



Technique de l'insecte stérile renforcée

Essai pilote de lutte contre le moustique *Aedes aegypti* à Saint Joseph (974)

Conférence de Presse, Mairie de Saint Joseph, le 13 décembre 2021



©Mairie de Saint-Joseph

Technique de l'insecte stérile renforcée

Essai de suppression du moustique *Aedes aegypti* à Saint Joseph (974)

Le contexte	5
La Technique de l'Insecte Stérile renforcée	6
Les projets Revolinc et Mosquarel	7
Des autorisations indispensables	8
Plan de communication.....	9
Déroulement de l'expérimentation	10
Choix du site	10
Production et réception des mâles stériles	10
Traitement des mâles stériles au pyriproxifène	11
Lâcher des mâles stériles	11
Suivi de l'efficacité des lâchers	13
Résultats.....	15
Conclusion et perspectives	16
ANNEXES	17
Annexe 1 : Arrêté Préfectoral Autorisation phase 1 MLR Essai Pilote REVOLINC St Joseph Février 2021	18
Annexe 2 : Arrêté préfectoral : autorisation phase 2 suppression, essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, avril 2021	28
Annexe 3 : accord ANSES, essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, décembre 2020	38
Annexe 4 : brochure/ flyer, essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, 2021	39
Annexe 5 : Note d'information, essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, 2021.....	40
Annexe 6 : Foire aux questions (FAQ), essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, 2021	42

Le contexte

Depuis 2017, l'île de La Réunion subit une épidémie de dengue, d'abord modérée en 2018, plus importante en 2019, 2020 et 2021. Contrairement à 2019 où le sérotype était majoritairement le DENV-2, le DENV-1 est majoritaire depuis 2020, suivi du DENV-2 et du DENV-3 introduit en 2019 dans l'île. La circulation consécutive de plusieurs sérotypes de dengue dans l'île s'accompagne d'un risque accru de sévérité clinique.

Le moustique vecteur incriminé dans la transmission de la dengue à La Réunion est le moustique tigre, *Aedes albopictus*, omniprésent dans l'île, du littoral à 1.200 m d'altitude, notamment au contact de l'Homme pour lequel il est très agressif. Une autre espèce, *Aedes aegypti*, vectrice historique de la fièvre jaune et de la dengue et agressive également pour l'homme est aussi présente à La Réunion mais elle est actuellement isolée dans des ravines de l'Ouest et du Sud de l'île suite notamment aux campagnes massives de lutte contre les Anophèles vecteur du paludisme utilisant du DDT en aspersion intradomiciliaire dans les années 1950-1960. Dans ces ravines, *Aedes aegypti* se trouve en concurrence avec *Aedes albopictus*, qui comme nous l'avons déjà souligné a une distribution beaucoup plus large sur l'île.

Ces deux espèces de moustique *Aedes* ont des biologie et écologie comparables. Les larves aquatiques se développent dans des gîtes artificiels (récipients, pots de fleurs, ...) ou des gîtes naturels (creux d'arbres, creux de rochers, bambous coupés, ...). Au stade adulte, les femelles se reconnaissent par leur agressivité pour se nourrir de sang pendant la journée et par les rayures blanches brillantes sur leurs pattes. Leur thorax permet de différencier les deux espèces (cf. **Figure 1**): *Aedes aegypti* a deux minces lignes médianes d'écailles argentées et deux larges lignes latérales en croissant sur la moitié latérale de la face dorsale du thorax (en forme de lyre). *Aedes albopictus* a lui une ligne médiane d'écailles argentées sur son thorax (une seule ligne).

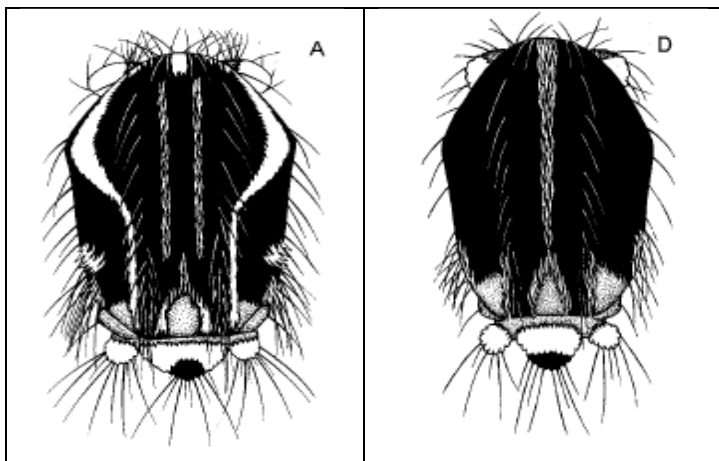


Figure 1: A gauche, face dorsale du thorax d'un moustique adulte *Aedes aegypti* ; à droite, face dorsale du thorax d'un moustique adulte *Aedes albopictus*

La lutte anti-vectorielle (LAV) pratiquée actuellement contre *Aedes albopictus* autour des cas de dengue par l'Agence Régionale de Santé (ARS) de La Réunion consiste, en complément des actions de mobilisation sociale, en des pulvérisations d'adulticide (deltaméthrine), de la destruction des gîtes larvaires ou leur traitement par un larvicide d'origine biologique (Bti). Cependant, le risque d'émergence de résistances aux insecticides au sein des populations cibles du moustique tigre amène les autorités et l'ARS Réunion à s'intéresser fortement aux méthodes complémentaires innovantes de lutte antivectorielle, développées par le monde de la recherche.

La Technique de l'Insecte Stérile renforcée

La Technique de l'Insecte Stérile (TIS) est une méthode de lutte antivectorielle qui consiste à élever en masse des moustiques mâles, les stériliser par irradiation et les relâcher sur le terrain où ils vont stériliser les femelles sauvages. C'est une technique de lutte respectueuse de l'environnement et très spécifique, qui est utilisée depuis plus de 60 ans contre divers insectes ravageurs de l'agriculture ou vecteurs de maladies animales, et qui est en plein développement contre les moustiques.

L'approche TIS renforcée consiste, en plus de la stérilisation, à traiter les moustiques mâles stériles d'un biocide, transmis aux femelles lors de l'accouplement, en sus de l'effet stérilisant, ou par simple contact, même en cas d'échec de l'accouplement (cf. **Figure 2**). Le biocide est alors transféré aux gîtes larvaires par les femelles contaminées tuant ainsi leurs descendances et celles des autres femelles, qui n'auraient pas rencontré des moustiques mâles stériles. Les mâles stériles peuvent également contaminer directement les gîtes larvaires. Cibler une espèce par ses mâles entraîne une spécificité d'action et ajouter un biocide rend cette technique plus avantageuse et plus efficace. Cette approche dite « renforcée » renforce ainsi l'effet de la TIS « classique ».

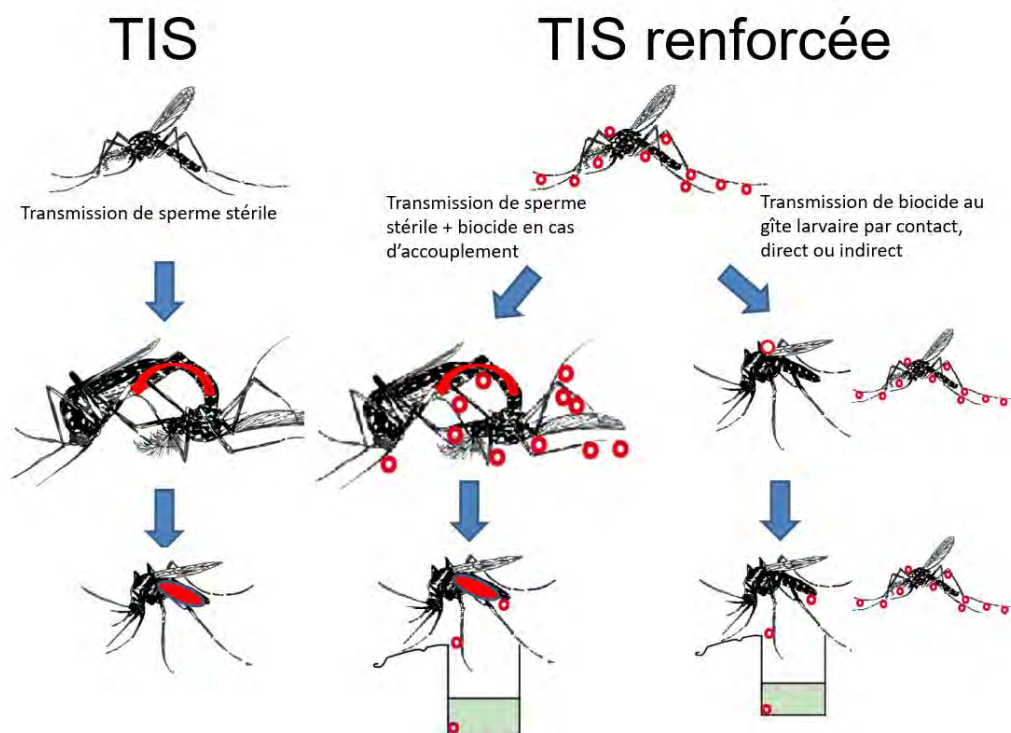


Figure 2 : A gauche, concept de la TIS contre les moustiques Aedes ; A droite concept de la TIS renforcée contre les moustique Aedes (Schéma J. Bouyer)

Le biocide sélectionné est le pyriproxifène, un régulateur de croissance inhibant le passage à la forme adulte de l'espèce visée pendant les phases de reproduction et qui amplifie l'effet recherché avec la TIS. Les quantités de pyriproxifène utilisées sur les mâles stériles lâchés sont infimes et non dangereuses pour l'Homme et l'environnement.

Le lâcher de moustiques mâles stériles traités est inoffensif :

- Seules les moustiques femelles piquent et non les mâles.
- Les insectes stériles ne peuvent pas se reproduire et ne peuvent donc pas s'implanter dans l'environnement.
- La TIS n'introduit pas d'espèces exotiques dans un écosystème.
- Le moustique stérile n'est pas un organisme transgénique.
- Les moustiques mâles stérilisés par irradiation ne présentent aucun danger pour l'homme : ils ne sont pas radioactifs.
- Les quantités de pyriproxifène utilisées sur les mâles stériles sont infimes et non dangereuses pour l'Homme et l'environnement.
- L'interruption du cycle de reproduction des insectes vecteurs, aussi appelée lutte autocide, est par définition spécifique à chaque espèce.

Les projets Revolinc et Mosquarel

Le projet Européen ERC Revolinc¹ a été coordonné par le Cirad entre 2016 et 2021, et a impliqué l'IRD et la division conjointe FAO-AIEA (l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Agence internationale de l'énergie atomique) de contrôle des insectes nuisibles comme partenaires principaux. Il avait pour objectif principal de tester l'approche TIS renforcée contre les moustiques *Aedes* vecteurs d'arboviroses comme la dengue et le chikungunya : *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*. Émanation de Revolinc, le projet PoC Mosquarel avait plus pour objectif précis d'étudier, la faisabilité du lâcher des moustiques mâles stériles par voie aérienne, au moyen de drones miniaturisés (< 900 g), comparativement à la méthode classique de lâcher au sol.

Les travaux de recherche entrepris dans la première phase du projet ont permis de confirmer par modélisation la valeur ajoutée de la TIS renforcée (lâchers de mâles stériles traités de pyriproxifène) vs la TIS classique. Aussi, d'autres travaux réalisés au laboratoire de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à Montpellier ont permis de mettre au point des formulations adaptées à base de pyriproxifène qui ont été testées en 2020 en essais confinés contre les *Aedes* à La Réunion avant de passer à des essais pilotes sur le terrain.

A La Réunion, ces essais pilotes de terrain de la TIS renforcée ont ciblé le moustique vecteur historique de la dengue: *Aedes aegypti* (cf. **Figure 3**). Le choix de cette espèce cible pour les essais pilotes de la TIS renforcée à La Réunion a été fait de manière raisonnée. En effet, les équipes de l'IRD évaluent actuellement l'efficacité de la TIS classique contre le vecteur majeur de la dengue La Réunion, *Aedes albopictus*, à Sainte-Marie dans le Nord de l'île². Il a été souligné par plusieurs groupes d'experts qu'en cas de succès et d'opérationnalisation de la TIS contre

¹ <https://revolinc.cirad.fr/>

² <https://tis.re/>

Aedes albopictus à La Réunion, il existait un risque de remplacement de ce dernier par *Aedes aegypti*, meilleur vecteur de la dengue. Il a donc été décidé avec notre partenaire, l'IRD, et après des échanges avec l'ARS Réunion, de cibler cette espèce en priorité dans le cadre du projet Revolinc, afin d'évaluer la possibilité d'éliminer localement ses populations résiduelles.



Figure 3 - *Aedes aegypti*, moustique vecteur historique de la dengue à La Réunion. ©A. Franck, Cirad

Deux sites d'étude sur le littoral de la commune de Saint-Joseph, qui présentent les conditions environnementales et climatiques propices à la réalisation de ces essais, ont été ciblés : la ravine de la rue Damour au plateau Vincenzo où ont été lâchés les moustiques mâles stériles traités et l'embouchure de la rivière Langevin qui a servi de zone témoin (aucun lâcher n'y a été réalisé).

Des autorisations indispensables

Afin de réaliser ces lâchers, un dossier de demande a été déposé par le Cirad à la préfecture de La Réunion. Soumise par l'ARS Réunion à l'avis du Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CoDERST), la demande d'autorisation de procéder aux lâchers a abouti à la publication de deux arrêtés successifs autorisant dans un premier temps les études entomologiques préalables (marquages-lâchers-recaptures), le 17 février 2021 (cf. **Annexe 1**), suivi d'une autorisation à mettre en place l'essai de suppression de la population cible à proprement parler, le 15 Avril 2021 (cf. **Annexe 2**).

Ces arrêtés ont fait suite à l'accord de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) pour mener cette expérience avec le pyriproxifène, obtenu le 29 décembre 2020 (cf. **Annexe 3**).

Par ailleurs, les lâchers aériens par drone ont été effectués par l'Association USIO³, spécialisée dans les systèmes autonomes et leurs applications, en conformité avec la réglementation aérienne de l'aviation civile française.

Conformément à l'arrêté préfectoral, les essais ont été encadrés par un comité de pilotage, composé de représentants de la Mairie de Saint-Joseph, de l'ARS Réunion et de l'association USIO, ainsi que de chercheurs du Cirad et de l'IRD. Ce Comité s'est réuni à mi-parcours entre la phase de faisabilité et la phase de lutte, et en fin de projet. Ce comité a validé les protocoles et procédures de travail, coordonné la mise en place des actions et facilité la coordination entre les acteurs impliqués.

³ <https://www.facebook.com/USIOTechCenter/>; <https://www.linkedin.com/in/stephane-pic-usio/>

Plan de communication

Un plan de communication visant à informer les populations locales sur cet essai pilote a été établi en collaboration avec le service de communication de la mairie de Saint-Joseph. Tous les résidents des sites d'étude, l'embouchure de la rivière Langevin (site témoin) et la ravine de la rue Damour (site de lâcher), ont été préalablement informés en porte-à-porte du 10 au 12 mars 2021 (cf. **Figure 4**) avec l'appui des référents quartier désignés par la mairie de Saint-Joseph pour obtenir leur accord sur l'essai, après la présentation du projet et la remise d'une brochure (flyer) (cf. **Annexe 4**).

Figure 4 - A gauche, distribution d'un flyer et à droite, explications sur le projet (Clichés T. Baldet, Cirad)



Les équipes en charge de l'essai ont veillé à préciser qu'il s'agissait, à ce stade, d'un essai préliminaire de faisabilité de la lutte contre le moustique *Aedes aegypti* et en aucun cas d'une opération permettant de contrôler la dengue. Après une rencontre avec les équipes de Mobilisation Sociale de l'ARS Réunion et la remise de matériel didactique, les flyers de l'ARS Réunion présentant la démarche de prévention de la dengue « Ne laissons pas les moustiques s'installer ! » a été distribuée simultanément, en insistant sur la nécessité de continuer à suivre ces mesures.

La brochure (flyer) ainsi qu'une « Note d'information » (cf. **Annexe 5**), une « Vidéo pédagogique⁴ » ainsi qu'une « foire aux questions » (cf. **Annexe 6**) ont également été mis en place sur la page dédiée à l'essai sur le site du projet⁵ et communiqué à la mairie de Saint Joseph afin de faciliter l'information des populations. De nombreux articles de journaux et interviews télévisés ou radio ont également été diffusés.

Enfin, le bilan de l'expérimentation est restitué auprès des élus et de la population de Saint-Joseph lors d'une réunion publique le 13 décembre 2021 puis à la Direction Régionale du Cirad

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=SCQMkk0PV6E>

⁵ <https://revolinc.cirad.fr/essais-tis-saint-joseph>

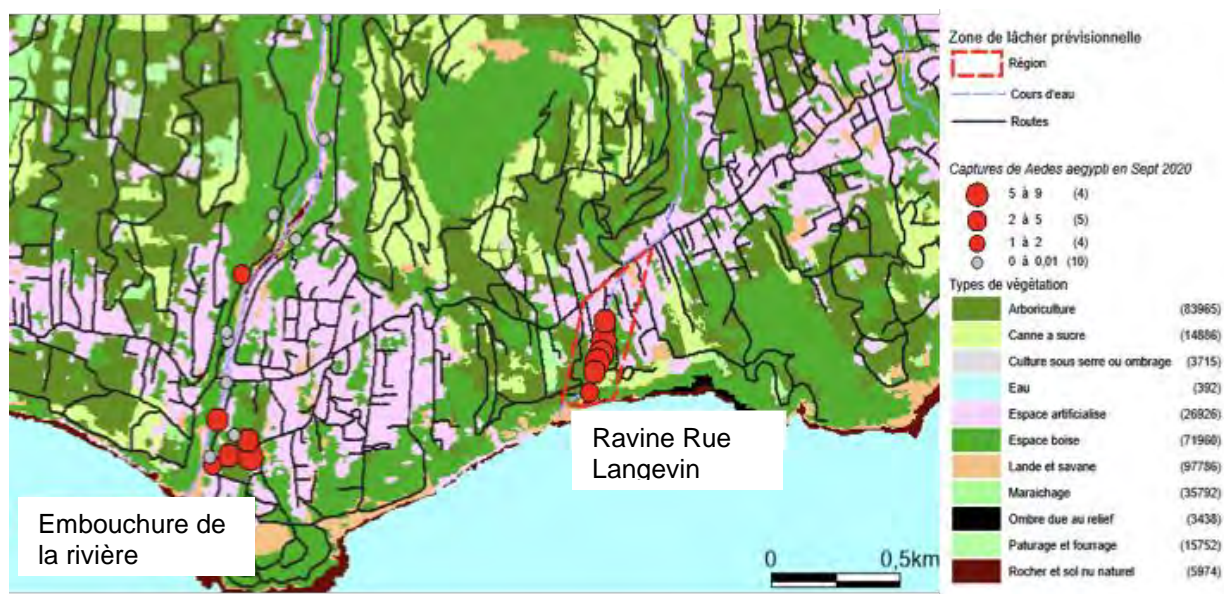
à Saint Denis le lendemain. L'intégralité des résultats seront par la suite diffusés sous forme de publications scientifiques auprès des services de l'État, de la communauté scientifique, des gestionnaires et des décideurs, aux niveaux local, national, et international.

Déroulement de l'expérimentation

Choix du site

S'étant portée candidate pour mener cet essai, la **commune de Saint-Joseph** a été retenue car elle dispose de sites présentant les conditions environnementales en tous points favorables à une telle expérimentation. En effet, la ravine de la rue Damour au plateau Vincenzo et l'embouchure de la rivière Langevin présentent des végétations et climats similaires, mais ces sites sont bien isolés les uns des autres par une distance d'environ 3km. Or, l'ARS y a détecté des populations d'*Aedes aegypti*, en plus des moustiques tigres (*Aedes albopictus*), également abondants dans ces sites (cf. **Figure 5**).

Figure 5 - Localisation de la zone témoin à gauche (embouchure rivière Langevin) et de la zone des lâchers à droite (ravine de la rue Damour au plateau Vincenzo), à Saint-Joseph.



Production et réception des mâles stériles

Les mâles stériles d'*Aedes aegypti* ont été produits au laboratoire conjoint FAO-AIEA de lutte contre les insectes nuisibles à Seibersdorf (IPCL), en Autriche. L'IPCL, partenaire du projet Revolinc, a développé les protocoles d'élevage de masse, d'irradiation et de transport de mâles stériles à partir d'une souche locale d'*Aedes aegypti* Réunion fournie par l'ARS.

Tous les lots de mâles stériles reçus au Cirad – Pôle de protection des plantes (3P) ont fait l'objets de tests qualité standard selon les recommandations de l'AIEA, et qui incluaient une mesure du taux de contamination par les femelles, du taux d'échappement dans des tubes de vols permettant de prédire leur compétitivité sexuelle sur le terrain et de suivis de mortalité en insectarium.

Le sexage est fait au moment de la nymphose, au moyen d'un trieur automatique laissant passer les nymphes mâles, plus petites que les femelles. Le taux de femelles résiduelles a été très bas,

en moyenne de 0.32 % et, dans tous les cas, inférieur à 1 %. Le risque lié au lâcher de femelles ayant échappé au sexage est donc négligeable.

Les mâles ont été irradiés avec des rayons X, au stade d'adultes immobilisés par le froid (10°C), à la dose de 45 Gray (Gy), entraînant une stérilité d'environ 99 %. Le traitement au pyriproxifène a porté cette stérilité à 100 %, selon les essais réalisés en volière au Cirad de Saint-Denis.

Après l'émergence, les mâles irradiés ont été livrés par courrier rapide en 2 à 11 jours, dans des colis avec un triple emballage, par la société Fedex, dans des boîtes isothermes contenant des packs permettant de les maintenir endormis à une température d'environ 10°C. Tous les lots ayant dépassé 4 jours de transport ont été totalement perdus, et la qualité des moustiques transportés pendant plus de 3 jours était sub-optimale. Ces retards sont liés à la crise Covid qui a réduit la disponibilité des avions.

Après réception, plusieurs tests et mesures ont été conduits au laboratoire du Pôle de protection des plantes (3P) du Cirad à Saint-Pierre, sur un échantillon de 1 000 individus prélevés dans chaque lot. Il s'agissait notamment de déterminer le taux de mortalité consécutif au conditionnement au froid et au transport, la capacité de vol des mâles stériles ou encore le pourcentage de femelles résiduelles. Les autres mâles stériles étaient nourris par une solution de jus sucré en insectarium pendant 1 à 3 jours avant d'être lâchés.

Traitement des mâles stériles au pyriproxifène

Le jour du lâcher, les mâles stériles ont été à nouveau endormis et traités au laboratoire du 3P par une formulation contenant 40 % de pyriproxifène et une poudre fluorescente permettant leur suivi après lâcher (cf. **Figure 6**). Quatre couleurs étaient disponibles pour distinguer les dates et les modalités de lâcher (par drone ou au sol).



Figure 6 - Les moustiques mâles relâchés étaient marqués de différentes couleurs pour permettre leur identification et les analyses des résultats (Cliché M. Dailloux, Cirad)

Des lots de 2 000 individus étaient placés dans des tubes cylindriques en plastique de 100 ml, contenant 20 mg de cette formulation (cf. **Figure 7**).

Lâcher des mâles stériles

Les tubes contenant les mâles stériles imprégnés ont été transportés dans une glacière électrique 12V, permettant de maintenir une température de 10-12°C depuis le laboratoire du 3P jusqu'au site de lâcher distant de 25 km.

Pour les lâchers par drone, les moustiques ont été délicatement transférés sur site dans le dispositif de largage, qui a ensuite été fixé sous le drone. Ce dispositif de largage breveté (cf. **Figure 7**) a été mis au point dans le cadre du projet Revolinc, s'inspirant d'un modèle déjà éprouvé pour le lâcher de mâles stériles de mouches tsé-tsé au Sénégal. Il a en effet fallu adapter le mécanisme à la morphologie des moustiques, aux pattes et aux ailes beaucoup plus fragiles, de manière à ne pas affecter leur qualité et leur compétitivité sexuelle. La version testée à La Réunion a été développée par la société espagnole MAPA Technology dans le cadre du projet ERC Mosquarel, dont l'objectif est de développer un système automatique de lâcher des moustiques par drones accessible sur le marché Européen.

Figure 7 – 2,000 mâles stériles imprégnés d'une formulation bleue de pyriproxifène (à gauche) et chargement de la machine de lâcher par 4,000 mâles stériles (à droite) (clichés Pierre Marchal).



Pour les lâchers au sol, les tubes contenant les moustiques mâles ont été simplement ouverts, et les moustiques s'en échappaient dès leur réveil (cf. **Figure 8**). Les lâchers par drone ont été systématiquement effectués en début d'après-midi (vers 15 :00) à une hauteur de 40-50 m (cf. **Figure 8**).

Figure 8 – Lâcher de moustiques au sol (cliché Arthur Bouyer) ou par drone (cliché Pierre Marchal), permettant de lâcher les mâles stériles sur la zone de 10ha en moins de 5 minutes.



Au total, environ 60 000 mâles stériles ont été lâchés entre mars et juillet 2021, ce qui est bien inférieur aux objectifs initiaux, et lié principalement aux problèmes de transport. Ainsi, la fréquence moyenne de lâcher n'a été que d'environ un lâcher toutes les 2 semaines (17 semaines) avec en moyenne 666 mâles stériles/ha/lâcher (min 225 - max 1198) ce qui est très faible par rapport à ce qui était prévu initialement, à savoir 10,000 moustiques par semaine dans la phase de marquages-lâchers-recaptures puis 50,000 par semaine dans la phase de lutte.

Suivi de l'efficacité des lâchers

En début d'étude, des carrés latins ont été effectués pour comparer différents types de pièges et identifier les meilleurs systèmes pour suivre les densités des œufs et adultes d'*Aedes aegypti*. Les meilleurs systèmes se sont avérés être des pièges pondoirs utilisant une feuille de *Vacoa* en support de ponte et posés dans la fronde des *Vacoas* pour le suivi des densités d'œufs, et des pièges *BG-Sentinel*[®] appâtés au CO₂ (0.2L/24h) pour le suivi des adultes (cf. **Figure 9**). Il a également été observé que dans les sites d'étude, le principal gîte larvaire d'*Aedes aegypti* correspond à la base des feuilles de *Pandanus*, qui stocke de l'eau après chaque pluie. On y retrouve également *Aedes albopictus* en densité similaire, mais ce dernier est également observé seul dans de nombreux autres gîtes naturels comme artificiels (creux de roche, sous-pots, déchets...).

L'efficacité des lâchers ainsi été mesurée au moyen de paires de ces deux types de pièges (9 sites de piégeage dans la zone de lutte et 8 dans la zone témoin), posés de la manière suivante selon les recommandations de l'AIEA de décembre 2020 à Juillet 2021:

- Les pièges *BG-Sentinel*[®], qui attirent les femelles en quête d'un hôte à piquer, ont été posés pendant 3 jours toutes les deux semaines. Ils permettent de mesurer le ratio entre les mâles stériles et les mâles sauvages et de suivre l'évolution de la densité des femelles adultes d'*Aedes aegypti*.
- Les pièges pondoirs, qui permettent de collecter les œufs pondus par les femelles, ont été placés pendant 5 jours toutes les deux semaines. Ils permettent de dénombrer les œufs pondus par piège et par semaine et leur taux de stérilité dans les zones témoins et de lâcher, mais aussi de mesurer l'éventuel effet de résidus de pyriproxifène dans l'eau des pièges sur la survie des larves et la production d'adultes. Les œufs collectés ont été mis à l'éclosion dans l'insectarium du Pôle de protection des plantes du Cirad, à St Pierre, dans l'eau issue des mêmes pièges pondoirs, afin de mesurer les taux d'éclosion et suivis jusqu'à l'émergence des adultes.

Figure 9 – Piège pondoir utilisant une feuille de *Pandanus* comme support de ponte (à gauche) et piège *BG-Sentinel*[®] appâté au CO₂ (à droite).



Par ailleurs, un suivi environnemental a été mis en place afin de vérifier l'innocuité de la stratégie de lutte sur la faune non cible :

- 5 ruchers sentinelles ont été placés dans le site témoin ainsi que dans le site de lâcher, et des indicateurs de santé et de productivité ont été suivis avec l'appui du GDS de La Réunion (cf. **Figure 10**) ; de plus, des prélèvements réguliers de miel et de cire ont été réalisés afin de rechercher d'éventuels résidus de pyriproxifène.
- 10 sites larvaires naturels d'*Aedes aegypti* (base de 2 feuilles de *Pandanus* dans 5 arbres par sites) ont été suivis pendant tout le projet pour mesurer un éventuel impact sur les chironomes, qui partagent ces gîtes avec ce moustique et qui ont été retenus comme espèce bio-indicatrice (cf. **Figure 10**) ; l'eau de ces gîtes a également été prélevée afin de rechercher d'éventuels résidus de pyriproxifène.

Figure 10 – Prélèvement de miel et cire dans une ruche sentinelle à gauche (cliché C. Corbanini) et prélèvement de larves de moustiques et de chironomes dans un gîte larvaire constitué par la base des feuilles de *Pandanus* à droite (cliché T. Baldet).



Résultats

Les lots de mâles stériles reçus ont présenté des taux d'échappement au test de vol inférieurs à 70 %, ce qui montre que le transport, trop long, a affecté leur qualité, même si l'alimentation sucrée à l'insectarium du 3P a permis une récupération partielle. En revanche, le mode de transport des masses des mâles stériles a été grandement amélioré par cet essai et fera l'objet d'une révision des directives AIEA sur le transport aérien des moustiques mâles stériles très prochainement.

La production d'adultes d'*Aedes aegypti* à partir des œufs récoltés dans les ovitraps a été très fortement réduite dans le site de lâcher pour devenir presque nulle. Simultanément, nous avons observé une réduction très significative de la densité des adultes capturés dans les pièges BG-Sentinel®, qui a atteint 88 % en Juillet 2021 par rapport au site témoin (cf. **Figure 11**).

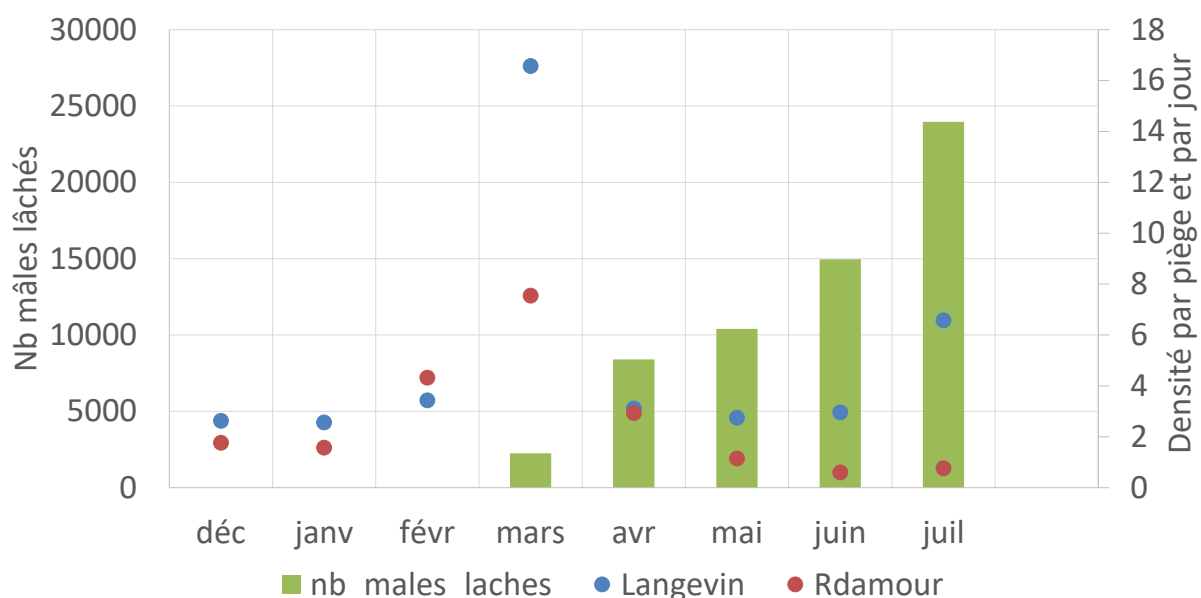


Figure 11 – Dynamique de la densité apparente des adultes d'Aedes aegypti dans les pièges BG-Sentinel® dans les 2 sites d'étude et nombre de mâles stériles lâchés à la Rue Damour.

Aucun effet significatif n'a été observé sur la production d'adultes d'*Aedes albopictus* évaluée par les œufs récoltés dans les ovitraps ni sur leurs densités apparentes dans les pièges BG-Sentinel®.

De même, aucun effet significatif sur les densités de chironomes n'a été observé et un effet positif a été mesuré sur les ruches sentinelles du site de lâcher (rue Damour). Cela pourrait être un biais lié à des ressources florifères plus abondantes dans la zone de lâcher par rapport à la zone témoin, et il faut attendre les mesures de résidus dans les ruches pour conclure. Malheureusement, ces analyses chimiques réalisées par HPCL (chromatographie liquide haute performance) à l'Université de Montpellier sont toujours en cours.

Les analyses statistiques sont toujours en cours et les résultats feront l'objet de publications scientifiques en 2022.

Conclusion et perspectives

En raison du contexte de pandémie de la Covid-19 et des tensions sur le fret aérien, le transport des mâles stériles entre l'Autriche et La Réunion a été grandement ralenti ce qui a conduit à des effectifs de mâles stériles lâchés insuffisants et irréguliers. Cela a souligné l'importance de mettre en place une production locale de mâles stériles pour ce type d'essais, comme c'est le cas pour l'essai TIS mené par l'IRD contre *Aedes albopictus* à Sainte-Marie (l'insectarium de production se trouve au Cyroi à Saint-Denis).

Malgré le lâcher de moins de 10 % des effectifs prévus au départ, un impact important sur la population d'adultes d'*Aedes aegypti* a été observé, ce qui a permis de confirmer l'efficacité de la TIS renforcée dans des conditions limites d'utilisation.

Il est possible que la présence d'*Aedes albopictus*, considéré comme un meilleur compétiteur qu'*Aedes aegypti*, ait aidé à ce résultat comme cela est prédit par les théories de compétition entre espèces. Cependant, aucune augmentation compensatoire de la densité d'*Aedes albopictus* n'a été observée, ce qui pourrait être lié au fait qu'il utilise une bien plus grande diversité de gîtes larvaires qu'*Aedes aegypti*, comme cela a également été observé pour les chironomes (insectes diptères), qui n'ont pas non plus été affectés par les lâchers.

Aucun impact sur l'environnement n'a pu être mis en évidence, conformément aux prédictions de l'analyse du risque d'utilisation de pyriproxifène, ce qui n'est pas étonnant au vu des faibles doses utilisées sur les mâles stériles lâchés sur le terrain.

Après cette première démonstration d'efficacité sur *Aedes aegypti*, il est maintenant souhaitable de discuter avec tous les acteurs du potentiel d'application de la TIS renforcée et de l'utilisation de drones pour les lâchers de mâles stériles contre *Aedes albopictus*. Ce moustique est aujourd'hui le vecteur principal de la dengue à La Réunion. Une extension des essais visant en particulier ce vecteur majeur pourrait être envisagée. Mais cela nécessitera la mise en place d'une capacité locale de production en masse de mâles stériles en vue d'une opérationnalisation de la TIS renforcée dans le cadre d'une stratégie intégrée de lutte antivectorielle et en partenariat avec le secteur privé.

* * *

ANNEXES

Annexe 1 : Arrêté Préfectoral Autorisation phase 1 MLR, essai Pilote REVOLINC
Saint-Joseph Février 2021

Saint-Denis, le 17 février 2021

A R R Ê T É N° 2021 - 282 /SG/DCL

Autorisant le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) de La Réunion à procéder à des lâchers de moustiques mâles stérilisés et imprégnés de pyriproxyfène en vue d'études entomologiques au sein de la ravine bordant le chemin Damour et de la ravine Langevin – Saint-Joseph.

LE PRÉFET DE LA RÉUNION
chevalier de la Légion d'honneur
officier de l'ordre national du Mérite

- VU** le code de la santé publique, notamment ses articles L.1311-4, L.3114-5, L.3114-7 et R.3114-9, à R. 3114-14 et R.3115-11 ;
- VU** la loi n° 64-1246 du 16 décembre 1964 relative à la lutte contre les moustiques, modifiée par l'article 72 de la loi n° 2004-1343 du 9 décembre 2004 relative aux libertés et responsabilités locales ;
- VU** le décret du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies vectorielles ;
- VU** le décret du 29 mai 2019 portant nomination de M. Jacques BILLANT, préfet de la Région Réunion, préfet de La Réunion ;
- VU** le décret du 6 janvier 2021 portant nomination de Mme Régine PAM en qualité de secrétaire générale de la préfecture de La Réunion ;
- VU** l'arrêté du 23 avril 1987 du ministre des affaires sociales et de l'emploi concernant la lutte contre les maladies humaines transmises par des insectes pris en application de l'article L.18-1 devenu article L.3114-5 du code de la santé publique ;
- VU** l'arrêté du 23 juillet 2019 fixant la liste des départements où est constatée l'existence de conditions entraînant le développement ou un risque de développement de maladies humaines transmises par l'intermédiaire de moustiques et constituant une menace pour la santé de la population ;
- VU** l'arrêté préfectoral n° 2019-3875/SG/DRECV du 19 décembre 2019 portant détermination d'une zone départementale de lutte contre les moustiques ;

- VU** l'arrêté préfectoral n° 159 du 29 janvier 2021 portant délégation de signature pour l'activité générale des services et l'ordonnancement des dépenses et recettes à Mme Régine PAM, secrétaire générale ;
- VU** l'avis de l'agence française pour la biodiversité en date du 26 avril 2018 relatif au projet de lâcher de moustiques mâles stériles à La Réunion à des fins de lutte anti-vectorielle ;
- VU** l'avis du haut conseil de santé publique (HCSP) en date du 28 juin 2018 relatif à l'élaboration de recommandations pour autoriser le lâcher de moustiques stériles à des fins de lutte anti-vectorielle ;
- VU** l'avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en date du 29 décembre 2020 relatif à l'usage du pyriproxifène dans le cadre de lâchers de moustiques stériles qui en seraient imprégnés à des fins de lutte anti-vectorielle à La Réunion ;
- VU** l'avis de l'agence régionale de santé de La Réunion en date du 21 janvier 2021 notifiant au CIRAD de La Réunion la recevabilité de sa demande ;
- VU** l'avis favorable de la mairie de Saint-Joseph en date du 29 janvier 2021 relatif à la réalisation du projet d'études entomologiques sur sa commune ;
- VU** l'avis en date du 5 février 2021 du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST) au cours duquel le pétitionnaire a été entendu ;

CONSIDERANT l'enjeu sanitaire que constitue pour La Réunion le contrôle des espèces de moustiques pouvant être à l'origine d'épidémies de maladies à transmission vectorielle (dengue, chikungunya) ;

CONSIDERANT que la présence du moustique *aedes aegypti* sur l'île de La Réunion est actuellement réduite à certaines niches mais qu'il est le vecteur historique des arboviroses ;

CONSIDERANT le risque, en cas de succès de la lutte contre *aedes albopictus* par la technique de l'insecte stérile (TIS) classique portée par l'institut de recherche pour le développement, d'un remplacement de cette espèce urbaine par *aedes aegypti* ;

CONSIDERANT que le HCSP recommande, dans le contexte du projet de TIS de l'IRD contre *aedes albopictus*, de mettre en place des mesures visant à prévenir les risques épidémiologiques liés à l'installation d'une espèce de moustique aux capacités vectorielles plus importantes comme *aedes aegypti* ;

CONSIDERANT que l'utilisation de méthodes alternatives à la lutte chimique conventionnelle permettrait de réduire les impacts environnementaux des actions de lutte anti-vectorielle ;

CONSIDERANT le développement potentiel de mécanismes de résistance aux insecticides, notamment ceux utilisés contre les moustiques vecteurs au stade adulte,

CONSIDERANT que le site de lâcher retenu isolé, par des barrières naturelles ainsi qu'anthropiques, la population de *aedes aegypti* visée par l'essai pilote,

CONSIDERANT que ces lâchers en vues d'études entomologiques, qui engendreront des concentrations de pyriproxifène dans l'environnement plusieurs milliers de fois plus faibles que celles qui existent lors d'usage agricole du biocide, auront peu d'impacts sur les milieux et la population humaine ;

CONSIDERANT que plus de 99% des moustiques relâchés seront des mâles (non piqueurs) et que l'effectif résiduel correspondra à des femelles, de durée de vie et de capacité à se gorger de sang très réduites par l'irradiation et imprégnées de pyriproxifène empêchant le développement d'une descendance;

CONSIDERANT que ces lâchers de phase 1 conditionnent la réalisation d'une expérimentation de phase 2, durant laquelle une rapide réduction de plus de 80% de la population des *aedes aegypti* sauvages est attendue;

CONSIDERANT que les mesures proposées par le CIRAD de La Réunion dans son projet permettront de limiter les risques de contamination non-intentionnelle hors de la zone d'étude;

SUR PROPOSITION de la secrétaire générale de la préfecture ;

ARRÊTÉ :

AUTORISATION DE LÂCHERS DE MOUSTIQUES MÂLES STÉRILES IMPRÉGNÉS DE PYRIPROXYFÈNE

ARTICLE 1 - Titulaire et objet de l'arrêté

Le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) de La Réunion est autorisé à procéder à des lâchers de moustiques mâles stérilisés imprégnés de pyriproxifène en vue d'études entomologiques.

Cet arrêté définit le cadre de mise en œuvre d'essais ponctuels d'évaluation entomologique de la technique de l'insecte stérile renforcée contre le moustique *aedes aegypti* (survie et dispersion) ainsi que d'un essai de suppression par cette technique d'une population de ce vecteur du virus de la dengue,

Ces essais sont réalisés dans une première phase de calibrage en vue d'un essai de lutte. Ils appliquent la technique de marquage-lâcher-recapture (MLR), afin de caractériser le comportement des mâles stériles recouverts de pyriproxifène en milieu naturel, de valider les protocoles de lâchers de la phase de lutte et son évaluation.

ARTICLE 2 - Zone géographique des lâchers

La zone des lâchers est située sur au niveau de la ravine bordant le chemin Damour, sur la commune de Saint-Joseph. Seul ce site défini en annexe 1 du présent arrêté est autorisé pour la conduite de cette évaluation.

Le site témoin est la ravine Langevin, située sur la même commune, à proximité du site choisi pour les lâchers de masse. Le site témoin recevra exclusivement des moustiques mâles recouverts de pyriproxifène déposés manuellement dans les gîtes larvaires, destinés à mimer le scénario de chute d'un mâle imprégné dans l'eau, afin de caractériser les impacts environnementaux les plus forts possibles.

ARTICLE 3 - Pilotage des lâchers

Le CIRAD de La Réunion assurera la constitution d'une instance technique de pilotage, préalablement aux premiers lâchers.

Cette instance aura pour objet de :

- valider les protocoles et procédures de travail,
- coordonner les actions du projet pendant les essais ;
- mettre en lien les différents acteurs impliqués sur le projet dans leurs domaines de compétences respectifs (entomologie, sciences sociales et communication, modélisation...).

MODALITÉS DE PRODUCTION ET DE TRANSPORT

ARTICLE 4 - Origine des moustiques

Les moustiques de l'espèce *aedes aegypti* utilisés pour cette expérimentation doivent impérativement être issus de souches originaires de La Réunion.

ARTICLE 5 - Sécurité de la phase de production des moustiques

Les élevages sont réalisés au centre FAO-IAEA de contrôle des insectes nuisibles (IPCL), partenaire du projet REVOLINC à Seibersdorf en Autriche, dans un laboratoire confiné sécurisant la production et maîtrisant le risque de fuite de moustiques.

Le laboratoire doit être suivi par un système de contrôle qualité. Les personnels en charge des manipulations doivent être des professionnels spécifiquement formés.

Les éléments relatifs à la traçabilité des élevages et au système de contrôle qualité en lien avec la présente autorisation doivent être tenus à disposition de l'autorité sanitaire.

ARTICLE 6 - Séparation des sexes

La séparation des mâles et des femelles est effectuée au centre FAO-IAEA de contrôle des insectes nuisibles (IPCL), partenaire du projet REVOLINC à Seibersdorf en Autriche, dans un laboratoire confiné et sécurisé.

Le CIRAD s'assure que les lots produits sont constitués de moins de 1% de femelles. Un système de contrôle qualité est défini, renseigné et tenu à disposition de l'autorité sanitaire.

ARTICLE 7 - Stérilisation des mâles

Seul l'IPCL, situé à Seibersdorf en Autriche, est habilité à manipuler les moustiques mâles afin de les exposer aux irradiations par rayons X à une dose comprise entre 35 et 50 Gy.

ARTICLE 8 - Technique de marquage et d'imprégnation

Les moustiques mâles stérilisés ne peuvent être lâchés qu'après leur marquage systématique par poudre fluorescente rose mélangée au pyriproxifène, pour leur identification future.

Ces opérations sont réalisées au CIRAD à La Réunion.

Le CIRAD tient un registre des quantités estimées de pyriproxifène utilisées au cours de l'expérimentation.

ARTICLE 9 - Transport des moustiques

Les moustiques sont transportés dans des contenants étanches garantissant leur survie et la sécurité de leur manipulation. Un triple emballage est mis en place, lors du transport aérien pour rejoindre La Réunion et durant les trajets en véhicule à La Réunion, jusqu'au site de lâcher.

MODALITÉS DE LÂCHER ET D'ÉVALUATION

ARTICLE 10 - Modalités de lâcher

Les points de lâcher sont préalablement déterminés, le long de la zone d'étude constituée par la ravine bordant le chemin Damour. Les mâles sont soit relâchés passivement, au niveau du sol, au niveau de ces différents points, soit par drone en lâcher continu sur une ligne qui relie les endroits de lâchers au sol.

En cas d'usage de drones, le matériel doit être conforme aux normes européennes qui encadrent l'utilisation professionnelle en milieu urbain et manipulé par un professionnel habilité. Le vol doit être autorisé par la direction de la sécurité de l'aviation civile océan Indien (DSAC-OI).

ARTICLE 11 - Fréquence et quantités

Le CIRAD de La Réunion est autorisé à procéder à six essais ponctuels de lâchers de *aedes aegypti* avec mise en place de la technique de marquage-lâcher-recapture, avec des mâles stérilisés et imprégnés de pyriproxifène, espacés d'au moins une semaine.

Pour chaque essai à visée de calibrage, le CIRAD est autorisé à relâcher un maximum de 10 000 mâles *aedes aegypti* stérilisés et recouverts de pyriproxifène.

ARTICLE 12 - Evaluation des essais et des impacts sur l'environnement

L'évaluation de l'efficacité des essais repose sur un dispositif de piégeage, constitué de pièges à adultes et de pièges pondoirs, qui doit être mis en place durant les lâchers.

Les moustiques adultes capturés sont collectés trois jours par semaine et les pièges pondoirs sont relevés de manière hebdomadaire, pendant les lâchers et jusque trois semaines après leur fin.

L'évaluation des effets environnementaux est mise en place et comprend :

- l'étude des concentrations résiduelles du biocide dans l'eau,
- le suivi de l'entomofaune des gîtes larvaires,
- la comparaison des résultats de la ravine bordant le chemin Damour et de la ravine Langevin.

Une étude des effets de la TIS renforcée sur la santé et la productivité des abeilles est également mise en place via l'installation de ruchers sentinelles en amont des lâchers, suivis au cours des essais. Le groupement de défense sanitaire de La Réunion (GDS 974) est associé à la démarche.

INFORMATION ET COMMUNICATION

ARTICLE 13 - Plan de communication

Pour la phase 1 concernée par le présent arrêté, le CIRAD met en œuvre une communication ciblée à destination des quelques dizaines d'habitants du quartier concerné par l'étude. A cet effet, le CIRAD est tenu de réaliser :

1- Communication préalable aux lâchers:

L'objectif est d'informer les habitants du quartier situé de part et d'autre de la ravine qui borde le chemin Damour, d'identifier et de répondre aux interrogations.

Avant la réalisation du MLR, le CIRAD effectue une information aux riverains de la ravine sur le fait que des lâchers de mâles stériles à visée d'étude comportementale vont être initiés. La date des premiers lâchers et la durée de la phase de MLR sont communiquées dans ce cadre.

Une attention particulière sera allouée au dialogue de proximité entre les habitants de la zone ciblée et les agents du CIRAD de La Réunion les semaines suivant cette opération, afin de répondre aux questions.

Toute modification des dates prévues devra faire l'objet d'une communication.

Avant les lâchers, le CIRAD de La Réunion communique à la commune de Saint-Joseph, la préfecture et l'ARS un bilan de cette phase de communication comprenant les modalités de mise en œuvre de cette communication et un recueil des remarques formulées par la population.

2- Communication postérieure aux lâchers :

Les résultats de ces lâchers sont communiqués à l'ensemble des foyers concernés, la commune de Saint-Joseph, la préfecture et l'ARS.

Un plan de communication doit être anticipé en prévision de la phase 2 du projet de TIS renforcée.

MODALITÉS DE SUIVI ET D'ALERTE

ARTICLE 14 - Objectifs généraux de l'auto-surveillance

Le titulaire de cet arrêté est tenu de surveiller la qualité de la production et des lâchers de moustiques stériles imprégnés de pyriproxifène.

Cette surveillance comprend le recueil d'informations sur:

- l'examen régulier des installations,
- l'entretien régulier des matériels utilisés,
- le cahier de laboratoire qui enregistre toutes les manipulations et observations quotidiennes, en lien ou en rupture avec la routine instaurée,
- la traçabilité des transports de moustiques.

ARTICLE 15 - Conditions d'alerte

Tout évènement pouvant impacter la qualité des lâchers ou la bonne réalisation de ceux-ci doit être impérativement signalé à la préfecture et à l'agence régionale de santé de La Réunion sans délai.

Des mesures correctives sont alors conjointement définies et mises en œuvre.

DISPOSITIONS DIVERSES

ARTICLE 16 - Dispositions permettant le contrôle des installations

Le CIRAD est tenu d'informer l'ARS de La Réunion du calendrier des lâchers et de ces modifications. Les agents des autorités de contrôle (ARS La Réunion, DEAL) ont accès aux installations présentes à la Réunion en tant que de besoin.
Le CIRAD de La Réunion est tenu de laisser à leur disposition les cahiers de laboratoire.

ARTICLE 17 - Durée de validité

Les dispositions du présent arrêté sont applicables jusqu'en décembre 2021.

ARTICLE 18 - Notifications et publicité de l'arrêté

Le présent arrêté est notifié :

- au CIRAD de La Réunion en vue de la mise en œuvre des dispositions afférentes,
- à la commune de Saint-Joseph en vue de sa mise à disposition du public par affichage en mairie.

L'arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de La Réunion.

ARTICLE 19 - Délais et voies de recours

La présente décision ne peut être déférée qu'au tribunal administratif de La Réunion.

Le délai de recours est de deux mois suite à la signature de l'arrêté.

ARTICLE 20 - Exécution

La secrétaire générale de la préfecture, le directeur du CIRAD de La Réunion, le maire de la commune de Saint-Joseph, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement et la directrice générale de l'agence régionale de santé de La Réunion, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Pour le préfet, et par délégation
la secrétaire générale


Régine PAM

Annexe 1: Localisation du site de lâcher

Le choix de la zone d'étude a été orienté sur la base de critères entomologiques, géographiques et environnementaux associés à des critères de mise en œuvre opérationnelle (accessibilité, proximité des équipes du CIRAD). Le critère obligatoire est la présence de l'espèce *Aedes aegypti*, qui est recensée de manière résiduelle dans des ravines situées entre Saint-Paul et Saint-Joseph.

Le choix s'est porté sur un site d'étude de type ravine proche du laboratoire d'entomologie du Cirad de Saint-Pierre : la ravine bordant le chemin Damour, sur la commune de Saint-Joseph a été choisie pour la réalisation des lâchers. Elle répond aux critères entomologiques, géographiques et environnementaux nécessaires à une mise en œuvre opérationnelle de la TIS renforcée. La ravine Langevin a un paysage similaire et servira de site témoin. La présence de *Ae. aegypti* a été confirmée dans ces deux ravines.

Ces deux sites sont bordés par une combinaison de maisons individuelles avec jardin, d'arboricultures et d'espaces boisés naturels plus ou moins anthropisés. L'isolement relatif nécessaire à l'expérimentation est apporté par l'encaissement des ravines, qui limite les migrations de moustiques. La ravine bordant le chemin Damour est totalement isolée, par la destruction de sa partie amont, remplacée par un réseau d'assainissement urbain impropre à la survie de *Ae. aegypti*. Elle représente une zone littorale isolée d'environ 10 hectares, qui est propice à un essai de lâchers de moustiques.

Ces sites sont situés à 20 minutes du CIRAD de saint-Pierre, ce qui facilite les interventions des personnels de terrain et limite les durées de transport des moustiques.

La zone d'étude concerne un tronçon de la ravine bordant le chemin Damour. Elle comprend le linéaire de la ravine et s'étend jusqu'à 100 mètres de part et d'autre, sur une superficie de 10 hectares.

Plan de situation du site de lâcher et du site témoin au sein de la commune de Saint-Joseph :

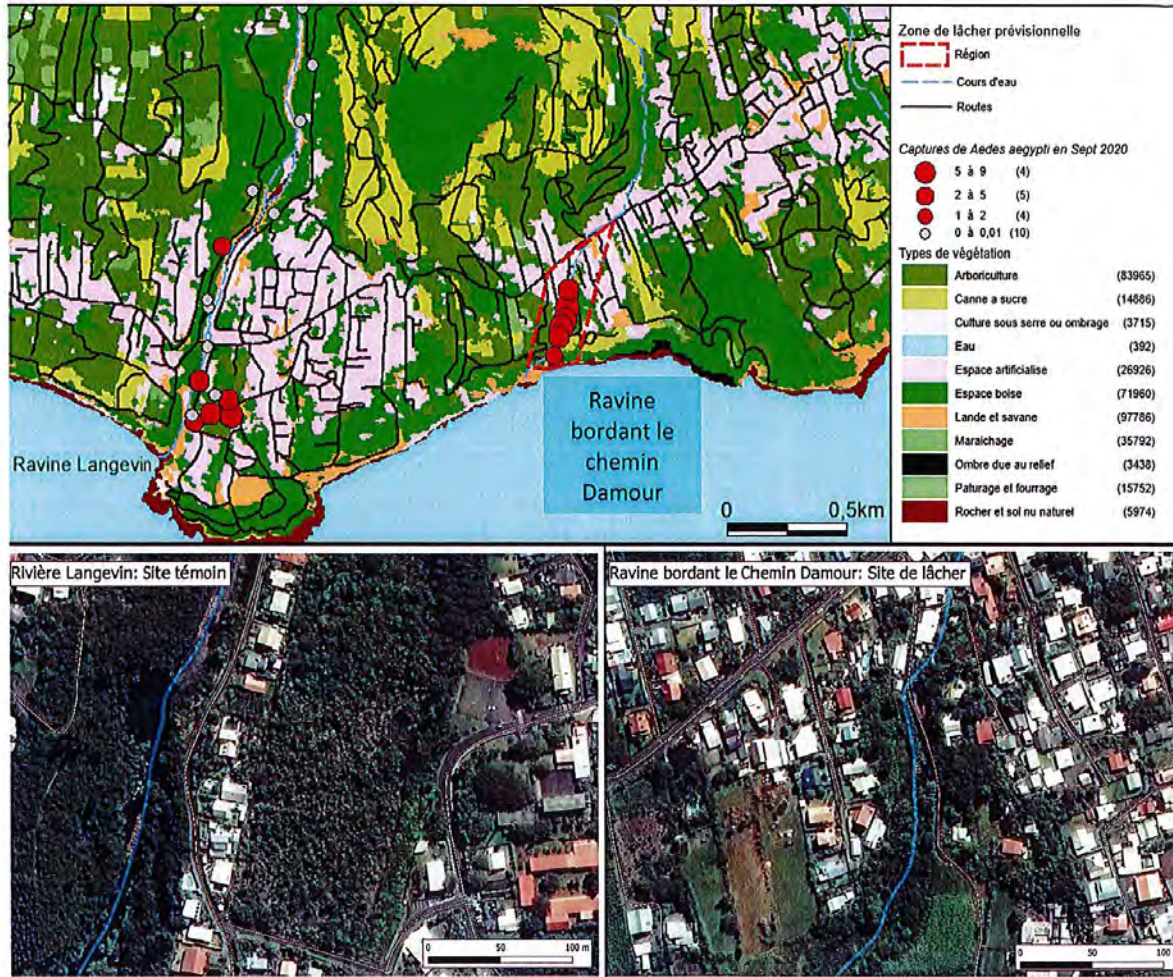


Figure 1: Localisation des zones concernées par l'essai pilote sur la commune de Saint-Joseph. Le polygone en pointillés rouges représente les 10 hectares d'intérêt au niveau de la ravine bordant le chemin Damour, zone de lâcher envisagée ; la ravine Langevin, prévue comme zone témoin, est également visible à proximité. Les sites de capture de *Aedes aegypti* sont matérialisés par des points rouges.

Annexe 2 : Arrêté préfectoral autorisation phase 2 suppression, essai pilote
REVOLINC Saint-Joseph, avril 2021



**PRÉFET
DE LA RÉGION
RÉUNION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction de la citoyenneté
et de la légalité**

Bureau de l'environnement

Saint-Denis, le 15 avril 2021

A R R Ê T É N° 2021 - 722 /SG/DCL

Autorisant le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) de La Réunion à procéder à des lâchers de moustiques mâles stérilisés et imprégnés de pyriproxifène en vue de la réduction de l'effectif d'une population de *Aedes aegypti* au sein de la ravine bordant la rue Damour, commune de Saint-Joseph.

LE PREFET DE LA RÉUNION

chevalier de la Légion d'honneur
officier de l'ordre national du Mérite

- VU** le règlement n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 relatif à la mise à disposition sur le marché et à l'utilisation des produits biocides, qui précise que la deltaméthrine est la seule substance active adulticide autorisée en lutte anti-vectorielle ;
- VU** le code de la santé publique, notamment ses articles L.1311-4, L.3114-5, L.3114-7 et R.3114-9 à R. 3114-14 et R3115-11 ;
- VU** la loi n° 64-1246 du 16 décembre 1964 relative à la lutte contre les moustiques, modifiée par l'article 72 de la loi n° 2004-1343 du 9 décembre 2004 relative aux libertés et responsabilités locales ;
- VU** le décret du 29 mars 2019 relatif à la prévention des maladies vectorielles ;
- VU** le décret du 29 mai 2019 portant nomination de M. Jacques BILLANT, Préfet de la Région Réunion ;
- VU** le décret du 6 janvier 2021 portant nomination de Mme Régine PAM en qualité de secrétaire générale de la préfecture de La Réunion ;
- VU** l'arrêté du 23 juillet 2019 fixant la liste des départements où est constatée l'existence de conditions entraînant le développement ou un risque de développement de maladies humaines transmises par l'intermédiaire de moustiques et constituant une menace pour la santé de la population ;
- VU** l'arrêté préfectoral n° 2019-3875/SG/DRECV du 19 décembre 2019 portant détermination d'une zone départementale de lutte contre les moustiques ;
- VU** l'arrêté préfectoral n° 2021-282/SG/DCL du 17 février 2021 portant autorisation au Cirad de procéder, en vue d'études entomologiques, à des lâchers de moustiques mâles stérilisés et recouverts de pyriproxifène dans la ravine bordant la rue Damour – Saint-Joseph en 2021 ;

- VU** l'arrêté préfectoral n° 159 du 29 janvier 2021 portant délégation de signature pour l'activité générale des services et l'ordonnancement des dépenses et recettes à Mme Régine PAM, secrétaire générale ;
- VU** l'avis de l'agence française pour la biodiversité en date du 26 avril 2018 relatif au projet de lâcher de moustiques mâles stériles à La Réunion à des fins de lutte anti-vectorielle ;
- VU** l'avis du haut conseil de santé publique en date du 28 juin 2018 relatif à l'élaboration de recommandations pour autoriser le lâcher de moustiques stériles à des fins de lutte anti-vectorielle ;
- VU** l'avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en date du 29 décembre 2020 relatif à l'usage du pyriproxifène dans le cadre de lâchers de moustiques stériles qui en seraient imprégnés à des fins de lutte anti-vectorielle à La Réunion, qui porte dérogation au règlement européen n° 528/2012 ;
- VU** l'avis de l'agence régionale de santé La Réunion en date du 21 janvier 2021 notifiant au Cirad de La Réunion la recevabilité de sa demande ;
- VU** l'avis favorable de l'agence régionale de santé La Réunion en date du 19 mars 2021 au vu de la prise en compte des recommandations émises par le haut conseil de santé publique et de l'agence française pour la biodiversité ;
- VU** l'avis favorable de la commune de Saint-Joseph en date du 29 janvier 2021 relatif à la réalisation du projet d'études entomologiques sur sa commune ;
- VU** l'avis en date du 08 avril 2021 du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST) au cours duquel le pétitionnaire a eu la possibilité d'être entendu ;

CONSIDERANT l'enjeu sanitaire que constitue pour La Réunion le contrôle des espèces de moustiques pouvant être à l'origine d'épidémies de maladies à transmission vectorielle (dengue, chikungunya, zika) ;

CONSIDERANT les impacts sanitaires, économiques et sociétaux liés aux épidémies de maladies transmises par les moustiques, comme celle du chikungunya survenue à La Réunion en 2006 et donc de la nécessité de développer de techniques complémentaires de lutte anti-vectorielle ;

CONSIDERANT que la présence du moustique *Aedes aegypti* sur l'île de La Réunion est actuellement réduite à certaines niches mais qu'il est le vecteur historique des arboviroses et reconnu comme un meilleur vecteur de certaines arboviroses comme le zika ;

CONSIDERANT le risque, en cas de succès de la lutte contre *Ae. albopictus* par la technique de l'insecte stérile (TIS) classique portée par l'institut de recherche pour le développement, d'un remplacement de cette espèce urbaine par *Ae. Aegypti* ;

CONSIDERANT que le haut conseil de santé publique recommande, dans le contexte du projet de TIS de l'IRD contre *Ae. albopictus*, de mettre en place des mesures visant à prévenir les risques épidémiologiques liés à l'installation d'une espèce de moustique aux capacités vectorielles plus importantes comme *Ae. Aegypti* ;

CONSIDERANT que l'utilisation de méthodes alternatives à la lutte chimique conventionnelle permettrait de réduire les impacts environnementaux des actions de lutte anti-vectorielle ;

CONSIDERANT le développement potentiel de mécanismes de résistance aux insecticides, notamment ceux utilisés contre les moustiques vecteurs au stade adulte ;

CONSIDERANT que le site de lâcher retenu isolé, par des barrières naturelles ainsi qu'anthropiques, la population de *Ae. aegypti* visée par l'essai pilote ;

CONSIDERANT que ces lâchers engendreront des concentrations de pyriproxifène dans l'environnement extrêmement faibles qui auront peu d'impacts sur les milieux et la population humaine ;

CONSIDERANT les lâchers n'engendreront pas de transmission de maladie vectorielle accrue du fait que plus de 99% des moustiques relâchés seront des mâles (non piqueurs) et que l'effectif résiduel correspondra à des femelles, de durée de vie et de capacité à se gorger de sang très réduites par l'irradiation et imprégnées de pyriproxifène empêchant le développement d'une descendance ;

CONSIDERANT les démarches engagées par le CIRAD pour informer les riverains des zones de lâchers ;

CONSIDERANT que ces lâchers de phase 2 seront calibrés avec précision grâce aux études entomologiques spécifiques réalisées en phase 1 ;

CONSIDERANT que cette phase de réduction d'effectif est attendue pour s'accompagner d'une rapide réduction de plus de 80% de la population des *Aedes aegypti* sauvages de la ravine bordant la rue Damour ;

CONSIDERANT que les mesures proposées par le Cirad de La Réunion dans son projet permettront de limiter les risques de contamination non-intentionnelle hors de la zone d'étude ;

SUR proposition de la secrétaire générale de la préfecture,

ARRÊTÉ :

AUTORISATION DE LÂCHERS DE MOUSTIQUES MÂLES STÉRILES IMPRÉGNÉS DE PYRIPROXYFÈNE

ARTICLE 1 - Titulaire et objet de l'arrêté

Le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) de La Réunion est autorisé à procéder à des lâchers de moustiques mâles *Aedes aegypti*, stérilisés et imprégnés de pyriproxifène, en vue de la réduction de l'effectif de la population de *Aedes aegypti* présente dans la ravine bordant la rue Damour, sur la commune de Saint-Joseph. Cet arrêté définit le cadre de mise en œuvre de l'expérimentation de cette Technique de l'Insecte Stérile renforcée, utilisée face à une espèce de moustiques notamment vectrice du virus de la dengue, entre autres arboviroses.

Des premiers lâchers ont été réalisés au cours du mois de mars 2021 au cours d'une période de calibrage, préalablement à l'essai de lutte visé par le présent arrêté, ce qui a permis de vérifier la qualité des moustiques mâles produits et imprégnés au pyriproxifène (survie, compétitivité sexuelle, dispersion). La seconde phase visée par le présent arrêté a pour objectif la réduction de l'effectif de la population de *Aedes aegypti* dans la ravine bordant la rue Damour. Une communication auprès de la population locale en lien avec la commune de Saint-Joseph a également pu être développée.

ARTICLE 2 - Zone géographique des lâchers

La zone des lâchers est située au niveau de la ravine bordant la rue Damour, sur la commune de Saint-Joseph. La conduite de l'essai est autorisée sur ce seul site, défini en annexe 1 du présent arrêté.

Le site témoin est la ravine Langevin, située sur la même commune, à proximité du site choisi pour les lâchers de masse.

ARTICLE 3 - Pilotage des lâchers

Préalablement aux premiers lâchers, le Cirad de La Réunion assurera la réunion de l'instance technique de pilotage.

Cette instance aura pour objet de :

- valider les protocoles et procédures de travail,
- coordonner les actions du projet pendant les essais ;
- mettre en lien les différents acteurs impliqués sur le projet dans leurs domaines de compétences respectifs (entomologie, sciences sociales et communication, modélisation...).

MODALITÉS DE PRODUCTION ET DE TRANSPORT

ARTICLE 4 - Origine des moustiques

Les moustiques de l'espèce *Aedes aegypti* utilisés pour cette expérimentation doivent impérativement être issus de souches originaires de La Réunion.

ARTICLE 5 - Sécurité de la phase de production des moustiques

Les élevages sont réalisés au centre FAO-AIEA de contrôle des insectes nuisibles (IPCL), partenaire du projet REVOLINC à Seibersdorf en Autriche, dans un laboratoire confiné sécurisant la production et maîtrisant le risque de fuite de moustiques.

Le laboratoire doit être suivi par un système de contrôle qualité. Les personnels en charge des manipulations doivent être des professionnels spécifiquement formés.

Les éléments relatifs à la traçabilité des élevages et au système de contrôle qualité en lien avec la présente autorisation doivent être tenus à disposition de l'autorité sanitaire.

ARTICLE 6 - Séparation des sexes

La séparation des mâles et des femelles est effectuée au centre FAO-AIEA de contrôle des insectes nuisibles (IPCL), partenaire du projet REVOLINC à Seibersdorf en Autriche, dans un laboratoire sécurisé.

Le CIRAD s'assure que les lots produits sont constitués de moins de 1% de femelles. Un système de contrôle qualité est défini, renseigné et tenu à disposition de l'autorité sanitaire.

ARTICLE 7 - Stérilisation des mâles

Seul l'IPCL, situé à Seibersdorf en Autriche, est habilité à manipuler les moustiques mâles afin de les exposer aux irradiations par rayons X ou γ (gamma) à une dose comprise entre 35 et 50 Gy.

ARTICLE 8 - Technique d'imprégnation

Les moustiques mâles stérilisés ne peuvent être lâchés qu'après leur imprégnation au pyriproxifène.
Cette opération sera réalisée au Cirad à La Réunion.

Le Cirad tient un registre des quantités estimées de pyriproxifène utilisées au cours de l'expérimentation.

ARTICLE 9 - Transport des moustiques

Les moustiques sont transportés dans des contenants étanches garantissant leur survie et la sécurité de leur manipulation. Un triple emballage est mis en place, lors du transport aérien pour rejoindre La Réunion et durant les trajets en véhicule sur l'île, jusqu'au site de lâcher.

MODALITÉS DE LÂCHER ET D'ÉVALUATION

ARTICLE 10 - Modalités de lâcher

Les points de lâcher sont préalablement déterminés, le long de la zone d'étude constituée par la ravine bordant la rue Damour. Les mâles sont soit relâchés passivement, au niveau du sol, au niveau de ces différents points, soit par drone en lâcher continu sur une ligne qui relie les endroits de lâchers au sol.

En cas d'usage de drones, le matériel doit être conforme aux normes européennes qui encadrent l'utilisation professionnelle en milieu urbain et manipulé par un professionnel habilité. Le vol doit être autorisé par la direction de la sécurité de l'aviation civile océan Indien (DSAC-OI).

ARTICLE 11 - Fréquence et quantités

Le Cirad de La Réunion est autorisé à procéder à 14 lâchers de *Ae. aegypti*, avec des mâles stérilisés et imprégnés de pyriproxifène, espacés d'au moins 1 semaine.

Pour chacun de ces lâchers qui font partie de l'expérimentation de réduction de l'effectif d'une population de *Aedes aegypti*, le Cirad est autorisé à relâcher un maximum de 50 000 mâles *Ae. aegypti* stérilisés et recouverts de pyriproxifène.

ARTICLE 12 - Evaluation des essais et des impacts sur l'environnement

L'évaluation de l'efficacité des essais repose sur un dispositif de piégeage, constitué de pièges à adultes et de pièges pondoirs, qui doit être mis en place toutes les deux semaines durant les lâchers.

Les moustiques adultes capturés sont collectés 3 jours par semaine et les pièges pondoirs sont relevés de manière hebdomadaire, pendant les lâchers et jusque 3 semaines après leur fin.

L'évaluation des effets environnementaux est mise en place et comprend :

- l'étude des concentrations résiduelles du biocide dans l'eau,
- le suivi de l'entomofaune des gîtes larvaires,
- la comparaison des résultats de la ravine bordant la rue Damour et de la ravine Langevin.

Une étude des effets de la TIS renforcée sur la santé et la productivité des abeilles est également mise en place via l'installation de dix ruchers sentinelles en amont des lâchers, suivis au cours des essais. Le groupement de défense sanitaire de La Réunion (GDS974) est associé à la démarche.

INFORMATION ET COMMUNICATION

ARTICLE 13 - Plan de communication

Un plan de communication a été rédigé en prévision de la phase 2 du projet de TIS renforcée. Pour la phase de réduction d'effectif d'une population de *Aedes aegypti* sauvage concernée par le présent arrêté, le Cirad met en œuvre une communication ciblée à destination des environ 220 habitants des deux quartiers concernés par l'étude.

A cet effet, le Cirad est tenu de réaliser :

1- Communication préalable aux lâchers:

Les opérations menées ciblent les habitants des quartiers situés à proximité de la ravine qui borde la rue Damour ainsi que de la ravine Langevin afin de les informer et de répondre à leurs interrogations selon les modalités validées en comité de pilotage. En complément de cela, et en amont des lâchers visés par le présent arrêté, le Cirad effectue une information des riverains des ravines sus-citées sur les résultats des premiers lâchers qui ont été effectués en phase 1 (phase de calibrage citée précédemment).

Lors de ce dialogue avec les habitants, le Cirad précisera explicitement que des lâchers de mâles stériles imprégnés de pyriproxifène auront lieu, à visée de réduction de l'effectif d'une population de *Aedes aegypti*. La date des lâchers de phase 2 et la durée de ce volet de l'expérimentation seront alors clairement annoncées. Toute modification ultérieure des dates prévues doit faire l'objet d'une communication préalable.

Une attention particulière sera allouée au dialogue entre les habitants des zones ciblées et les agents du Cirad au cours des semaines suivant cette opération de communication.

Le Cirad de La Réunion communique par ailleurs les résultats de la phase 1 (phase de calibrage) du projet à la commune de Saint-Joseph, à la préfecture et à l'ARS. Un bilan de cette phase de communication reprenant les remarques formulées par la population accompagnera la restitution des observations de terrain.

2- Communication postérieure aux lâchers :

A la fin du projet, les résultats des lâchers visés par le présent arrêté sont communiqués à l'ensemble des foyers concernés localement, et également à la commune de Saint-Joseph, à la préfecture et à l'ARS. Un bilan de moyens et de résultats concernant la communication, similaire à celui fourni en amont des lâchers, est également transmis à ces trois institutions.

MODALITÉS DE SUIVI ET D'ALERTE

ARTICLE 14 - Objectifs généraux de l'auto-surveillance

Le titulaire de cet arrêté est tenu de surveiller la qualité de la production et des lâchers de moustiques stériles imprégnés de pyriproxifène.

Cette surveillance comprend le recueil d'informations sur:

- l'examen régulier des installations,
- l'entretien régulier des matériels utilisés,
- le cahier de laboratoire qui enregistre toutes les manipulations et observations quotidiennes, en lien ou en rupture avec la routine instaurée,
- la traçabilité des transports de moustiques.

ARTICLE 15 - Conditions d'alerte

Tout évènement pouvant impacter la qualité des lâchers ou la bonne réalisation de ceux-ci doit être impérativement signalé à la préfecture et à l'agence régionale de santé de La Réunion sans délai.

Des mesures correctives sont alors conjointement définies et mises en œuvre.

En fonction de la nature des évènements indésirables communiqués, l'ARS pourra alors proposer l'arrêt des essais au préfet.

DISPOSITIONS DIVERSES

ARTICLE 16 - Dispositions permettant le contrôle des installations

Le Cirad est tenu d'informer l'ARS de La Réunion et la commune de Saint Joseph du calendrier des lâchers et de ses modifications.

Les agents des autorités de contrôle (ARS La Réunion, DEAL) ont accès aux installations présentes à La Réunion en tant que de besoin. Le Cirad de La Réunion est tenu de laisser à leur disposition les cahiers de laboratoire.

ARTICLE 17 - Durée de validité

Les dispositions du présent arrêté sont applicables jusqu'au 31 décembre 2021.

ARTICLE 18 - Notifications et publicité de l'arrêté

Le présent arrêté est notifié :

- au Cirad de La Réunion en vue de la mise en œuvre des dispositions afférentes,
- à la commune de Saint-Joseph en vue de sa mise à disposition du public par affichage en mairie.

L'arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture.

ARTICLE 19 - Délais et voies de recours


La présente décision ne peut être déférée qu'au tribunal administratif de La Réunion.

Le délai de recours est de deux mois suite à la signature de l'arrêté.

ARTICLE 20 - Exécution

La secrétaire générale de la préfecture, le directeur du Cirad de La Réunion, le maire de la commune de Saint-Joseph, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement et la directrice générale de l'agence régionale de santé de La Réunion, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Pour le préfet, et par délégation
la secrétaire générale



Régine PAM

Annexe : Localisation du site des lâchers

Le choix de la zone d'étude a été orienté sur la base de critères entomologiques, géographiques et environnementaux associés à des critères de mise en œuvre opérationnelle (accessibilité, proximité des équipes du Cirad). Le critère obligatoire est la présence de l'espèce *Aedes aegypti*, qui est recensée de manière résiduelle dans des ravines situées entre Saint-Paul et Saint-Joseph.

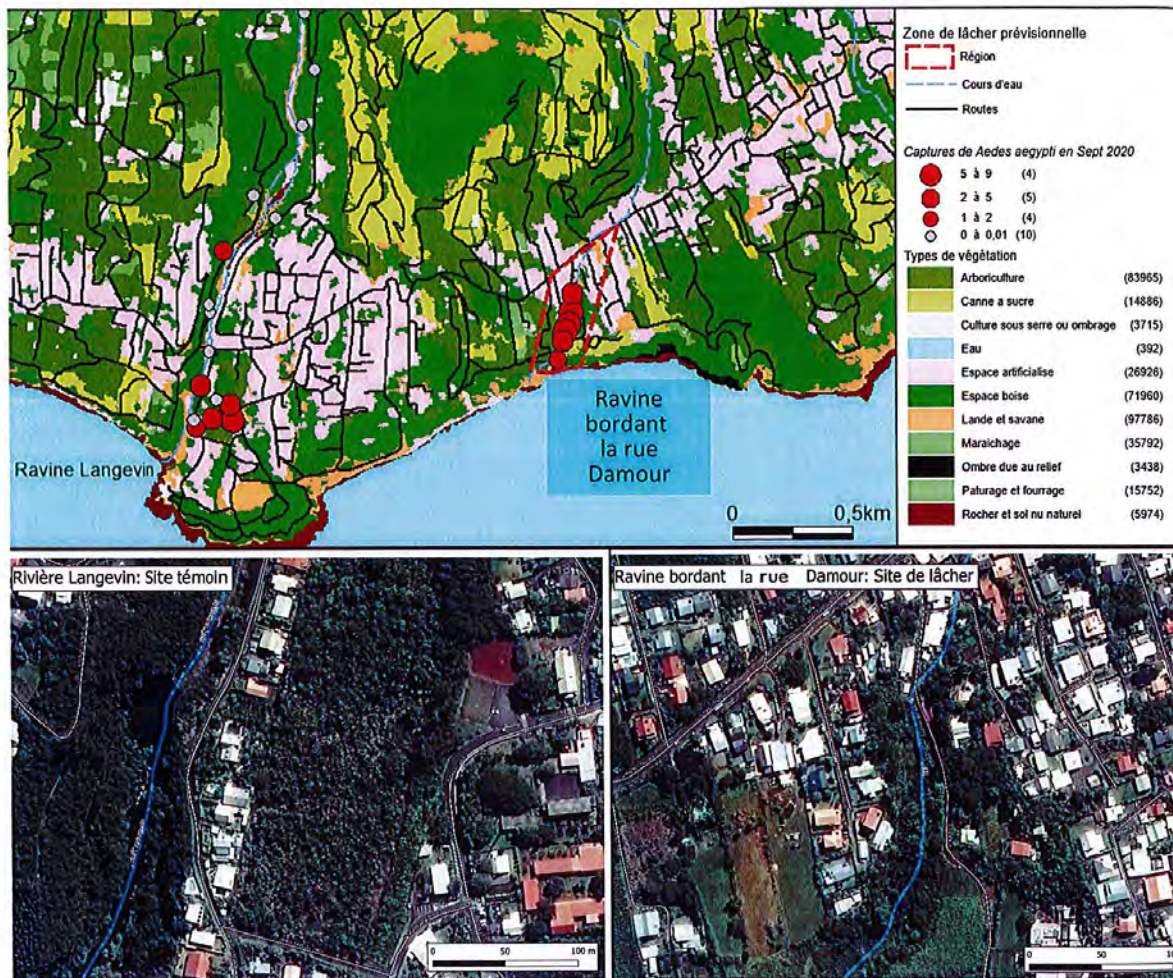
Le choix s'est porté sur un site d'étude de type ravine proche du laboratoire d'entomologie du Cirad de Saint-Pierre : la ravine bordant la rue Damour, sur la commune de Saint-Joseph a été choisie pour la réalisation des lâchers ; elle répond aux critères sus-cités. La ravine Langevin a un paysage similaire et servira de site témoin. La présence de *Ae. aegypti* a été confirmée dans ces deux ravines.

Ces deux sites sont bordés par une combinaison de maisons individuelles avec jardin, d'arboricultures et d'espaces boisés naturels plus ou moins anthropisés. L'isolement relatif nécessaire à l'expérimentation est apporté par l'encaissement des ravines, qui limite les migrations de moustiques. La ravine bordant la rue Damour est totalement isolée, par la destruction de sa partie amont, remplacée par un réseau d'assainissement urbain impropre à la survie de *Ae. aegypti*. Elle représente une zone littorale isolée d'environ 10 hectares, qui est propice à un essai de lâchers de moustiques.

Ces sites sont situés à 20 minutes de route du Cirad de Saint-Pierre, pour faciliter les interventions des personnels de terrain et limiter les durées de transport des moustiques.

La zone d'étude concerne un tronçon de la ravine bordant la rue Damour. Elle comprend le linéaire de la ravine et s'étend jusqu'à 100 mètres de part et d'autre, sur une superficie de 10 hectares.

Plan de situation du site de lâcher et du site témoin au sein de la Commune de Saint-Joseph :



Annexe 3 : accord ANSES, essai pilote REVOLINC Saint-Joseph, décembre 2020



Direction de l'évaluation des produits réglementés

**Sylvie Besnier
CIRAD
42 rue Scheffer
75116 Paris**

Maisons-Alfort, le **29 DEC. 2020**

Direction d'évaluation des produits réglementés

**Unité Coordination
Biocides**

Dossier suivi par :
Kévin FRADIN

E- mail:
Kevin.fradin@anses.fr

N. Réf.:
KF/SF 20-0351

Objet : Accord de l'Anses sur le projet d'expérimentation du produit biocide ERC REVOLINC PRODUCT, à base de pyriproxyfène (TP18), déposé par le CIRAD.

Madame,

L'Anses a évalué le dossier de notification d'expérimentation pour le produit biocide ERC REVOLINC PRODUCT soumis selon l'article 56 du règlement 528/2012 (n° BC-GQ062977-09).

Sur la base des informations transmises par le CIRAD dans le cadre de cette notification et au vu des données communiquées, l'Anses considère que les expériences pour la lutte via la technique de l'insecte stérile sur les moustiques aux doses revendiquées dans les sites visés dans le cadre de votre demande peuvent avoir lieu dans la mesure où les précautions présentées dans la demande soumise sont respectées.

Veuillez agréer, Madame, l'assurance de nos salutations distinguées.

La directrice générale déléguée
en charge du pôle des produits réglementés

Caroline SEMAILLE

En quoi consistent les essais pilotes de la TIS renforcée à St Joseph?



Deux sites d'étude :

- Ravine de la rue Damour (plateau Vincenzo), zone de lâcher



- Embouchure de la rivière Langevin, zone témoin



La Techniques de l'Insecte Stérile Renforcée c'est...



Une méthode de lutte antivectorielle qui consiste à élever en masse des moustiques mâles...



Les stériliser par irradiation...



Les traiter d'un biocide...



Les lâcher sur le terrain...



Où ils vont stériliser les femelles sauvages tout en leur transférant du biocide...



Les femelles vont alors transporter le biocide jusqu'aux gîtes larvaires et éliminer ainsi toute la descendance. Cette approche renforce l'effet de la TIS classique.

Deux périodes de lâchers

- Phase 1 Marquage-
Lâcher-Recapture:
Mi-Mars à Avril
(6 semaines)
- Phase 2 Réduction :
Mai à Juillet (3 mois)



Une technique innovante et inoffensive

- Seules les femelles moustiques piquent et non les mâles.
- Les insectes stériles ne peuvent pas se reproduire et ne peuvent donc pas s'implanter dans l'environnement.
- La TIS n'introduit pas d'espèces exotiques dans un écosystème.
- Le biocide utilisé à des doses infimes sur les mâles stériles ne produit pas d'effets néfastes sur la faune non cible, l'environnement ou la population humaine.



<https://revolinc.cirad.fr/>



<https://revolinc.cirad.fr/>

NOTE D'INFORMATION AUX POPULATIONS RIVERAINES DE LA RAVINE DE LA RUE DAMOUR ET DE LA ZONE LITTORALE DE LA RIVIERE LANGEVIN

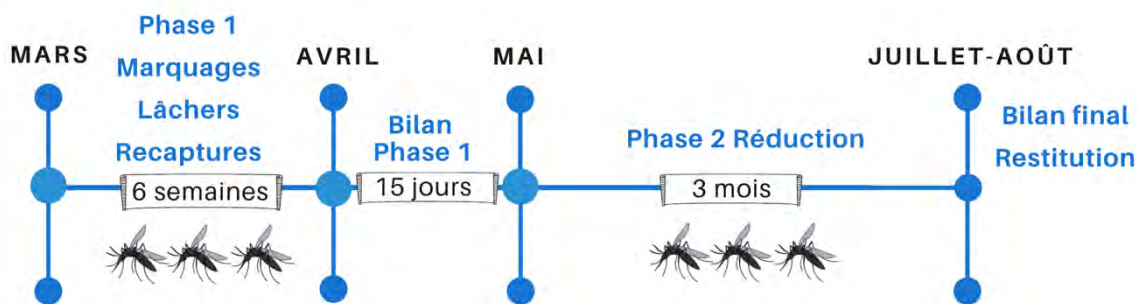
Madame, Monsieur,

Dans le cadre du projet Européen Revolinc coordonné par Jérémy Bouyer du Cirad, des essais pilotes de terrain de la Technique de l'Insecte Stérile (TIS) renforcée vont cibler le moustique vecteur historique de la dengue et du chikungunya : *Aedes aegypti*. Notre essai pilote vise à démontrer que la TIS renforcée permet d'éliminer localement un moustique vecteur lorsque celui-ci est relativement isolé comme c'est le cas d'*Aedes aegypti* à La Réunion. Deux zones d'étude sur le littoral de la commune de Saint-Joseph qui présente les conditions environnementales et climatiques propices à ces essais, ont été ciblées : la ravine de la rue Damour où seront lâchés les moustiques mâles stériles traités et la zone littorale de la rivière Langevin qui servira de contrôle (e.g. aucun lâcher n'y sera réalisé).

Cette approche TIS renforcée est basée sur des lâchers de moustiques mâles stériles traités de biocides qui contaminent spécifiquement les femelles sauvages lors de l'accouplement ou par simple contact, en sus de l'effet stérilisant. Les mâles stériles lâchés sur le terrain s'accouplent aussi avec des femelles sauvages déjà inséminées qui seront alors affectées par le biocide. Cette approche renforce l'effet de la TIS classique.

Deux phases de lâchers de moustiques mâles stériles auront lieu dans la ravine de la rue Damour :

- Une phase de marquage-lâcher-recapture à partir du 15 mars, où 10 000 mâles stériles par semaine seront lâchés afin d'estimer leur survie et leur compétitivité sexuelle avec les mâles sauvages, ainsi que deux techniques de lâcher seront testés : au sol ou par drone.
- La meilleure technique de lâcher sera alors sélectionnée pour la phase suivante de lutte, qui aura lieu après une restitution aux élus et à la population de St Joseph ainsi qu'à l'ARS et au CODERST, si tous les indicateurs sont au vert. Cette phase correspondra au lâcher de 50 000 mâles stériles par semaine pendant 3 mois (phase de réduction).



Planning du projet Revolinc

Le lâcher de moustiques mâles stériles traités de biocides est inoffensif :

- Seules les femelles moustiques piquent et non les mâles.
- Le moustique stérile n'est pas un organisme transgénique.
- Les insectes stériles ne peuvent pas se reproduire et ne peuvent donc pas s'implanter dans l'environnement.
- La TIS n'introduit pas d'espèces exotiques dans un écosystème.
- Le biocide utilisé à des doses infimes sur les mâles stériles ne produit pas d'effets néfastes immédiats ou à plus long terme sur la faune non cible, l'environnement ou la population humaine.

Le bilan de ces essais pilotes sera finalement restitué à tous les acteurs et partenaires concernés en août. Si concluant, l'approche TIS renforcée et l'utilisation de drones pourrait être déployé également contre *Aedes albopictus* à La Réunion.

Pour toute question, nous vous recommandons de privilégier la communication par courrier électronique à l'adresse suivante : revolinc@gmail.com

Merci pour votre compréhension.





TIS RENFORCÉE
Essai pilote à Saint-Joseph



Foire aux questions

La réponse à vos interrogations !



Qu'est-ce que la TIS Renforcée ?

La TIS est une méthode de lutte antivectorielle qui consiste à élever en masse des moustiques mâles, les stériliser par irradiation et les relâcher sur le terrain où ils vont stériliser les femelles sauvages. La TIS renforcée consiste à traiter les mâles stériles d'un biocide transmis par contact aux femelles permettant de tuer leur descendance. Elle renforce ainsi l'effet de la TIS classique.

Dans le cadre du projet Européen ERC Revolinc coordonné par Jérémy Bouyer du Cirad et impliquant l'IRD MIVEGEC et la division conjointe FAO-AIEA Insect Pest Control comme partenaires principaux, et de nombreux collaborateurs français (INRA, Univ Montpellier, Univ Strasbourg), et internationaux (Tragsa Espagne, Univ Manitoba, AIEA Vienne), nous souhaitons tester l'approche TIS renforcée contre les moustiques *Aedes* vecteurs d'arboviroses comme la dengue et le chikungunya: *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*.



Pourquoi réaliser un essai pilote de la TIS renforcée à Saint-Joseph ?

A La Réunion, des essais pilotes de terrain vont cibler le vecteur historique de la dengue et du chikungunya : *Aedes aegypti*. Deux ravines sur le littoral de la commune de Saint-Joseph ont été ciblées où ces populations sont relativement isolées et les conditions environnementales et climatiques sont propices à la réalisation de ces essais.



D'où viennent ces moustiques ?

Ces moustiques sont produits au laboratoire FAO-AIEA de contrôle des insectes nuisibles, en Autriche, à partir d'une souche réunionnaise qui a été mise en place et envoyée par l'ARS. Ils seront alors envoyés par courrier rapide dans un système de transport sécurisé avec triple emballage, et refroidis à 10°C pour qu'il dorment pendant le trajet.

Quelle différence avec le projet TIS « classique » ?

Après accord avec nos partenaires, notamment ARS Réunion et IRD MIVEGEC, nous ne voulons pas interférer avec le projet TIS « classique » porté par IRD-MIVEGEC qui vise à réaliser un essai sur le terrain en septembre 2021 sur la commune de Sainte-Marie contre le vecteur majeur de la dengue et du chikungunya à La Réunion : *Aedes albopictus*. Une extension de l'approche TIS renforcée à ce vecteur pourra être envisagée dans un second temps, en fonction des résultats préliminaires des deux projets.

Cet essai pilote vise aussi à démontrer que la TIS renforcée permet d'éliminer localement un vecteur lorsque celui-ci est relativement isolé comme c'est le cas d'*Aedes aegypti* à La Réunion. En termes de santé publique, si la TIS classique permet de réduire voire d'éliminer *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti* pourrait recoloniser la niche écologique laissée vide par *Aedes albopictus* i.e. les zones urbaines littorales de La Réunion et maintenir voire amplifier le risque vectoriel lié aux arboviroses, comme soulignées par les comités d'experts AFB et HCSP. Notez que des essais terrain de la TIS renforcée réalisés parallèlement en Espagne viseront eux *Aedes albopictus*.



Quels sont les risques sanitaires pour les populations des deux ravines de Saint-Joseph ?

Une évaluation des risques de l'utilisation de la substance active pyriproxifène dans le cadre de l'approche TIS renforcée a été réalisée par un bureau d'études indépendant (CEHTRA). De plus, sur la base des informations transmises par le CIRAD, l'ANSES a autorisé les essais de terrain pour évaluer l'efficacité de la technique de l'insecte stérile renforcée sur les moustiques *Aedes* aux doses revendiquées de pyriproxifène dans les sites visés.

En ce qui concerne la santé humaine et l'environnement, les concentrations prévues de pyriproxifène en raison de son utilisation dans le contexte d'essais pilotes de recherche et de développement conduit dans le cadre du projet ERC Revolinc dans le site expérimental de la ravine de la rue de Damour sur la commune de Saint-Joseph à La Réunion ne montrent pas de risque inacceptable pour la population humaine en général ainsi que pour les organismes non cibles vivant dans le sol ou dans les eaux douces sur le site d'essai.

A ces précautions s'ajoute un volet de recherche conduit dans le cadre d'un Master 2 réalisé par Chloé Corbanini visant à évaluer la dynamique du pyriproxifène dans les gîtes larvaires naturels d'*Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) dans le site expérimental de la rue Damour et son impact sur la faune non cible dans le cadre du projet ERC Revolinc.



Quels sont les avantages de la TIS Renforcée ? Pourquoi utiliser cette technique ?

Au-delà d'entrer en compétition avec les mâles sauvages uniquement, les mâles stériles vont être recouvert d'un biocide, le pyriproxifène, avant leurs lâchers. Une fois accouplés avec les femelles sauvages, ils vont leur transmettre du sperme stérile et/ou ce biocide. Il est plus simple pour un mâle de toucher une femelle que de s'accoupler avec elle. La femelle ainsi touchée va emporter le pyriproxifène dans son gîte larvaire et contaminer les oeufs et les larves déposés par elle et d'autres femelles qui n'auraient pas rencontré un moustique mâle stérile. Cibler une espèce par ses mâles entraîne une spécificité d'action et ajouter un biocide rend cette technique plus avantageuse et efficace.



Quels sont les risques d'utilisation de la TIS Renforcée ?

A chaque étape technique du projet, le CIRAD cherche à assurer la maîtrise de cette technique et vise à respecter les normes et réglementations.

Le lâcher de moustiques mâles stériles est inoffensif:

- Seules les femelles piquent et non les mâles.
- Le moustique stérile n'est pas un organisme transgénique.
- Les mâles stérilisés par irradiation ne présentent aucun danger pour l'Homme, ils ne sont pas radioactifs.
- Les quantités de pyriproxifène utilisés pour traiter les mâles sont infimes et non dangereuses pour l'Homme et l'environnement.
- Les insectes stériles ne peuvent pas se reproduire et ne peuvent donc pas s'implanter dans l'environnement.
- L'interruption du cycle de reproduction des insectes vecteurs, aussi appelée lutte autocide, est par définition spécifique à chaque espèce.
- La TIS n'introduit pas d'espèces exotiques dans un écosystème.

Les lâchers par drones

Le projet Revolinc pour ses lâchers de mâles stériles respecte toutes les réglementations et normes européennes demandées lors d'usage de drones. Un pilote de drone certifié et agréé sera en charge des lâchers. Une demande d'autorisation sera déposée auprès de la direction de l'aviation civile Océan Indien. Ces lâchers de moustiques n'ont pas pour objectif d'éradiquer l'espèce dans son intégralité mais d'éliminer localement une population isolée de ces moustiques.



Quelles perspectives après ces essais à Saint-Joseph de la TIS Renforcée ?

Par la suite, ces essais auront une utilité de par leurs résultats et les développements technologiques mis en place pour lutter contre *Aedes albopictus* ou d'autres ravageurs de culture (la mouche des fruits par exemple) à venir.



Vous avez d'autres questions
par rapport au projet
Revolinc ?

N'hésitez pas à nous écrire à
l'adresse suivante :
revolinc974@gmail.com

merci !