

EVOLUTION DU PROFIL ENTOMOLOGIQUE ET EPIDEMIOLOGIQUE UN AN APRES LA MISE EN ŒUVRE DE LA PULVERISATION INTRA DOMICILIAIRE (PID) DANS LA COMMUNE DE KOUANDE ET DANS LA COMMUNE CONTROLE DE COPARGO AU BENIN.

Makoutodé C. P^{1§}, Aholoukpè B^{2}, Aïkpon R⁵, M Akogbéto⁵, Makoutodé M⁶, Audibert M³, Massougbodji A⁴*

¹Ecole Doctorale Pluridisciplinaire Espace Culture et Développement, Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin. ²Programme National de Lutte contre le Paludisme, Ministère de la Santé, 01 BP 882, Cotonou, Bénin. ³Centre d'Etude et de Recherche sur le Développement International, 65 Boulevard François Mitterrand, BP: 320, 63009 Clermont-Ferrand CEDEX 1 France. ⁴Faculté des Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, 01BP188, Cotonou, Bénin. ⁵Centre de Recherche Entomologique de Cotonou, 06 BP 2604 Cotonou, Bénin. ⁶Institut Régional de Santé Publique de Ouidah. 01 BP918 Cotonou, Bénin

Résumé

Position du problème : Au Bénin, le paludisme a représenté en 2012, la première cause de consultation chez les enfants de moins de cinq ans (47,2%) et pour l'ensemble des personnes traitées en ambulatoire (42,3%). Son incidence parmi tous ceux qui ont fréquenté une structure de soins en 2012 est, respectivement, de 429 pour mille chez les enfants de moins de 5ans et de 170 pour mille pour l'ensemble des consultants. En vue d'améliorer ces indicateurs, le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) a décidé de mettre en œuvre, à titre expérimental, en complément à la moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée (MIILD), la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans sept des neuf municipalités du département de l'Atacora, une des zones parmi les plus endémiques de paludisme au Bénin. La présente étude cherche à évaluer l'évolution du profil entomologique et épidémiologique un an après la mise en œuvre de la PID dans la commune de Kouandé et dans la commune contrôle de Copargo.

Méthode : Il s'agit d'une étude entomologique et épidémiologique, descriptive et comparative comportant une double démarche rétrospective (mai 2010 à mai 2011) et prospective réalisée pendant et après la PID (mai 2011 à mai 2012). La technique d'échantillonnage utilisée a été non probabiliste pour toutes les cibles. En ce qui concerne les données entomologiques, les moustiques ont été capturés par aspersion d'insecticide à l'intérieur des maisons et sur appâts humains. Une fiche de recueil a été conçue pour la collecte des données épidémiologiques aussi bien pour la phase rétrospective que pour la phase prospective.

Résultats : Les résultats des études entomologiques montrent que, quelle que soit la saison, la transmission du paludisme est continue dans la commune de Kouandé et que l'effet du bendiocarb utilisé pour PID est faible après trois mois. En revanche, en toute saison, les taux de piqûre et d'infestation ont baissé en zone PID bien qu'on y a noté un développement de la résistance des moustiques aux carbomates (bendiocarb 0,1%). Au plan épidémiologique, la proportion de femmes enceintes à risque de paludisme, ayant bénéficié d'une MIILD au cours de la distribution de routine durant la CPN, a diminué à Kouandé-Centre et à Guilmaro après la mise en œuvre de la PID. La même tendance a été observée en zone contrôle. Dans le même temps, l'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires (cas présumés ou confirmés)

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Bénin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aïkpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

a significativement diminué après l'intervention à Kouandé-Centre et à Guilmaro alors qu'elle a significativement augmenté à Copargo-centre mais diminué à Pabégou. Enfin, on note que quel que soit le type de zone (urbain ou rural), le risque relatif (RR) est significativement inférieur à 1 (borne sup IC95% est respectivement $0,279 < 1$ et $0,240 < 1$).

Conclusion : *L'exposition à la PID en zone de forte disponibilité de MIILD diminue le risque de contracter le paludisme au nord du Bénin. La PID en complément de la MIILD potentialise en zone de forte endémicité la protection contre le paludisme par rapport à la seule utilisation de la MIILD.*

Mots clés : *Paludisme, Profil épidémiologique et entomologique, Pulvérisation intra domiciliaire, Moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée, Bénin*

Summary

Background: *In Benin, malaria is the leading cause of consultation respectively among children less than five years (47.2%) and all consultants not hospitalized (42.3%) in 2012. Its incidence among those who attended a health facility in 2012, respectively, is 429 ‰ for children under 5 and 170.0 ‰ for all consultants. In order to improve these indicators, the National Program for the Fight against Malaria (PNLP) decided to implement as experimental in addition to the LLINs spraying (IRS) in seven of the nine municipalities of the department of Atacora, which is one of the most endemic areas of malaria in Benin. The present study aims to assess the evolution of entomological and epidemiological profile one year after the implementation of the Indoor Residual Spraying (IRS) against malaria in the municipality of Kouandé and in the control municipality of Copargo in Benin.*

Methods: *It is a descriptive, entomological, epidemiological and comparative study, with a double, retrospective (May 2010-May 2011) and prospectively performed during and after the PID (May 2011-May 2012). The sampling technic used was non-probability for all targets. Regarding the entomological data collection, mosquitoes were respectively captured by spraying insecticides inside houses and on human bait. A collection sheet was designed for the collection of epidemiological data for both retrospective and prospective phases.*

Results: *The results of entomological studies show that, whatever the season, the malaria transmission is continuous in the municipality of Kouandé and the effect of bendiocarb used for IRS is low after three months. However, in any season, the biting rate and infestation declined in IRS zone (Kouandé) and it noticed the development of mosquito resistance to carbonates (bendiocarb 0, 1%). In epidemiological terms, the proportion of pregnant women at risk of malaria who received LLINs during routine distribution of the ANC decreased at Kouandé-centre and Guilmaro after the IRS implementation. The same trend was observed in the control area. At the same time, the annual incidence of malaria in health facilities (suspected and confirmed) significantly decreased after the intervention at Kouandé-centre and Guilmaro and then in the same period it has increased significantly at Copargo-centre and decreased at Pabégou. Finally, it was noted that whatever the type of area (urban or rural), the relative risk (RR) was significantly less than 1 (the right upper 95%, is respectively $0.185 < 1$ and $0.242 < 1$).*

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Bénin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Conclusion: *Exposure to IRS in area of high availability of LLINs reduces the risk of contracting malaria in northern Benin. IRS in addition to LLINs potentiates in highly endemic area the protection against malaria by the only use of LLINs.*

Keywords: *Malaria, Epidemiological and entomological profile, Indoor residual spraying, LLIN, Benin.*

Introduction

Le paludisme demeure un problème de santé publique et un frein pour le développement en Afrique. Le nombre de cas de paludisme en 2012 est compris entre 135 et 287 millions dans le monde dont 2012, la majorité des cas (80 %) est située en Afrique subsaharienne. Cette même année, le nombre de décès dans le monde est estimé à 627 000 avec 90% en Afrique subsaharienne. La plupart de ces décès (77%) ont frappé des enfants de moins de cinq ans [1].

Au Bénin en 2012, le paludisme a représenté la première cause de consultation tant pour pour l'ensemble des consultants non hospitalisés (42,3%), que pour les enfants de moins de 5ans (47,2%).Il constitue le premier motif des hospitalisations dans les formations sanitaires (28,9%) [2]. Son incidence est estimée à 170‰ parmi tous ceux qui ont fréquenté une structure de soins et à 429‰ chez les enfants de moins de 5ans [2].

Le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) a, dans le cadre d'un projet pilote initié par l'USAID, réalisé entre 2008 et 2010, quatre campagnes de pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans quatre communes du département de l'Ouémé en utilisant comme insecticide le bendiocarb. Ces campagnes ont abouti à une réduction de 94% de piqûres de moustiques infectés et à une baisse des cas de paludisme grave de 70% [3]. Face à ces performances, il a été décidé de poursuivre

l'expérience dans les communes Boukoumbé, Cobly, Kouandé, Matéri, Natitingou, Tanguiéta et Toucountouna, qui présentent les plus fortes prévalences parasitaires (51 % en moyenne contre 28,4% de moyenne nationale) [4] et qui sont caractérisées par une seule période de transmission par an. La présente étude cherche à comparer l'effet de la mise en œuvre de la PID sur les indicateurs épidémiologiques et entomologiques de la commune de Kouandé par rapport à ceux de la commune contrôle de Copargo en évaluant l'évolution des profils entomologique et épidémiologique un an après la mise en œuvre de la PID au nord du Bénin.

Matériels et méthode

Cadre d'étude

Le chef-lieu de la commune et l'arrondissement rural dont le centre de santé a été le plus fréquenté en 2010 ont été retenus dans chaque commune intervention ou contrôle (figure 1). Ainsi, l'arrondissement urbain de Kouandé-Centre et l'arrondissement rural de Guilmaro de commune de Kouandé (4.500 km²) ont été sélectionnés pour la zone d'intervention. Elle jouit d'un climat de type soudano-guinéen, caractérisé par une saison de pluie, allant de mi-avril à mi-octobre et une saison sèche allant de mi-octobre à mi-avril [5]

Dans la commune contrôle de Copargo (876 km²) [6], l'arrondissement urbain de Copargo-Centre et l'arrondissement rural de Pabégou ont été retenus. . Le choix de Copargo s'explique par sa position

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Bénin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

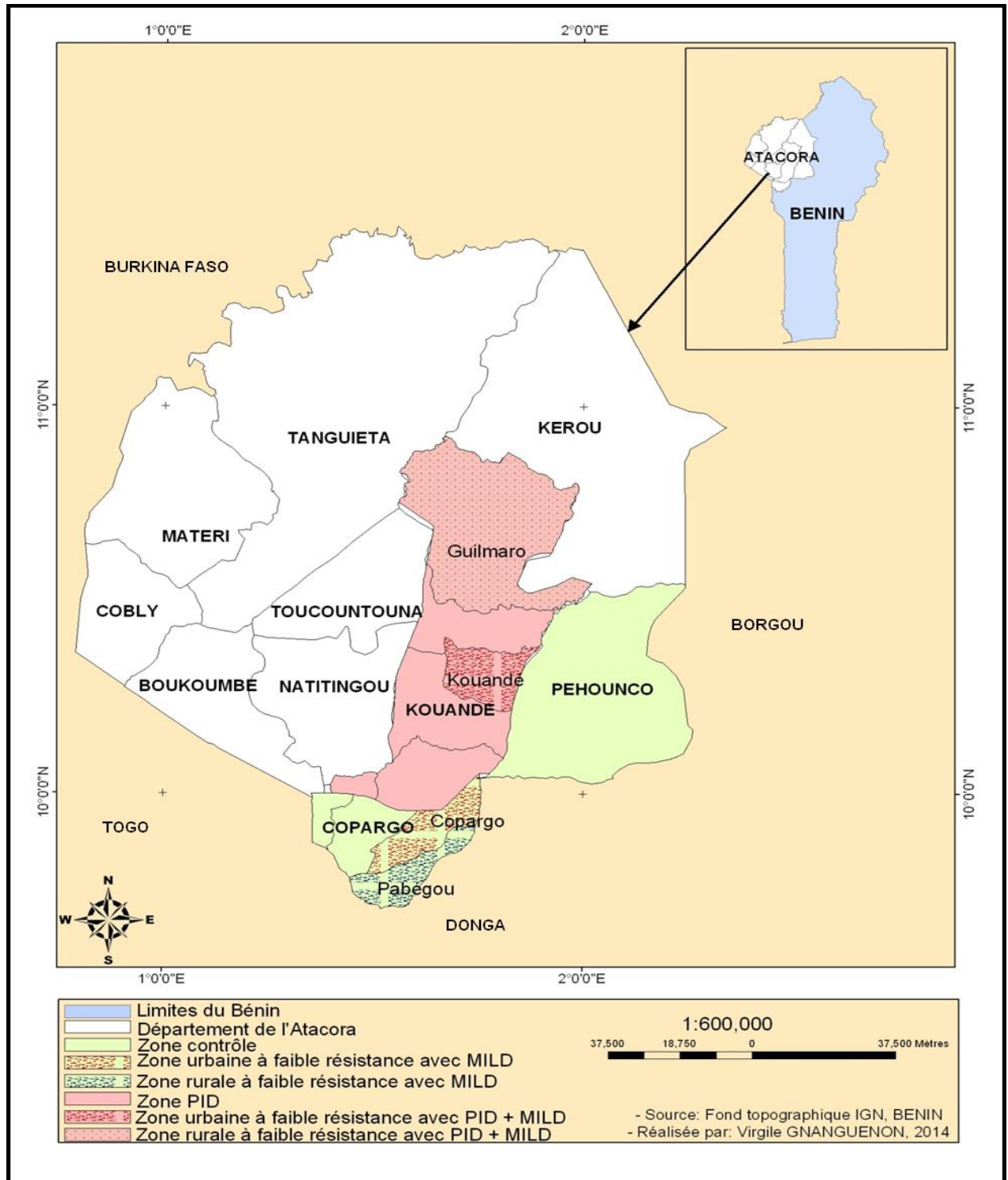


Figure 1 : Zones d'étude

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aïkpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

géographique et sa ressemblance culturelle avec la commune de Kouandé. A Copargo, la seule la stratégie de lutte anti vectorielle utilisée est la MIILD.

Depuis l'année 2010, l'Institut Régional de Santé Publique (IRSP) avec l'appui financier de l'United States Agency for International Development (USAID) assure le renforcement de la surveillance épidémiologique du paludisme dans la Commune de Kouandé à travers, la formation, la supervision des acteurs locaux en charge du recueil régulier et l'analyse des données. L'étude sur la reconnaissance géographique réalisée dans cette commune a porté sur l'observation de la nature physique de l'habitat et la possession des MIILD ainsi que des entretiens sur les sources et l'utilisation des MIILD. Les résultats de cette étude ont rendu la commune Kouandé éligible pour la pour PID et pour l'étude [7]. L'étude entomologique a montré que les moustiques de la

commune de Kouandé sont très sensibles (95%) au bendiocarb à 1% qui est l'insecticide utilisé pour la PID [8]. Ces raisons justifient le choix de la commune de Kouandé pour l'étude. Notons que la stratégie PID+MIILD a été introduite dans la commune de Kouandé en juin 2011 ; avant cette date, la stratégie MIILD seule préexistait. Enfin, avant le choix de la commune de Copargo en 2012, la commune de Pehunco était utilisée comme zone contrôle pour l'étude entomologique en 2010 et 2011. D'une superficie de 1900 km², elle jouit du même climat que Copargo et a utilisé jusqu'en mai 2012 la MIILD comme seule stratégie de lutte anti vectorielle.

Echantillonnage

Pour la collecte des données entomologiques, deux méthodes de capture ont été utilisées : la capture par aspersion intra-domiciliaire de 7h à 9h en 2010 et la capture sur des sujets volontaires de 18h à 06h du matin en 2011 et 2012.

Tableau 1 : synthèse de la collecte des données entomologiques

Communes	Période de collecte	Technique de collecte	Interventions / Objectifs
Kouandé (intervention)	Septembre à Novembre 2010	Capture par aspersion intra domiciliaire en utilisant pyréthre pulvérisation « Rambo »	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire
	Juillet à Octobre 2011	Captures sur des sujets volontaires à l'aide des tubes à hémolyse de 18h à 06h du matin	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire. Evaluation de la transmission
	Janvier à juin 2012	Captures sur des sujets volontaires à l'aide des tubes à hémolyse de 18h à 06h du matin	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire. Evaluation de la transmission
Péhunco (contrôle)	Septembre à Novembre 2010	Capture par aspersion intra domiciliaire	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire
	Juillet à Octobre 2011	Captures sur des sujets volontaires à l'aide des tubes à hémolyse de 18h à 06h du matin	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire. Evaluation du niveau de transmission
Copargo (contrôle)	Janvier à Juin 2012	Captures sur des sujets volontaires à l'aide des tubes à hémolyse de 18h à 06h du matin	Test de sensibilités de l'OMS [9,10] et conservation à -20 ° C pour d'autres analyse au laboratoire. Evaluation du niveau de transmission

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Cette dernière méthode a été retenue pour évaluer le niveau de la transmission du paludisme dans les deux zones : zone traitée *versus* zone non traitée (tableau 1) [9,10].

La collecte des données épidémiologiques a été faite à l'aide des fiches de recueil conçues pour renseigner les principaux indicateurs retenus par le PNLP dans les centres de santé de Kouandé-Centre et Guilmaro (intervention) et de Copargo-Centre et Pabégou (contrôle). Il s'est agit d'une étude longitudinale avec une phase de collecte rétrospective (mai 2010 à mai 2011) et une phase de collecte prospective (mai 2011 à mai 2012). Un choix exhaustif des patients ayant été diagnostiqués pour le paludisme a été réalisé dans chaque centre.

Analyse des données

Les pourcentages de mortalité après les tests de sensibilité ont été analysés avec un test de Chi² à l'aide du logiciel Minitab (Version 12.2). Les fréquences allélique des mutations *Ace-I* ont été calculées en utilisant le logiciel Genepop (Version 3.4). Le test de Fisher a permis de comparer ces fréquences. Le TIE a été calculé selon la formule : $TIE = s \times ma$, *s*, étant la proportion des thorax positifs en protéine circum sporozoïtique et *ma* le nombre de piqûres d'anophèles qu'un homme reçoit en une période donnée. Pour les comparaisons du TIE et de l'indice sporozoïtique, nous avons utilisé la procédure des tests comparatifs et d'indépendances dans de tableaux à double entrée.

Les données épidémiologiques ont été saisies, nettoyées et analysées avec le logiciel STATA.11. Les comparaisons ont été faites à l'aide du test exact de Fisher au seuil de 5%.

Approbation éthique

L'étude a été réalisé après approbation du protocole par le Comité National d'Ethique et de Recherche en Santé (CNERES) du ministère de la santé sous le numéro 007 du 25 mai 2010.

Résultats

Les résultats de l'étude sont présentés par type d'indicateurs.

Indicateurs entomologiques

La majorité des moustiques capturés appartiennent à l'espèce *An gambiae s.s.* (81,40%). Deux autres espèces d'anophèles ont été rencontrées mais en très faibles proportions : *An. funestus* (1,23%) et *An. broheri* (1 spécimen à Yanka). Dans la commune de Kouandé, la densité de l'espèce *An gambiae s.s.* varie de 1,8 à 14,2 femelles par case [8,12].

Les taux de pique/homme /nuit à Pehunko et Kouandé sont respectivement de 2.16 et 1.76 mais sans différence significative. Quant aux TIE (pi/homme/mois), il est significativement plus élevé à Kouandé qu'à Pehunko [12] (tableau 2).

Tableau 2 : Taux de piqûre et taux D'inoculation entomologique (TIE) en 2010

Communes	Pehunko	Kouandé
Nombre de moustiques testés	93	79
CS+	2	9
%CS	2,15 ^a [00,26-07,55]	11,39 ^b [05,34-20,53]
Nombre de dormeurs	43	45
Taux de pique /homme/nuit (PHN)	2,16 [01,75-02,65]	1,76 [01,49-02,19]
TIE (pi/homme/mois)	1,4 ^a [01,06-01,8]	6 ^b [05,3- 06,76]

Les taux portant des lettres différentes en exposant sont significativement différents p<0,05

CS+ = Protéine positive de Circum Sporozoïte ; %CS= taux de protéine positive de Circum Sporozoïte Source : [12]

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouandé et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Le tableau 3 résume l'effet de la PID sur la longévité des anophèles à Kouandé à partir du taux de paturité. Ce tableau montre que, pendant la période de rémanence du bendiocarb, les moustiques femelles ayant pondu au moins une fois ont significativement diminué ($p < 0,00001$) dans la commune de Kouandé. On observe au contraire une augmentation du taux de paturité dans cette même commune en période de non rémanence du bendiocarb.

Le tableau 4 résume l'évolution du taux de piqûre et du taux d'inoculation entomologique (TIE) en zone contrôle et à Kouandé.

Il ressort de ce tableau qu'en période de rémanence du bendiocarb, on note une baisse significative du TIE ($p < 0,00001$) dans la commune de Kouandé par rapport respectivement aux communes contrôles de Pehunco et de Copargo. On a également noté une baisse significative du TIE même au-delà de la période de rémanence (septembre 2012 à novembre 2012). En ce qui concerne le TIE, chaque habitant a reçu en moyenne 62,4 piqûres infestantes en zone contrôle contre 15,6 à Kouandé (OR=0,24 et $P=0,00053$).

La figure 2 montre que la sensibilité des *An gambiae* au bendiocarb a significativement diminué de 95% à 79% à Kouandé ($p= 0,0036$) alors qu'on

n'a pas noté de différence significative à Copargo ($p= 0,239$).

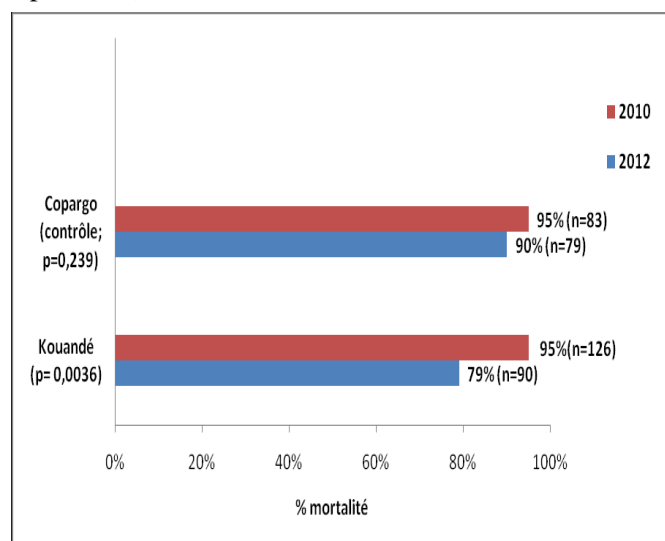


Figure 2 : Mortalité des populations d'*An gambiae* avant et après la PID

Le tableau 5 montre l'évolution de la mutation *Ace-1* avant et après la mise en œuvre de la PID. Ces résultats traduisent une augmentation significative de fréquence d'*Ace-1* entre 2010 et 2012 dans la commune de Kouandé.

Indicateurs épidémiologiques

Les résultats épidémiologiques ont été présentés en comparant les résultats d'une part, par arrondissement avant et après la PID et d'autre part,

Tableau 03 : Evolution du taux de paturité d'*An gambiae* de juillet 2011 à novembre 2012

Période	Commune	N testé	Pares	Taux de Paturité %	OR	IC-95	P
Juil. 2011 à Oct. 2011	Péhunco	191	162	84,29	1,00		
	Kouandé	56	21	37,5	8,94	[4,89-17,4]	<0,00001
Déc. 2011 à Avr 2012	Copargo	86	75	87,21	1,00		
	Kouandé	40	25	62,5	4,09	[1,67-10,66]	0,00375
.Mai 2012 à Aout 2012	Copargo	261	172	65,9	1,00		
	Kouandé	138	34	24,64	5,91	[3,72-9,40]	<0,00001
	Kouandé	53	18	33,96	1,94	[0,98 – 03,86]	0,0633

Sources : Analyses des données de suivi entomologiques du CREC. OR : Odds Ratio ; IC 95% : Intervalle de Confiance au seuil de 5%

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

entre zones urbaines (Kouandé-Centre et Copargo-Centre) et zones rurales (Guilmaro et Pabégou). Ainsi, lors de la phase rétrospective, le nombre de cas de paludisme recensé était de 1977 à Kouandé-

Les tableaux 6 et 7 présentent la synthèse des comparaisons des indicateurs épidémiologiques, avant et après intervention, entre arrondissements urbains et ruraux. Il en ressort que :

Tableau 04 : Taux de piqûre (PHN) et taux d'inoculation entomologique (TIE) entre juillet 2011 et novembre 2012

Période	Commune	ma	Is(%)	PHN (pi/h/nuit)	TIE	OR	IC-95	P
Juil. 2011 à Oct. 2011	Péhunco	6,35	8,16	0,52	62,4	1,00		
	Kouandé	1,85	7,85	0,13	15,6	0,24	[0,10-0,58]	<0,0005
Déc. 2011 à Avr 2012	Copargo	0,56	12,31	0,06	9,0	1,00		
	Kouandé	0,25	5,26	0,02	3,0	0,25	[0,03-2,28]	0,218
Mai 2012 à Aout 2012	Copargo	5,59	8,28	0,47	56,4	1,00		
	Kouandé	1,94	0,05	0,05	6,0	0,10	[0,03-0,33]	<0,00001
Sept 2012 à Nov. 2012	Copargo	4,6	0,92	0,92	82,8	1,00		
	Kouandé	2,33	0,19	0,19	17,1	0,20	[0,10 – 0,42]	<0,00001

Sources : Analyses des données de suivi entomologiques du CREC
ma : nombre de piqûres reçus par homme sur une période donnée ; Is : Indice sporozoïtique

Centre et de 1377 à Guilmaro pour la zone d'intervention (MILLD+PID) et de 2471 à Copargo-Centre et 3556 pour la zone de contrôle de Pabégou (MILLD). Respectivement et dans le même ordre, lors de la phase prospective, le nombre de cas de paludisme recensé a été de 590 et 969 pour la zone d'intervention et de 2120 et 2476 pour la zone contrôle.

- la proportion de femmes enceintes ayant bénéficié d'une MIILD lors des CPN est la même avant et après la mise en œuvre de la PID à Kouandé-Centre et Copargo alors qu'elle est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro.

- l'incidence du paludisme dans les formations sanitaires est plus élevée dans la zone contrôle (Copargo-Centre et Pabégou) que dans la

Tableau 05 : Evolution de la mutation allélique *Ace⁻¹* avant et après la PID

Communes		Kouandé		Copargo (contrôle)	
Années		2010	2012	2010	2012
Nombre testé		27	62	28	475
<i>Ace⁻¹</i> mutation	RR	0	4	0	1
	RS	1	15	2	32
	SS	26	43	26	442
	F (<i>Ace⁻¹</i>)	0,019	0,185	0,036	0,036
OR		1,00	0,08	1,00	0,99
CI-95%			[0,01-0,63]		[0,23-4,26]
p			0,0015		0,9317

Sources : Analyses des données de suivi entomologiques du CREC
ma : nombre de piqûres reçus par homme sur une période donnée ; Is : Indice sporozoïtique

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Tableau 06 : Résultats de test de comparaison des indicateurs épidémiologiques clés de Kouandé-Centre et Copargo-Centre avant et après la mise en œuvre de la PID

Indicateurs	Avant la mise en œuvre PID				Après la mise en œuvre PID			
	Kouandé-Centre	Copargo-Centre	P	Interprétation	Kouandé-Centre	Copargo-Centre	p	Interprétation
Proportion de femmes enceintes à risque de paludisme ayant bénéficié d'une MIILD au cours de la distribution durant la CPN	47%	44%	0,074	La proportion de femmes enceintes ayant bénéficié d'une MIILD lors des CPN est la même à Kouandé qu'à Copargo	43%	42%	0,440	La proportion de femmes enceintes ayant bénéficié d'une MIILD lors des CPN est la même à Kouandé qu'à Copargo
Proportion de femme enceinte ayant déclaré dormir sous MIILD lors de l'enquête CAP	80%	80%	1,0000	La proportion de femmes enceintes ayant déclaré dormir sous MIILD est la même à Kouandé qu'à Copargo	83%	86%	0,867	La proportion de femmes enceintes ayant déclaré dormir sous MIILD est la même à Kouandé qu'à Copargo
Proportion d'enfant de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous MIILD lors de l'enquête CAP	87%	88%	1,000	La proportion d'enfants de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous est la même à Kouandé qu'à Copargo	92%	97%	0,360	La proportion d'enfants de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous est la même à Kouandé qu'à Copargo
Incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires (présumé ou confirmé)	72,4‰	98,2‰	0,000	L'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires est plus élevée à Copargo qu'à Kouandé	21,6 ‰	84,6 ‰	<0,001	L'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires est plus élevée à Copargo qu'à Kouandé
Incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires	43,4‰	25‰	0,000	L'incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires est plus élevée à Kouandé qu'à Copargo	15,8‰	106,9‰	<0,001	L'incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires est plus élevée à Copargo qu'à Kouandé
Pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un diagnostic parasitologique (TDR ou GE)	60%	25%	0,000	Le pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un examen parasitologique est plus élevée à Kouandé qu'à Copargo	94%	95%	0,121	Le pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un examen parasitologique est le même à Kouandé qu'à Copargo
Taux de positivité (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires	63%	61%	0,525	Le taux de positivité (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires est le même à Kouandé et à Copargo	23%	48%	<0,001	Le taux de positivité à Copargo (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires est supérieur à celui de Kouandé centre
Pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses TPI lors des CPN dans les formations sanitaires	49%	1%	0,000	Le pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses TPI lors des CPN dans les formations sanitaires est plus élevé à Kouandé qu'à Copargo	13%	52%	<0,001	Le pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses TPI lors des CPN dans les formations sanitaires est plus élevé à Copargo qu'à Kouandé

Sources : Recueil des données de routine trimestrielle, réalisé dans les structures respectives, du 1^{er} juillet 2010 au 30 juin 2012 ; Malaria Indicators Survey Bénin (2010)

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Ahouloukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Tableau 07 : Résultats de test de comparaison des indicateurs épidémiologiques clés de Guilmaro et Pabégou (arrondissement ruraux) avant après la mise en œuvre de la PID

Indicateurs	Avant la mise en œuvre PID				Après la mise en œuvre PID			
	Guilmaro	Pabégou	p	Interprétation	Guilmaro	Pabégou	p	Interprétation
Proportion de femmes enceintes à risque de paludisme ayant bénéficié d'une MIILD au cours de la distribution durant la CPN	65%	112%	0,000	La proportion de femmes enceintes ayant bénéficié d'une MIILD lors des CPN est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro	56%	96%	<0,001	La proportion de femmes enceintes ayant bénéficié d'une MIILD lors des CPN est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro
Proportion de femme enceinte ayant déclaré dormir sous MIILD lors de l'enquête CAP	70%	80%	0,248	La proportion de femme enceinte ayant déclaré dormir sous est la même à Guilmaro qu'à Pabégou	50%	83%	0,111	La proportion de femme enceinte ayant déclaré dormir sous est la même à Guilmaro qu'à Pabégou
Proportion d'enfant de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous MIILD lors de l'enquête CAP	93%	90%	0,728	La proportion d'enfant de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous est la même à Guilmaro qu'à Pabégou	56%	100%	<0,001	La proportion d'enfant de moins de 5ans dont les parents ont déclaré qu'ils dorment sous est supérieur à Pabégou qu'à Guilmaro
Incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires (présumé ou confirmé)	58,8 pour_mille	191,2 ‰	0,000	L'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro	41,4‰	184,9‰	<0,001	L'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro
Incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires	7,9 ‰	11,1 ‰	0,002	L'incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires est plus élevée à Pabégou qu'à Guilmaro	23,5‰	23,5‰	0,943	L'incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires est la même à Kouandé qu'à Pabégou
Pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un diagnostic parasitologique (TDR ou GE)	14%	16%	0,019	Le pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un examen parasitologique est plus élevé à Pabégou qu'à Guilmaro	72%	26%	<0,001	Le pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un examen parasitologique est plus élevé à Guilmaro qu'à Pabégou
Taux de positivité (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires	52%	36%	0,000	Le Taux de positivité (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires est plus élevé à Guilmaro qu'à Pabégou	56%	43%	<0,001	Le Taux de positivité (GE/TDR) au niveau des formations sanitaires est plus élevé à Guilmaro qu'à Pabégou
Pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses de TPI lors des CPN dans les formations sanitaires	30%	25%	0,022	Le pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses TPI lors des CPN dans les formations sanitaires est plus élevé à Guilmaro qu'à Pabégou	50%	15%	<0,001	Le pourcentage de femmes enceintes attendues ayant reçu 2 doses TPI lors des CPN dans les formations sanitaires est plus élevé à Guilmaro qu'à Pabégou

Sources : Collecte de routine trimestrielle réalisée des les structures respectives du 1^{er} juillet 2010 au 30 juin 2012 ; Malaria Indicators Survey Bénin (2010).

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

zone d'intervention (Kouandé-Centre et Guilmaro) avant et après l'intervention.

- le pourcentage de cas suspects de paludisme ayant bénéficié d'un examen parasitologique (TDR ou GE) dans les formations sanitaires s'est nettement amélioré après l'intervention en zone intervention comme en zone contrôle sauf à Pabégou.

Le tableau 7 présente les Risques Relatifs (RR) et leur intervalle de confiance par type de zone (urbaine et rurale).

Quel que soit le type de zone (urbain ou rural), les Risques Relatifs (RR) sont respectivement de 0,25 et de 0,22 et significativement inférieurs à 1. Les bornes supérieures (IC95%) respectives de ces RR (0,279 et 0,24) sont également inférieures à 1.

nette amélioration du taux de confirmation à partir du septième mois de collecte, cette démarche n'est pas encore systématique dans les structures de soins investiguées surtout à Pabégou. Des efforts sont actuellement en cours par les médecins-chefs respectifs pour rendre systématique la confirmation des cas suspects de paludisme. De plus, une étude complémentaire de dépistage (TDR) au niveau communautaire devrait permettre de renforcer les résultats épidémiologiques obtenus.

Au point de vue entomologique, il aurait été intéressant de réaliser également une étude courant décembre à avril avant l'intervention pour mieux apprécier l'évolution du comportement des moustiques après l'intervention (PID) en toute saison. D'autre part, le fait d'avoir utiliser deux

Tableau VIII : L'incidence du paludisme et du ratio d'incidence en fonction du type de zone et du type d'intervention

	Zone urbaine		Zone rurale	
	MILD	MILD + PID	MILD	MILD + PID
cas de paludisme	2 120	590	2 476	969
Personnes saine	22 950	26 726	10 910	22 431
Total	25 070	27 316	13 386	23 400
Incidence du paludisme en %	84,56	21,60	184,97	41,41
Risque Relatif (RR) et IC95%	1	RR= 0,25	1	RR= 0,22
		[0,233;0,279]		[0,208;0,240]

Sources : Analyses des données épidémiologiques collectées

Discussion

La principale limite de cette étude est liée au faible taux de confirmation du diagnostic (TDR/GE) parmi les cas de paludisme mensuellement notifiés par les formations sanitaires. De ce fait, le contrôle épidémiologique rétrospectif constitue une des limites de l'étude. En effet, même si on a noté une

transmission surtout avant l'intervention. L'évolution de la situation entomologique a été appréciée à partir d'un suivi entomologique réalisé par le CREC en période de rémanence et de non rémanence du bendiocarb. Il ressort de l'analyse des données recueillies que la transmission du paludisme est continue dans l'Atacora sur toute l'année. En effet, en dépit d'une longue saison

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouandé et dans la commune contrôle De Copargo au Bénin.

Makoutodé C. P., Aholoukpè B., Aïkpon R., M Akogbéto, Makoutodé M., Audibert M., Massougbodji A

sèche associée à une température élevée dans l'Atacora, une fraction d'*An. gambiae* réussit à survivre et à trouver des sites de reproduction appropriés pour son développement. Cependant, à la fin de la saison sèche, le taux d'agressivité d'*An. Gambiae* vis-à-vis de l'homme est très faible. Il serait intéressant d'identifier ces sites de reproduction en saisons sèches pour les traiter. Ainsi bien que l'Atacora se caractérise par une forte transmission du paludisme pendant la saison des pluies, (Juillet-Novembre), le contact homme-vecteur n'est jamais arrêté même pendant la longue saison sèche d'où finalement une transmission sur toute l'année selon Akogbeto [13]. Par ailleurs, bien que l'Atacora se caractérise par une forte infectiosité d'*An. Gambiae* pour *P. falciparum*, on a noté, quelle que soit la saison, une baisse significative des taux de piqûre et d'infestation à Kouandé. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la positivité d'*An. Gambiae* pour l'antigène circumsporozoïtique de *P. falciparum* enregistrée au cours de la saison sèche est élevée. D'autre part, la fraction de spécimens d'*An. Gambiae* qui survivent aux mauvaises conditions de la saison sèche sont régulièrement en contact avec leurs hôtes et continuent de transmettre le paludisme. Au cours de cette période, la température reste très élevée la nuit et de nombreuses personnes dorment hors moustiquaires s'exposant ainsi aux piqûres de moustiques [13].

L'effet du bendiocarb utilisé pour PID s'affaiblit fortement au bout de trois mois. Or la période de transmission dure six mois avec cependant un pic en Juillet-Août. A défaut de procéder à deux pulvérisations à trois mois d'intervalle pour couvrir l'ensemble de la période de transmission, il

importe de planifier la PID de sorte qu'elle encadre le pic de Juillet-Août.

Il a été noté un développement de la résistance des moustiques aux carbamates à Kouandé à l'inverse de la zone témoin de Copargo. Cette situation suggère une adaptation des anophèles au bendiocarb. Il convient donc de réévaluer l'utilisation du bendiocarb pour la PID dans l'Atacora afin éventuellement de lui substituer un autre insecticide pour éviter l'amplification du phénomène de résistance observé.

Par ailleurs en zone PID (Kouandé) on a noté entre 2010 et 2012 une augmentation significative de la fréquence d'*Ace⁻¹* contrairement à la zone contrôle de Copargo où on ne note aucun changement significatif. Ceci suggère la mutation allélique *Ace⁻¹* serait l'une des principales causes de la résistance d'*An gambiae* au bendiocarb dans la commune de Kouandé. Des résultats similaires ont été obtenus par Aïkpon *et al* (2014) dans cinq communes (Kouandé, Natitingou, Matéri, Tanguiéta et Copargo) du département de l'Atacora. L'analyse de la Réaction de Polymerisation de Chaîne (PCR) a montré que la fréquence moyenne d'*Ace⁻¹* a significativement augmenté de 2010 à 2012 dans les zones PID contrairement à la zone contrôle de Copargo où on ne note aucun changement significatif. De même les données sur la sensibilité d'*An gambiae* au bendiocarb en zone PID montrent une baisse significative de la sensibilité entre 2010 et 2012. Enfin cette étude a également montré que la mutation d'*Ace⁻¹* n'est pas le seul mécanisme de résistance au bendiocarb dans le département de l'Atacora au nord du Bénin [14].

Ces résultats suggèrent que la mise en œuvre de la PID couplée avec les MILLD en zone de forte endémicité diminuerait significativement les taux

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

de piqûre et d'inoculation et augmenterait le taux de la mortalité d'*An. Gambiae*. Djènontin *et al* (2010) ont étudié l'efficacité combinée de moustiquaire imprégnée d'insecticide longue durée (MIILD), de bâche traitée au carbamate (CTPS) ou de la PID à effet rémanent en cases expérimentales sur la mortalité des moustiques résistants aux insecticides au Burkina Faso. Ils ont montré que les taux de mortalité relativement faibles ont été observés avec MIILD (44%), PID (42%), et CTPS (52%) pris séparément, alors que la combinaison de deux quelconque de ces stratégies a tué beaucoup plus de moustiques (70% pour les MIILD + CTPS et MIILD + PID). Cette étude a confirmé un intérêt manifeste pour la combinaison des deux interventions (PID et MIILD) [15]. Des résultats similaires ont été également obtenus par Ossé et al et Padonou et al lors de l'évaluation de la mise en œuvre de la PID dans l'Ouémé. En effet, Ossé et al ont collecté et comparé les moustiques de quatre communes d'intervention (Adjohoun, Dangbo, Misséréte and Sèmè) à ceux de la commune contrôle d'Adjara. Il a été noté une réduction significative des taux d'agressivité humaine, du TIE dans les communes traités à la PID (74,26%). Nous avons également constaté une réduction significative de la longévité et une augmentation de l'exophilie induite par bendiocarb sur *An. gambiae* et *Mansonia spp*. Cette étude a prouvé, une fois de plus, l'efficacité de bendiocarb sur anophèles populations résistantes aux pyréthrinoïdes [16]. Abondant toujours dans le même sens, Padonou et al ont collecté les moustiques dans les mêmes sites avec pour commune contrôle Porto-Novo. Il ressort de cette étude que l'impact de la PID sur le comportement d'*An. Gambiae* était très efficace comparé à la

distribution gratuite de MIILD en termes de réduction de la mortalité et du taux de gorgement à l'intérieur des habitations. Malgré cette efficacité, il ya un besoin de recherche de stratégie complémentaire orientée sur une éducation sanitaire efficace. [17].

On a noté une diminution significative, en zone d'intervention comme à Copargo-Centre, de la proportion de femmes enceintes à risque de paludisme ayant bénéficié d'une MIILD au cours de la distribution à l'occasion la CPN. La tendance inverse a été observée à Pabégo, (112%) pourrait s'expliquer par les migrations transfrontalières entre peuhls du nord Bénin et du Nord Togo. Les femmes enceintes sachant que la distribution de MIILD est gratuite profitent des migrations saisonnières pour faire leurs CPN à Pabégo. La variation de la couverture en MIILD des femmes reçues en CPN est également liée à la grande campagne de distribution de MIILD de juillet 2011. L'enquête de couverture réalisée six mois après la campagne affichait déjà de forts taux de couvertures des ménages dans l'Atacora et la Donga (94% et 95% respectivement) [16]. Cette tendance a été confirmée un an plus tard par l'EDS (92,7% pour l'Atacora et 80,3% pour la Donga) [4]. Cette forte disponibilité des MIILD de la campagne a entraîné un relâchement temporaire de la distribution de routine sur une période d'environ six mois. La même situation s'observe au niveau de la distribution de routine aux enfants de moins de 5 ans via la vaccination anti rougeoleuse [18].

Cette forte disponibilité des MIILD a induit sa forte utilisation aussi bien dans les zones d'intervention que les zones de contrôle sauf à Guilmaro où l'on constate une moindre utilisation notamment chez les enfants de moins de cinq ans. La faible

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

utilisation constatée à Guilmaro semble être due au fait que certaines mères d'enfants croient que la PID remplace l'utilisation des MIILD. Il importe donc lors de la mise en œuvre de la PID de mieux expliquer et d'insister, sur la nécessité de combiner les deux stratégies.

L'incidence annuelle du paludisme confirmé dans les formations sanitaires a significativement diminué après l'intervention à Kouandé-Centre et à Guilmaro alors que dans la même période elle a significativement augmenté à Copargo-centre et à Pabégou. A Pabégou, il existe en effet un dispensaire confessionnel qui continuait de faire du traitement présomptif du paludisme. Les médiations du coordonnateur de zone et du médecin chef ont permis de rectifier la pratique de ce centre. De même, l'incidence annuelle du paludisme dans les formations sanitaires (présomés ou confirmés) a significativement diminué après l'intervention en zone d'intervention comme en zone contrôle. Ces résultats suggèrent, une fois encore, que la PID n'est pas le seul facteur réducteur de l'incidence annuelle du paludisme. En effet, la campagne de distribution des MIILD réalisée en juillet 2011, juste après la mise en œuvre de la PID en zone d'intervention comme en zone contrôle a probablement influencé significativement les diminutions d'incidence observées.

Le calcul du risque relatif RR suggère clairement qu'on court 4 fois moins risque de contracter le paludisme à Kouandé-Centre qu'à Copargo-Centre alors qu'on court 4,5 fois moins risque de contracter le paludisme à Guilmaro qu'à Pabégou. Cette année là, des résultats similaires ont été obtenus en Inde par Mrigesh R Bhatia *et al* lors d'une étude réalisée en zone de faible endémicité et comparant entre elles deux stratégies MIILD et

PID. Cette étude a révélé que chacune des stratégies prise isolément a permis d'éviter respectivement à 95% IC en une année d'éviter 664 (523-785) et 747 (627-867) cas de paludisme [19].

A la lumière des données entomologiques et des données épidémiologiques la PID couplée à la MIILD semble avoir un effet protecteur en zone de forte endémicité contre la survenue du paludisme par rapport à la MIILD utilisée seule.

Conclusion

La présente étude conforte finalement l'hypothèse que le couplage MIILD + PID en zone de forte endémicité permet d'éviter significativement les cas de paludisme si les conditions suivantes de mise en œuvre sont remplies :

la planification de la PID en période de pic du paludisme en utilisant un insecticide ayant une rémanence de plus de mois avec une sensibilité d'au moins 90% ;

la substitution du bendiocarb avec un autre ayant les mêmes caractéristiques après deux années d'utilisation pour éviter l'amplification du phénomène de résistance observé ;

la réalisation des interventions d'IEC en collaboration avec les acteurs locaux en insistant sur l'importance du couplage MIILD+PID dans la lutte contre le paludisme et sur la nécessité de dormir sous MIILD même en période de forte chaleur.

Une autre étude sur l'analyse coût-efficacité de la mise en œuvre de la PID à Kouandé permettrait d'approfondir l'effet de ce couplage sur les ménages, les structures de soins et le PNLP.

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aikpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

Intérêts concurrents:

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt financier.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Directeur Départemental de la Santé de l'Atacora /Donga, le Coordonateur de programme national de lutte contre le paludisme, les responsables du Centre de Recherche Entomologique de Cotonou et RTI, les médecins chefs et les infirmiers chefs de poste des communes de Copargo et Kouandé, nos enquêteurs et en particulier les ménages qui ont accepté de participer à cette étude.

Références

1. Organisation Mondiale de la Santé: *Rapport mondial sur le paludisme 2012*, Genève; 2013.
2. Ministère de la Santé: *Annuaire des Statistiques Sanitaires 2012*, Cotonou; 2013
3. Akogbéto M : *Entomological Database in Preparation for the Implementation of Indoor Residual Spraying (Irs) in the Department of Atacora*. 52. Cotonou: Centre de Recherche Entomologique de Cotonou, 2011.
4. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique: *Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples du Bénin EDS-MICS-IV 2011-2012*, Cotonou, 2012.
5. Programme d'appui au démarrage des communes/Cabinet Afrique Conseil 2006: *Monographie de la commune de Kouandé au Bénin*, 50p.
6. Programme d'appui au démarrage des communes/Cabinet Afrique Conseil 2006:

Monographie de la commune de Copargo au Bénin, 70p.

7. Nséka Vita T: *Etude de la reconnaissance géographique du département de l'Atacora*. Rapport d'étude, Cotonou, 2010.
8. Akogbéto M: *Entomological database in preparation for the implementation of Indoor Residual Spraying (IRS) in the department of Atacora. Final Report*. Cotonou, 2011.
9. World Health Organization (WHO) (1998). *Tests procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector, bio- efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces*. Document WHO/CDS/CPC/MAL/98.12 Geneva, Switzerland 1998
[http://whqlibdoc.who.int/hq/1998/WHO_CDS_CPC_MAL_98.12.pdf].
10. World Health Organization (WHO) (2001). *Supplies for monitoring insecticide resistance in disease vectors*. WHO/CDS/CPE/PVC/20012 2001.
11. Programme d'appui au démarrage des communes/Cabinet Afrique Conseil 2006: *Monographie de la commune de Péhunco au Bénin*, 48p.
12. Aikpon R, Ossè R, Govoetchan R, Sovi A, Oké-Agbo F, Akogbéto M : *Entomological baseline data on malaria transmission and susceptibility of Anopheles gambiae to insecticides in preparation for Indoor Residual Spraying (IRS) in Atacora, (Benin)*. *Journal of Parasitology and Vector Biology* Vol. 5(7), pp.102-111, July, 2013.
13. Akogbéto M: *Entomological database in prelude to the implementation of the second round of Indoor Residual Spraying (IRS) in Atacora department in Benin*, Cotonou, 2012.
14. Aikpon R, Aïzoun N, Sovi A, Oussou O, Govoetchan R, Oké-Agbo F, Ossè R, Akogbéto

Evolution du profil entomologique et épidémiologique an après la mise en œuvre de la pulvérisation intra domiciliaire (PID) dans la commune de Kouande et dans la commune contrôle De Copargo au Benin.

Makoutodé C. P , Aholoukpè B , Aïkpon R, M Akogbéto, Makoutodé M, Audibert M, Massougbodji A

M : Increase of Ace⁻¹ resistance allele in the field population of An gambiae following a large scale indoor residual spraying(IRS) implementation using bendiocarb in Atacora region in Benin West Africa. Journal of Cell and Animal Biology Vol.8 (1), pp.15-22, January 2014.

15. Djènontin A, Chandre F, Dabiré KR, Chabi J, N'guessan R, Baldet T, Akogbéto M, Corbel V: *Indoor use of plastic sheeting impregnated with carbamate combined with long-lasting insecticidal mosquito nets for the control of pyrethroid-resistant malaria vectors. Am J Trop Med Hyg 2010, 83(2): 266–270.*

16. Ossé R, Aïkpon R, Padonou G G, Oussou O, Yadouléton A, Akogbéto M : *Evaluation of the efficacy of bendiocarb in indoor residual spraying against pyrethroid resistant malaria vectors in Benin: results of the third campaign. Parasites & Vectors 2012, 5:163.*

17. Padonou G, Gbedjissi G, Yadouléton A, Azondékon R, Ossé R, Oussou O, Gnaguenon V, Aïkpon R, Sezonlin M, Akogbéto M : *Decreased proportions of indoor feeding and endophily in Anopheles gambiae s.l. populations following the indoor residual spraying and insecticide-treated net interventions in Benin (West Africa). Parasites & Vectors 2012, 5:262.*

18. Ministère de la Santé, Programme National de Lutte contre le Paludisme: *Evaluation des activités de lutte contre le paludisme au Bénin. (Rapport MIS), Cotonou, 2010.*

19. Bhatia R M, Fox-Rushby J, Mills A: *Cost-effectiveness of malaria control interventions when malaria mortality is low: insecticide-treated nets versus in-house residual spraying in India. Social Science and Medecine 59 (2004) 525-539.*