

INSTITUT FRANCAIS DE
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION
(ORSTOM)

CENTRE PASTEUR
DU CAMEROUN
(C.P.C.)

ORGANISATION MONDIALE
DE LA SANTE
(O.M.S.)

CAMPAGNE PILOTE DE LUTTE ANTILARVAIRE CONTRE *CULEX QUINQUEFASCIATUS* EN MILIEU URBAIN
(YAOUNDE - CAMEROUN) : UTILISATION D'UN INSECTICIDE BIOLOGIQUE (1).

RAPPORT FINAL

par

J.M. HOUGARD (2), R. MBENTENGAM (3), H. ESCAFFRE (2), L. LOCHOUARN (2), F. DARRIET (2), F.M. GIBON (4),
M. WOUAFO NDAYO (5), P. DESENFANT (2), P. BARBAZAN (2), S. PATCHOKE (6), F. RIVIERE (2), F. CHANDRE (7)

et

la collaboration technique des techniciens entomologistes du Centre Pasteur et de l'ULAVE

Document d'Entomologie médicale
et de Parasitologie N° 5/91

-
- (1) Ce travail a reçu une subvention du UNDP/BANQUE MONDIALE/Programme Special OMS pour la Recherche et la Formation sur les Maladies Tropicales.
(2) Entomologiste médical de l'ORSTOM - Centre Pasteur du Cameroun, B.P. 1274 Yaoundé, Cameroun.
(3) Technicien Principal en Génie Sanitaire de l'ULAVE, BP 2041 Yaoundé, Cameroun.
(4) Hydrobiologiste de l'ORSTOM - Centre Pasteur du Cameroun.
(5) Bactériologiste, Centre Pasteur du Cameroun.
(6) Technicien en Génie Sanitaire de l'ULAVE, BP 2041 Yaoundé, Cameroun.
(7) Vétérinaire, Volontaire du Service National, Centre Pasteur du Cameroun.

RESUME

Après avoir fait un bref rappel des points importants ressortant des travaux menés les années précédentes, les auteurs exposent dans ce rapport les derniers résultats obtenus depuis le mois de janvier 1990.

1) Dynamique de la population imaginaire

- Techniques d'étude : les femelles de *C. quinquefasciatus* sont échantillonnées à l'aide d'une double moustiquaire. Il s'agit d'un système de mesure de densité relative, fiable, peu coûteux, capturant également des moustiques mâles en forte proportion. Bien que beaucoup de femelles attirées par l'appât humain ressortent du piège faute de ne pouvoir prendre un repas de sang, la double moustiquaire s'avère être le meilleur système d'évaluation pour une campagne de lutte à grande échelle.

- Résultats : comme le signale la littérature, *C. quinquefasciatus* est un bon indicateur de l'urbanisation puisqu'il constitue pratiquement la seule espèce anthropophile piégée la nuit dans notre zone d'étude, en attestent les rares *Aedes sp.* et *Anopheles sp.* capturés durant ces deux années. L'étude de la dynamique de la population imaginaire sur deux ans montre d'autre part que les conditions climatiques, et plus particulièrement le régime des précipitations, déterminent une période de faible densité culicidienne qui contraste nettement avec une plus courte période de forte densité.

2) Efficacité des traitements

- Techniques d'études : l'expérience acquise au cours des deux années précédentes montre que chaque quartier n'est représentatif que de lui-même et qu'il n'est guère possible d'évaluer l'efficacité d'une campagne pilote de lutte en comparant la zone traitée avec une zone non traitée. L'efficacité de la campagne pilote de lutte a donc été évaluée en comparant le taux de piqûres enregistré durant un an dans la zone traitée avec celui obtenu l'année suivante, dans le même site, mais en l'absence de traitement. Afin de prendre en considération les variations naturelles de la dynamique de la population imaginaire durant ces deux années, un quartier "témoin" a été volontairement épargné par les opérations de lutte. Les résultats concernant la dynamique de la population imaginaire montre qu'une comparaison mensuelle de l'efficacité des traitements ne correspondrait à aucune réalité entomologique et qu'il est plus judicieux de comparer les données sur les périodes de faibles et de fortes densités de piqûres ainsi que sur l'ensemble de l'année.

- Résultats : à 3 mois de la fin de la campagne pilote de lutte, le pourcentage global d'efficacité des traitements, calculé sur une période de 10 mois, est de 58,88 % avec une population résiduelle de 4,4 piqûres par homme

et par nuit. En période de faible densité, ce pourcentage n'est plus que de 39,04 % mais la densité de moustiques est plus faible, de l'ordre de 2,1 piqûres par homme et par nuit. En période de forte densité, les traitements sont beaucoup plus efficaces (63,55 % de pourcentage d'efficacité) mais la population résiduelle reste à un niveau relativement élevé de 9,8 piqûres par homme et par nuit.

3) Conclusions

- Le concentré liquide de *B. sphaericus* est une formulation qui concurrence les meilleurs larvicides chimiques habituellement utilisés. Il n'est pas toxique pour l'environnement, il est stable dans les conditions habituelles d'entreposition en milieu tropical, il offre peu de perspectives de résistance et il est d'un bon rapport coût / efficacité.

- Les techniques et le matériel relatifs à l'organisation des traitements et à l'évaluation de leur impact ne doivent souffrir d'aucun relâchement sous peine d'échec des opérations de lutte.

- Pour des raisons d'éthique et de logistique, l'utilisation de la double moustiquaire est à conseiller pour toute future campagne de lutte nécessitant un contrôle de l'impact des traitements à long terme et à grande échelle.

- Les conséquences des conditions climatiques sur la dynamique de la population préimaginaire et sur l'efficacité des traitements incitent à mettre en oeuvre une stratégie de lutte basée sur deux cycles de traitement. Le premier cycle pourrait avoir lieu dès la fin de la saison des pluies, avant que ne se reconstitue une population culicidienne abondante. Le second cycle aurait lieu deux mois plus tard, en plein coeur de la saison sèche.

- Il ne faut pas perdre de vue que la nuisance culicidienne reste malgré tout un problème secondaire et que de telles campagnes de lutte ne prennent véritablement leur importance qu'en des régions où sévit la filariose de Bancroft. En tenant compte des acquis de cette campagne pilote, il convient désormais de réaliser des études similaires en zone à forte endémicité filarienne afin déterminer si le principe d'une lutte antilarvaire par *B. sphaericus*, en association ou non avec des mesures chimiothérapeutiques, peut être retenu.

SUMMARY

Although the assessment of the large scale field trial is not completely achieved, this document can be considered as a final report (the last results will be faxed to the steering committee in march 1991).

The authors first remind the results previously obtained from april 1987 to december 1990 and secondly relates, as here summarized, the new informations obtained for the period under review, i.e. from january 1990 to january 1991.

1) Dynamic of the adult population

- material and methods : the females of *C. quinquefasciatus* are caught by a double bednet preventing the human bait from bites. This relative assessment system is a reliable and cheap evaluation method. Although many females leaves the bed net during the night, we consider that the double net method is the best system to assess a large scale and a long term field trial in urbanised areas.

- results : *Anopheles* and *Aedes* species are practically absent in the study area while *C. quinquefasciatus* is very abundant and constitutes a good index of urbanisation. The study of the dynamic of the females of *C. quinquefasciatus* shows that the climatic conditions, particularly the rainfalls, considerably influence the adults density with a long period of low-density contrasting with a short period of high density.

2) Efficacy of the large scale field trial

- Material and methods : the results obtained the previous years show to the evidence that one plot can not be compared to another plot from a *Culex* density point of view. Consequently, we think that we have not to assess the efficacy of a large scale field trial by comparing, at the same time, the study area with an untreated area. So the assesment has been done by comparing, for the same area, the biting rate recorded in a one year period to the biting rate recorded the following year, without any treatment. In order to consider the natural fluctuation of the adult density during this two years period, a plot closely to the study area has been selected as a control. The dynamic of *C. quinquefasciatus* shows that a monthly comparison of the efficacy of the treatment does not correspond to an entomological reality while a comparison between the periods of high density or low density as the whole period seems more realistic.

- Results : three months before the end of the experiment, the percentage of efficacy on the whole period of larviciding (10 months) reaches near 60 % with a residual biting rate of 4.4 bites by man by night. During the low density

period, the percentage of efficacy decreases to about 40 % but the residual biting rate is lower with 2.1 bites by man by night. The treatments are more efficient during the high density period with a 64 % of females reduction but the residual biting rate remains high with 9.8 bites by man by night.

3) Conclusions

- From a cost effective point of view and in regard of its toxicity, its stability and its perspectives of resistance, the liquid concentrate of *B. sphaericus* 2362 performs as well as the best chemical insecticides in polluted water.

- The success of the large scale field trial depends, on a large part, of the quality of the larviciding operations and the assessment technics. A neglected supervision of these measures induces automatically a failure in the performance of such a trial.

- For ethical and logistical reasons, the double bednet is the best device to catch mosquitoes for a routinely large scale and long term field trial.

- The consequences of the climatic conditions on the dynamic of the population as well as the efficacy of the treatment lead us to implement a strategy based on a two cycles of larviciding a year. The first one should started as soon as the rainy season ends, just before the potential preimaginal sites abundantly breed. The second one should started two months later, during the high density period.

- We have to keep in mind that the nuisance caused by the *C. quinquefasciatus* bites remains of secondary importance in comparison to other situations where Bancroftian filariasis occurs at a high level of endemicity. This experiment, the first large scale field trial using *B. sphaericus*, have to be completed in other geographical and epidemiological situations in order to determine if this biological control agent constitutes, in association or not with chemotherapy, a good method to control Bancroftian filariasis.

RAPPELS

Avant de détailler les progrès scientifiques réalisés en 1990, il convient au préalable de faire un bref rappel des points importants qui ressortent des travaux menés les années précédentes dans le cadre de ce programme (cf. 1.9 page 2).

1. La cible

- Les réservoirs d'eaux usées, gîtes potentiels à *Culex quinquefasciatus*, sont constitués essentiellement par les puisards, les mares, les caniveaux et, dans une moindre mesure, par les latrines.
- Le suivi de la dynamique de la population préimaginaire montre à l'évidence que la production culicidienne est beaucoup plus importante en saison sèche qu'en saison des pluies : les collections d'eaux usées, toutes catégories confondues, sont plus nombreuses (2 055 contre 1794 recensés dans la zone d'étude), constituent de meilleurs gîtes (15.4 % de positifs contre 10.8 %) et sont plus densément peuplées.
- Cette différence saisonnière est dans une large mesure liée aux précipitations qui, en saison des pluies, assainissent les collections d'eaux polluées en provoquant le débordement de certains gîtes et en rétablissant l'écoulement de l'eau dans les caniveaux.

2. L'insecticide

- La formulation de *Bacillus sphaericus* est un concentré liquide de la souche 2362 (BSP) dont la rémanence peut atteindre 3 mois à la concentration de 10 gr/m².
- La formulation est stable dans les conditions ordinaires de stockage puisqu'elle conserve toute son efficacité après 18 mois d'entreposition.
- La sensibilité de *C. quinquefasciatus* à une poudre lyophilisée *B. sphaericus* n'a pas changé après 2 années de campagne de lutte antilarvaire.

3. Les traitements

- L'insecticide est appliqué dans la totalité des collections d'eaux usées à l'aide d'un pulvérisateur à dos.
- Les traitements couvrent une superficie d'environ 200 hectares et concernent approximativement 80 000 habitants.
- La périodicité des traitements est trimestrielle. L'équipe chargée des opérations (36 personnes au total) traite la zone d'étude en 2 jours, ce qui

implique qu'elle pourrait sans difficulté couvrir l'ensemble de la ville en moins d'un mois.

- Une année entière a été consacrée à améliorer l'organisation des traitements. A l'issue de cette période, l'équipe chargée des opérations était pleinement opérationnelle pour réaliser les épandages dans des conditions optimales d'efficacité.

4. L'efficacité des traitements

- L'évaluation de l'efficacité des traitements a permis d'expérimenter plusieurs techniques de capture des moustiques adultes. Bien que la double moustiquaire soit moins performante que les méthodes directes de captures, cette technique évite la fraude propre à toute opération de routine (l'appât humain n'est pas piqué).

- Quatre points de capture ont été choisis à l'intérieur de la zone d'étude. Un point de capture a été choisi en dehors de cette zone, dans un quartier à type d'habitat semblable à celui de la zone traitée.

RESULTATS POUR LA PERIODE CONSIDEREE

1. Dynamique de la population imaginaire

A Yaoundé, le relevé mensuel des précipitations met en évidence une courte saison sèche allant, selon les années, des mois de décembre / janvier aux mois de mars / avril. Les pluies sont abondantes le reste du temps à l'exception d'une période plus sèche enregistrée habituellement au mois d'août et qualifiée de petite saison sèche (figure 1). La comparaison de la figure 1 avec la dynamique de la population imaginaire effectuée dans une zone non traitée proche de la zone d'étude (figure 2) montre clairement que les conditions climatiques déterminent une période de faible densité culicidienne (d'avril à novembre / décembre) qui contraste nettement avec une plus courte période de forte densité (de décembre / janvier à avril).

La comparaison des diagrammes des figures 1 et 2 ne peut cependant mettre en évidence le léger décalage qui existe entre les précipitations et le taux de piqûres. En effet, le nombre de moustiques capturés au milieu du mois de décembre 1989 ou du mois de janvier 1990 n'augmente en réalité qu'une quinzaine de jours après l'arrêt des précipitations, le temps que se reconstitue une population culicidienne abondante à partir de gîtes larvaires stables. A l'inverse, le nombre de moustiques capturés au mois d'avril reste élevé malgré la reprise des précipitations et diminue significativement dès que les femelles issues des "pontes de saison sèche" ont disparu. Enfin, bien

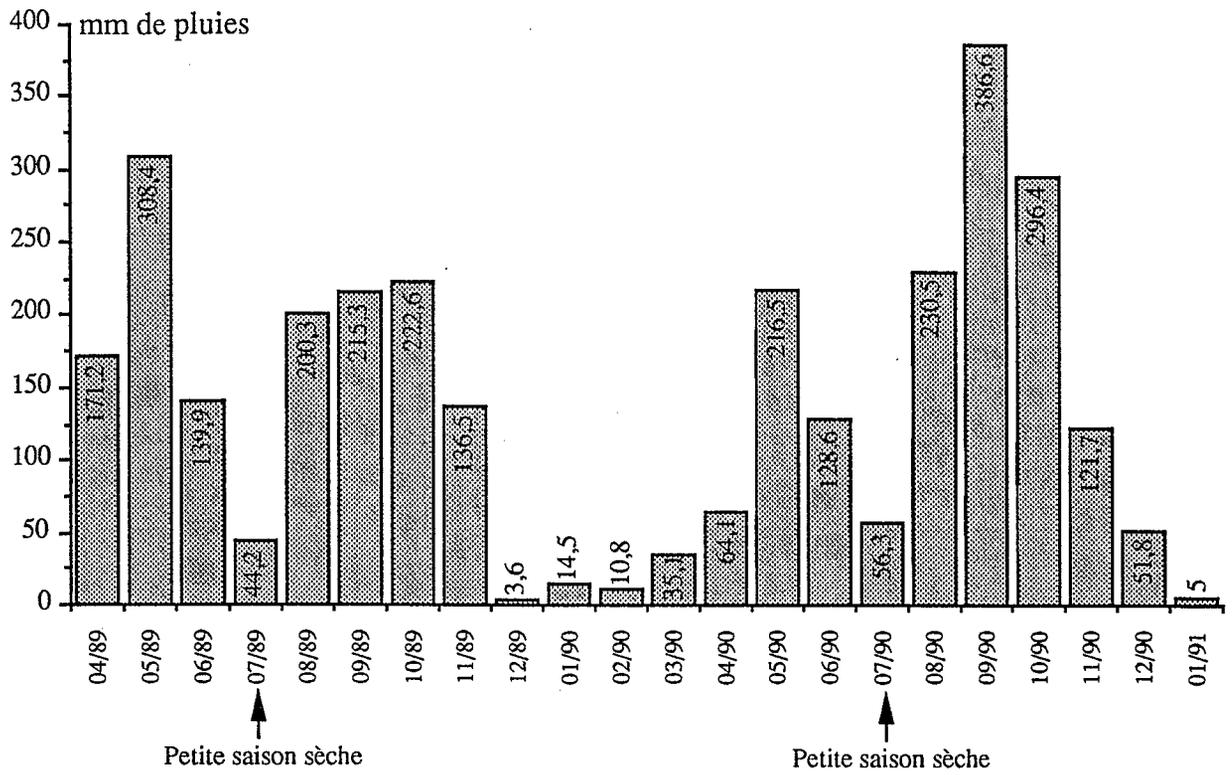


FIGURE 1 : RELEVÉ MENSUEL DES PRECIPITATIONS

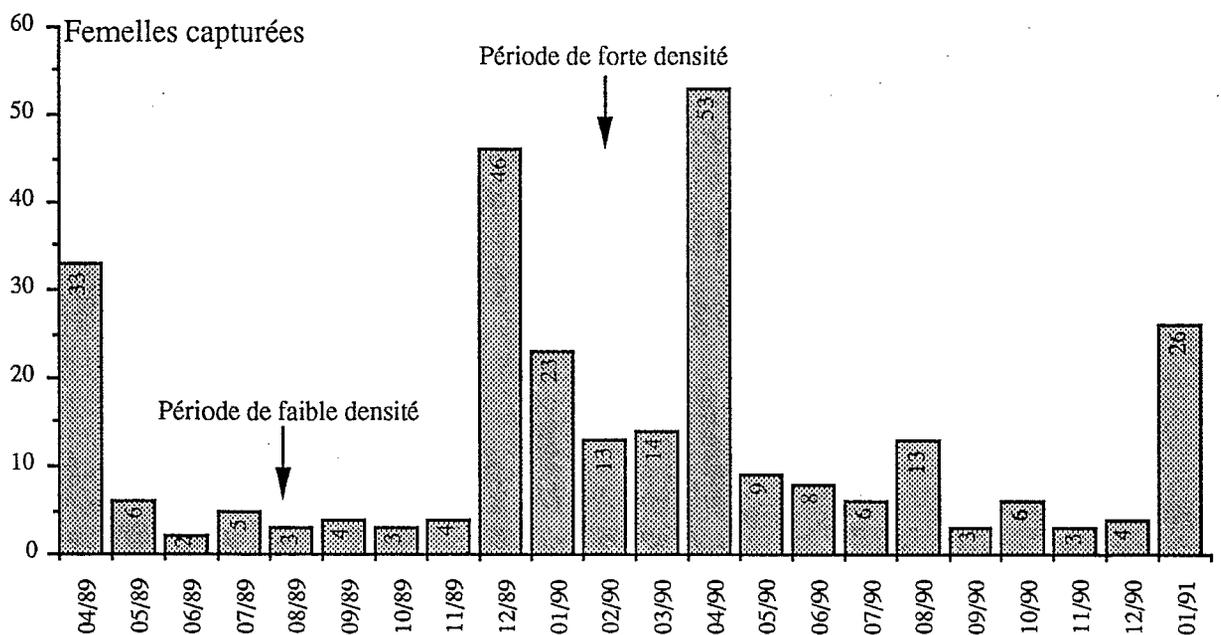


FIGURE 2 : DYNAMIQUE DE LA POPULATION IMAGINALE EN UNE ZONE NON TRAITÉE PROCHE DE LA ZONE D'ETUDE

qu'une légère augmentation du taux de piqûres soit perceptible au mois d'août, la petite saison sèche n'est cependant pas suffisamment longue pour favoriser le développement d'une population culicidienne abondante.

2. Evaluation de l'efficacité des traitements

L'expérience acquise au cours des deux années précédentes montre que chaque quartier n'est représentatif que de lui même et qu'il n'est guère possible d'évaluer l'efficacité d'une campagne pilote de lutte en comparant la zone traitée avec une zone non traitée. Ainsi dans deux quartiers apparemment semblables du point de vue de l'habitat et des types de gîtes larvaires, le nombre total de moustiques capturés dans le quartier lyssouck durant la période d'évaluation (135 femelles) est près de 3 fois plus important que celui capturé dans le quartier Melen pendant la même période (51 femelles).

L'efficacité de la campagne pilote de lutte a donc été évaluée en comparant le taux de piqûres enregistré durant un an dans la zone traitée avec celui obtenu l'année suivante, dans le même site, mais en l'absence de traitement. Afin de prendre en considération les variations naturelles de la dynamique de la population imaginaire durant ces deux années, un quartier "témoin" a été volontairement épargné par les opérations de lutte. Dans ces conditions, l'efficacité des traitements antilarvaires est évaluée en corrigeant les données brutes obtenues dans la zone traitée en fonction des variations naturelles enregistrées au niveau de la zone témoin. Cette efficacité est exprimée en pourcentage de réduction du taux de piqûres selon la formule dite d'Abbott (loi des probabilités indépendantes). D'autre part, la dynamique de la population imaginaire montre qu'une comparaison mensuelle de l'efficacité des traitements ne correspond à aucune réalité entomologique et qu'il est plus judicieux de comparer les résultats sur l'ensemble de l'année ainsi que sur les périodes de faibles et de fortes densités de piqûres.

3. Résultats

Les derniers résultats des captures de mars et avril 1991 nous permettront de déterminer avec exactitude l'efficacité de la campagne de lutte sur une année entière (12 mois de traitement, 12 mois d'évaluation). A l'heure actuelle, Les enseignements tirés après 10 mois de traitement ne varieront vraisemblablement pas d'ici la fin de l'expérimentation (dans le cas contraire, l'O.M.S. / T.D.R. en serait aussitôt informée) et nous pouvons nous permettre d'interpréter dès maintenant les résultats de cette étude.

1. Efficacité de la campagne sur l'ensemble de la période

Dans la zone d'étude (figure 3 - annexes 1 à 4), 326 femelles de *C. quinquefasciatus* ont été capturés pendant 10 mois et en l'absence de traitement contre 132 en période de traitement. Dans la zone "témoin", les variations naturelles sont très faibles puisque la population culicidienne varie seulement, pour la même période, de 131 à 129 femelles (figure 4). En terme d'efficacité, ces données traduisent un pourcentage brut d'efficacité des traitements de 59,51% soit, après correction des données en fonction des variations naturelles (1,53%), un pourcentage de 58,88% et une population résiduelle de 4,4 piqûres par homme et par nuit (figure 5 - annexe 5).

2. Efficacité de la campagne en période de faible densité culicidienne

L'évaluation de l'efficacité des traitements doit tenir compte des variations saisonnières car le régime des précipitations varie parfois d'une année à l'autre, entraînant un décalage dans la dynamique de la population de moustiques. Cette variation est très perceptible au mois de décembre où le taux de piqûre enregistré en 1990 est 12 fois moins élevé que celui de l'année précédente (figure 2). C'est pourquoi l'efficacité de la campagne de lutte en période de faible densité culicidienne sera calculée en comparant la moyenne mensuelle des femelles capturées entre mai et décembre 1990 (8 mois) à la moyenne mensuelle des femelles capturées entre mai et novembre 1989 (7 mois).

En terme d'efficacité, ces données traduisent pour cette période un pourcentage brut d'efficacité des traitements de 63,82% soit, après correction des données en fonction des variations naturelles (40,66%), un pourcentage de 39,04% et une population résiduelle de 2,1 piqûres par homme et par nuit (figure 6 - annexe 5).

3. Efficacité de la campagne en période de forte densité culicidienne

Pour les mêmes raisons que précédemment, l'efficacité de la campagne de lutte en période de forte densité culicidienne sera calculée en comparant la moyenne mensuelle des femelles capturées en avril 1990 et janvier 1991 à la moyenne mensuelle des femelles capturées en avril et décembre 1989. Ces résultats seront affinés ultérieurement dès que nous serons en possession des données de février, mars et probablement, compte-tenu du décalage de la saison sèche, d'avril 1991.

Pour cette période, le pourcentage brut d'efficacité des traitements est de 68,63% soit, après correction des données en fonction des variations

naturelles (13,92%), un pourcentage de 63,55% et une population résiduelle de 9,8 piqûres par homme et par nuit (figure 7 - annexe 5).

4. Autres captures

C. quinquefasciatus représente la très grande majorité des moustiques piégés à l'intérieur de la double moustiquaire, en attestent les rares *Aedes sp.* et *Anopheles sp.* capturés durant ces deux années (figures 3 et 4).

Le système de la double moustiquaire capture en majorité des femelles de *C. quinquefasciatus* mais permet de piéger également des mâles de la même espèce. En l'absence de traitement, la proportion de mâles varie de 35 à 46% des effectifs totaux (figures 3 et 4) et diminue à 31% en période de traitement (figure 3).

4. Discussion

1. Sur la dynamique de la population imaginaire

Un certain nombre d'enseignements ressortent des résultats des captures de moustiques réalisées dans la zone témoin ou dans la zone d'étude, en l'absence de traitement.

- Comme le signale la littérature, *C. quinquefasciatus* est un bon indicateur de l'urbanisation puisqu'il constitue pratiquement la seule espèce anthropophile rencontrée dans les quartiers à forte densité d'habitat.

- L'alternance d'une longue période de faible densité culicidienne avec une période plus courte de forte densité est probablement généralisable à l'ensemble des agglomérations urbaines situées en zone de climat de type équatorial.

- La double moustiquaire est un système de mesure de densité relative car beaucoup de moustiques attirés par l'appât humain ressortent du piège faute de ne pouvoir se nourrir. Il peut avoir cependant un bon rendement en période de forte densité et s'avère, pour une campagne de lutte à grande échelle, être le meilleur système d'évaluation car il est peu coûteux et n'incite pas à la fraude. Dans le cas d'une expérimentation nécessitant des mesures plus sensibles de la densité imaginaire, les captures sur tubes à hémolyse restent néanmoins le meilleur système d'évaluation.

2. Sur l'efficacité de la campagne de lutte

- L'efficacité de la campagne de lutte ne pourra véritablement être déterminée qu'à l'issue des captures de février, mars et avril 1991. Cependant, compte-tenu du taux élevé d'efficacité des traitements en période de forte densité culicidienne, il est très probable que les tendances observées sur l'ensemble de l'année à l'heure actuelle iront dans le sens d'une augmentation globale de l'efficacité des traitements.

- Les conditions climatiques conditionnent non seulement la dynamique de la population préimaginale mais aussi l'efficacité des traitements car les précipitations ont pour effet de diluer l'insecticide et de rétablir, entre deux orages, un gîte larvaire plus au moins favorable au développement des stades préimaginaux.

- La double moustiquaire capture également des mâles de *C. quinquefasciatus* en forte proportion. L'étude de ce phénomène mériterait d'être approfondie car cette particularité pourrait représenter un indicateur supplémentaire pour évaluer l'efficacité des traitements insecticides. Il serait en effet intéressant de déterminer si la diminution du pourcentage de mâles observée en période de traitement est à mettre en relation avec la diminution du nombre de gîtes larvaires productifs.

3. Sur la nature et l'importance de la population résiduelle

- Il est difficile de connaître l'origine de la population de moustiques survivant aux traitements insecticides dans la mesure où la campagne de lutte ne recouvre pas l'intégralité de la ville de Yaoundé. Il est probable que la proportion de moustiques provenant des zones périphériques est très faible, compte-tenu de la faible dispersion de *C. quinquefasciatus* en milieu densément anthropisé : une étude financée par le comité de lutte biologique de l'OMS/TDR devrait nous permettre de répondre plus précisément à cette question (Hougard et al., 1990).

- Bien que les traitements soient plus efficaces en saison sèche, la population résiduelle de moustiques est nettement supérieure en cette période de l'année avec un taux de piqûres de 9,8 piq./h./nuit contre 2,1 piq./h./nuit en période de faible densité.

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	2,00	10,00	3,33	16,67	0,00	
MAI	1,00	3,00	1,00	25,00	0,00	
JUIN	1,00	5,00	1,67	16,67	0,00	
JUILLET	3,00	5,00	1,67	37,50	0,00	
AOUT	3,00	5,00	1,67	37,50	0,00	
SEPTEMBRE	2,00	14,00	4,67	12,50	0,00	
OCTOBRE	3,00	2,00	0,67	60,00	0,00	
NOVEMBRE	6,00	10,00	3,33	37,50	0,00	
DECEMBRE	25,00	29,00	9,67	46,30	0,00	
JANVIER	12,00	49,00	16,33	19,67	0,00	
FEVRIER	14,00	15,00	5,00	48,28	2,00	<i>Aedes</i>
MARS (90)	18,00	50,00	16,67	26,47	1,00	<i>Aedes</i>
TOTAL 4 SITES*	58,00	132,00	4,40	30,53	0,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	51,00	120,00	40,00	29,82	0,00	
MAI	30,00	22,00	7,33	57,69	0,00	
JUIN	24,00	17,00	5,67	58,54	0,00	
JUILLET	15,00	24,00	8,00	38,46	5,00	<i>Aedes</i>
AOUT	22,00	18,00	6,00	55,00	1,00	<i>Aedes</i>
SEPTEMBRE	4,00	20,00	6,67	16,67	1,00	<i>Aedes</i>
OCTOBRE	12,00	23,00	7,67	34,29	0,00	
NOVEMBRE	6,00	8,00	2,67	42,86	0,00	
DECEMBRE	16,00	7,00	2,33	69,57	0,00	
JANVIER (91)	14,00	67,00	22,33	17,28	2,00	<i>Aedes, Anoph.</i>
TOTAL 4 SITES*	194,00	326,00	10,87	37,31	7,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

* Données provisoirement calculées sur les 10 premiers mois

FIGURE 3 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE D'ETUDE (4 SITES)

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	3,00	33,00	11,00	8,33	0,00	
MAI	7,00	6,00	2,00	53,85	0,00	
JUIN	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	
JUILLET	3,00	5,00	1,67	37,50	0,00	
AOUT	1,00	3,00	1,00	25,00	0,00	
SEPTEMBRE	5,00	4,00	1,33	55,56	0,00	
OCTOBRE	5,00	3,00	1,00	62,50	0,00	
NOVEMBRE	12,00	4,00	1,33	75,00	0,00	
DECEMBRE	22,00	46,00	15,33	32,35	0,00	
JANVIER	12,00	23,00	7,67	34,29	0,00	
FEVRIER	26,00	13,00	4,33	66,67	0,00	
MARS (90)	32,00	14,00	4,67	69,57	0,00	
TOTAL*	70,00	129,00	4,30	35,18	0,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT

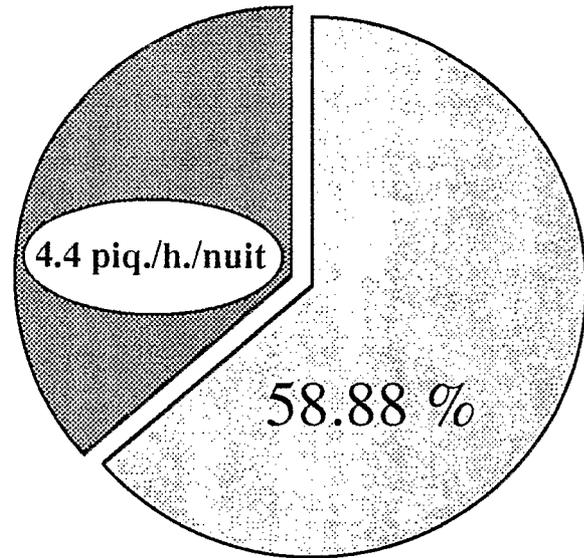
MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	23,00	53,00	17,67	30,26	0,00	
MAI	23,00	9,00	3,00	71,88	0,00	
JUIN	11,00	8,00	2,67	57,89	0,00	
JUILLET	5,00	6,00	2,00	45,45	0,00	
AOUT	9,00	13,00	4,33	40,91	0,00	
SEPTEMBRE	4,00	3,00	1,00	57,14	0,00	
OCTOBRE	3,00	6,00	2,00	33,33	0,00	
NOVEMBRE	4,00	3,00	1,00	57,14	0,00	
DECEMBRE	3,00	4,00	1,33	42,86	0,00	
JANVIER (91)	25,00	26,00	8,67	49,02	0,00	
TOTAL*	110,00	131,00	4,37	45,64	0,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

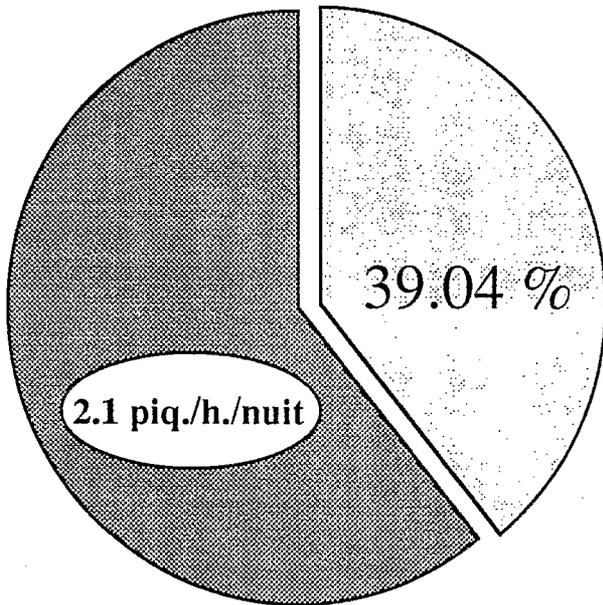
* Données provisoirement calculées sur les 10 premiers mois

FIGURE 4 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE TEMOIN (1 SITE DE CAPTURE)

FIGURE 5 : POURCENTAGE DE REDUCTION DU NOMBRE DE FEMELLES CAPTUREES SUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE CONSIDEREE (COMPARAISON SUR 10 MOIS)

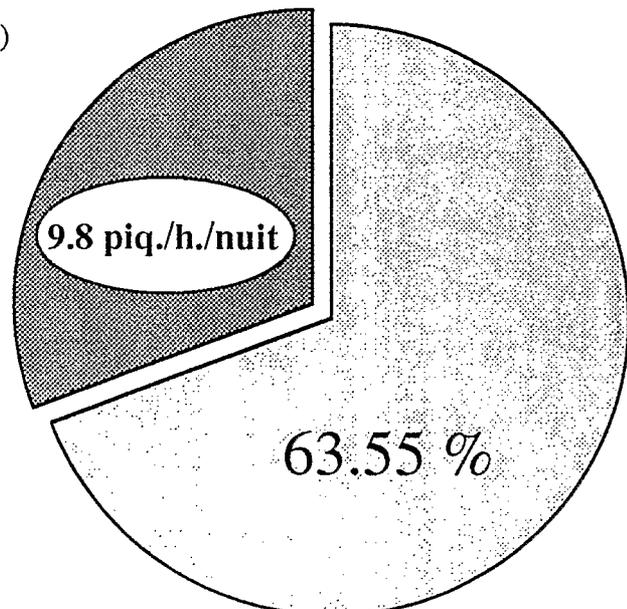


POPULATION RESIDUELLE (41.12 %)



POPULATION RESIDUELLE (60.96%)

FIGURE 6 : POURCENTAGE DE REDUCTION DU NOMBRE DE FEMELLES CAPTUREES EN PERIODE DE FAIBLE DENSITE CULICIDIENNE



POPULATION RESIDUELLE (36.45%)

FIGURE 7 : POURCENTAGE DE REDUCTION DU NOMBRE DE FEMELLES CAPTUREES EN PERIODE DE FORTE DENSITE CULICIDIENNE

5. Conclusions

La campagne pilote de lutte antilarvaire dans la ville de Yaoundé s'achèvera en avril 1991. Un bilan général de ces quatre années nous permet, à trois mois de la fin de cette expérimentation, de tirer dès à présent les enseignements suivants :

- ***B. sphaericus* est un bon larvicide pour les eaux usées.** Le concentré liquide de *B. sphaericus* est une formulation qui du point de vue toxicité, stabilité, perspectives de résistance et au niveau du rapport coût / efficacité n'a rien à envier aux meilleurs larvicides chimiques.

- **La méthodologie doit être rigoureuse.** Nous avons accordé un soin tout particulier à mettre au point une méthodologie alliant à la fois l'efficacité et la simplicité car les techniques et le matériel relatifs à l'organisation des traitements et à l'évaluation de leur impact ne doivent souffrir d'aucun relâchement sous peine d'échec des opérations de lutte.

- **L'emploi de la double moustiquaire est à généraliser.**

Pour des raisons d'éthique et de logistique, l'utilisation de la double moustiquaire est à conseiller pour toute future campagne de lutte de grande envergure nécessitant un contrôle de l'impact des traitements à long terme et à grande échelle. Il faut cependant songer à améliorer le rendement de ce système qui, en période de faible densité de moustique, ne fournit pas des effectifs suffisants pour obtenir des résultats significatifs. Les captures sur appâts humains au moyen de tubes à hémolyse restent toutefois d'actualité quand il s'agit de réaliser une évaluation plus fine de l'impact des traitements insecticides.

- **La stratégie de lutte est basée sur deux cycles de traitement.** Les conséquences des conditions climatiques sur la dynamique de la population préimaginaire et sur l'efficacité des traitements incitent à mettre en oeuvre une stratégie de lutte basée sur deux cycles de traitement. Le premier cycle pourrait avoir lieu dès le début de la saison sèche, avant que ne se reconstitue une population culicidienne abondante. Le second cycle aurait lieu deux mois plus tard, temps inférieur à la rémanence optimale de l'insecticide, de manière à maintenir un faible taux de piqûres jusqu'au début de la saison des pluies. Cette périodicité n'exclue pas pour autant l'utilisation simultanée d'autres moyens de lutte antilarvaire tels que les billes de polystyrène expansés dont l'efficacité a été reconnue dans les gîtes permanents (O.M.S., 1990).

Fort de ces enseignements, le concentré liquide de la souche 2362 de *B. sphaericus* peut être désormais considéré comme faisant parti de l'arsenal des insecticides utilisables à grande échelle pour la lutte contre *C.*

quinquefasciatus en milieu urbain. Avec la formulation asporogène de *Bacillus thuringiensis* H-14 utilisé par le programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest, nous disposons à l'heure actuelle de deux composés opérationnels d'origine biologique utilisables en santé publique.

Ces résultats encourageants incitent à poursuivre les recherches en ce domaine (amélioration des formulations, recherche de souches plus toxiques, recherche de nouveaux agents de lutte biologique) mais il ne faut pas pour autant faire preuve d'un optimisme exagéré car, comme le rappelle J. Mouchet (1990), l'exécution et le succès d'une opération de lutte repose d'abord sur une volonté politique de passer à l'action, l'existence de structures adaptées à l'exécution des mesures envisagées, un personnel qualifié et bien-entendu des dotations financières suffisantes et envisagées sur une durée en rapport avec celle des programmes.

De nouvelles interrogations se posent nécessairement au fur et à mesure de l'exécution d'un programme de grande envergure. C'est pourquoi nous venons de débiter, en zone de savane, une étude complémentaire dont les résultats devraient nous permettre de répondre à un certain nombre de questions restées jusqu'alors sans réponse. Quelle est par exemple la stratégie de lutte à adopter en zone de savane (périodicité et nombre de traitements) ? Quelle est encore la couverture des traitements larvicides en l'absence de réinvasions ? etc.

Il ne faut pas perdre de vue que la nuisance culicidienne reste malgré tout un problème secondaire et que de telles campagnes de lutte ne prennent véritablement leur importance qu'en des régions où sévit la filariose de Bancroft. En tenant compte des acquis de ces deux campagnes pilotes, il convient désormais de réaliser des études similaires en zone à forte endémicité filarienne afin déterminer si le principe d'une lutte antilarvaire par *B. sphaericus*, en association ou non avec des mesures chimiothérapeutiques, peut être retenu (O.M.S., 1990).

Références :

O.M.S., 1990. - Informal consultation on protocol development for operational use of *B. sphaericus* against filariasis vectors. 24 - 26 mai 1990, OMS Genève (C.F. Curtis et C.A. Maxwell ; C. A. Maxwell *et al.*).

MOUCHET (J.) et BELLEC (C.), 1990. Récentes acquisitions et perspectives de l'entomologie médicale et de la lutte antivectorielle. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 65 (suppl. 1) : 107-111.

HOUGARD (J.M.), MBENTENGAM (R.), DARRIET (F.), ESCAFFRE (H.) et BARBAZAN (P.), 1990. - Large scale field trial with *Bacillus sphaericus* for the control of *Culex quinquefasciatus* in a savanna urbanised area of the northern Cameroon. *Doc. Ent. méd. et Parasitol. ORSTOM/CPC* N°17/90.

ANNEXE 1 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE D'ETUDE (QUARTIER BRIQUETTERIE)

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
MAI	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
JUIN	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	
JUILLET	1,00	2,00	0,67	33,33	0,00	
AOUT	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
SEPTEMBRE	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	
OCTOBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
NOVEMBRE	2,00	1,00	0,33	66,67	0,00	
DECEMBRE	5,00	6,00	2,00	45,45	0,00	
JANVIER	2,00	5,00	1,67	28,57	0,00	
FEVRIER	2,00	2,00	0,67	50,00	0,00	
MARS (90)	7,00	14,00	4,67	33,33	0,00	
TOTAL	19,00	34,00	0,94	35,85	0,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	
MAI	2,00	2,00	0,67	50,00	0,00	
JUIN	3,00	3,00	1,00	50,00	0,00	
JUILLET	0,00	0,00	0,00	(-)	1,00	<i>Aedes sp.</i>
AOUT	2,00	3,00	1,00	40,00	1,00	<i>Aedes sp.</i>
SEPTEMBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
OCTOBRE	0,00	4,00	1,33	0,00	0,00	
NOVEMBRE	1,00	1,00	0,33	50,00	0,00	
DECEMBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
JANVIER (91)	0,00	22,00	7,33	0,00	0,00	
TOTAL	8,00	37,00	1,23	17,78	2,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

ANNEXE 2 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE D'ETUDE (QUARTIER MOKOLO)

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	1,00	5,00	1,67	(-)	0,00	
MAI	0,00	2,00	0,67	16,67	0,00	
JUIN	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	
JUILLET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
AOUT	0,00	3,00	1,00	(-)	0,00	
SEPTEMBRE	0,00	8,00	2,67	0,00	0,00	
OCTOBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NOVEMBRE	0,00	4,00	1,33	(-)	0,00	
DECEMBRE	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
JANVIER	1,00	9,00	3,00	100,00	0,00	
FEVRIER	0,00	5,00	1,67	10,00	1,00	<i>Aedes sp.</i>
MARS (90)	2,00	5,00	1,67	0,00	0,00	
TOTAL	5,00	44,00	1,22	28,57	1,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	5,00	59,00	19,67	7,81	0,00	
MAI	0,00	5,00	1,67	0,00	0,00	
JUIN	3,00	5,00	1,67	37,50	0,00	
JUILLET	2,00	2,00	0,67	50,00	0,00	
AOUT	10,00	4,00	1,33	71,43	1,00	
SEPTEMBRE	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	
OCTOBRE	3,00	11,00	3,67	21,43	1,00	<i>Anophèle</i>
NOVEMBRE	1,00	3,00	1,00	25,00	0,00	
DECEMBRE	2,00	3,00	1,00	40,00	0,00	
JANVIER (91)	0,00	10,00	3,33	0,00	0,00	
TOTAL	26,00	103,00	3,43	20,16	2,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

ANNEXE 3 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE D'ETUDE (QUARTIER LYSSOUCK)

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
MAI	1,00	1,00	0,33	50,00	0,00	
JUIN	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	
JUILLET	1,00	3,00	1,00	25,00	0,00	
AOUT	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
SEPTEMBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
OCTOBRE	3,00	2,00	0,67	60,00	0,00	
NOVEMBRE	4,00	5,00	1,67	44,44	0,00	
DECEMBRE	18,00	9,00	3,00	66,67	0,00	
JANVIER	3,00	30,00	10,00	9,09	0,00	
FEVRIER	6,00	8,00	2,67	42,86	1,00	<i>Aedes sp.</i>
MARS (90)	5,00	17,00	5,67	22,73	1,00	<i>Aedes sp.</i>
TOTAL	41,00	76,00	2,11	35,04	2,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	33,00	54,00	18,00	37,93	0,00	
MAI	8,00	7,00	2,33	53,33	0,00	
JUIN	7,00	7,00	2,33	50,00	0,00	
JUILLET	9,00	17,00	5,67	34,62	0,00	
AOUT	5,00	8,00	2,67	38,46	0,00	
SEPTEMBRE	3,00	15,00	5,00	16,67	1,00	<i>Aedes</i>
OCTOBRE	5,00	5,00	1,67	50,00	0,00	
NOVEMBRE	1,00	2,00	0,67	33,33	0,00	
DECEMBRE	9,00	3,00	1,00	75,00	0,00	
JANVIER (91)	6,00	17,00	5,67	26,09	0,00	
TOTAL	86,00	135,00	4,50	38,91	1,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

ANNEXE 4 : MOUSTIQUES CAPTURES DANS LA ZONE D'ETUDE (QUARTIER MELEN)

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (89)	1,00	5,00	1,67	16,67	0,00	
MAI	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
JUIN	1,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
JUILLET	1,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
AOUT	3,00	2,00	0,67	60,00	0,00	
SEPTEMBRE	2,00	3,00	1,00	40,00	0,00	
OCTOBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
NOVEMBRE	0,00	0,00	0,00	(-)	0,00	
DECEMBRE	1,00	14,00	4,67	6,67	0,00	
JANVIER	6,00	5,00	1,67	54,55	0,00	
FEVRIER	6,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
MARS (90)	4,00	14,00	4,67	22,22	0,00	
TOTAL	25,00	43,00	1,19	36,76	0,00	

1) PERIODE DE TRAITEMENT.

MOIS	CULEX QUINQUEFASCIATUS				AUTRES	ESPECES
	MALES	FEMELLES	PIQ/H/N	% DE MALES	NOMBRE	NATURE
AVRIL (90)	13,00	5,00	1,67	72,22	0,00	
MAI	20,00	8,00	2,67	71,43	0,00	
JUIN	11,00	2,00	0,67	84,62	0,00	
JUILLET	4,00	5,00	1,67	44,44	4,00	<i>Aedes</i>
AOUT	5,00	3,00	1,00	62,50	0,00	
SEPTEMBRE	1,00	4,00	1,33	20,00	0,00	
OCTOBRE	4,00	3,00	1,00	57,14	0,00	
NOVEMBRE	3,00	2,00	0,67	60,00	0,00	
DECEMBRE	5,00	1,00	0,33	83,33	1,00	<i>Aedes</i>
JANVIER (91)	8,00	18,00	6,00	30,77	0,00	
TOTAL	74,00	51,00	1,70	59,20	5,00	

2) PERIODE D'EVALUATION

MOIS	ZONE		TEMOIN		ZONE D'ETUDE		% VARIATION NATURELLE	% EFFICACITE TRAITEMENT	POURCENTAGE CORRIGE (ABBOTT)
	PERIODE TT	SANS TT	PERIODE TT	SANS TT	PERIODE TT	SANS TT			
AVRIL	33,00	53,00	10,00	120,00	37,74	91,67	86,62		
MAI	6,00	9,00	3,00	22,00	33,33	86,36	79,55		
JUIN	2,00	8,00	5,00	17,00	75,00	70,59	(-)		
JUILLET	5,00	6,00	5,00	24,00	16,67	79,17	75,00		
AOUT	3,00	13,00	5,00	18,00	76,92	72,22	(-)		
SEPTEMBRE	4,00	3,00	14,00	20,00	25,00	30,00	6,67		
OCTOBRE	3,00	6,00	2,00	23,00	50,00	91,30	82,61		
NOVEMBRE	4,00	3,00	10,00	8,00	25,00	(-)	(-)		
DECEMBRE	46,00	4,00	29,00	7,00	91,30	(-)	(-)		
JANVIER	23,00	26,00	49,00	67,00	11,54	26,87	17,33		
TOTAL CAPTURE	129,00	131,00	132,00	326,00	1,53	59,51	58,88		
FORTE DENSITE *	34,00	39,50	29,33	93,50	13,92	68,63	63,55		
FAIBLE DENSITE *	3,86	6,50	6,29	17,38	40,66	63,82	39,04		

* Moyenne mensuelle de moustiques capturés en période de forte ou de faible densité culicidienne

ANNEXE 5 : MESURE DE L'EFFICACITE DES TRAITEMENTS