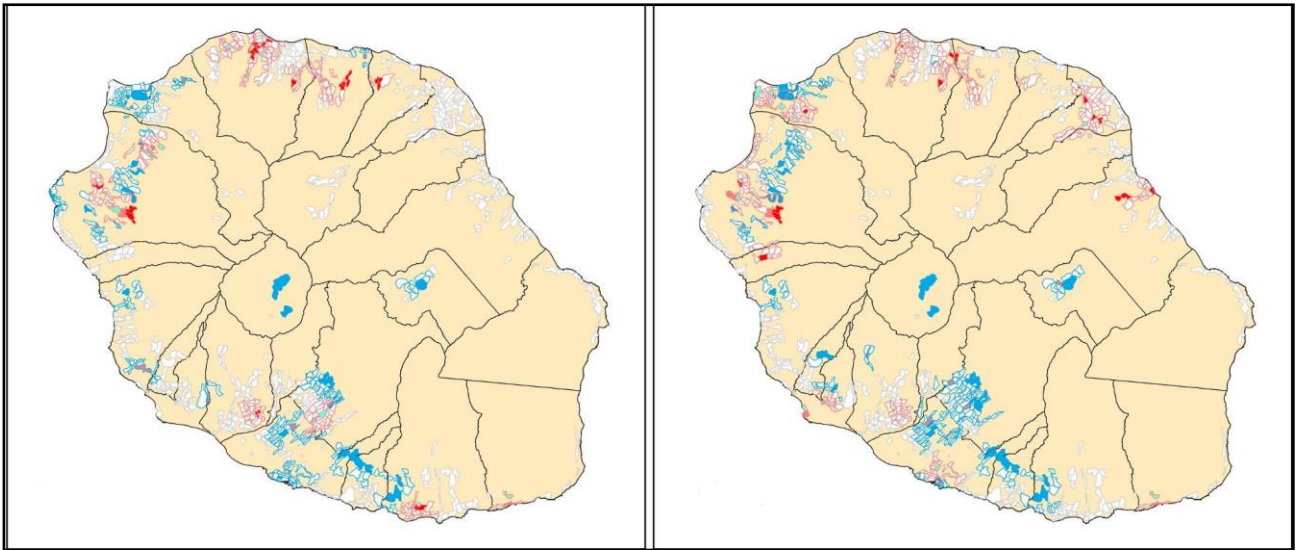
ANNEXE 4

Aire de répartition et dynamique saisonnière d'*Ae. albopictus* à La Réunion

Aedes aegypti, le vecteur majeur des souches du virus de la dengue dans toute la ceinture intertropicale, ne persiste à La Réunion que sous forme de populations résiduelles dans les secteurs de Trois Bassins, Saint-Paul et Saint-Joseph (Le Goff, communication personnelle). Ces populations sont principalement cantonnées dans des environnements naturels (ravines, parfois à proximité d'habitations), et très rarement dans des lotissements. Malgré un contact possible avec l'Homme, *Ae. aegypti* ne doit vraisemblablement pas jouer de rôle significatif dans la transmission actuelle du virus du fait de la taille de ses populations, de sa répartition spatiale et écologique. Les populations d'*Ae. aegypti* de La Réunion tendent à diminuer depuis les années 50, une possible conséquence de l'utilisation massive de DDT lors de campagne de lutte contre les *Anopheles* mais également de l'introduction d'*Ae. albopictus* sur l'île (Bagny et al. 2009) espèce invasive pouvant supplanter en ville les populations autochtones d'*Ae. aegypti* comme cela a été rapporté dans d'autres régions (O'meara et al. 1995).

Le vecteur responsable de la transmission virale au cours de l'actuelle épidémie du sérotype DENV-2 à La Réunion est *Ae. albopictus*. Cette espèce, très répandue dans toutes les zones anthropisées de l'île, constitue l'espèce dominante parmi les 12 espèces de moustiques recensées (Delatte et al. 2007). Parmi les autres espèces de moustiques d'intérêt médical, on peut citer *Culex quinquefasciatus* (nuisant urbain et vecteur de filariose lymphatiques dans certaines zones littorales tropicales (Inde, Brésil), présent dans toutes les zones littorales de l'île, mais aussi dans les zones d'altitude) et *Anopheles arabiensis* (seul vecteur potentiel du paludisme sur l'île, maladie qui ne sévit que sous forme de cas importés depuis son élimination en 1979). Ces deux espèces piquant l'Homme ne sont pas compétentes pour les virus de la dengue.

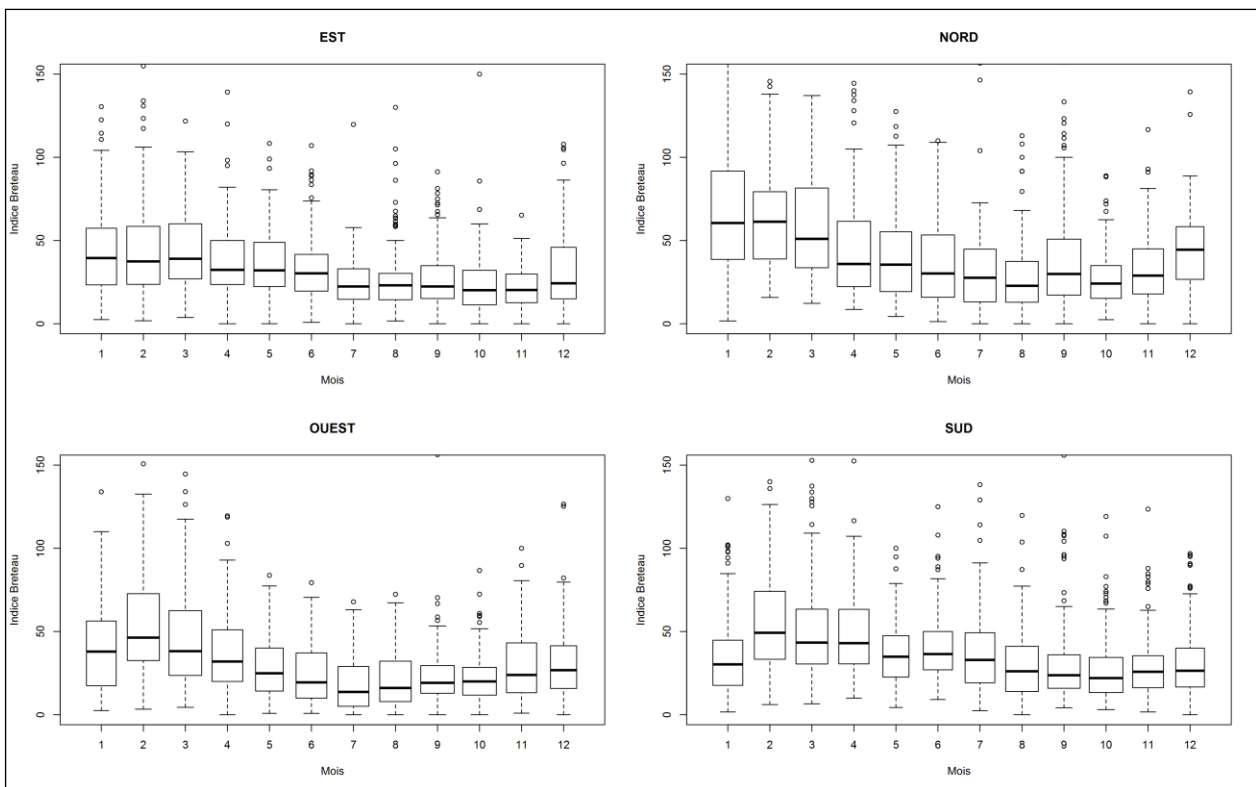
En hiver à La Réunion, *Ae. albopictus* reste actif jusqu'à 1 200 m malgré des températures moyennes pouvant atteindre 13 °C (Delatte et al. 2007). Une analyse de l'évolution des indices larvaires a suggéré une augmentation de l'infestation (densités plus élevées) de l'île par ce moustique au cours des dernières années (Boyer, Foray, and Dehecq 2014b). Les indices larvaires indiquent des densités hétérogènes entre les secteurs (densités les plus élevées dans l'Ouest, le Sud et le Nord en comparaison avec l'Est). Dans les zones colonisées, les indices larvaires les plus élevés sont observés sur les communes de Saint-Pierre, Saint-Philippe, Sainte-Suzanne, Sainte-Marie et Saint-Benoît, alors que les plus faibles sont observés à Salazie, Cilaos, Plaine des Palmistes et Le Port (Figure 12) (Boyer, Foray, and Dehecq 2014a).



Source : pour plus de détails, voir Boyer et al., 2014

Figure 12 : Variations spatiales des densités d'*Ae. albopictus* estimées par l'indice maison (gauche) et l'indice réceptif (droite) en 2011. Les clusters de densités faibles et élevées sont respectivement représentés en bleu et rouge

La dynamique saisonnière semble dépendante des variations climatiques avec des différences en fonction des secteurs géographiques, notamment dans le secteur Est (plus humide) et le secteur Ouest (plus sec) (Delatte et al. 2013). Les indices larvaires diminuent en général durant l'hiver austral (de mai à décembre), mais cette diminution est moins prononcée dans le Sud (Figure 13) (en raison notamment des conditions météorologiques favorables).



Source : Roiz D avec les données fournies par Dehecq JS, données surveillance (non publiées).

Figure 13 : Dynamique saisonnière mensuelle de l'indice de Breteau par secteur durant la période 2007-2017

ANNEXE 5

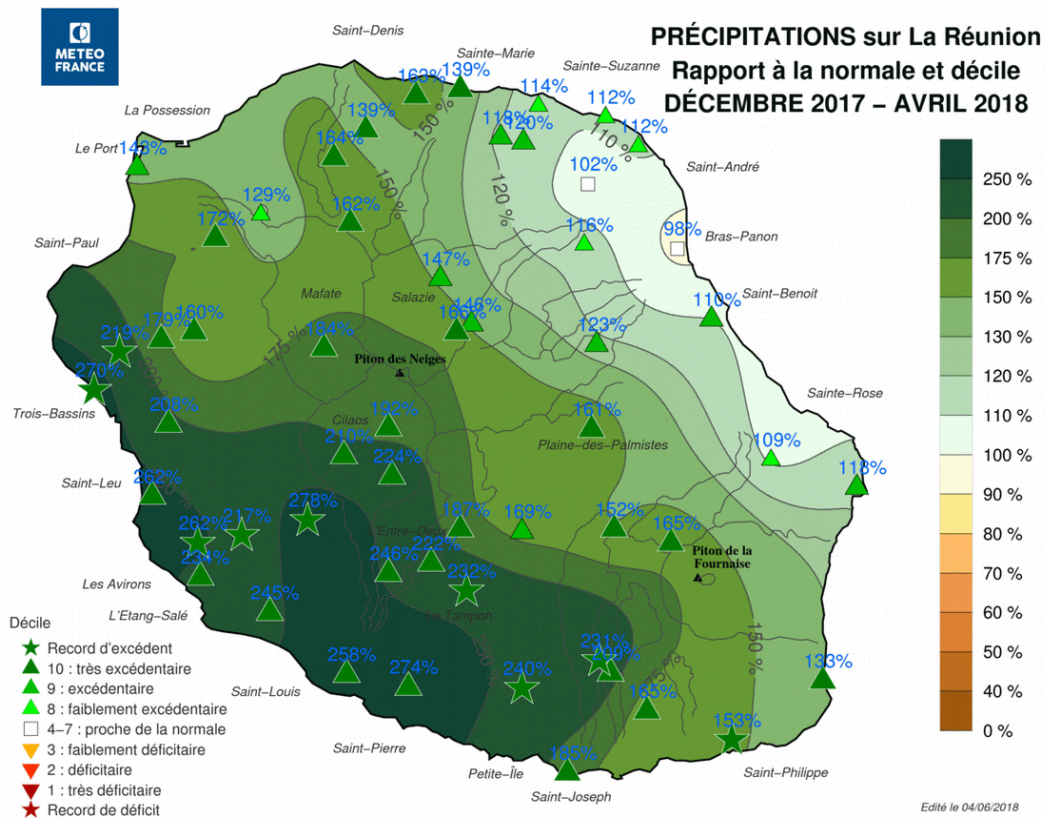
Conditions météorologiques

Le climat de La Réunion est tropical humide et se singularise par de grandes variabilités liées à la géographie de l'île. L'influence du relief est tout aussi fondamentale que les effets de l'insularité.

Il existe deux saisons marquées à La Réunion :

- la saison "des pluies" qui peut être définie entre janvier et mars ;
- la saison "sèche", plus longue, qui débute au mois de mai pour s'achever au mois de novembre. Même en saison sèche, les précipitations restent importantes sur la partie Est de l'île et notamment sur les flancs du Volcan.
- avril et décembre sont des mois de transition, parfois très pluvieux mais pouvant également être parfois très secs.

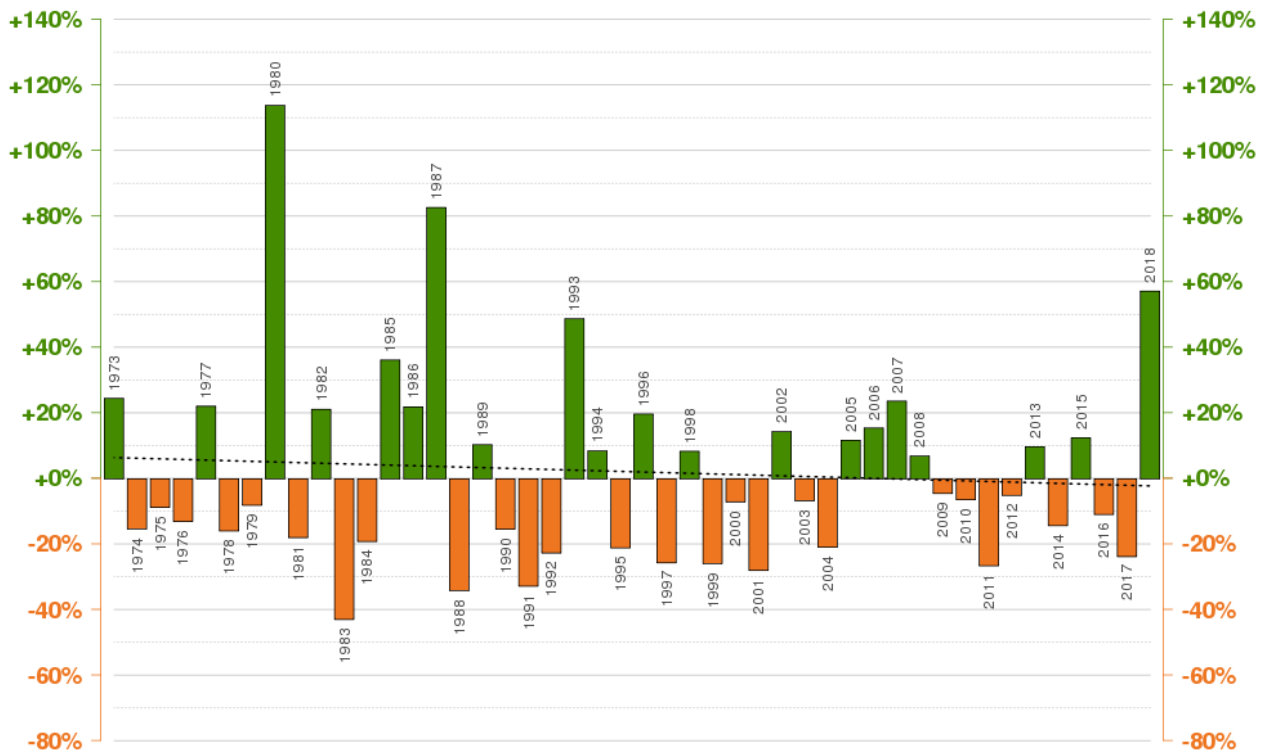
Dans son résumé climatique du mois de mai 2018, Météo France Océan Indien esquisse un bilan rapide des pluies de décembre 2017 à avril 2018 en termes pluviométrique pour La Réunion (Figure 14).



Source : Météo France

Figure 14 : Précipitations sur La Réunion – rapport à la normale et décile (décembre 2017 – avril 2018)

Malgré deux mois fortement déficitaires (-60% en décembre 2017 et -50% en février 2018), les pluies qui ont concerné l'île durant les mois de janvier (+180%), mars (+120%) et avril (+105%) ont contribué à faire de cette saison la 3^{ème} plus pluvieuse depuis 1972 derrière 1980 (année du cyclone HYACINTHE) et 1987 (année du cyclone CLOTILDA) (voir Figure 15).



Tendance non significative: -1.8% (-30 mm) par décennie (p-value : 0.9)

Source : Météo France

Figure 15 : Pluviométrie de la saison des pluies à La Réunion (1972 – 2018) – Écart à la moyenne 1981-2010 (à partir de 34 postes)

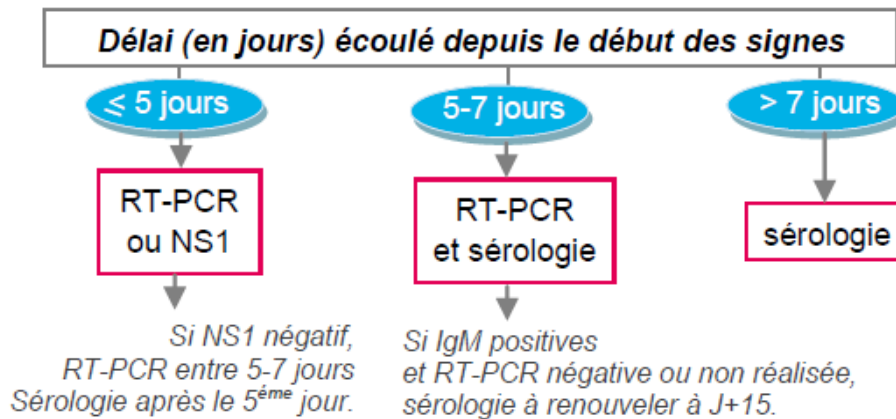
Ainsi, les conditions climatiques 2017-2018, marquées par des précipitations extrêmes (et le passage du cyclone FAKIR en avril), ont été particulièrement favorables à la prolifération des gîtes larvaires avec une remise en eau constante. Ces conditions ont été particulièrement favorables à la circulation de la dengue.

Les conditions climatiques de juillet 2018 mettent en évidence davantage de fraîcheur, mais les pluies restent toujours très actives et les gîtes restent bien remplis d'eau et se renouvèlent. L'hiver austral se révèle humide et sur la bande côtière, le vecteur est peu pénalisé.

ANNEXE 6

Confirmation biologique des cas

Tous les cas suspects³⁵ de dengue sont supposés faire l'objet d'une confirmation biologique (Figure 16).

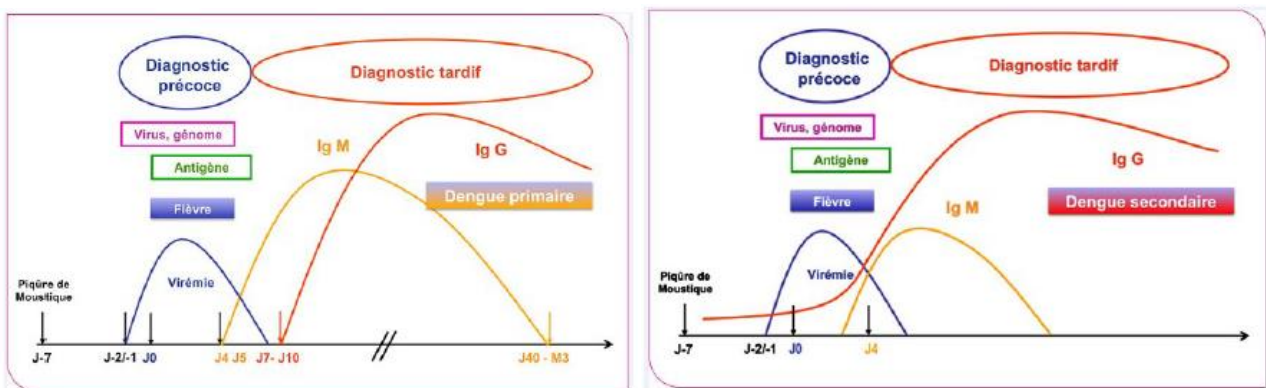


Source : HAS synthèse Rapport évaluation technique NS1, 2009

Figure 16 : Confirmation biologique de l'infection par la dengue

En fonction du délai écoulé en jours depuis le début des signes (Figure 17), il existe deux tests biologiques possibles :

- Recherche d'éléments géniques ou d'antigènes du virus, respectivement par RT-PCR et détection NS1 en première intention lorsque le délai le permet (car ce sont des techniques rapides de diagnostic précoce durant la phase virémique)
- et/ou recherche d'anticorps par sérologie avec un second prélèvement (à 15 jours d'intervalle minimum) pour confirmer l'infection récente.



Source : Santé Publique France – CNR des arbovirus

Figure 17 : Cinétique du virus et des anticorps de type IgM et IgG au cours d'une infection par le virus de la dengue

³⁵ Fièvre ≥ 38,5°C associée à un ou plusieurs symptômes non spécifiques (douleurs musculo-articulaires, manifestations hémorragiques, céphalées frontales, asthénie, signes digestifs, douleur rétro-orbitaire, éruption maculo-papuleuse) en l'absence de tout autre point d'appel infectieux.

Le résultat des analyses est ensuite transmis par les laboratoires de ville à l'ARS via un logiciel. La confirmation biologique des cas est systématique avant toute intervention de la LAV, ce qui pose la question du délai entre les premiers symptômes et l'intervention de la LAV, dont dépend l'efficacité de celle-ci (*cf.* discussion au § 3.3.3).

ANNEXE 7

Questionnaire sur la mobilisation et l'implication des communes dans la lutte anti-vectorielle

Méthode

Dans le cadre de la présente expertise, une enquête a été menée par l'Anses auprès des 24 communes et des cinq communautés de communes de La Réunion (Figure 18), afin de connaître l'implication des services communaux dans la lutte anti-vectorielle.

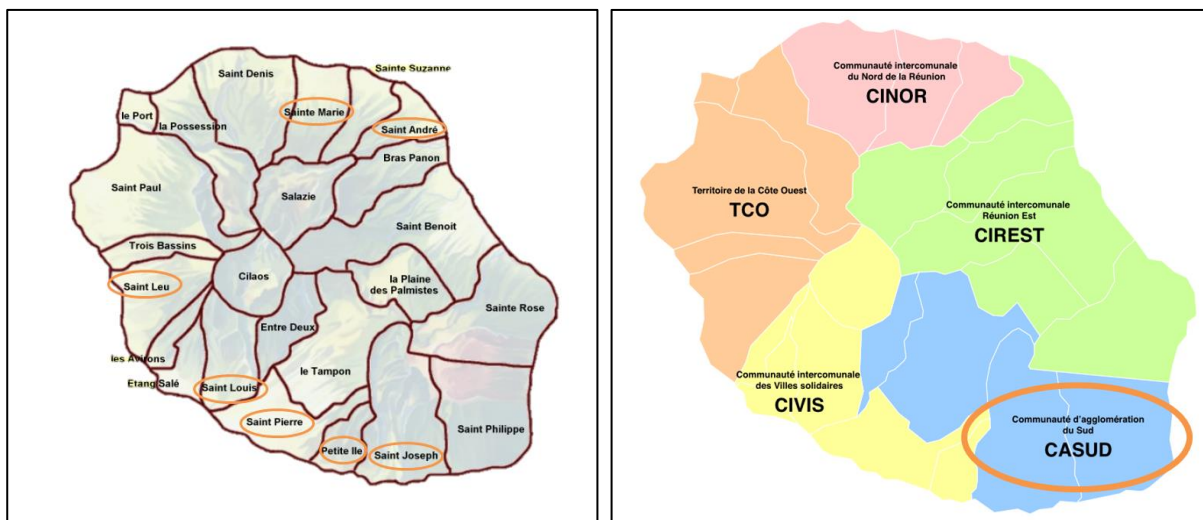


Figure 18 : Communes et communautés de communes de La Réunion

Le questionnaire était constitué de quatre questions sur l'implication des communes dans lutte contre les moustiques et la mobilisation sociale, avec la possibilité d'ajouter un commentaire libre. Il a été envoyé à chacune des mairies le 17 juillet 2018, principalement via le mail de contact inscrit sur le site web de la mairie (ou via le formulaire de contact online). Les communes avaient jusqu'au 23 juillet pour répondre.

En parallèle, les communes ont été contactées par téléphone entre le 20 et le 24 juillet. Lorsque la personne en charge des actions en lien avec la LAV dans la commune, généralement le responsable environnement, était disponible, l'enquête a été réalisée par téléphone. Dans le cas contraire, le contact (mail ou téléphone) du service responsable était demandé pour rappel ultérieur.

Résultats

Au total, sept communes et une communauté de communes ont participé à l'enquête (Tableau 6). Le faible taux de participation à l'enquête peut en partie être expliqué par la période (vacances scolaires), la durée de l'enquête et le court délai laissé pour répondre.

Tableau 6 : Communes ayant participé à l'enquête

Commune	Contact	Poste occupé	Type de réponse
Petite-île	LEVENEUR Patrick	Responsable service environnement	Par téléphone
Saint-André	NARAYANIN Frédéric	Responsable régie environnement	Par mail
Saint-Joseph	MALET Pierrot	Responsable service environnement	Par mail
Saint-Leu	ZITTE Pierrot	Responsable service environnement	Par téléphone

Commune	Contact	Poste occupé	Type de réponse
Saint-Louis	GESLIN David	Réfèrent Sécurité Sureté	Par mail
Sainte-Marie	ATCHY Harold	Responsable service environnement	Par téléphone
Saint-Pierre	ELLY Daniel & FONTAINE Willy	DGS-DST	Par mail
Communauté d'Agglomération du Sud de l'île de La Réunion (CASUD)	FILO Gérard	Responsable de la collecte des déchets	Par mail

A- Dans le cadre de l'épidémie de dengue en cours à La Réunion, vos services ont-ils été impliqués dans des actions destinées à lutter contre l'épidémie et le moustique tigre (prévention et communication, distribution de supports d'information, collecte des déchets, destruction de gîtes larvaires...) ?

Conformément à leur mission de salubrité publique, toutes les communes ayant répondu au questionnaire sont impliquées dans la lutte anti-vectorielle et citent diverses tâches : nettoyages des espaces communaux, collecte des déchets, débroussaillage, élagage, gestion des véhicules hors d'usage (VHU). Certaines différences sont observées par rapport à l'information publique et la communication. La commune de Saint-Leu par exemple ne s'occupe pas de cette tâche qui revient à la communauté de commune (TCO en l'occurrence). À Petite-île, au contraire, le service LAV s'occupe de l'information publique (gestion d'un compte Facebook, information sur le site de la mairie).

Les services interviennent de manière régulière, quotidiennement sur certaines tâches (collecte des déchets par exemple) et sur l'ensemble de la commune (action préventive), ou en fonction des foyers et des cas isolés. La fréquence d'action est également en fonction des besoins et de la demande de l'ARS.

Les moyens sont très variables entre les communes :

- moyens humains : agents permanents, contrats « état », contrats civiques, agents « PEC » ;
- moyens matériels : camions bennes, tractopelles, petit outillage type souffleurs, débroussailleuses...

B- Êtes-vous satisfaits de l'information diffusée par l'ARS concernant i) l'épidémie en général et ii) les traitements, pour prévenir et pour informer de leur réalisation (pulvérisations....) ?

100% de réponse positives. Les communes sont de manière générale satisfaites de l'information diffusée par l'ARS. Il y a cependant des retours et remarques concernant un manque d'information et de coordination du moment précis des pulvérisations, l'ARS prévient qu'il va y en avoir bientôt, mais pas précisément quand. Certains répondants considèrent qu'il aurait fallu que les services de l'ARS activent tous les moyens humains, matériels et financiers dès le début de l'épidémie.

C- Les changements de niveau du plan Orsec (niveau 2B le 27 février, niveau 3 le 26 mars puis niveau 4 le 10 juillet 2018) ont-ils eu des conséquences sur votre action ?

De manière générale, la vigilance et la surveillance des espaces publics sont accrues, les collectes des déchets ou encombrants peuvent être augmentées dans certaines communes. Cependant, il s'agit d'une charge de travail supplémentaire par rapport à des missions déjà bien définies. Certains répondants estiment que la charge de travail est déjà suffisante et les changements de niveau du plan Orsec n'ont pas impacté leur action. La commune de Saint-Leu va étudier la possibilité de

recruter davantage d'emplois « PEC » à la suite du passage au niveau 4 début juillet (mais les décisions sont retardées en raison des vacances).

D- Votre commune est-elle impliquée dans le Groupement d'Intérêt Public lutte antivectorielle (GIP-LAV) de La Réunion et quelle est la nature de cette implication ?

Toutes les communes participent aux réunions du GIP-LAV à la sous-préfecture et à la préfecture pour prendre connaissance du bilan des actions et aussi connaître le point épidémiologie de la commune.

La participation des communes au GIP-LAV apparaît seulement comme un moyen d'obtenir des informations. Aucune commune n'a mentionné une participation active (force de proposition, contribution matérielle, humaine ou financière).

E- Commentaire libre :

Les répondants considèrent qu'il y a un problème d'information préalable de la population avant le passage des agents en porte-à-porte (pour montrer comment éliminer les gîtes larvaires et informer). Beaucoup de personnes refusent de laisser entrer les agents chez eux.

Selon certains, la population devrait être plus impliquée. Des mouvements de citoyens pourraient être créés dans les quartiers pour lutter contre cette épidémie qui menace à terme toute la population.

Ils déclarent manquer de main d'œuvre, de moyens matériels et de moyen dédiés à la communication. Les PEC par exemple sont payés à 80 % par l'Etat, mais le reste à charge est important pour les communes. Cela nécessite ensuite de les former et de les équiper. Les PEC recrutés doivent également être formés afin de rentrer sur le domaine privé. Ces formations sont dispensées par la communauté de communes (CIVIS par exemple à Petite-Île) pour la gestion des déchets et par l'ARS pour la communication et la recherche de gîtes larvaires chez les particuliers. Il y a un décalage dans le temps pour ces formations, à Petite-Île, 11 PEC ont été recruté la semaine du 23 juillet, la formation du CIVIS aura lieu le 8 août et aucune date n'a été fixée à ce jour avec l'ARS. Sans ces formations, les contrats PEC ne sont pas opérationnels.

De plus, certains répondants soulignent une mauvaise lisibilité de la mise à disposition des contrats de Service Civique.

En outre, compte tenu de l'expérience en matière de lutte contre l'épidémie que la Réunion connaît, certains considèrent que les décisions devraient être prises en amont, notamment à travers une implication plus forte de tous les services de l'Etat présents sur le territoire.

ANNEXE 8

Un exemple de démarche de mobilisation citoyenne

À La Réunion, il existe une démarche qui s'inscrit en plein dans l'appropriation des enjeux liés à la gestion épidémique, celle portée par un collectif d'anonymes, nommé *Bandcochon* (voir Figure 19). Ce collectif, qui s'exprime sur un Blog, revendique une autonomie et une indépendance vis-à-vis des pouvoirs publics, s'appuie sur la « monstration » des décharges sauvages (photographie des amoncellements de déchets, géolocalisation de chaque lieu de dépôts sauvages et publication des localisations et des photographies sur un blog et sur Twitter), et de la valorisation des démarches de nettoyage d'anonymes, via leur blog. En parallèle, *Bandcochon* développe une stratégie de plaidoyer auprès des institutions en charge du nettoyage des décharges sauvages, en les interpellant par courrier et par voie de presse. Enfin, ils contribuent à une prise de conscience des problématiques associées aux décharges publiques : pollution, multiplication des gîtes larvaires, etc.



Source : <http://www.bandcochon.re/> [capture d'écran effectuée le 15 juillet 2018]

Figure 19 : Captures d'écran du blog de *Bandcochon*

Cette initiative est destinée à mobiliser les citoyens dans la lutte contre la dengue, et à pointer du doigt la faible implication des municipalités dans la prise en charge de leur mission de maintien de la salubrité publique. Cependant, en l'absence d'enquête, son impact sur la mobilisation sociale ne peut être évalué.

ANNEXE 9

Polysémie du mot dengue à La Réunion

Dans un premier cas de figure, le lien entre la dengue et le moustique vecteur *Ae. albopictus* est univoque. Les personnes définissant la dengue comme n'étant pas une maladie vectorielle ont généralement été longtemps absentes de La Réunion, ou sont de nouveaux arrivants. Elles évoquent les campagnes de communication élaborées par les pouvoirs publics pour définir la dengue.

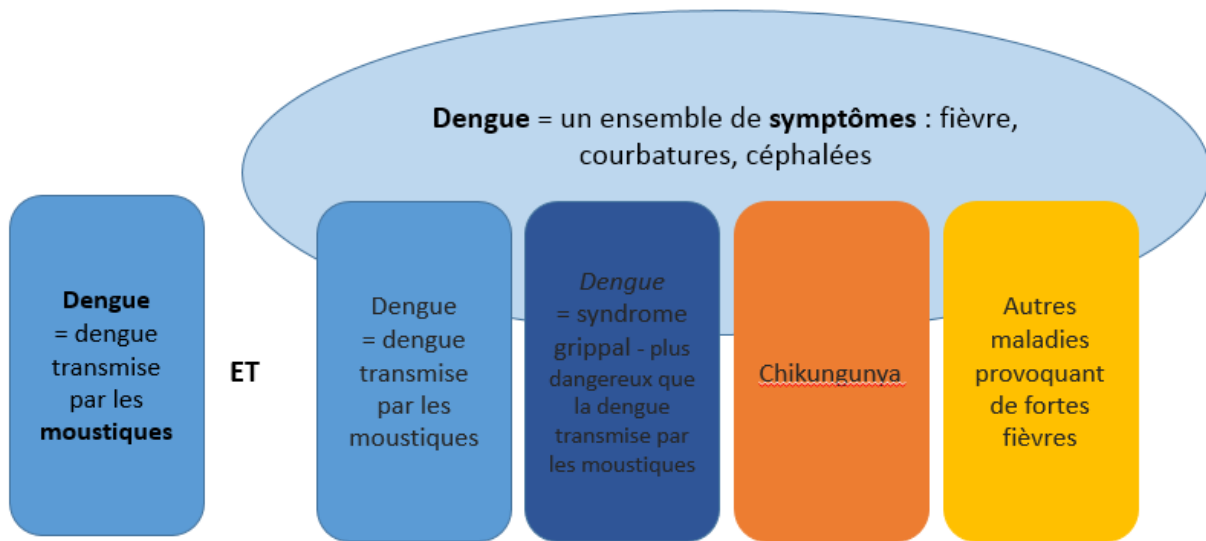
Dans un second cas, la dengue, que l'on écrira ici *dengue* désigne également un fort syndrome grippal. Ce terme est traduit par le terme de grippe aux non créolophones. Certains médecins désignent la grippe saisonnière comme la *dengue*, ce synonyme étant largement admis sur l'île.

La *dengue* est considérée comme plus dangereuse que la dengue transmise par les moustiques. Elle se contracte par voie aérienne, ou survient en raison d'un déséquilibre des humeurs, lorsque le sang est considéré comme « sale » (Pourchez 2002). Pour traiter la dengue, le sang doit être purifié à l'aide de « tisanes rafraîchissantes », par sudation (lors des accès de fièvre notamment), ou par la pratique d'activités physiques lors de la phase de rémission.

Dans un troisième cas de figure relevé lors des entretiens réalisés durant une étude ethnographique de terrain menée entre 2010 et 2013 auprès d'habitants de l'île (Dupé 2015), la dengue est définie en deux temps. D'une part, ce terme désigne la dengue transmise par les moustiques, et d'autre part, il désigne un ensemble de symptômes, que sont la fièvre, les courbatures et les céphalées (Figure 20). Cet ensemble de symptômes concerne un ensemble de maladies dont la dengue (transmise par les moustiques), la *dengue* (syndrome grippal), le chikungunya, et d'autres maladies provoquant de fortes fièvres. Il est intéressant de noter que la dengue - comme ensemble de symptômes – désigne les principaux symptômes de la dengue transmise par les moustiques. La dengue transmise par les moustiques n'est donc pas exclue de cette terminologie vernaculaire.

La dengue n'a été associée que très récemment à une transmission vectorielle – les premières campagnes de sensibilisation du service de lutte anti-vectorielle visant à lutter contre la circulation de la dengue datent de 2012³⁶. En revanche, le terme de *dengue* pour désigner la grippe et un ensemble de symptômes grippaux est plus ancré dans les représentations locales de la maladie. Le fait que la dengue, maladie transmise par les moustiques, soit désignée à part lors des entretiens qualitatifs met en évidence la superposition de divers systèmes de sens pour définir ce terme. La définition de la dengue donnée par les autorités sanitaires apparaît encore comme exogène, bien qu'elle trouve sa place dans une acceptation plus vernaculaire du terme.

³⁶ L'épidémie de dengue de 1977-1978 n'a pas été prise en charge par le service de lutte anti-vectorielle, qui ne luttait que contre le paludisme (Coulanges et al. 1979, Salvan and Mouchet 1994, Paupy et al. 2001). En 2004, l'épidémie de dengue passe inaperçue et ne donne pas lieu à une stratégie de communication d'ampleur (Duhamel et al. 2006).

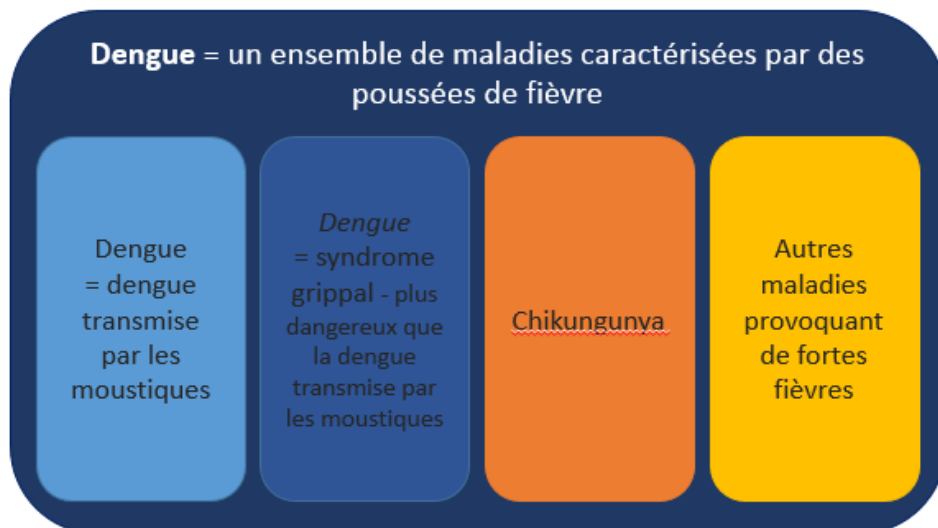


Source : Dupé, 2015

Figure 20 : La dengue, une maladie transmise par les moustiques et un ensemble de symptômes concernant diverses maladies

Un quatrième cas de figure relevé dans les entretiens fait du terme dengue une catégorie générique, laquelle définit tout autant la dengue transmise par les moustiques, la *dengue* comme syndrome grippal, le chikungunya, et d'autres maladies provoquant de fortes fièvres (Figure 21).

Le chikungunya étant considéré comme étant *une* dengue, cela a participé à faire du moustique *l'un* des vecteurs de la dengue.



Source : Dupé, 2015

Figure 21 : La dengue, un ensemble de maladies caractérisées par des poussées de fièvre

La dengue, en plus d'être une catégorie générique, a plusieurs modes d'existence simultanés, qui peuvent même s'exclure : « La cause de cette maladie, la dengue, il me semble que c'est le moustique. Mais moi, personnellement, je pense que ce n'est pas le moustique. » (Jacques, fonctionnaire retraité, 2013). Ici, la dengue est transmise notamment par les moustiques, mais elle désigne avant tout une maladie qui n'est *pas* transmise par les moustiques. Plusieurs ordres de réalité hétérogènes coexistent : ceux qui circulent et s'actualisent dans les représentations vernaculaires de la maladie, et celui qui est véhiculé par les institutions en charge de la santé. Ces interprétations, bien qu'entrant en contradiction, gardent une terminologie unique, qui ne marque

pas de distinction. Il est à noter que plusieurs systèmes interprétatifs ne nécessitent pas de s'exclure mutuellement, ainsi que l'a montré Annemarie Mol par ses enquêtes menées dans le milieu biomédical : « [un système interprétatif] peut suivre l'autre, se substituer à l'autre, et, l'image la plus surprenante, peut inclure l'autre. Cela signifie que ce qui est « autre » peut aussi être intégré. Les réalités alternatives ne coexistent pas simplement côte-à-côte, mais se trouvent aussi parfois imbriquées » (Mol 1999)³⁷.

De la même manière que la dengue a plusieurs significations, elle peut avoir plusieurs étiologies. Pour donner sens à la survenue de la dengue, ou à la survenue de symptômes attribués à la dengue, plusieurs causes peuvent être invoquées : une fatigue excessive, une consommation d'aliments avariés, un « sang sale », la transmission de pathogènes par voie aérienne, ou par l'intermédiaire des moustiques.

Cette insertion dans un univers de sens préexistant peut contribuer à maintenir une confusion entre ces diverses significations, et faire du moustique un vecteur de la dengue parmi d'autres. Cette polysémie contribue à limiter l'impact des messages de prévention.

Afin de limiter les incertitudes liées à la polysémie du terme « dengue », le terme pourrait être requalifié de « dengue du moustique », ou de « dengue transmise par les moustiques ».

Il est intéressant de noter que la répétition de connaissances sur le rôle du moustique dans la transmission du chikungunya depuis l'épidémie de 2006 a permis de faire progresser les connaissances des réunionnais. Aujourd'hui, le rôle du moustique dans la transmission du chikungunya est encore discuté (Dupé 2015), mais est de plus en plus largement admis dans la population générale (Setbon and Raude 2008, Duret P. Augustini M. 2011, Thuilliez et al. 2014, Reilhes O. 2015). Un message clair et répété a donc des effets sur le niveau de connaissance de la population, et ce, d'autant plus que la transmission d'informations ne se fait pas uniquement de manière verticale (Cnev 2016a, Bartlett-Healy et al. 2011).

³⁷ Traduction de: « *One may follow the other, stand in for the other, and, the most surprising image, one may include the other. This means that what is 'other' is also within. Alternative realities don't simply coexist side by side, but are also found inside one another* » (Mol, 1999 : 85).

ANNEXE 10

Suivi des actualisations de l'avis

Paragraphe	Nature des modifications	Description de la modification
1.1	Ajout	Les notes de bas de page n°2, 3 et 4 ont été ajoutées pour expliquer respectivement les termes « Cas confirmé », « Cas probable », « Syndrome <i>dengue-like</i> ».
	Modifications	La Figure 1 a été actualisée.
1.3		Les limites du champ d'expertise ont été reformulées et complétées, notamment pour préciser qu'elle ne s'intéressait pas aux aspects logistiques de la gestion de crise.
2	Ajout	« À noter cependant que certains documents n'ont finalement pas pu être totalement exploités par les experts, faute de temps ».
	Ajout	Le paragraphe 2 a été complété pour préciser que le présent avis a fait l'objet d'une révision et qu'il a été validé le 23 octobre 2018.
3.1	Ajout	« Depuis le début de l'année, les acteurs de la LAV à la Réunion ont mis en place un dispositif de réponse à l'épidémie de dengue extrêmement conséquent. Aucune réponse de LAV en France n'avait jamais été déployée à un tel niveau de mobilisation, proportionnellement à la dynamique épidémique observée ».
3.1.1	Ajout	Il a été rajouté que le GIP-LAV a été créé en 2006.
3.1.1	Ajout	« Aucune information sur la quantité de kilos de déchets récupérés, le nombre d'opérations de nettoyage menées ou la participation des populations à ces opérations n'a été collectée dans le cadre de la présente expertise ».
3.1.1	Modifications	Les informations issues du dossier de presse de la préfecture et de l'ARS-OI en date du 10 juillet 2018 ont été mises dans un encadré.
3.1.2	Modifications	Le service est un service de Lutte anti-vectorielle (Service LAV) et non de démoustication. Il regroupe 125 agents et non 120 (dont 20 encadrants). La responsabilité de ce service de cette structure est assurée par un ingénieur du génie sanitaire et son adjoint, et non un entomologiste médical.
	Ajout	« L'utilisation des insecticides est strictement réservée aux interventions autour des habitations des malades signalés par le dispositif de surveillance des arboviroses ».
3.2.1	Ajout	« Ces visites ont également pour objectif d'inciter la population à adopter les messages de prévention (élimination des gîtes larvaires, renforcement de la protection individuelle contre les piqûres de moustiques, consultation d'un médecin en cas de signes évocateurs...).
3.2.1	Suppression	

	Ajout	La phrase « Au niveau 2A/2B du plan Orsec, chaque notification de cas de dengue fait l'objet d'une recherche active de cas secondaires (ce qui ne peut plus être fait au niveau 3) » a été remplacée par : « La recherche de « cas secondaires ⁹ » a été maintenue tout au long de l'épidémie avec, au niveau 2A/2B, la réalisation d'une enquête épidémiologique menée auprès de l'ensemble des cas signalés et, au niveau 3, uniquement auprès des cas considérés comme isolés ou situés dans des foyers émergents ».
	Ajout	La note de bas de page n°9 a été ajoutée pour expliquer « cas secondaires ».
3.2.1	Ajouts	« [Au tout début de l'épidémie], le service de LAV a essayé de travailler le samedi matin ou de faire du porte-à-porte en horaires décalés (en fin de journée) pour assurer des taux ¹⁰ de passages plus conséquents autour des tous premiers foyers, en complément des interventions habituelles. Cela a permis d'augmenter le nombre de maisons visitées. Toutefois, les agents ont observé le même pourcentage de personnes absentes le samedi que les autres jours de la semaine. Aussi, le service de LAV a décidé, au vu des moyens mobilisés, du manque de volontaires et du nombre de cas, de ne pas maintenir de passage le samedi ». La note de bas de page n°10 a été ajoutée pour expliquer le calcul du taux de passages.
3.2.1	Ajout	La Figure 6 « Traitement antilarvaire au Bti » a été ajoutée.
3.2.1	Ajouts	A la fin du 3.2.1, le paragraphe commençant par « Le cas des ravines est particulier » et se terminant par « Pour autant, le Préfet et l'ARS-OI ont engagé des moyens financiers dans le cadre du dispositif de contrats aidés PEC renforcé pour maintenir l'entretien de ces ravines qui était assuré jusqu'alors par le dispositif préexistant de 400 contrats aidés CAE/CUI (information communiquée par l'ARS-OI) » a été ajouté. Cela inclut la note de bas de page n°11 pour expliquer le terme « ravine », ainsi que La Figure 7 « Tronçons de ravines contrôlés par le service de lutte anti-vectorielle ».
3.2.3	Modifications	« 300 » Parcours-Emploi-Compétences (PEC) qui figurait dans la version antérieure de l'avis a été remplacé par « 400 », car s'il était fait référence à 300 PEC dans le dossier de presse du GIP-LAV dengue du 10/07/2018 lors du passage au niveau 4, ce nombre a été réévalué à 400 par la suite (information communiquée par l'ARS-OI). « sont disponibles » a été remplacé par « pourront être recrutés ».
3.2.3	Modifications	Les sous-préfectures ont été chargées de l'animation de ce dispositif qui a d'abord connu une relative adhésion de la part des communes : trois mois après son lancement, sur les 600 contrats disponibles, 260 demandes avaient été exprimées par les communes au 19 juin 2018, dont une centaine encore en cours de recrutement fin juillet et 15 contrats fléchés sur des actions de médiation auprès du public.
	Ajout	« Le 9 août 2018, sur 417 demandes, 351 contrats PEC avaient été accordés par les Préfectures, dont 271 pour des missions de nettoyage/salubrité et 80 pour les actions de sensibilisation de la population ».

3.2.5	Ajout	« L'ensemble des informations liées à l'épidémie de dengue sont quotidiennement mises à jour sur le site internet de l'ARS Océan Indien, ainsi que sur les réseaux sociaux : <ul style="list-style-type: none"> - la page Facebook Ensemble contre les moustiques ; - le compte Twitter des services de l'Etat à La Réunion (relai des actions sur le terrain, des messages de prévention, etc.) ».
	Ajout	La note de bas de page n°15 a été ajoutée pour présenter l'opération « Kass'Moustik ».
	Modifications	Le nombre de personnes sensibilisées par l'ARS-OI a été corrigé (19 000 et non 1 900 selon les chiffres communiqués par l'ARS-OI).
	Ajout	Le paragraphe suivant a été ajouté : « Aussi depuis le mois de juillet, la préfecture et l'ARS-OI ont lancé une campagne pour encourager la mobilisation de tous (pouvoirs publics, communes, intercommunalités, RSMA, population...) durant l'hiver austral « Ne laissons pas la dengue passer l'hiver : tous ensemble, agissons dès maintenant ». Les outils de cette campagne se composent d'affiches et de messages visuels (Figure 10) valorisant tour à tour chaque personne, professionnel ou particulier impliqué dans la lutte contre la dengue, pour montrer l'implication de tous les acteurs concernés, mais également par la valorisation des initiatives relatives aux opérations de sensibilisation du public organisées par les partenaires sur toute l'île, auprès des habitants des quartiers les plus touchés, dans les centres d'accueil de loisirs, etc. », ainsi que la Figure 10.
3.3.1	Ajouts	La note de bas de page n°16 a été ajoutée pour expliciter l'expression « coordination intersectorielle ».
		« En matière de coordination intersectorielle, le plan Orsec mis en œuvre à La Réunion apparaît comme un outil plutôt directif et vertical. Depuis le passage au niveau 3, les référents LAV municipaux sont réunis lors de réunions de coordination hebdomadaires en sous-préfectures, pilotées par des agents du service de LAV de l'ARS et des cadres du SDIS, sous l'égide des sous-préfets. Les autres partenaires sont coordonnés dans le cadre de réunions hebdomadaires à bimensuelles au centre opérationnel de préfecture (COP). Enfin, l'ensemble des partenaires est régulièrement réuni lors des séances plénières du GIP-LAV ».
		« La mobilisation des communes attendue par l'ARS-OI concerne essentiellement les actions portant sur le domaine privé. La montée en puissance progressive de la mobilisation de « PEC » et de volontaires du service civique devrait permettre de renforcer ces aspects de sensibilisation de la population et d'élimination des gîtes larvaires dans les cours et jardins particuliers ».
3.3.2	Ajout et modifications	Le paragraphe 3.3.2 a été très largement complété. Les critères d'appréciation de niveau de l'épidémie issus du plan Orsec ont été rajoutés, ainsi que les seuils en termes de nombre de cas hebdomadaires.
3.3.3	Ajout et modifications	La rédaction du paragraphe 3.3.3 a été entièrement revue.
4.1	Modification	Plusieurs phrases de la conclusion ont été reformulées, notamment : <ul style="list-style-type: none"> - une référence à l'absence de vaccination possible contre la dengue a été ajoutée (ainsi que la note de bas de page n°31 pour

		<p>ajouter un lien vers l'avis du HCSP sur l'utilisation du vaccin contre la dengue à La Réunion) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - il a été précisé que l'évaluation de la robustesse des informations communiquées dans le cadre de la présente expertise n'a pu être conduite de manière systématique et mériterait de faire l'objet d'une évaluation à part entière, hors situation d'urgence (voir dernier paragraphe de la conclusion). <p>Au final, la conclusion n'a pas été modifiée sur le fond.</p>
4.2	Modifications	Les recommandations ont été revues et priorisées.