

Anopheles gambiae, vecteur majeur du paludisme à Logbessou, zone péri-urbaine de Douala (Cameroun)

Anopheles gambiae, major malaria vector in Logbessou, a peri-urban area of Douala (Cameroon)

P. Ntonga Akono · C. Tonga · J.A. Mbida Mbida · O. E. Ngo Hondt · P. Awono Ambene · C. Ndo · G. Tamdem Magne · M. F. Peka · R. Ngaha · L.G. Lehman

Reçu le 26 mai 2015 ; accepté le 11 août 2015
© Société de pathologie exotique et Lavoisier SAS 2015

Résumé Une enquête entomologique visant à déterminer le système vectoriel d'un site de construction de logements sociaux dans un quartier péri-urbain côtier de Douala (Cameroun) a été menée d'août à novembre 2013. La collecte de larves et la capture d'adultes endophiles sur volontaires ont permis de collecter 4 897 moustiques. L'identification morpho-taxonomique et moléculaire a révélé 4 espèces toutes agressives à l'Homme : *Cx. pipiens* (22,3 %), *Ae. albopictus* (0,3 %), *An. coluzzii* et *An. gambiae* (77,4 %). Le taux moyen global d'agressivité est de 41,73 piqûres par homme par nuit (pi/h/n). *An. gambiae* s.l. représente 90,82 % de cette faune agressive, suivi de *Cx. pipiens* (8,58 %) et *Ae. albopictus* (0,6 %). La détection de CSP a montré qu'*An. gambiae* est le seul vecteur de *P. falciparum* dans la localité. Le taux moyen global d'inoculation entomologique dû à ce vecteur est de 3,94 pi/h/n. Les taux de mortalité d'*An. gambiae* de 14,47 %, 82,5 % et 100 % avec le DDT, la perméthrine et la deltaméthrine respectivement. L'environnement forestier de cette localité favoriserait en saison pluvieuse dans ce site, le pullulement d'*An. gam-*

biae au détriment d'*An. coluzzii* Coetze & Wilkerson et *An. melas* Theobald connus comme vecteurs majeurs du paludisme dans les zones côtières et insulaires d'Afrique. Les riverains devraient prendre des mesures de protection basées sur l'usage de la deltaméthrine.

Mots clés *An. gambiae* · Paludisme · Deltaméthrine · Résistance · Zone côtière péri-urbaine · Logbessou · Douala · Cameroun · Afrique intertropicale

Abstract An entomological survey was carried out from August to November 2013, in order to determine the vector system of a building site for social housing in a coastal peri-urban district of Douala (Cameroon). Mosquito larvae were collected and adult endophilic mosquitoes captured on volunteers, for a total sample of 4897 mosquitoes. Morpho-taxonomic techniques alongside molecular techniques enabled the identification of 4 species, all aggressive to humans: *Cx. pipiens* (22.3%), *Ae. albopictus* (0.3%), *An. coluzzii* and *An. gambiae* (77.4%). The overall average biting rate recorded was 41.73 bites/person/night (b/p/n). *An. gambiae* s.l. represents 90.82% of this aggressive fauna, followed by *Cx. pipiens* (8.58%) and *Ae. albopictus* (0.6%). The detection of CSP showed that *An. gambiae* was responsible for 100% of *P. falciparum* transmission. The overall mean Entomological Inoculation Rate (EIR) was 3.94 ib/p/n. Female *An. gambiae* mortality rates were 14.47%, 82.5% and 100% respectively with DDT, permethrin and deltamethrin. The proliferation of *An. gambiae* in this area during raining season, at the detriment of *An. coluzzii* Coetze & Wilkerson and *An. melas* Theobald known to be major malaria vectors in island and coastal areas of Africa, may owe to the forest that still colonises this coastal peri-urban locality. Residents should therefore make use of deltamethrin based protective measures.

Keywords *An. gambiae* · Malaria · Deltamethrin · Resistance · Coastal peri-urban area · Logbessou · Douala · Cameroon · Sub-Saharan Africa

P. Ntonga Akono (✉) · C. Tonga · J.A. Mbida Mbida · O. E. Ngo Hondt · G. Tamdem Magne · R. Ngaha · L.G. Lehman
Laboratoire de physiologie et de biologie animale, département de biologie animale, Faculté des sciences, Université de Douala, BP 24157 Douala, Cameroun
e-mail : patakono2000@yahoo.fr

P. Awono Ambene
Organisation de coordination pour la lutte contre les endémies en Afrique Centrale, BP 15665 Yaoundé, Cameroun

C. Ndo
Département des sciences biologiques, Faculté de médecine et de sciences pharmaceutiques, Université de Douala, BP 2 701 Douala, Cameroun

M. F. Peka
Laboratoire de zoologie, département de biologie et physiologie animales, Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun

Introduction

Les parasitoses humaines dues à des protozoaires demeurent des problèmes majeurs de santé publique en ce 21^e siècle. C'est le cas du paludisme, dont l'agent pathogène, le *Plasmodium*, est responsable de 300 à 500 millions de cas et tue 2 à 3 millions d'individus par an, principalement les enfants de moins de 5 ans, dans les régions tropicales et subtropicales du monde [28]. Au Cameroun, cette maladie représente avec le VIH/sida et la tuberculose les principales causes de mortalité [29]. Les pouvoirs publics consacrent près de 2 milliards de francs CFA en moyenne par an pour lutter contre le paludisme qui apparaît de ce fait comme l'un des principaux freins à l'émergence que le Cameroun s'est fixé pour objectif d'atteindre à l'horizon 2035 [24].

Dans de nombreux pays d'Afrique, la lutte contre le paludisme repose essentiellement sur deux approches ; l'une préventive, à travers des actions de lutte anti-vectorielle et de protection contre les vecteurs, et l'autre curative, par le diagnostic précoce et l'administration de médicaments antipaludiques. Malgré des résultats encourageants jusqu'ici enregistrés [29], la situation reste encore préoccupante dans certains pays d'Afrique centrale, notamment au Cameroun. Ceci serait le fait de l'apparition de résistances des vecteurs aux pyréthri-noïdes d'une part et du plasmodium aux anti-malariques d'autre part, du fait entre autres de la mauvaise utilisation des méthodes préventives et curatives disponibles [25]. À ces problèmes, s'ajoutent ceux liés à l'absence dans certains faciès éco-climatiques, d'informations sur l'identité des espèces vectrices et leur rôle dans la transmission. De telles informations sont pourtant très importantes dans la mise sur pied d'une stratégie de lutte efficace dans une localité donnée.

La ville de Douala, à l'image de la plupart des villes africaines, présente un visage éco-climatique hétérogène. À chaque faciès éco-climatique, correspond une situation particulière de l'épidémiologie du paludisme. La réussite des opérations de lutte anti-vectorielle dans une telle ville devrait forcément tenir compte des spécificités propres aux différents faciès éco-climatiques. Malgré de nombreux efforts déployés par la communauté scientifique nationale, les informations entomologiques sur la ville de Douala restent parcellaires et la plupart de celles existantes sont obsolètes. Les enquêtes récentes menées dans certains quartiers centraux de cette ville ont montré que les parasites du paludisme sont essentiellement transmis par les espèces du complexe *An. gambiae* et accessoirement dans certains biotopes par les espèces telles qu'*An. funestus*, *An. ziemanni* et *An. nili* [4,5]. Dans le complexe *Gambiae*, *An. melas* et *An. coluzzii* sont les espèces les mieux adaptées du fait de leur capacité à tolérer une certaine teneur en sel qui caractérise généralement les gîtes situées en zone côtière [5,7]. Dans ce contexte, ces espèces entretiennent la transmission du paludisme pendant toute

l'année, avec des taux d'inoculation entomologiques (TIE) pouvant atteindre 31 pi/h/an. Le pic d'agressivité de ces espèces est situé entre 1h et 2h du matin et les taux de piqûres sont généralement de l'ordre de 0,25 à 49,3 p/h/n [5]. Bien plus, *An. gambiae* développe des phénomènes de résistance aux insecticides (pyréthri-noïdes), lesquels peuvent entraver l'efficacité des actions actuelles de lutte anti-vectorielle basées sur l'utilisation d'insecticides [5].

Dans les quartiers périphériques de la ville de Douala par contre, très peu d'enquêtes entomologiques ont été menées. Pourtant, la construction d'infrastructures sociales en cours dans ces quartiers depuis deux décennies en vue de répondre à l'explosion démographique que connaît cette métropole a créé un contexte écologique particulier, caractérisé d'une part par l'environnement forestier favorable au développement de l'espèce *An. gambiae* et d'autre part la proximité de la mer, qui favorise la prolifération des espèces *An. melas* et *An. coluzzii*.

La présente étude, menée dans la zone de Logbessou, localité côtière située à la périphérie de la ville de Douala avait pour but de déterminer le système vectoriel, les niveaux de transmission du paludisme humain et de sensibilité d'*An. gambiae* aux insecticides dans un site de construction de logements sociaux.

Méthodologie

Zone d'étude

Le site d'étude est un vaste domaine foncier d'une superficie de 35 hectares, situé à Logbessou (4°05'N, 09°46'E), zone périurbaine de l'entrée Nord de la ville de Douala (Fig. 1). La végétation primitivement forestière s'est progressivement dégradée sous l'action anthropique. Actuellement, elle se compose de formations de graminées, euphorbiacées, césal-piniacées, sterculiacées et ulmées.

Douala fait partie du domaine équatorial ; son climat est de type camerounien et est sous l'influence de la nuance équato-camerounienne maritime [33]. Près de 4 000 mm de pluie y tombent par an. Les températures moyennes annuelles sont élevées, de l'ordre de 26 °C [33]. Le réseau hydrographique est peu dense et formé de cours d'eau tels que Nkolbong et Séguéné qui se jettent dans la Dibamba. Le sol est de nature ferralitique à dominance sablo-argileux et jaunâtre. La population est estimée à plus de 2,5 millions d'habitants.

Plus d'une centaine de maisons sont en construction dans le site d'étude. Elles sont en matériaux définitifs (parpaings). La plupart des maisons déjà tôlees sont majoritairement habitées par des réfugiés centrafricains. Ces habitants vivent essentiellement de la petite agriculture et des tâches exercées dans les chantiers de construction de maisons. L'élevage n'y

Le nombre de morts était enregistré 24 heures après la période d'exposition. Des tests utilisant des papiers non traités ont été considérés comme témoins. Les taux de mortalité étaient corrigés suivant la formule d'Abbott lorsque le taux de mortalité des témoins était compris entre 5 et 20 % [1]. Les statuts de résistance et de susceptibilité des moustiques testés étaient évalués selon les critères définis de la manière suivante: taux de mortalité (< 90 %) = population résistante ; (90 % à 98 %) = résistance probable ; (> 98 %) = population sensible [30].

Analyse statistique des données

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS (Version 19.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, États-Unis). Le test de Wilcoxon a permis de comparer les densités agressives entre les espèces. Le test H de Kruskal Wallis a permis de comparer la mortalité moyenne dans les deux souches d'*An. gambiae* soumises aux doses discriminatoires d'insecticides. Le seuil de significativité a été fixé à $p=0,05$.

Résultats

Diversité de la faune culicidienne à Logbessou

Au total, 4 897 moustiques ont été collectés à Logbessou par collecte larvaire et capture sur volontaires. Quatre espèces de moustiques ont été identifiées ; *An. gambiae*, *An. coluzzii* (espèces du complexe *Gambiae*), *Cx. pipiens* et *Aedes albopictus* (Tableau 1). Des 4 espèces obtenues, seule *Ae. albopictus* a été capturé uniquement au stade adulte. Les trois autres espèces ont été capturées aux stades larvaire et adulte. Les anophèles ($n=3791$ soit 77,4 %) occupent l'essentiel de la faune culicidienne générale. Les Culicinae ($n= 1106$ soit 22,6 %) sont faiblement représentés (Tableau 1). L'identification moléculaire des espèces du complexe *Gambiae* a montré qu'*An. gambiae* est l'espèce la plus représentée

(295/300 moustiques examinés soit 98,3 %), suivie d'*An. coluzzii* (5/300 soit 1,67 %).

Taux de piqûres

Un total de 2003 femelles de moustiques endophiles réparties entre les 4 espèces ont été capturées sur les volontaires durant la période d'étude. Le taux moyen global d'agressivité culicidienne enregistré dans ce site est de 41,7 p/h/n. *An. gambiae* et *An. coluzzii* (37,9 p/h/n) occupent 90,8 % de cette culicido-faune agressive. Ce complexe d'espèces est suivi de *Cx. pipiens* (3,6 p/h/n ; 8,6 %) et *Ae. albopictus* (0,25 p/h/n ; 0,6 %) (Tableau 1). Les densités agressives sont significativement différentes entre le complexe *An. gambiae* et *Cx. pipiens* ($p<0,0001$) d'une part, et entre le complexe *An. gambiae* et *Ae. albopictus* ($p<0,0001$) d'autre part. Comme le montre la figure 2, l'activité agressive des espèces du complexe *Gambiae* à l'intérieur des maisons est importante entre 0h et 6h avec un pic d'activité enregistré entre 2h-4h.

Transmission du paludisme et taux d'infection

Un total de 228 moustiques femelles du complexe *An. gambiae* issues des captures nocturnes sur volontaires ont été testés par ELISA CSP. Seuls 3 se sont révélés positifs. Aucun spécimen d'*An. coluzzii* n'a été trouvé infecté.

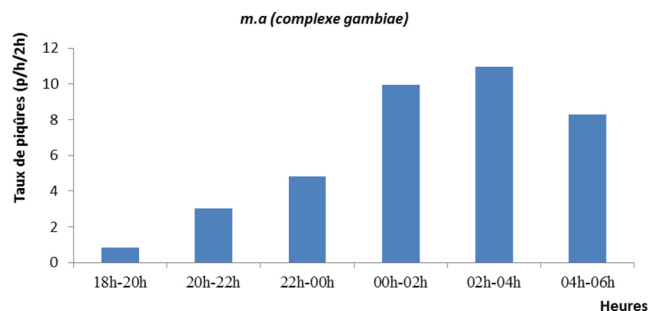


Fig. 2 Cycle d'agressivité des espèces du complexe Gambiae dans le district à Logbessou, Douala / *Aggressivity cycle of Gambiae complex species in Logbessou*

Espèces de moustiques	Moustiques capturés sur les volontaires	Adultes ayant émergés des larves	Total	Taux de piqûres (pi/h/n)
<i>Anopheles gambiae</i> et <i>An. coluzzii</i>	1 819 (90,81 %)	1 972 (68,14 %)	3 791 (77,4 %)	37,9
<i>Culex pipiens</i>	172 (8,59 %)	922 (31,86 %)	1 094 (22,3 %)	3,58
<i>Aedes albopictus</i>	12 (0,60 %)	0 (0 %)	12 (0,3 %)	0,25
Total	2 003	2 894	4 897 (100 %)	41,73

pi/h/n= piqûres par homme et par nuit.

L'indice sporozoïtique (Is) moyen enregistré durant la période d'étude est de 0,013 (Tableau 2). Les femelles de moustiques infectées ont été capturées dans les tranches horaires 20h-22h, 22h-00h et 2h-4h (Fig. 3).

La transmission du paludisme était essentiellement assurée par *An. gambiae* durant la période d'étude. Le taux d'inoculation entomologique (TIE) était de 3,94 pi/h/n). Ce TIE variait en fonction des mois et était plus élevé au mois de novembre (Tableau 2).

Tests de susceptibilité aux insecticides

Au total, 680 femelles d'*An. gambiae* âgées de 2 à 4 jours ont été soumises au test de susceptibilité aux doses discriminatoires d'insecticides. Les taux de mortalité corrigés par la formule d'Abbott enregistrés étaient de 14,47 % en présence du DDT, de 82,5 % en présence de la perméthrine et de 100 % en présence de la deltaméthrine (Tableau 3). La sensibilité de la souche Kisumu est significativement plus élevée que celle de la souche Logbessou (Tableau 4). Par ailleurs, pour tous les insecticides testés, les tkd_{50} et tkd_{05} de la

souche Kisumu sont toujours restés inférieurs à ceux de la souche Logbessou (Figs 4, 5). Le facteur multiplicateur de l'effet 'Kd' de la souche Logbessou par rapport à la souche Kisumu variait de 3,01 pour la deltaméthrine 0,05 % à 18,84 pour le DDT 4 %.

Discussion

La présente étude, menée en saison de pluies, montre que la culicidofaune dans le site de l'étude est abondante et diversifiée. Cette diversité pourrait s'expliquer par la multiplicité des gîtes. Ceux-ci sont différents les uns des autres par leurs profondeurs, leurs dimensions, la nature de leurs eaux et des espèces végétales qui les colonisent. Le caractère moins pollué et ensoleillé des eaux de la plupart de ces gîtes, ajouté au fait qu'elles sont pauvres en matières organiques dissoutes semblent largement contribuer à la prolifération de l'espèce *An. gambiae* s.l. L'utilisation des techniques moléculaires couplées aux méthodes classiques de taxonomie [16,34] nous ont permis d'identifier précisément deux espèces

Tableau 2 Variations mensuelles des indices sporozoïtiques (Is) et les taux d'inoculation entomologiques d'*An. gambiae* s.l. à Logbessou / *Monthly variations of Sporozoitic index and Entomological Inoculation Rate of An. gambiae s.l.*

Espèces anophéliennes	Paramètres entomologiques	Mois			Août à Novembre
		Août	Octobre	Novembre	
<i>Complexe Gambiae</i>	Femelles testées	119	63	46	228
	Femelles positives par ELISA CSP	0	1	2	3
	Is	0	0,016	0,043	0,013
	TIE (pi/h/n)	0	3,56	6,91	3,94

Is : Indice sporozoïtique ; TIE : Taux d'Inoculation Entomologique.

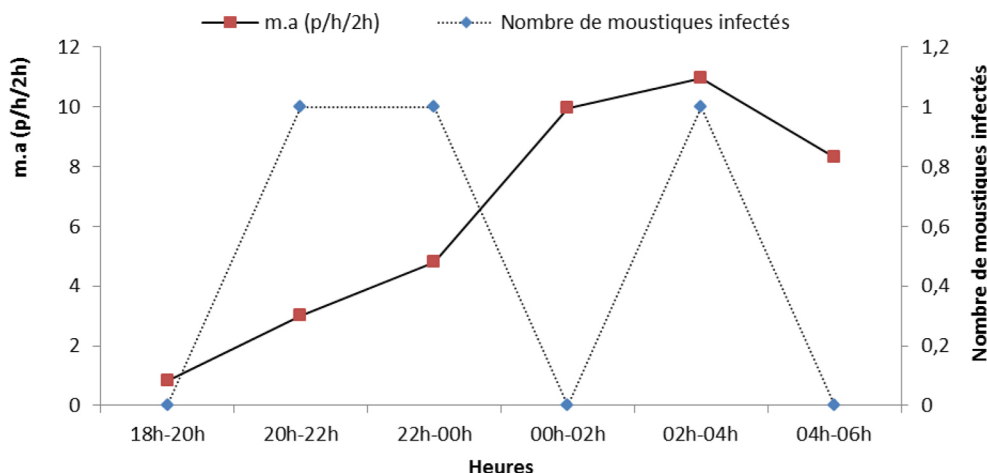


Fig. 3 Cycle d'agressivité et répartition horaire des femelles adultes d'*An. gambiae* s.l. infectées à Logbessou / *Aggressivity cycle and hourly distribution of infected An. gambiae s. l. adult females in Logbessou*

Tableau 3 Mortalité des femelles adultes d'*An. gambiae* (souche Logbessou) au terme 24h d'observation / *Mortality of adult female An. gambiae mosquitoes (Logbessou strain) after 24 hours of observation.*

Insecticides testés*	Mortalité après 24h d'observation			Statut
	Moustiques d'épreuve (%)	Témoins (%)	Moustiques d'épreuve corrigés d'Abbott (%)	
DDT 4 %	18,75	5	14,47	Résistants
perméthrine 0,75 %	82,5	0	-	Résistants
deltaméthrine 0,05 %	100	5	100	Sensibles

* Quatre répétitions portant chacune sur 20 adultes d'*An. gambiae* s.l.

Tableau 4 Etude comparative de la sensibilité des souches Kisumu et Logbessou d'*An. gambiae* s.l. soumises aux insecticides testés / *Comparative study of insecticide susceptibility of Anopheles gambiae s.l. Kisumu and Logbessou strains.*

Insecticides testés*	Origine de la souche		H ^s	P-value
	Kisumu	Logbessou		
DDT (4 %)	19,75 ± 0,5 ^u	3,75 ± 1,7	5,6	0,02
perméthrine (0,75 %)	20 ± 0,0	16,5 ± 2,6	3,93	0,04
deltaméthrine (0,05 %)	20 ± 0,0	20 ± 0,0	-	-

* Quatre répétitions portant chacune sur 20 adultes d'*An. gambiae* s.l. ; ^u = X ± écart type ; ^s Test H de Kruskal Wallis.

d'anophèles considérées comme les vecteurs les plus importants en Afrique tropicale, *An. gambiae* et *An. coluzzii* [10,11,36]. Ces résultats corroborent ceux enregistrés dans les villes de Douala et Yaoundé au Cameroun [4,17]. Il est connu qu'*An. gambiae* affectionne les collections d'eau douce de surface et qu'*An. coluzzii* prolifère dans les eaux saumâtres [7,26,31]. Dans nos résultats, on s'attendait à obtenir plus d'individus des espèces *An. coluzzii* et *An. melas* que d'*An. gambiae*, vu que Douala est une ville côtière. Curieusement, nos résultats font état de ce qu'*An. gambiae* représente plus de 95 % de toute la faune anophélienne capturée à Logbessou. Ce résultat serait dû à l'éloignement du site d'étude par rapport à la mer et au visage forestier que présente celui-ci. En effet, Logbessou est un nouveau quartier de Douala à peine anthropisé, où des îlots de forêt sont encore visibles. Ce type de faciès écologique favoriserait la mise en place de collections d'eau douce de surface qui entraînerait la prolifération d'*An. gambiae* au détriment des espèces typiquement côtières. Par ailleurs, les espèces culiciniennes (*Cx. pipiens* et *Ae. albopictus*) obtenues dans nos résultats proviendraient des gîtes domestiques (cuvettes, bassines, etc.), généralement utilisés par les

habitants du site pour recueillir l'eau de pluie, les adductions d'eau potable étant encore indisponibles dans la localité. Ces deux espèces culiciniennes s'adapteraient mieux aux conditions écologiques qu'offrent les périphéries des centres urbains des villes de Douala et Yaoundé [18,22,27].

Le cycle d'agressivité global d'*An. gambiae* s.l. se caractérise par un pic situé entre 2h-4h. L'activité maximale d'*An. gambiae* s.l. au moment où l'homme est le plus accessible démontre à quel point l'espèce est inféodée aux habitudes humaines pour la recherche de son repas de sang. Ces résultats sont conformes aux observations faites antérieurement dans le village de Karangasso au Sud-Ouest du Burkina Faso et à l'intérieur des maisons de la région de Bouaké (Côte d'Ivoire) [13,32].

Le test ELISA CSP a montré qu'*An. gambiae* était le vecteur majeur du paludisme à Logbessou. Cette espèce est le seul vecteur de *P. falciparum* dans le site d'étude (Tableau 2). Cette observation concorde avec celles qui ont été faites dans la zone de forêt dégradée du sud-Cameroun où *An. gambiae* est reconnu comme le vecteur majeur du paludisme à l'exception de quelques localités traversées par des cours d'eau à courant rapide où la transmission est assurée par *An. nili* [3,9,19]. Cependant cette observation tranche avec celles de plusieurs auteurs ayant réalisé leurs travaux dans les zones côtières [7,26,31]. Ces auteurs ont trouvé que les espèces *An. melas* et *An. coluzzii* sont les plus adaptées et jouent un rôle primordial dans la transmission du paludisme en zone côtière. En effet, l'absence des femelles infectées d'*An. coluzzii* dans nos résultats pourrait s'expliquer par la faible taille d'échantillons testés par ELISA CSP (Tableau 2) et par l'utilisation d'anticorps de *P. falciparum* uniquement. Par ailleurs, la majorité des moustiques infectés par *P. falciparum* a été enregistrée entre 22h et 4h (Fig. 3). Cette période coïncide avec le moment où l'Homme endormi constitue une proie facile et où le risque de subir une piqûre infectée est maximal. Cela suggère que durant cette période à forte transmission, une protection contre le contact homme-vecteur par une barrière physique efficace réduirait considérablement le risque de recevoir une piqûre infectée. La moustiquaire imprégnée

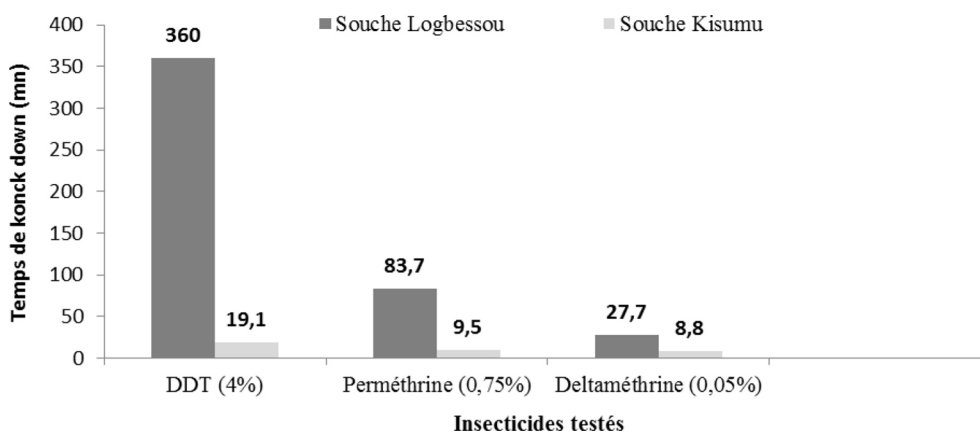


Fig. 4 Comparaison de la sensibilité aux insecticides des souches Kisumu et Logbessou d'*An. gambiae* s.l. en fonction des tkd50 / *Comparison of insecticide susceptibility of An. gambiae* s.l. Kisumu and Logbessou strains in relation with tkd50

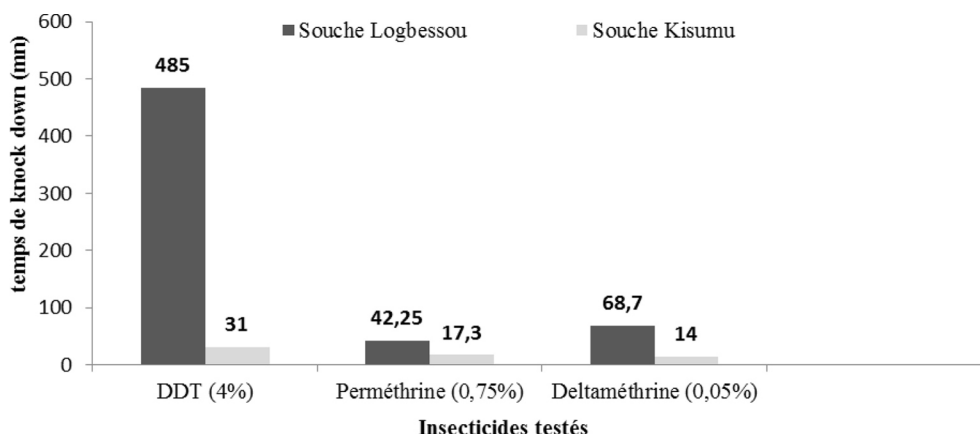


Fig. 5 Comparaison de la sensibilité aux insecticides des souches Kisumu et Logbessou d'*An. gambiae* s.l. en fonction des tkd95 / *Comparison of insecticide susceptibility of An. gambiae* s.l. Kisumu and Logbessou strains in relation with tkd95

d'insecticides représente à l'heure actuelle au Cameroun l'arme la mieux indiquée. En effet, elle réduit dans de fortes proportions les taux de piqûres et a donc un impact très important sur la transmission [8,20,21].

Le taux d'inoculation entomologique moyen global enregistré dans le site d'étude était de 3,94 pi/h/n. Ce taux s'avère faible comparé à ceux obtenus par certains auteurs ayant effectué leurs travaux en zone de forêt dégradée au sud-Cameroun, dans des faciès écologiques semblables à notre site d'étude [2,23]. Ce faible taux s'expliquerait par le fait que durant la saison des pluies, la multiplicité des gîtes résultant de l'aménagement du site foncier a entraîné un important renouvellement de la population anophélienne ; ce qui aurait réduit le taux d'anophèles infestés dans la communauté anophélienne générale.

Le résultat des tests insecticides traduit une grande résistance au DDT 4 %, une légère tolérance à la perméthrine 0,75 % et une forte sensibilité à la deltaméthrine 0,05 % de

la souche Logbessou d'*An. gambiae* s.l. La résistance de cette souche au DDT 4 % pourrait s'expliquer par les campagnes de lutte anti-vectorielle ayant eu cours au sud-Cameroun dans les années cinquante et au début des années quatre-vingts [8]. Ces campagnes utilisaient principalement le DDT en aspersions intra-domiciliaires et comme insecticide d'imprégnation des moustiquaires. Ainsi, les gènes de résistance développés par ces anophèles seraient transmis à la descendance. Une autre hypothèse serait la présence d'une société industrielle dans le site d'étude. Les produits toxiques émis dans la nature par cette société, contiendraient des composés proches du DDT, pouvant occasionner une telle résistance chez *An. gambiae* s.l. Nos résultats sont très proches de ceux enregistrés à Ndogpassi (Douala) [5]. Les auteurs y ont observé une forte résistance d'*An. gambiae* s.l. au DDT 4 % et ont attribué cette résistance à la présence des gènes kdr dans les populations d'*An. gambiae* s.l. testés. La résistance à la perméthrine 0,75 % pourrait s'expliquer par

l'utilisation de masse de moustiquaires imprégnées de perméthrine par les populations riveraines. En outre, les tkd_{50} et tkd_{95} montrent une forte susceptibilité de la souche Kisumu aux doses discriminatoires d'insecticides utilisés par rapport à la souche Logbessou. Ce résultat justifie ainsi le statut de souche sensible de référence longtemps attribué à cette souche de laboratoire.

En définitive, l'aménagement d'un site foncier dans un quartier périphérique d'une ville côtière du sud-Cameroun a favorisé le pullulement de l'espèce *An. gambiae* au détriment des espèces *An. coluzzi* et *An. melas*. Les populations doivent ainsi correctement utiliser les moustiquaires imprégnées à longue durée d'action (MILDA) pour se protéger contre les piqûres infectées de cette espèce considérée dans la localité comme vecteur majeur du paludisme. Pour un rendement optimal de ces MILDA, celles-ci doivent être imprégnées à la deltaméthrine 0,05 % qui est l'insecticide vis-à-vis duquel la souche d'*An. gambiae* s.l. de Logbessou s'est montrée sensible.

Remerciements Les auteurs remercient les populations de Logbessou pour avoir facilité la réalisation de ce travail.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

1. Abbot WS (1987) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Am Mosq Control Assoc* 3(2):302–3
2. Adam JP (1956) Note faunistique et biologique sur les anophèles de la région de Yaoundé et la transmission du paludisme en zone forestière du sud Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot Filiales* 49 (1):210–20
3. Akono NP, Tonga C, Kekeunou S, Lehman LG (2014) Mosquito species diversity and malaria transmission in Ayos, an area of degraded forest targeted for universal LLIN distribution in southern Cameroon. *African Entomology* 22: 602–10
4. Antonio-Nkondjio C, Fossog BT, Ndo C, et al (2011) *Anopheles gambiae* distribution and insecticide resistance in the cities of Douala and Yaoundé (Cameroon): influence of urban agriculture and pollution. *Malar J* 10:154
5. Antonio-Nkondjio C, Defo-Talom B, Tagne-Fotso R, et al (2012) High mosquito burden and malaria transmission in a district of the city of Douala, Cameroon. *BMC Infect Dis* 12:275
6. Burkot TR, Williams JL, Schneider I (1984) Identification of *Plasmodium falciparum*-infected mosquitoes by a double antibody enzyme-linked immunosorbent assay. *Am J Trop Med Hyg* 33 (5):783–8
7. Cano J, Berzosa PJ, Roche J, et al (2004) Malaria vectors in the Bioko Island (Equatorial Guinea): estimation of vector dynamics and transmission intensities. *J Med Entomol* 41(2):158–61
8. Carnevale P, Mouchet, J (2001) La lutte antivectorielle au Cameroun : passé, présent, avenir. *Réflexions. Bull Soc Pathol Exot* 94 (2Pt2):202–9 [http://www.pathexo.fr/documents/articles-bull/Bull SocPatholExot-2001-94-2b-202-209.pdf]
9. Carnevale P, Le Goff G, Toto JC, Robert V (1992) *Anopheles nili* as the main vector of human malaria in villages of southern Cameroon. *Med Vet Entomol* 6(2):135–8
10. Coetzee M1, Hunt RH, Wilkerson R, et al (2013) *Anopheles coluzzii* and *Anopheles amharicus*, new members of the *Anopheles gambiae* complex. *Zootaxa* 3619:246–74
11. Coz J (1973) Contribution à l'étude du complexe *Anopheles gambiae*. Répartition géographique et saisonnière en Afrique de l'Ouest. *Cahiers ORSTOM série Entomol Méd Parasit* 2:73–82
12. Desfontaine M, Tchikangwa I, Le Goff G (1991) Influence de l'alimentation des larves d'*Anopheles gambiae* (Diptera, Culicidae) sur le développement pré imaginal en insectarium. *Bull Liais Doc OCEAC* 98:12–14
13. Dossou-Yovo J, Doannio JMC, Diarrassouba S, Chauvancy G (1998) Impact d'aménagements de rizières sur la transmission du paludisme dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire. *Bull Soc Pathol Exot* 91(4):327–33 [http://www.pathexo.fr/documents/articles-bull/T91-4-1898.pdf]
14. Edwards W (1941) Clé des Culicinae adultes de la région éthiopienne. ORSTOM., Laboratoire Entomologie Médicale. Snoopy Bondy-Traduction de Rageau
15. Gillies MT, De Meillon B (1968) The Anophelinae of Africa south of the Sahara. *S Afr Inst Med Res* 54:1–343
16. Gillies MT, Coetzee M (1987) Supplement to the Anophelinae of Africa South of the Sahara. Publications of the S Afr Inst Med Res, Johannesburg, no. 55
17. Kamdem C, Tene Fossog B, Simard F, et al (2012) Anthropogenic habitat disturbance and ecological divergence between incipient species of the malaria mosquito *Anopheles gambiae*. *PLoS One* 7(6):e39453
18. Kamgang B, Happi JY, Boisier P, et al (2010) Geographic and ecological distribution of the dengue and chikungunya virus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in three major Cameroonian towns. *Med Vet Entomol* 24:132–41
19. Languillon J, Mouchet J, Rivola E, et al (1956) Contribution à l'étude de l'épidémiologie du paludisme dans la région forestière du Cameroun. *Paludométrie, espèces plasmodiales, anophélisme, transmission. Méd Trop* 16:347–78
20. Lindsay SW, Snow RW, Broomfield GL, et al (1989) Impact of permethrin-treated bednets on malaria transmission by the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia. *Med Vet Entomol* 3 (3):263–71
21. Lines JD, Myamba J, Curtis CF (1987) Experimental hut trials of permethrin-impregnated mosquito nets and eave curtains against malaria vectors in Tanzania. *Med Vet Entomol* 1(1):37–51
22. Manga L, Robert V, Messi J, et al (1992) Le paludisme urbain à Yaoundé, Cameroun. I. Etude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém Soc R Belge Entomol* 35:155–62
23. Manga L, Toto JC, Carnevale P (1995) Malaria vectors and transmission in an area deforested for a new international airport in southern Cameroon. *Ann Soc Belge Méd trop* 75(1):43–49
24. Ministère de la santé publique du Cameroun (2013) Enquête post-campagne sur l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action : Rapport principal. 109 p.
25. Moiroux N (2012) Modélisation du risque d'exposition aux moustiques vecteurs de *Plasmodium spp.* dans un contexte de lutte antivectorielle. Thèse de Doctorat Université de Montpellier 2
26. Moreno M, Cano J, Nzambo S, et al (2004) Malaria Panel Assay versus PCR: detection of naturally infected *Anopheles melas* in a coastal village of Equatorial Guinea. *Malar J* 3:20
27. Nimpaye H, Van Der Kolk M, Fontenille D, Boudin C (2001) Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun) en 2000. Etude entomologique dans le quartier central "Dakar". *Bull Liais Doc OCEAC* 34(2):11–4
28. OMS (2010) Rapport mondial sur le paludisme, Genève, Suisse, 24 p

29. OMS (2012) Rapport mondial sur le paludisme, Genève, Suisse, 24 p
30. OMS (2013) Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes, 18: 40 p.
31. Overgaard HJ, Reddy VP, Abaga S, et al (2012) Malaria transmission after five years of vector control on Bioko Island, Equatorial Guinea. *Parasit Vectors* 5:253
32. Robert V, Carnevale P, Ouedraogo V, et al (1988) La transmission du paludisme humain dans un village de savane du sud-ouest du Burkina Faso. *Ann Soc Belg Méd Trop* 68(2):107–21
33. Same Ekobo (1997) Santé, Climat et Environnement au Cameroun. Edition Juley- Sciences. 323p.
34. Santolamazza F, Mancini E, Simard F, et al (2008) Insertion polymorphisms of SINE200 retrotransposons within speciation islands of *Anopheles gambiae* molecular forms. *Malar J* 7:163
35. Service MW (1993) Mosquito Ecology: Field Sampling Methods. 2nd Edition. Chapman&Hall, London, U.K, 11 p
36. Sharp BL, Ridl FC, Govender D, et al (2007) Malaria vector control by indoor residual insecticide spraying on the tropical island of Bioko, Equatorial Guinea. *Malar J* 6:52
37. Wirtz RA, Zavala F, Charoenvit Y, et al (1987) Comparative testing of monoclonal antibodies against *Plasmodium falciparum* sporozoites for ELISA development. *Bull World Health Organ* 65(1):39–45