

## Pratiques agricoles et épidémiologie du paludisme en zone soudano-sahélienne du Cameroun

### Agricultural activities and epidemiology of malaria in Soudano-Sahelian zone in Cameroon

J. Atangana · A. Fomena · J. Lebel Tamesse · E. Fondjo

Reçu le 21 janvier 2011 ; accepté le 16 août 2011  
© Société de pathologie exotique et Springer-Verlag France 2011

**Résumé** Une étude comparative a été réalisée sur la dynamique de la transmission du paludisme dans le village de Mokolo-Douvar, situé en zone rurale d'agriculture traditionnelle, et celui de Gounougou, zone rizicole irriguée, en 2004, en août et novembre, et en 2006, en mai et octobre, dans l'objectif de mesurer le comportement des vecteurs, le taux d'inoculation entomologique (TIE) et la prévalence du paludisme au sein d'une cohorte d'enfants âgés de 0 à 15 ans. Les moustiques ont été collectés par deux méthodes de capture complémentaires : la capture nocturne sur volontaires humains et la capture diurne au pyréthre. Un total de 5 961 moustiques ont été collectés au cours de cette étude. Les anophèles collectés étaient : *Anopheles gambiae* s.s., *Anopheles arabiensis*, *Anopheles funestus*, *Anopheles pharoensis*, *Anopheles rufipes*, *Anopheles ziemanni* et *Anopheles squamosus*. *A. arabiensis* était l'espèce majeure (56,2 %) et le vecteur majeur du paludisme dans les deux sites, suivi d'*A. funestus* (32,6 %). Le TIE était élevé dans la zone rizicole de Gounougou (1,42 piqûres infectées par homme par nuit [pi/h/n]), tandis qu'en zone non irriguée de Mokolo-Douvar, le TIE était bas en saison des pluies (0,245 pi/h/n). À Gounougou, un total de 655 enfants ont été examinés. L'indice plasmodique (IP) moyen était de 21,1 %. Il en résulte que les changements intervenus dans l'exploitation

rizicole irriguée et la mise en place des barrages ont influencé la dynamique de la transmission du paludisme, d'où la nécessité de prendre des mesures de contrôle facilement adaptables à l'environnement éco-épidémiologique de la région. **Pour citer cette revue : Bull. Soc. Pathol. Exot. 105 (2012).**

**Mots clés** Paludisme · Taux d'inoculation entomologique · Gounougou · Mokolo-Douvar · Anophèles · Indice plasmodique · Zone rizicole irriguée · Cameroun · Afrique intertropicale

**Abstract** We have comparatively studied the dynamics of malaria transmission in the villages of Mokolo-Douvar located in the rural area with traditional agriculture and Gounougou irrigated rice area, in 2004 August and November and 2006 May and October, to assess vectors biting habits, and malaria inoculation rate and malaria parasite prevalence in cohort of children from 0 to 15 years. Mosquitoes were collected by landing catches on volunteers and by pyrethrum spray collections. A total of 5961 Anopheles were collected. Seven Anopheles species were identified: *Anopheles gambiae* s.s., *Anopheles arabiensis*, *Anopheles funestus*, *Anopheles pharoensis*, *Anopheles rufipes*, *Anopheles ziemanni* and *Anopheles squamosus*. *A. arabiensis* was the major species (56.2%) and the main malaria vector in both study sites, followed by *A. funestus* (32.6%). Malaria transmission was high in the irrigated area of Gounougou (1.42 infection bites per man per night) whereas in the non-irrigated zone of Mokolo-Douvar, it was below detection level during the rainy season (0,245 ib/h/n). In Gounougou, a total of 655 children were examined. The mean plasmodic index was 21.1%. Our findings confirm that changes in irrigated rice agriculture influence malaria transmission dynamics, and call for control measures that are readily adapted to local eco-epidemiological settings. **To cite this journal: Bull. Soc. Pathol. Exot. 105 (2012).**

J. Atangana (✉) · E. Fondjo  
Programme national de lutte contre le paludisme,  
ministère de la Santé publique, BP 14386, Yaoundé, Cameroun  
e-mail : jean\_atangana05@yahoo.fr

J. Atangana  
Laboratoire de zoologie, faculté des sciences,  
université de Yaoundé-I, BP 812, Yaoundé, Cameroun

A. Fomena  
Laboratoire de parasitologie, faculté des sciences,  
université de Yaoundé-I, BP 812, Yaoundé, Cameroun

J. Lebel Tamesse  
Laboratoire de zoologie, École normale supérieure,  
université de Yaoundé-I, BP 47, Yaoundé, Cameroun

**Keywords** Malaria · entomological inoculation rate · Gounougou · Mokolo-Douvar · Anopheles species · Plasmodic index · Irrigated rice area · Cameroon · Sub-Saharan Africa

## Introduction

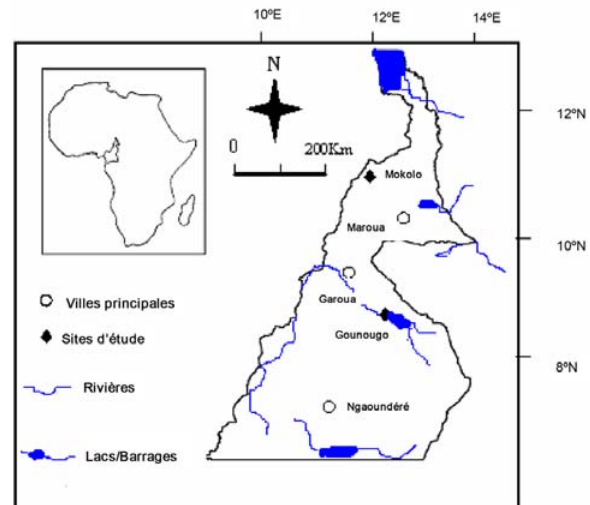
Depuis environ 30 ans, des programmes de construction de barrages hydroagricoles ont été entrepris afin d'assurer la sécurité alimentaire et énergétique des populations africaines dans les pays au sud du Sahara. Cependant, même s'ils permettent une augmentation importante de l'énergie, de la production de céréales et de produits maraîchers, les barrages hydroagricoles ont parfois des répercussions profondes sur l'endémie palustre, du fait de la création des gîtes larvaires favorables aux vecteurs du paludisme [20,21,28]. Au Cameroun, l'État a réalisé la construction d'une dizaine de barrages hydrauliques dans les années 1980. Dans les localités de Mokolo-Douvar et Gounougou, cette réalisation s'est concrétisée par la mise en place d'une centrale hydroélectrique et d'une rizière irriguée à proximité des habitations. Pour évaluer l'impact de ces réalisations sur la dynamique de la transmission du paludisme, des enquêtes entomologiques, parasitologiques et cliniques ont été menées de 2004 à 2006.

## Matériel et méthode

### Description des sites d'étude

L'étude s'est déroulée dans deux localités situées en zone soudano-sahélienne du Cameroun : Mokolo-Douvar (zone rurale d'agriculture traditionnelle) en août (saison des pluies) et novembre (saison sèche) 2004 et Gounougou (zone rizicole irriguée) en juillet (saison des pluies) et octobre (saison sèche) 2006 (Fig.1).

Mokolo-Douvar (13°38'N ; 10°57'E ; 900 m s.l.) est un village situé en milieu rural et en pleine urbanisation, à une centaine de kilomètres à l'ouest de Maroua-ville. Le relief est constitué de plaines entourées des Monts Mandara et Kapsiki qui culminent entre 800 et 1 500 m respectivement. Le climat est de type sahélien et se caractérise par deux saisons d'inégales durées : une longue saison sèche qui dure sept-neuf mois (novembre-juillet) et une très courte saison des pluies de deux-trois mois (août-octobre). La température moyenne annuelle est de 32,5 °C. Les précipitations annuelles sont généralement basses et se situent entre 700 et 800 mm. La particularité de ce site est liée à l'existence de deux barrages hydrauliques situés respectivement à 3 et 7 km du centre-ville. La présence de ces deux barrages favorise la pratique, par les populations locales, des cultures maraîchères tant en saison des pluies qu'en saison sèche.



**Fig. 1** Carte du Nord Cameroun montrant la localisation géographique et les sites d'étude / Map of Northern Cameroon showing the geographic location and study sites

Gounougou (9°05'N ; 13°40'E ; 194 m a.s.l.) est un village situé en zone de savane à environ 4 km au nord de Lagdo-ville. Le relief est constitué de vastes plaines qui s'étendent de part et d'autre le long de la Bénoué. Ce village qui s'étend sur des dizaines de kilomètres couvre de vastes surfaces inondées où se pratique la riziculture irriguée. Le climat se caractérise par deux saisons d'inégale durée : une longue saison sèche qui dure cinq-sept mois (novembre-mai) et une courte saison des pluies (juin-octobre). La température annuelle moyenne est de 28 °C avec des précipitations annuelles se situant entre 900 et 1 000 mm. Les activités des paysans dans cette zone de savane reposent essentiellement sur l'agriculture et l'élevage.

### Considérations éthiques

L'autorisation pour la réalisation de cette étude a été obtenue auprès du Comité national d'éthique du ministère de la Recherche scientifique du Cameroun. La participation à cette étude a été volontaire. Tous les captureurs ont été soumis à un traitement prophylactique du paludisme et tous les cas de paludisme diagnostiqués ont été traités gratuitement suivant les recommandations du Programme national de lutte contre le paludisme du Cameroun.

### Enquêtes entomologiques

#### *Échantillonnage de la faune culicidienne*

Pour chaque site d'étude, deux enquêtes entomologiques ont été menées : une en saison des pluies et l'autre en saison

sèche. Un total de 40 hommes-nuits a été utilisé par site pour trois nuits de capture consécutives et pendant une période de six jours au cours de chaque enquête. Les captures des moustiques adultes ont été réalisées selon deux méthodes complémentaires :

- la capture de nuit sur sujets humains, de 18 à 6 heures du matin à l'intérieur et à l'extérieur des habitations ;
- la capture diurne au pyrèthre par aspersions intradomiciliaires de 14 à 16 heures.

Tous les captureurs de nuit, pour être protégés contre le paludisme, ont été soumis à une chimioprophylaxie appropriée. Les moustiques ont été identifiés morphologiquement suivant les clés de Gillies et De Meillon, 1968 et Gillies et Coetze, 1987. Les anophèles identifiés et disséqués ont été conservés individuellement dans des tubes Eppendorf contenant du gel de silice et ramenés au laboratoire.

### *Au laboratoire*

Les membres du complexe *Anopheles gambiae* ont été identifiés suivant les techniques de biologie moléculaire décrites dans la littérature [13,29]. L'ADN extrait des pattes et des ailes a été utilisé pour cette analyse. Les sources de repas de sang de toutes les femelles gorgées collectées par aspersions intradomiciliaires ont été identifiées par Elisa [6]. Les têtes et les thorax des anophèles ont été testés par Elisa [15,32] pour la recherche de la présence de la protéine circumsporozoïtique (CSP) du *Plasmodium falciparum* (Welch). Le taux d'inoculation entomologique (TIE) a été calculé en multipliant l'agressivité des anophèles collectés en capture nocturne par le taux d'infection. Le taux d'anthropophilie a été calculé comme étant le ratio des moustiques qui se sont gorgés sur homme sur le total des moustiques testés par Elisa pour la recherche de la source du repas de sang.

### **Enquêtes parasitologiques et cliniques**

Ces enquêtes visaient à déterminer la parasitémie et la splénomégalie chez les enfants âgés de 0 à 15 ans en zone rizicole de Gounougou. Après une brève rencontre entre l'équipe de recherche et les leaders de la communauté chargés de la sensibilisation des populations, un site a été par la suite choisi pour servir de cadre à l'enquête. Les enfants présents le jour de l'enquête et volontaires ont été examinés et prélevés dans l'ordre d'arrivée jusqu'à obtention de l'effectif voulu. Les gouttes épaisses ont été confectionnées à l'aide des vaccinostyles et des lames porte-objet. Ces lames ont été séchées à l'air libre puis transportées au laboratoire où elles ont été colorées au Giemsa 3 % pendant 30 minutes. Les lames ont été examinées au microscope à immersion par le même technicien de laboratoire. Les espèces plasmodiales

et les gamétocytes ont été identifiés et comptés sur la base de 200 leucocytes. Lorsque moins de dix parasites étaient trouvés, la lecture a continué pour un total de 500 leucocytes. La parasitémie a été exprimée par le nombre de parasites/ $\mu$ l de sang selon le nombre standard de 8 000 leucocytes/ $\mu$ l de sang. Pour le contrôle de qualité, 10 % des lames ont été sélectionnées au hasard et réexaminées par un second technicien supérieur de laboratoire. Les cas fébriles ont été déterminés lorsqu'un individu avait une température auxiliaire supérieure à 37,5 °C et soumis immédiatement à un traitement présomptif à base de Coartem<sup>®</sup> et de paracétamol. La splénomégalie a été définie suivant le niveau de rate [19].

Toutes les données ont été saisies sur le logiciel Microsoft Excel et transférées dans la version 6.1 du logiciel SPSS pour analyses. Pour la comparaison des moyennes, nous avons utilisé le test de Chi<sup>2</sup> ( $\chi^2$ ). L'intervalle de confiance fixé à 95 %.

## **Résultats**

### **Composition de la faune culicidienne et abondance**

Un total de 5 961 moustiques a été collecté au cours de cette étude : 2 839 collectés par 40 hommes-nuits (1 737 par 16 hommes-nuits à Mokolo-Douvar et 1 102 par 24 hommes-nuits à Gounougou) et 3 122 après aspersions intradomiciliaires de 20 à 30 maisons par village. *Anopheles* spp., *Culex* spp., *Mansonia* spp. et *Aedes* spp. ont été collectés dans tous les sites. *Culex* spp. était le genre le plus abondant (Tableau 1). Les anophèles collectés étaient : *A. gambiae* s.s., *Anopheles arabiensis*, *Anopheles funestus*, *Anopheles pharoensis*, *Anopheles rufipes*, *Anopheles ziemanni* et *Anopheles squamosus* (Tableau 1).

### **Taux d'agressivité**

Le taux d'agressivité moyen a varié temporellement dépendant des saisons. Dans la zone urbaine de Mokolo-Douvar, le taux d'agressivité a varié de 33 à 73,5 piqûres infectées par homme par nuit (pi/h/n) en saisons sèche et pluvieuse respectivement, concernant surtout des moustiques du genre *Culex*. Malgré la prolifération des moustiques pendant la saison des pluies, le taux d'agressivité de la faune anophélienne est resté faible (0,12 à 1,94 pi/h/n en saisons sèche et pluvieuse respectivement). À Gounougou, village situé en zone rizicole, le taux d'agressivité a varié de 6 à 43,3 pi/h/n au cours des deux saisons. Cette variation était surtout due à *A. arabiensis* (5,81 à 16,6 pi/h/n) et *A. funestus* (0 à 15,25 pi/h/n) (Tableau 1).

**Tableau 1** Faune culicidienne, densité agressive à Mokolo-Douvar et Gounougou en fonction des saisons / *Culicid fauna, aggressive density in Mokolo-Douvar and Gounougou according to seasons.*

	Mokolo-Douvar			Gounougou		
	Nombre capturé		Densité agressive (pi/h/n)	Nombre capturé		Densité agressive (pi/h/n)
	Sur Homme	Au repos		Sur Homme	Au repos	
Saison sèche						
<i>A. arabiensis</i>	0	10	0	93	137	5,81
<i>A. funestus</i>	0	0	0	0	7	0
<i>A. pharoensis</i>	0	0	0	2	0	0,12
<i>A. rufipes</i>	0	0	0	1	0	0,06
Total Anopheles	2	10	0,12	96	144	6
<i>Culex</i> spp.	528	423	33	4	10	0,25
<i>Mansonia</i> spp.	0	0	0	5	0	0,31
<i>Aedes</i> spp.	0	0	0	2	0	0,12
Saison des pluies						
<i>A. arabiensis</i>	28	93	1,8	133	30	16,63
<i>A. gambiae</i> s.s.	0	3	0	1	2	0,13
<i>A. funestus</i>	2	64	0,12	122	109	15,25
<i>A. pharoensis</i>	1	0	0,06	26	0	3,25
<i>A. rufipes</i>	0	1	0	31	0	3,87
<i>A. ziemanni</i>	0	0	0	33	0	4,12
<i>A. squamosus</i>	0	0	0	1	0	0,12
Total Anopheles	31	161	1,94	347	141	43,37
<i>Culex</i> spp.	1176	2196	73,5	112	37	14
<i>Mansonia</i> spp.	0	0	0	517	0	64,62
<i>Aedes</i> spp.	1	2	0,06	19	0	2,37
Total	1 737	2 790	108,5	1 102	332	45,92
Total collecté	4 527			1 434		

### Taux d'anthropophagie

Au total, 232 repas de sang des anophèles femelles capturés au repos dans les deux sites ont été testés par Elisa pour déterminer leur origine. Parmi ces repas, 169 provenaient des hommes (Tableau 2), 35 étaient mixtes dont bovin-ovin ( $n = 16$ ), humain-bovin ( $n = 11$ ), humain-ovin ( $n = 7$ ) et humain-porc ( $n = 1$ ). À Gounougou, le taux d'anthropophilie des repas de sang mixtes à l'intérieur des habitations a varié de 53,3 % pendant la saison sèche 1992, 4 % en saison des pluies et était significativement différent ( $\chi^2 = 40,9$  ; ddl = 1 ;  $p < 0,001$ ). Cette augmentation était due à la prédominance d'*A. funestus* qui a été trouvé plus anthropophage que *A. arabiensis* ( $\chi^2 = 7,65$  ; ddl = 1 ;  $p = 0,006$ ).

### Taux d'infection

Un total de 833 têtes-thorax de moustiques provenant de Mokolo-Douvar et Gounougou ont été analysés par Elisa.

Vingt-cinq individus appartenant à trois espèces anophéliennes ont été trouvés infectés par *P. falciparum* : *A. arabiensis* ( $n = 20$ ), *A. funestus* ( $n = 3$ ) et *A. pharoensis* ( $n = 2$ ) (Tableau 3). La différence entre les taux d'infection entre les espèces anophéliennes était significative ( $\chi^2 = 0,98$  ; ddl = 2 ;  $p = 0,03$ ).

### TIE

Les TIE étaient estimés à 0,25 et 0,7 pi/h/n à Mokolo-Douvar et Gounougou respectivement. Aucune infection n'a été constatée dans ces deux sites pendant la saison sèche.

### Indices plasmodique (IP) et splénique (IS)

L'enquête parasitoclinique a eu lieu en juillet 2006. Sur un total de 655 enfants, 138 étaient porteurs de *Plasmodium* (*P. plasmodium* = 131 et *P. malariae* = 7). L'IP moyen était de 21,1 %, avec *P. plasmodium* (94,9 %) et *P. malariae*

**Tableau 2** Source de repas de sang des anophèles collectés en saisons sèche et pluvieuse à Mokolo-Douvar et Gounougou / *Source of blood meals for the Anopheles collected in dry and rainy seasons in Mokolo-Douvar and Gounougou.*

	Source du repas de sang						
	Nombre testé	Homme	Bœuf	Chèvre	Cheval	Porc	Mixte
Mokolo-Douvar Saison des pluies							
<i>A. arabiensis</i>	21	15	3	0	0	0	3
Gounougou Saison sèche							
<i>A. arabiensis</i>	100	56	11	1	1	0	29
<i>A. funestus</i>	5	0	3	2	0	0	0
Total	105	56	14	3	1	0	29
Gounougou Saison des pluies							
<i>A. arabiensis</i>	20	15	4	0	0	0	1
<i>A. gambiae</i> s.s.	2	2	0	0	0	0	0
<i>A. funestus</i>	84	81	0	0	0	1	2
Total	106	98	4	0	0	1	3
Total collecté	232	169	21	3	1	1	35

**Tableau 3** Taux d'infection de *Plasmodium falciparum* à Mokolo-Douvar et Gounougou / *Plasmodium falciparum* infection rate in Mokolo-Douvar and Gounougou.

	<i>A. arabiensis</i>		<i>A. funestus</i>		<i>A. pharoensis</i>	
	N testé (N infecté)	CSP (IC 95 %)	N testé (N infecté)	CSP (IC 95 %)	N testé (N infecté)	CSP (IC 95 %)
Mokolo-Douvar Saison sèche	2 (0)	0	0 (0)	0	0 (0)	0
Saison des pluies	126 (17)	13,5 (7,4–19,1)	48 (1)	2 (1,9–2,1)	0 (0)	0
Gounougou Saison sèche	230 (0)	0	7 (0)	0	0 (0)	0
Saison des pluies	163 (3)	1,84 (0,62–5,3)	231 (2)	0,87 (0–0,62)	26 (2)	7,69 (0,95–25,1)

N : nombre ; CSP (%) : taux de protéine circumsporozoïtique.

**Tableau 4** Indices plasmodiques et spléniques en saison des pluies en fonction de l'âge à Gounougou / *Plasmodic index and splenic index in rainy season according to age in Gounougou.*

Classe d'âge (année)	Indice plasmodique (IP)			Indice splénique (IS)		
	Nombre examiné	Positifs	IP (%)	Nombre examiné	Positifs	IS (%)
< 2	123	8	6,5	–	–	–
2–4	172	37	21,5	167	23	13,7
5–9	218	67	30,7	223	34	15,2
10–15	142	26	18,3	–	–	–
Total	655	138	21,1	390	57	14,6

(5,1 %). L'IP était plus élevé chez les enfants âgés de cinq à neuf ans (30,7 %) (Tableau 4). Sur un total de 390 rates palpées chez les enfants de deux à neuf ans, 57 étaient positives, soit un IS moyen de 14,6 % (Tableau 4).

## Discussion

À Mokolo-Douvar, la nuisance culicidienne est essentiellement dominée par les moustiques du genre *Culex* quelle que soit la saison, contrairement à Gounougou où la nuisance est essentiellement anophélienne. La nuisance culicidienne causée par les moustiques du genre *Culex* a fréquemment été signalée dans le processus d'urbanisation des grandes cités africaines [22,26,30]. Sept espèces anophéliennes ont été récoltées indépendamment des saisons au cours de cette étude. Il s'agit de : *A. arabiensis*, *A. gambiae* s.s., *A. funestus*, *A. pharoensis*, *A. rufipes*, *A. ziemanni* et *A. squamosus*. Toutes ces espèces récoltées sont fréquentes dans cet environnement [2,3,7]. Dans les deux localités, *A. gambiae* s.l. et *A. funestus* sont les vecteurs majeurs du paludisme. Cette observation est en accord avec la distribution de ces espèces au Cameroun et dans les régions de savanes sèches de l'Afrique de l'Ouest [2–5,10,12,21,25]. La coexistence de ces deux vecteurs dans la transmission du paludisme avait déjà été signalée dans cette région du Cameroun [4,7,9,14,18,24] et en Afrique de l'Ouest [8]. Cette sympatrie entraîne l'augmentation de la durée de la transmission du paludisme. Toutefois, le nombre d'individus d'*A. arabiensis* collectés dépasse de loin celui de *A. funestus*. *A. arabiensis* est présent pendant les deux saisons, bénéficiant de la disponibilité des flaques d'eau stagnante provenant des barrages (Mokolo-Douvar) ou des marécages autour des zones irriguées (Gounougou) pendant la saison sèche et de nombreuses flaques d'eau formées en saison des pluies.

Les densités agressives d'*A. funestus* sont très élevées en saison des pluies, particulièrement en zone de riziculture irriguée de Gounougou. La présence de cette espèce avait déjà depuis longtemps été signalée en zone de riziculture irriguée où les larves sont abondamment collectées pendant la période de repiquage de riz dans des gîtes typiques à végétation permanente [17]. La rareté d'*A. funestus* en saison sèche est probablement due à l'interruption des systèmes d'irrigation. En général, les fortes densités anophéliennes sont enregistrées à Gounougou situé en basse altitude, comparées à celles obtenues à Mokolo-Douvar, village situé plus en altitude. L'intensité de la transmission est plus élevée en zone rizicole de Gounougou en rapport avec le niveau de nuisance élevé des anophèles. Bien que la plupart des gens dorment à l'extérieur des maisons pendant la saison sèche, les anophèles ont présenté le même degré d'anthropophilie indépendamment des saisons. Toutefois, les préférences trophiques des moustiques ont varié d'une saison à l'autre,

dépendant de la succession des espèces avec les préférences des différents hôtes (Gounougou) ou de la disponibilité du bétail comme hôte alternatif (Mokolo-Douvar). En effet, la présence du bétail peut avoir une influence majeure sur le choix des hôtes pour les moustiques [11,16]. Au Sénégal, il a été démontré que l'anthropophilie vectorielle pouvait avoir une influence sur la migration saisonnière du bétail [31].

Trois espèces ont été trouvées porteuses de l'antigène CSP de *P. falciparum* ; il s'agit de : *A. arabiensis*, *A. funestus* et *A. pharoensis*. Les infections dues à *A. pharoensis* avaient déjà été signalées au Cameroun [3,27]. Malgré la faible contribution d'*A. pharoensis* considéré comme vecteur secondaire dans la transmission du paludisme dans plusieurs localités du pays, il est probable que cette espèce entretienne la transmission du parasite en l'absence des vecteurs majeurs. En général, cela montre que la proximité des zones irriguées par rapport aux cases d'habitation est un grand facteur de risque [1]. Le fait qu'aucun moustique ne soit trouvé infecté à Gounougou et Mokolo-Douvar pendant la saison sèche n'exclut pas totalement l'absence du paludisme pendant cette période, en raison de nombreux cas de paludisme enregistrés dans les centres de santé de ces deux localités. Malgré le fait que les programmes de vulgarisation de l'utilisation des moustiquaires imprégnées aux insecticides aient été mis en place par le ministère de Santé publique il y a très peu de temps, les moustiquaires sont utilisées par moins de 20 % de la population dans plus de 120 ménages visités dans le cadre de cette étude. Bien qu'il ait été signalé que les moustiquaires distribuées dans les communautés pouvaient avoir un très grand effet sur la prévalence du paludisme au niveau des communautés [23], le faible taux de couverture en moustiquaires observé à Gounougou (20 %) au cours de cette étude ne représente pas un bon indicateur pour la réduction du taux de transmission.

## Conclusion

Il en résulte que les changements intervenus dans l'exploitation rizicole irriguée et la mise en place des barrages ont influencé la dynamique de la transmission du paludisme, d'où la nécessité de prendre des mesures de contrôle facilement adaptables à l'environnement éco-épidémiologique de la région.

**Conflit d'intérêt** : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

1. Afrane YA, Klinkenberg E, Drechsel P, et al (2004) Does irrigated Urban agriculture influence the transmission of malaria in the city of Kumasi, Ghana? *Acta Trop* 89(2):125–34

2. Antonio-Nkondjio C, Atangana J, Ndo C, et al (2008) Malaria transmission and rice cultivation in Lagdo, northern Cameroon. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 102(4):352–9
3. Antonio-Nkondjio C, Keraf CH, Simard F, et al (2006) Complexity of the malaria vectorial system in Cameroon: Contribution of secondary vectors to malaria Transmission. *J Med Entomol* 43(6):1215–21
4. Atangana J (1999) Étude entomologique de la transmission du paludisme à Simatou (arrondissement de Maga, département du Mayo-Danay, Extrême-Nord). Mémoire de Maîtrise, université de Yaoundé-I, 43p
5. Atangana J, Bigoga JD, Patchoké S, et al (2010) Anopheline fauna and malaria transmission in four ecologically distinct zones in Cameroon. *Acta Trop* 115(1–2):131–6
6. Beir JC, Perkins PV, Wirtz RA, et al (1988). Bloomeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent Assay (Elisa) tested on *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in Kenya. *J Med Entomol* 25:9–16
7. Cavalié P, Mouchet J (1961) Les campagnes expérimentales du paludisme dans le Nord de la République du Cameroun. Les vecteurs et l'épidémiologie du paludisme dans le Nord Cameroun. *Med Trop* 21(6):847–69
8. Charmot G, Roze JM (1978) Paludisme de forêt et de savanes dans l'Afrique de l'Ouest. *Bull Sect Geogr* 83:75–80
9. Couprié B, Claudot Y, Same-Ekobo A, et al (1985) Étude épidémiologique du paludisme dans les régions rizicoles de Yagoua et de Maga (Nord Cameroun). *Bull Soc Pathol Exot Filiales* 78(2):191–204
10. Dia I, Takhy D, Rakotoarivony I, et al (2003) Bionomics of *Anopheles gambiae* Giles, *Anopheles arabiensis* Patton, *Anopheles funestus* Giles and *Anopheles nili* (Theobald) (Diptera: Culicidae) and transmission of *Plasmodium falciparum* in a Sudano-Guinean zone (Ngari-Senegal). *J Med Entomol* 40:279–83
11. Dolo G, Briët OJ, Dao A, et al (2004) Malaria transmission in relation to rice cultivation in the irrigated Sahel of Mali. *Acta Trop* 89(2):147–59
12. Dossou-yovo J, Doannio J, Rivière F, Duval J (1994) Rice cultivation and malaria transmission in Bouaké city (Côte d'Ivoire). *Acta Trop* 57(1):91–4
13. Favia G, Lanfrancotti A, Spanos L, et al (2001) Molecular characterization of ribosomal DNA polymorphisms discriminating among chromosomal forms of *Anopheles gambiae* s.s. *Insect Mol Biol* 10(1):19–23
14. Fondjo E (1996) Étude du comportement du complexe *Anopheles gambiae* et la transmission du paludisme dans deux faciès écoclimatiques au Mali et au Cameroun. Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle. Min Ens Sec Sup Rech Sc ISFRA, Mali, 92 p
15. Fontenille D, Meunier JY, Antonio Nkondjio C, Tchuinkam T (2001) Use of circumsporozoite protein enzyme-linked immunosorbent assay compared with microscopic examination of salivary glands for calculation of malaria infectivity rates in mosquitoes (Diptera: Culicidae) from Cameroon. *J Med Entomol* 38:451–4
16. Garrett-Jones C, Boreham PFL, Plant CP, Jones CG (1980) Feeding habits of anopheline (Diptera: Culicidae) in 1971–1978, with reference to human blood index: a review. *Bull Entomol Res* 70:165–85
17. Gillies MT, De Meillon B (1968) The Anophelinae of Africa South of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical region). *Pub Sth Afr Inst Med Res* 54:343
18. Josse R, Merlin M, Combe A, et al (1988) Étude comparée des indices paludométriques à Nanga Eboko, Yaoundé et Edéa (Cameroun). *Med Trop* 48(3):201–8
19. Hackett LW (1944) Spleen measurements in malaria. *J Natl Mal Soc* 3:121–34
20. Keiser J, De Castro MC, Maltese MF, et al (2005) Effect of irrigation and large dams on the burden of malaria on a global and regional scale. *Am J Trop Hyg* 72(4):392–406
21. Koudou BG, Tano Y, Doumbia M, et al (2005) Malaria transmission dynamics in central Côte d'Ivoire: the influence of changing patterns of irrigated rice agriculture. *Med and Vet Entomol* 19(1):27–37
22. Manga L, Robert V, Messi J, et al (1992) Le paludisme urbain à Yaoundé, Cameroun. I. Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mem Soc Belge Ent* 35:155–62
23. Maxwell CA, Msuya E, Sudi M, et al (2002) Effect of community-wide use of insecticide-treated nets for 3–4 years on malarial morbidity in Tanzania. *Trop Med Int Health* 7(12):1003–8
24. Ripert C, Ambroise-Thomas P, Rousselle-Sauer C, et al (1982) Aspects épidémiologiques et cliniques du paludisme dans deux villages du département de la Lekié (Cameroun). *Bull Soc Pathol Exot Filiales* 75(1):26–38
25. Robert V, Gazin P, Boudin C, et al (1985) La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo Dioulasso (Burkina Faso). *Ann Soc Belge Med Trop* 65:201–14
26. Robert V, Petrarca V, Carnevale P, et al (1989) Analyse cytogénétique du complexe *Anopheles gambiae* dans la région de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann Parasitol Hum Comp* 64(4):290–311
27. Robert V, van den Broek A, Stevens P, et al (1992) Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Benoue valley of northern Cameroon. *Acta Trop* 52(2–3):201–14
28. Same Ekobo A, E Fondjo, JP Eouzan (2001) Grands travaux et maladies à vecteurs au Cameroun : impact des aménagements ruraux et urbains sur le paludisme et autres maladies à vecteurs. Ed : IRD, Paris, 221 p
29. Scott JA, Brogdon WG, Collins FH (1993) Identification of single specimens of the *Anopheles gambiae* complex by the polymerase chain reaction. *Am J Trop Med Hyg* 49(4):520–9
30. Subra R (1981) Biology and control of *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) with special reference to Africa. *Insect Sci Applic* 1:319–28
31. Vercruyse J (1985) Étude entomologique du paludisme humain dans le bassin du fleuve Sénégal (Sénégal). *Ann Soc Belg Med Trop* 65:171–9
32. 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