

**Evaluation de l'efficacité du dispositif AGLOSTIC®
contre *Aedes aegypti***

Compte-rendu

Par Nicolas POCQUET

Responsable de l'Unité de Recherche et d'Expertise en Entomologie Médicale

Doc. N° 268/2015 – IPNC – URE-EM/NP/DG - Nouméa, le 22 octobre 2015

Introduction

La société AEDES SYSTEM® a développé le produit AGLOSTIC®, qui vise à éviter le développement de larves du moustique *Aedes aegypti* dans les collections d'eau protégées par ce dispositif. Début 2014, la société AEDES SYSTEM® a sollicité l'IPNC¹, l'IRD² et la DASS-NC³ pour évaluer l'efficacité de ce produit. En mai 2014, l'Incubateur d'Entreprises Innovantes de l'ADECAL⁴ a sélectionné le projet de la société AEDES SYSTEM® et lui a fourni un appui technique et financier. Un protocole d'étude a donc été rédigé par l'IPNC, l'IRD et la DASS-NC pour vérifier l'efficacité du produit AGLOSTIC® contre *Ae. aegypti*, en condition de laboratoire et sur le terrain. Ce protocole a été mis en application en 2015 dans les locaux de l'IRD par un personnel recruté et encadré par l'ADECAL, et formé par l'IPNC.

Le dispositif AGLOSTIC®, constitué d'un agglomérat de granulés à base de pneus recyclés, vise à bloquer physiquement le passage des moustiques adultes, tout en restant perméable à l'eau. Initialement destiné à la protection des gouttières, ce procédé a pour but, d'une part, d'empêcher les femelles *Ae. aegypti* d'accéder aux gîtes larvaires et d'y pondre leurs œufs, et d'autre part, de bloquer sous le dispositif les adultes issus d'éventuelles larves ayant réussi à se développer dans le gîte larvaire. Le présent document rend compte des résultats obtenus et des premières analyses réalisées par l'IPNC. Une analyse plus détaillée sera réalisée par l'ensemble des partenaires.

¹ IPNC : Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie

² IRD : Institut de Recherche pour le Développement

³ DASS-NC : Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de Nouvelle-Calédonie

⁴ ADECAL : Agence de Développement Economique de Nouvelle-Calédonie

Matériel et méthodes

Evaluation au laboratoire

Les moustiques utilisés dans cette étude sont issus d'une souche d'*Ae. aegypti* (VDC-237/12) prélevée en 2012 à Nouméa et élevée depuis lors à l'insectarium de l'IPNC. L'ensemble des moustiques utilisés dans cette étude ont été élevés à l'IPNC, puis transférés à l'IRD pour la réalisation des expérimentations. L'élevage et les expérimentations au laboratoire ont été réalisés dans des conditions standards de température et d'humidité (28°C, 80% d'humidité relative).

Plusieurs versions du dispositif AGLOSTIC® ont été évaluées : i) une version standard du dispositif, de 2 à 3 cm d'épaisseur, ii) une version vieillie⁵, iii) une version vieillie et colmatée⁶ et iv) une version fine du dispositif, de 1 cm d'épaisseur. Ces différentes versions du dispositif ont été placées dans des portions de gouttière de section rectangulaire (les plus répandues en Nouvelle-Calédonie). Des portions de gouttières non équipées ont été utilisées comme témoins.

Deux tests distincts ont été réalisés sur chacune des versions du dispositif. Le premier test (test d'entrée) visait à vérifier que le dispositif empêche bien les femelles d'*Ae. aegypti* de venir pondre leurs œufs dans les gouttières équipées. Chaque portion de gouttière a été placée dans une cage contenant 25 femelles d'*Ae. aegypti* ayant préalablement été gorgées. Deux coupelles contenant 20 millilitres d'eau, et faisant office de poids artificiels, ont été placées dans chacune des portions de gouttière, équipées ou non du dispositif. Sept jours après le début de l'expérience, les coupelles ont été récupérées et le nombre d'œufs pondus pour chaque cage a été comptabilisé. Le nombre de femelles retrouvées à l'intérieur des gouttières équipées a également été relevé. Cette expérience a été réalisée en trois répliques pour chaque version du dispositif et pour les témoins correspondants.

Le second test (test de sortie) a consisté à évaluer la capacité des différentes versions du dispositif à garder captifs des moustiques, mâles et femelles, émergées à l'intérieur de gouttières équipées. Pour chaque portion de gouttière, 50 nymphes d'*Ae. aegypti*, réparties dans deux coupelles contenant 20 millilitres d'eau, ont été placées à l'intérieur des gouttières. Cinq jours après le début de l'expérience, les adultes retrouvés à l'intérieur et à l'extérieur des gouttières ont été comptabilisés et sexés. Le nombre de nymphes mortes dans chaque coupelle a également été relevé. Ces tests ont été réalisés en trois répliques pour chaque version du dispositif et pour les témoins correspondants.

Evaluation sur le terrain

Une première évaluation de terrain a été réalisée sur la version standard du dispositif AGLOSTIC®. Deux sites d'étude ont été sélectionnés à Nouméa : une maison particulière dans le quartier Faubourg Blanchot (site A) et les jardins de l'IRD (site B). Pour chacun de ces sites, deux portions de gouttières de deux mètres de long, équipées ou non du dispositif, ont été placées à 40 centimètres du sol avec une pente à 2%. Les portions de gouttière ont été bouchées aux extrémités, puis remplies de 5 litres d'eau. Des trous de trop plein ont été réalisés afin de maintenir un niveau d'eau constant même en cas de précipitations. Sur les gouttières équipées, ces trous ont été réalisés au niveau de l'AGLOSTIC®. Sur les deux sites et pour chacune des gouttières, les larves de stade 3 et 4 et les nymphes d'*Ae. aegypti* issues des pontes de moustiques sauvages ont été prélevées et comptabilisées deux fois par semaine. Les larves de plus petits stades ont été laissées dans les

⁵ Dispositif standard plongé 14 jours dans un bain à 70°C (protocole de vieillissement conforme à la norme EN 13744 relative aux sols sportifs composés de particules de pneus usagés).

⁶ Dispositif vieillie puis colmaté par 1kg/m² de poussières sèches (protocole de colmatage réalisé suite aux travaux du CTTM - Centre de Transfert de Technologie du Mans).

gouttières. Le suivi des densités larvaires dans les gouttières équipées et témoins a été réalisé sur 3 mois.

Résultats

Evaluation au laboratoire

Quelle que soit la version du dispositif, aucune femelle n'a réussi à pondre ses œufs dans les gouttières équipées lors des tests d'entrées (Figure 1). Seule une femelle a été retrouvée dans une gouttière équipée du dispositif fin. Le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par réplique n'a pas été significativement différent entre les gouttières témoins de chaque test (test de Kruskal-Wallis, $p = 0,1$).

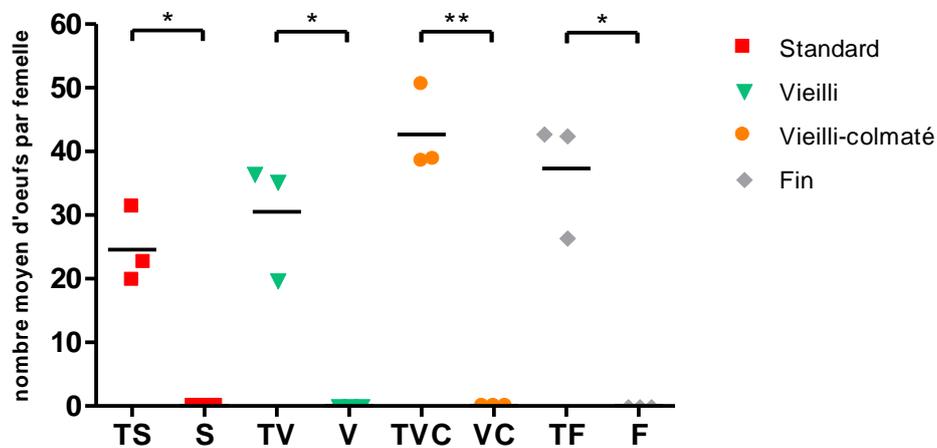


Figure 1 : Nombre moyen d'œufs pondus par femelle dans les gouttières équipées et non équipées.

Le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par réplique est présenté pour les dispositifs standard, vieilli, vieilli-colmaté et fin (S, V, VC et F), et pour les témoins correspondants (TS, TV, TVC et TF). Chaque point correspond à une réplique. Les traits noirs représentent la moyenne des trois répliques pour chaque condition. Les différences significatives entre les dispositifs et les témoins correspondants sont représentées par des étoiles (test t de Welch ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$).

Lors des tests de sortie, les mortalités nymphales ont respectivement été de 0,7 ; 1,5 ; 0,3 et 15,5% pour les témoins correspondants aux versions standard, vieillie, vieillie-colmatée et fine du dispositif. La mortalité des nymphes étant significativement différente entre les tests (test du χ^2 , $p = 0,03$), les analyses ont été réalisées sur des proportions calculées à partir du nombre d'adultes émergés pour chaque cage, et non sur le nombre total de nymphes introduites dans les gouttières au début de l'expérience. Quelle que soit la version du dispositif, les proportions de moustiques en liberté dans les cages ont été très inférieures pour les gouttières équipées par rapport aux gouttières témoins correspondantes (tests exact de Fisher, $p < 0,001$ pour toutes les versions).

La figure 2 représente les proportions de moustiques émergés retenues dans les gouttières équipées par les différentes versions du dispositif. Les versions standard, vieillie et vieillie-colmaté ont présenté des efficacités comparables (test exact de Fisher, $p = 0,33$), avec des proportions de

moustiques retenus comprises entre 98,7 et 100%. En revanche, la version fine du dispositif, avec 95,3% des moustiques émergés retenus, s'est avéré significativement moins efficace que les versions vieillie ($p = 0,01$) et vieillie-colmaté ($p = 0,03$). Il est à noter que seule la version fine du dispositif a laissé échapper des femelles (6 individus échappés, dont 2 femelles, pour 129 adultes émergés). Pour la version standard, seul 2 mâles sur les 149 adultes émergés ont réussi à traverser le dispositif.

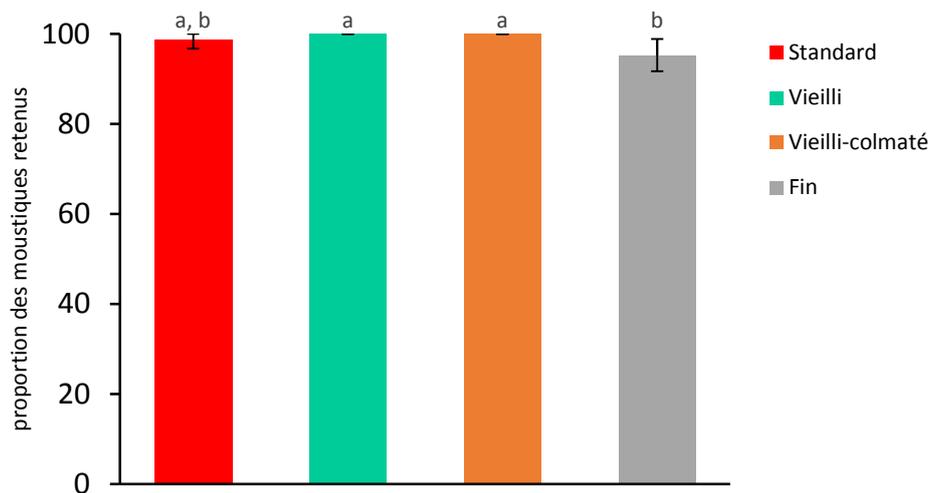


Figure 2 : proportion de moustiques émergés retenus à l'intérieur des gouttières équipées.

Les proportions de moustiques retenus par rapport au total des moustiques émergés sont présentées pour les versions standard, vieillie, vieillie-colmaté et fine du dispositif. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%. Les proportions présentant une même lettre (a ou b) ne sont pas significativement différentes (tests exact de Fisher, $p > 0,05$).

Evaluation sur le terrain

L'évolution des densités de larves de stades 3, 4 et de nymphes est présenté pour les deux sites d'étude en figure 3. Une analyse statistique de ces résultats sera réalisée ultérieurement.

Sur les deux site d'étude, la colonisation des gouttières témoins a été rapide, les premières larves d'*Ae. aegypti* ayant été retrouvées après deux semaines de suivi sur les deux sites. En revanche, les premières larves retrouvées dans les gouttières équipées ne l'ont été qu'après 29 jours d'expérience sur le site A et 45 jours sur le site B.

Les durées de suivi ont respectivement été de 95 et 76 jours pour les sites A et B. Sur toute la durée du suivi, seules 290 larves et nymphes ont été retrouvées dans les gouttières équipées sur le site A, contre 6558 larves et nymphes comptabilisées dans la gouttière témoin correspondante. De même, seuls 4 stades immatures ont été retrouvés dans la gouttière équipée sur le site B, contre 3367 larves et nymphes dans la gouttière témoin.

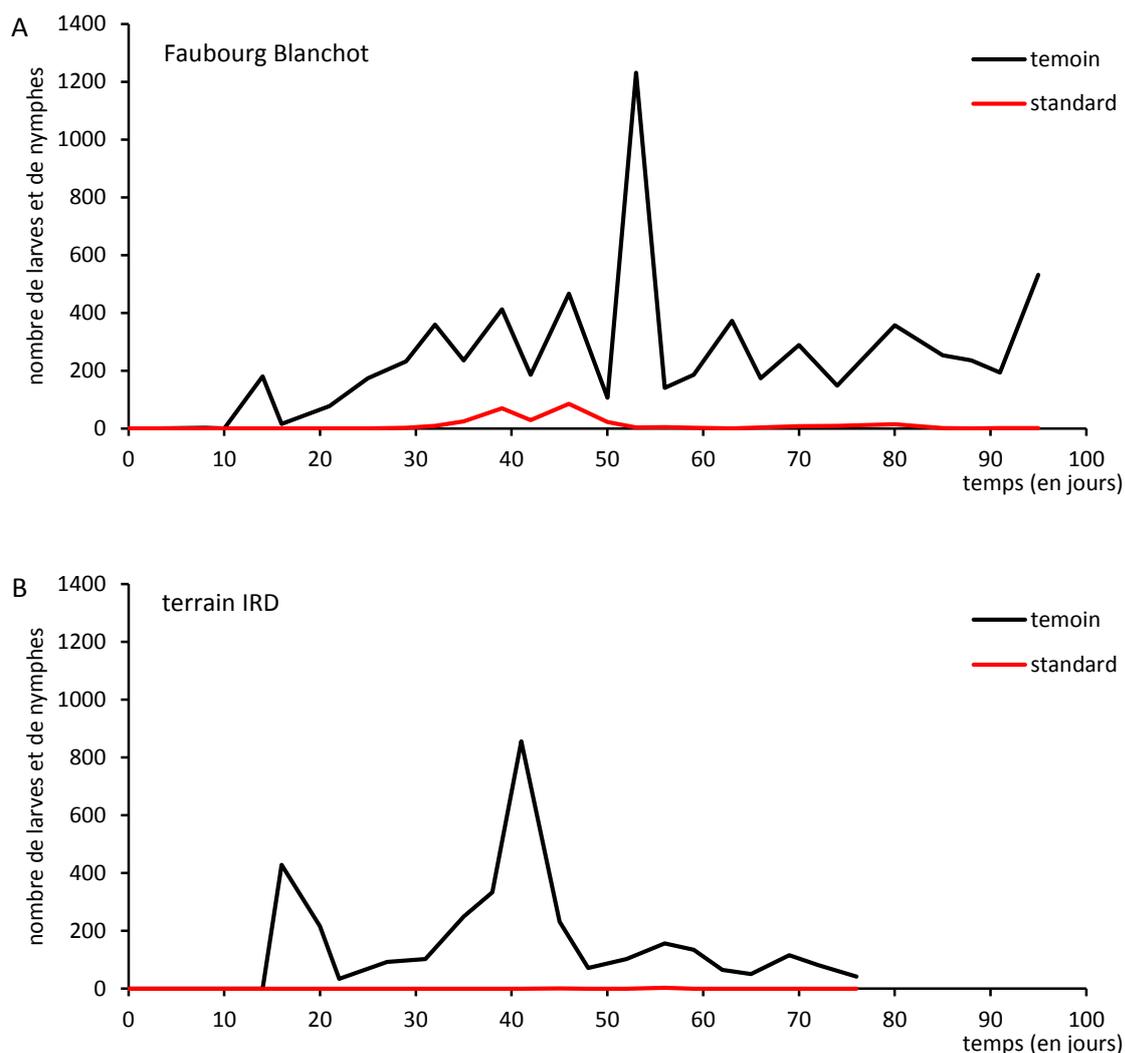


Figure 3 : évolution des densités d'*Ae. aegypti* dans des gouttières équipées ou non équipées sur le terrain. L'évolution du nombre de larves de stade 3, 4 et de nymphes d'*Ae. aegypti* collectées dans les gouttières témoins (en noir) et dans les gouttières équipées de la version standard du dispositif (en rouge) sont présentés pour les deux sites d'étude (A : Faubourg Blanchot, B : terrain IRD).

Discussion

Les tests réalisés au laboratoire ont mis en évidence une bonne efficacité du produit AGLOSTIC® dans son rôle de barrière physique empêchant l'entrée des femelles adultes à l'intérieur des gouttières. En effet, aucune femelle de la souche d'*Ae. aegypti* testée n'a pu pondre ses œufs dans les gouttières équipées de l'AGLOSTIC® standard. Le vieillissement du matériau et/ou son colmatage par des poussières n'ont pas entraîné de réduction de l'efficacité du dispositif. Seule la version fine du dispositif a pu être traversée par une femelle gravide.

L'AGLOSTIC® s'est également avéré efficace pour bloquer la sortie d'adultes émergés dans les gouttières, avec 98,7 à 100% des moustiques retenus par la version standard du dispositif, qu'elle soit ou non vieillie ou colmatée. Là encore, seule la version fine du dispositif a présenté une efficacité moindre, avec 95,3% des moustiques retenus, et plusieurs femelles échappées.

Les résultats obtenus sur le terrain confirment la bonne efficacité de l'AGLOSTIC® standard. Sur l'ensemble des larves collectées sur les deux sites, seules 3% l'ont été dans les gouttières équipées. Bien qu'aucune femelle n'ait pu traverser le dispositif standard au laboratoire, il n'est pas impossible que certaines femelles de terrain y soient parvenues. Une autre hypothèse serait que des œufs pondus directement sur la partie supérieure de l'AGLOSTIC® aient pu se décrocher et traverser le dispositif à la faveur de précipitations. Un test rapide au laboratoire a permis de confirmer que des œufs entraînés par l'eau pouvaient traverser le dispositif. Au vu des résultats obtenus au laboratoire lors des tests de sortie, il est raisonnable de penser que la grande majorité des individus ayant réussi à se développer sous le dispositif auraient été retenus par ce dernier.

Conclusion

La version standard du produit AGLOSTIC® s'est avérée efficace dans son rôle de barrière physique contre les moustiques adultes d'*Ae. aegypti*. Testé sur des gouttières, ce dispositif peut être adapté à d'autres gîtes larvaires, tels que des fûts ou des citernes de stockage d'eau. Contrairement à d'autres barrières physiques déjà utilisées dans la lutte contre les *Aedes* (*i.e.* tissus et moustiquaires), ce produit présente l'avantage d'être plus résistant, et donc plus durable. Sans pour autant se substituer aux autres actions de lutte, l'AGLOSTIC® pourrait représenter, à terme, un outil intéressant en lutte anti-vectorielle.