

# Etude de la transmission du paludisme dans une future zone d'essai vaccinal en forêt équatoriale du sud Cameroun.

J. Y. Meunier (1), I. Safeukui (2), D. Fontenille (1) & C. Boudin (1)

(1) I.R.D. (Institut de recherche pour le développement :ex-ORSTOM),LAF 302, O.C.E.A.C., B.P. 288, Yaoundé,Cameroun.

(2) Université de Yaoundé I,LAF 302, O.C.E.A.C., B.P. 288, Yaoundé,Cameroun.

Manuscrit n° 2050. "Parasitologie". Reçu le 16 mars 1999. Accepté le 9 juin 1999.

**Summary: Malaria Transmission Study for a Future Antigamete Vaccine Trial in a South Cameroonian Rain Forest Area.**

*In order to describe malaria transmission in a future antigamete vaccine trial area, a longitudinal entomological study was conducted, together with parasitological and immunological surveys, from June 1997 to May 1998 in two nearby villages in a tropical rain forest area 100 km east of Yaoundé. Koundou is located along the main road in an open and degraded environment combining cultivated lands and forests ; Ebolakounou is located 5 km from the road in forest surroundings. Indoor mosquito night catches on human volunteers were performed twice a month, in ten houses. We determined the entomological infection rate as 176 infected bites per human per year in Koundou (47,7% for An. moucheti, 47,3% for An. gambiae and 5% for An. funestus) and only 17,7 infected bites/human/year in Ebolakounou, with An. gambiae only. Transmission appears to be ten times higher in the village situated in a degraded environment than in the village situated in the rainforest.*

**Résumé :**

*Pour préparer une future zone d'essai d'un vaccin antigamète, nous avons réalisé, conjointement avec des études parasitologiques et immunologiques, une étude entomologique longitudinale de juin 1997 à mai 1998, à 100 km à l'est de Yaoundé, dans deux villages proches en zone forestière équatoriale du sud Cameroun. Koundou est situé au bord de l'axe routier en milieu forestier ouvert et dégradé avec, en mosaïque au sein de la forêt, des cultures vivrières ou de rente. Ebolakounou est situé à 5 km de la route dans un milieu forestier plus fermé avec très peu de grandes parcelles cultivées. Les récoltes de moustiques ont été faites bimensuellement, avec des captureurs volontaires à l'intérieur de dix maisons, ce qui nous a permis d'observer 176 piqûres infectées/homme/an à Koundou (47,7 % pour An. moucheti, 47,3 % pour An. gambiae et 5 % pour An. funestus) et seulement 17,7 piqûres/homme/an à Ebolakounou, uniquement imputable à An. gambiae. La transmission est donc dix fois plus intense dans le village à l'environnement dégradé par rapport à celui situé en zone forestière.*

*malaria  
transmission  
An. gambiae  
An. moucheti  
forest  
Koundou  
Ebolakounou  
Cameroun  
Sub-Saharan Africa*

*paludisme  
transmission  
An. gambiae  
An. moucheti  
forêt  
Koundou  
Ebolakounou  
Cameroun  
Afrique intertropicale*

## Introduction

Une étude de la transmission du paludisme a été menée dans deux villages représentatifs des deux faciès écologiques rencontrés dans une future zone d'essai vaccinal située en forêt équatoriale et qui semblait, *a priori*, relativement homogène vis-à-vis de cette transmission. Le premier village est situé au bord d'un axe routier dont la récente construction a entraîné une déforestation importante ainsi que la création de nombreux bas-fonds de part et d'autre de la route. Le second est situé à 5 km de cet axe goudronné en zone de forêt équatoriale. Les modifications écologiques de l'environnement, même à une échelle réduite, pouvant être responsables de perturbations importantes des populations de vecteurs et par là-même des maladies à transmission vectorielle (3, 18), il nous a donc semblé nécessaire d'entreprendre une étude entomologique pour savoir si la construction de cette route avait

eu des répercussions sur la transmission du paludisme et dans quelle proportion. Cette étude s'intègre, en outre, dans des recherches plus générales sur la transmission moustique-homme et homme-moustique du paludisme ainsi que sur l'immunité bloquant la transmission (2), en vue de participer à un futur essai vaccinal antigamète dans cette zone de paludisme stable et hyperendémique de forêt équatoriale.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

L'étude a été menée à Koundou (307 hab.) et à Ebolakounou (619 hab.), deux villages situés au bord de l'axe goudronné Yaoundé-Ayos, à 100km à l'est de la capitale, dans une zone de forêt plus ou moins dégradée. Le climat est équatorial de type guinéen avec deux saisons sèches (juillet-août et décembre

à février) et deux saisons des pluies (mars à juin et septembre à novembre). La température oscille autour de 25°C et le taux d'humidité relative moyen varie de 60 % à 90 %.

Il a plu 1545mm pendant les 12 mois de notre étude et la moyenne sur les dix-huit dernières années a été de 1 466,1mm d'eau par an.

Le réseau hydrographique est dense, de nombreux bas-fonds et marécages sont présents sur le site et tout particulièrement à Koundou à la suite de la création de l'axe routier. Un petit ruisseau, le Ndjombo, alimente un bas-fond permanent à Koundou et une petite rivière coule à 4 km des deux villages choisis, le Mfoumou (figure 1).

## Méthodologie

L'étude s'est déroulée pendant un an, de juin 1997 à mai 1998, à raison de deux captures mensuelles dans dix cases (4 à Koundou et 6 à Ebolakounou, ce dernier village étant plus étendu). Les moustiques ont été capturés lorsqu'ils se posaient sur les jambes des captureurs volontaires (11) ; 2 équipes, de dix captureurs chacune, ont travaillé à l'intérieur des maisons sélectionnées, de 20 h à 1 h du matin, pour la première, et de 1 h à 6 h pour la seconde. Les captureurs subissaient une rotation permanente de cases, de la fraction de nuit et de coéquipier afin d'éviter tout biais dans les récoltes.

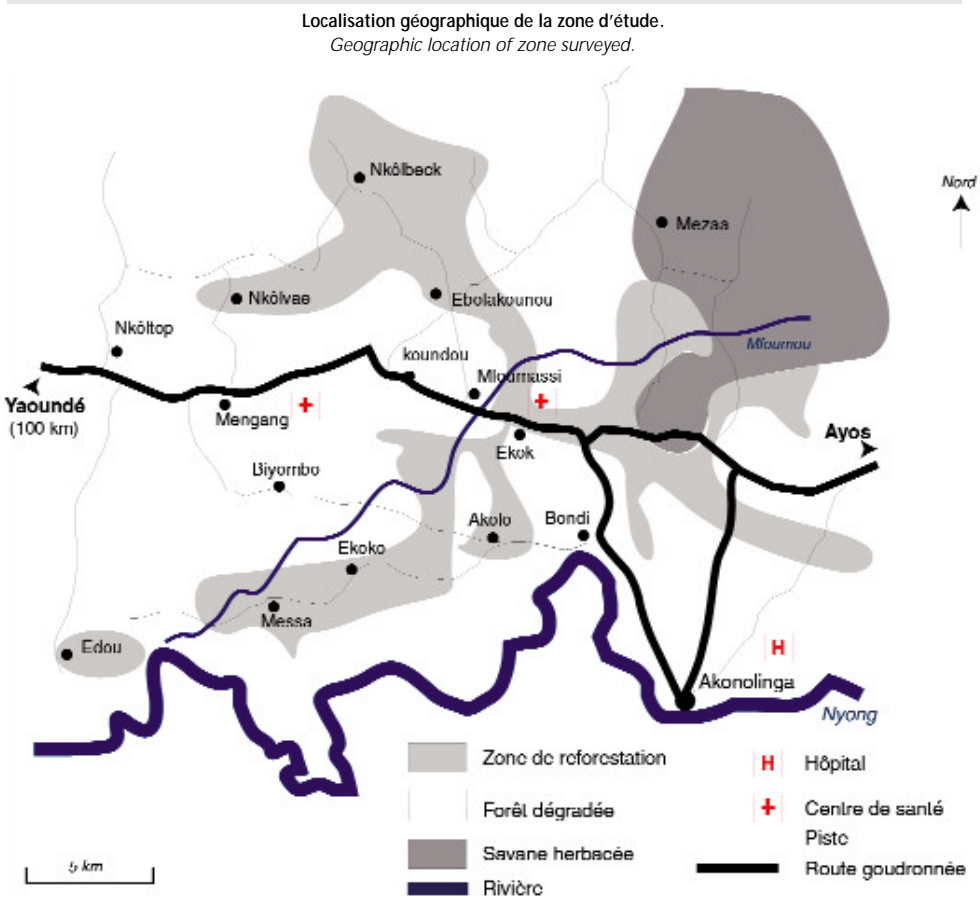
Les moustiques capturés étaient rangés dans des sacs par tranche horaire, ils étaient identifiés (6, 9) et les *Anopheles* étaient disséqués au laboratoire pour étudier la parturité (5) et rechercher la présence de sporozoïtes dans les glandes salivaires. La transmission a été évaluée pour chaque espèce et chaque village en multipliant le nombre d'*Anopheles* capturés par homme et par nuit (ma journalier) par l'indice sporozoïtique (s en %) afin d'obtenir un taux d'inoculation journalier moyen (h). Grâce aux deux captures, un indice mensuel moyen a pu être estimé (nombre de piqûres infectées par homme et par mois). L'indice h annuel est la somme des indices mensuels ; il permet d'évaluer le taux d'inoculation annuel.

## Résultats

Au total, 31387 *Culicidae* ont été collectés dans les deux villages durant 24 nuits de captures (240 hommes-nuits). Ces moustiques se répartissent comme suit : 4,4 % d'*Anopheles*, 91,4 % de *Mansonia*, 3,7 % de *Culex*, 0,5 % d'*Aedes* et 3 femelles de *Coquillettidia*, soit 131 piqûres de moustiques par homme et par nuit en moyenne, avec un ma moyen de 146 piqûres de moustiques/h/nuit à Koundou et de 120 à Ebolakounou.

Les *Mansonia* ont connu un essor très important durant la grande saison des pluies, à partir du mois d'août jusqu'en février où ils ont disparu presque totalement. Leur ma moyen sur l'année a été de 119,5 p/h/nuit, avec un maximum d'agressivité fin janvier 1998, avec 459 p/h/nuit.

Figure 1.



Les *Anopheles* ont pris le relais des *Mansonia* et ont été abondants de mars à juillet ; puis leurs effectifs se sont effondrés pendant toute la grande saison des pluies (sept. à nov.) et presque toute la grande saison sèche (déc. à fév.). Leur ma moyen sur l'année a été de 5,75 p/h/nuit, avec une agressivité maximum de 32 p/h/nuit en mai. Les espèces vectrices observées étaient, par ordre d'importance numérique, *Anopheles moucheti* (48,4 %), *An. gambiae* s.l. (43,6 %) et *An. funestus* (8 %).

Des *An. namibiensis* et des *An. paludis* furent récoltés sporadiquement (1 % de l'effectif anophélien total) mais aucun n'avait de glandes salivaires infectées.

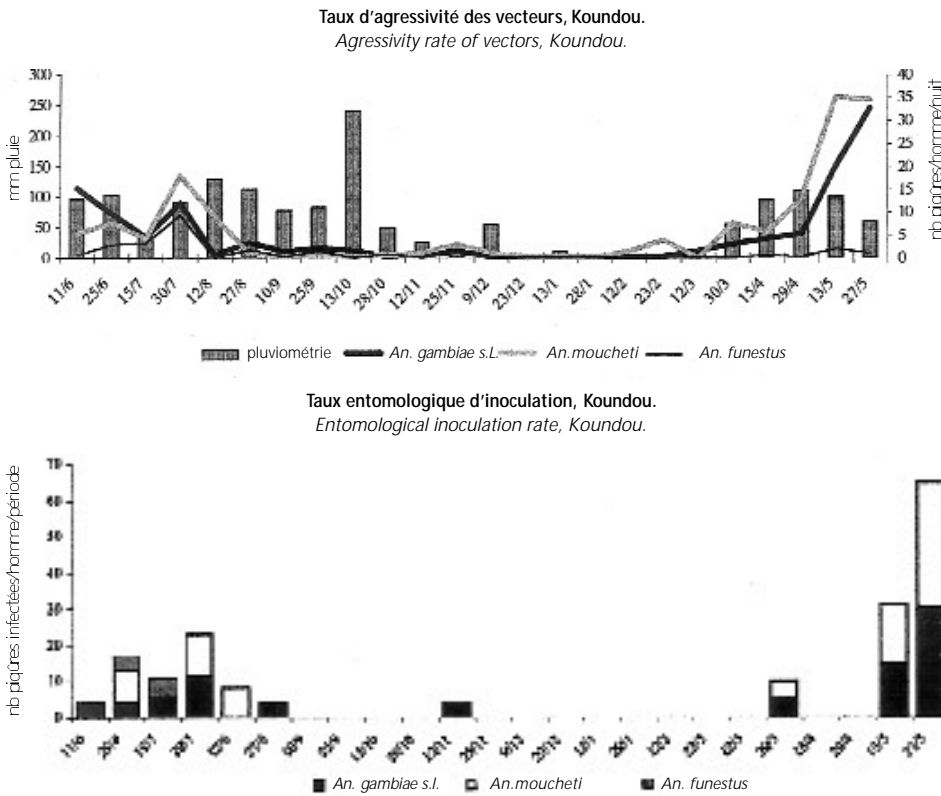
Les taux de parturité moyens étaient non significativement différents ( $\chi^2$  de 0,10 ;  $p = 0,75$ ) entre *An. moucheti* et *An. gambiae* (81,1 % et 80,4 % de pares respectivement), sans variations saisonnières importantes. Par contre, la densité des vecteurs et la transmission étaient nettement différentes entre Koundou et Ebolakounou (figures 2 et 3).

À Koundou, le ma journalier moyen était de 12,7 piqûres d'*Anopheles*, avec un maximum fin mai 1998 de 70 piqûres/h/nuit. On a observé une transmission palustre de mars à août avec un pic en mai de 95,6 piqûres infectées/h/mois. Aucune transmission n'a été décelée pendant les six mois suivants, à l'exception d'une petite reprise en novembre, en fin de grande saison des pluies. Un total annuel de 176,1 pi/h/an a été observé avec la répartition suivante : 83,3 pi/h/an pour *An. gambiae* s.l., 83,9 pi/h/an pour *An. moucheti* et 8,9 pi/h/an pour *An. funestus*.

À Ebolakounou, le ma journalier moyen a été de 1,1 piqûre d'*Anopheles*, avec un maximum de 10,3 p/h/nuit en mai. La transmission a été beaucoup plus restreinte dans le temps et moins intense avec 15,4 pi/h en mai et 2,3 pi/h en juin, soit 17,7 pi/h/an, fait uniquement imputable à *An. gambiae* s.l.

La transmission du paludisme a donc été dix fois plus importante à Koundou en milieu dégradé.

Figure 2.



raires et la reprise des populations d'*Anopheles* jusqu'au mois d'août, date à laquelle la grande saison des pluies rend ces gîtes impropres par lessivage et par manque d'ensoleillement dû au développement du couvert végétal. La reprise d'activité des *Anopheles* est moins marquée et plus tardive à Ebolakounou du fait, vraisemblablement, de l'environnement plus forestier. LE GOFF *et al.* avaient observé en 1993 (13) un profil similaire en zone typiquement forestière à Ngat avec *An. moucheti*.

Concernant la transmission, celle-ci est beaucoup plus intense et dure plus longtemps à Koundou. La différence d'environnement nous permet d'observer, avec 176 pi/h/an à Koundou et 17,7 pi/h/an à Ebolakounou, une transmission dix fois supérieure dans le village situé en milieu dégradé par rapport à celui situé en milieu forestier.

La disparition de la transmission pendant plusieurs mois, perçue par nos observations entomologiques, n'est, par contre, sûrement pas effective. Elle n'est plus quantifiable par nos enquêtes à cause de la faiblesse des effectifs des vecteurs mais elle est vraisemblablement permanente tout au long de l'année dans ce faciès équatorial (19), comme l'atteste la permanence de la morbidité paludéenne (BOUDIN, comm. pers.) et l'observation au mois de novembre d'une glande infectée sur dix *Anopheles* capturés.

## Discussion

Seules cinq espèces d'*Anopheles*, sur les 45 existantes (9), ont été capturées au cours de l'étude. Cet échantillon concorde néanmoins avec ceux des études précédentes faites au sud Cameroun (19) et il est représentatif des principales espèces vectrices de cette zone de forêt équatoriale (7).

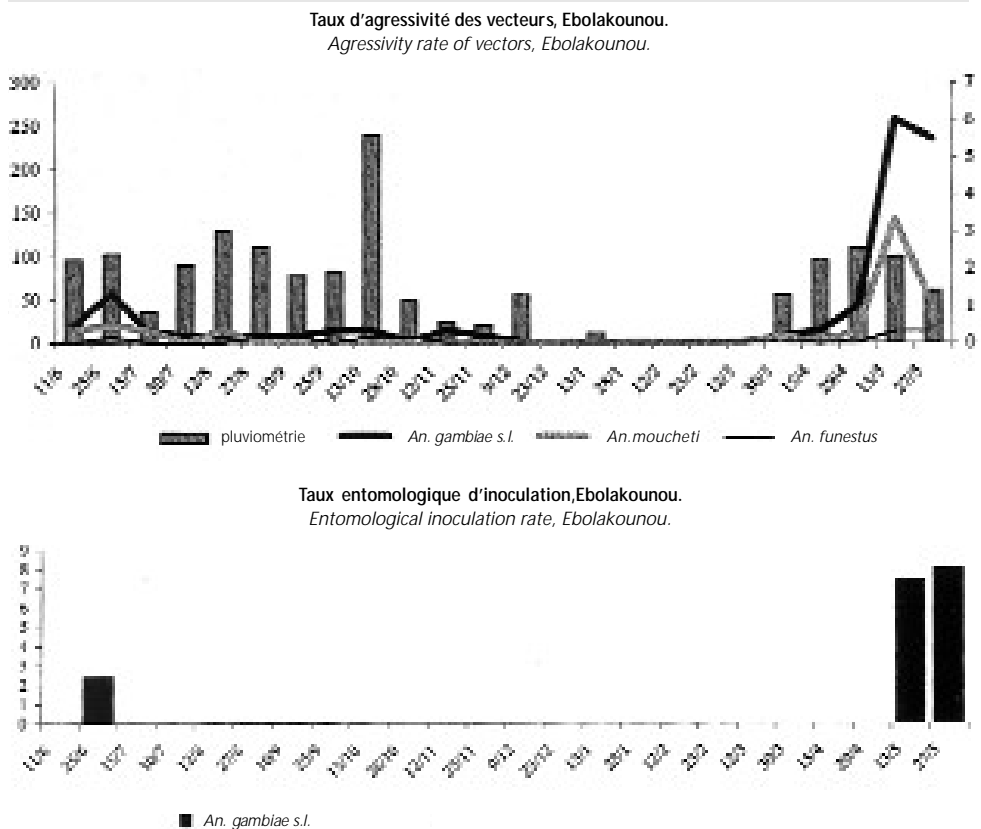
Nous n'avons pas pu caractériser l'espèce et le cytotype d'*Anopheles gambiae* s.l.; mais une étude de ROBERT *et al.* en 1992 (21) dans des localités voisines avait mis en évidence la présence exclusive d'*Anopheles gambiae* s.s. et du cytotype forêt. Nous pouvons raisonnablement supposer qu'il en est de même parmi les populations que nous avons pu récolter.

Pour ce qui est de la dynamique des populations de *Culicidae*, la chute brutale des populations de *Mansonia* en fin de saison sèche (février) s'explique par une baisse importante du niveau de l'eau dans les bas-fonds ainsi que par une reprise des activités de pêche avec enlèvement de la végétation aquatique. Les gîtes étant redevenus ensoleillés, ils sont, de nouveau, favorables au développement des *Anopheles*, surtout *An. moucheti* qui peut partager, en alternance, les mêmes gîtes que les *Mansonia* (8, 13).

À Koundou, dès la reprise des pluies en mars, on note la création de nombreux gîtes tempo-

ment pas effective. Elle n'est plus quantifiable par nos enquêtes à cause de la faiblesse des effectifs des vecteurs mais elle est vraisemblablement permanente tout au long de l'année dans ce faciès équatorial (19), comme l'atteste la permanence de la morbidité paludéenne (BOUDIN, comm. pers.) et l'observation au mois de novembre d'une glande infectée sur dix *Anopheles* capturés.

Figure 3.



À Koundou, une transmission équivalente entre *An. gambiae* s.l. et *An. moucheti* est observée; à Ebolakounou, seul *An. gambiae* s.l. a assuré la transmission (1, 14, 19, 22).

Nos observations rejoignent celles de ADAM en 1956 (1) et celles de LANGUILLON *et al.* (10) faites la même année, qui signalaient *An. gambiae* comme vecteur principal dans le sud Cameroun. Nous pouvons supposer que, depuis cette époque, les effectifs d'*An. gambiae* se sont accrus, ce vecteur profitant de la dégradation progressive de l'environnement forestier ainsi que de la création de voies de pénétration pour agrandir son implantation dans ce faciès écologique (19).

Ces observations sont, par contre, différentes de celles de LE GOFF *et al.* en 1993 (13), MANGA *et al.* en 1995 (15) & NJAN NLOGA *et al.* en 1993 (20), faites dans différents faciès écologiques du sud Cameroun qui signalaient que la transmission dans ces zones forestières était principalement assurée par *An. moucheti* et qu'*An. gambiae* n'était qu'un vecteur secondaire. CARNEVALE *et al.* en 1992 (4) et LE GOFF *et al.* en 1997 (12) signalent aussi *An. nili* comme vecteur principal près de la rivière Sanaga. *An. funestus*, lui, est décrit comme vecteur majeur à Etoa (Région de Yaoundé) par MANGA *et al.* en 1997 (16).

Nous pouvons donc observer, en examinant les nombreux travaux déjà réalisés dans cette zone, que les quatre vecteurs locaux importants peuvent tous être prépondérants suivant la localité et le biotope environnant. Nous pensons donc qu'il faut rester très prudent quant à l'affirmation de la prépondérance d'un vecteur sur un autre dans une zone aussi grande et aussi diversifiée écologiquement que la zone forestière sud-camerounaise.

La différence de nuisance culicidienne et de transmission du paludisme entre les deux villages étudiés aurait été favorisée, à Koundou, par la construction de l'axe goudronné Yaoundé-Ayos en 1994-1995, entraînant une anthropisation et une dégradation du milieu et permettant l'avancée de certains vecteurs majeurs du paludisme en forêt (17, 19). Deuxièmement, la création directe de marécages importants interviendrait aussi dans le développement des *Culicidae*: soit à cause des fosses d'emprunt créées pour se procurer du remblai, soit par barrage des voies d'écoulement naturelles des nombreux bas-fonds, par l'assise de la route, ces marécages étant des gîtes idéals pour les *Mansonia* et pour certaines espèces d'*Anopheles*.

## Conclusion

La transmission entomologique du paludisme, dans la zone forestière du centre et sud Cameroun, semble très polymorphe dans une région apparemment homogène sur le plan climatique et végétal et peut être très variable dans des lieux géographiquement très proches. Cette transmission est étroitement liée aux conditions de milieu et d'environnement dont dépendent les populations larvaires des *Anopheles*.

## Remerciements

Nous tenons à remercier M. MBENTENGAM Richard, T.S.S.P. détaché au Centre Pasteur de Yaoundé, qui nous a apporté sa collaboration, ainsi que MM BEYENE Roger, TCHIKANGWA Isaac, ATEBA BIDIMA Michel et NNOMO Lucas pour leur appui technique et leur aide, tant sur le terrain qu'au laboratoire. Nous voudrions aussi remercier les deux chefs de village, les captureurs et les populations locales qui nous ont permis de mener à bien cette étude, ainsi que Monseigneur AMA Jean-Baptiste, évêque d'Ebolowa-Kribi pour l'accueil très chaleureux qu'il a bien voulu nous réserver dans son village natal. Que M. NGOL ZAMBA Blaise, chef de la station météorologique de Yaoundé-ville soit remercié pour tous les renseignements qu'il a bien voulu nous fournir. Enfin que le Dr J. BRUNHES et l'équipe de taxinomie des vecteurs du centre I.R.D. de Montpellier trouvent ici l'expression de notre gratitude pour leur soutien constant et leur appui scientifique.

## Références bibliographiques

- ADAM JP - Note faunistique et biologique sur les *Anopheles* de la région de Yaoundé et la transmission du paludisme en zone forestière du sud Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot*, 1956, **49**, 210-220.
- BOUDIN C, BONNET S, TCHUINKAM T, GOUAGNA LC, GOUNOUJE R & MANGA L - L'évaluation des niveaux de transmission palustre : méthodologie et paramètres. *Méd Trop*, 1998, **58**, 69-75.
- CARNEVALE P, BOSSENSO MF, ZOULANI A, MICHEL R & MOLEZ JF - La dynamique de la transmission du paludisme humain en zone de savane herbeuse et de forêt dégradée des environs nord et sud de Brazzaville, R.P. du Congo. *Cah ORSTOM, Sér Entomol Méd Parasitol*, 1985, **23**, 95-115.
- CARNEVALE P, LE GOFF G, TOTO JC & ROBERT V - *Anopheles nili* as the main vector of human malaria in villages of southern Cameroon. *Med Vet Entomol*, 1992, **6**, 135-138.
- DETINOVA TS - Méthodes à appliquer pour classer par groupe d'âge les diptères présentant une importance médicale. OMS, n° 47, 1963, 220 pp. - sér des monographies.
- GILLIES MT & COETZEE M - A supplement to the *Anophelinae of Africa south of the Sahara*. Publication of the south african institute for medical research, n° 55, 1987.
- HAMON J, CHAUVET G & MOUCHET J - Quelques aspects de l'écologie des vecteurs du paludisme humain en Afrique. *Cah ORSTOM, Sér Entomol Méd Parasitol*, 1963, **1**, 5-12.
- HAMON J & MOUCHET J - Les vecteurs secondaires du paludisme humain en Afrique. *Méd Trop*, 1961, **21**, 643-660.
- HERVY JP, LE GOFF G, GEOFFROY B, HERVE JP, MANGA L & BRUNHES J - Les *Anopheles* de la région tropicale. Logiciel d'identification et d'enseignement ORSTOM/OCEAC, 1998.
- LANGUILLON J, MOUCHET J, RIVOLA E & RATEAU J - Contribution à l'étude de l'épidémiologie du paludisme dans la région forestière du Cameroun. Paludométrie, espèces plasmodiales, anophélisme, transmission. *Méd Trop*, 1956, **16**, 347-378.
- LE GOFF G, CARNEVALE P, FONDJO E & ROBERT V - Comparison of three sampling methods of man-biting anophelines in order to estimate the malaria transmission in a village of south Cameroon. *Parasite*, 1997, **4**, 75-80.
- LE GOFF G, CARNEVALE P & ROBERT V - Low dispersion of anopheline malaria vectors in the african equatorial forest. *Parasite*, 1997, **2**, 187-189.
- LE GOFF G, TOTO JC, NZEYIMANA I, GOUAGNA LC & ROBERT V - Les moustiques et la transmission du paludisme dans un village traditionnel du bloc forestier sud-camerounais. *Bull Liais Doc OCEAC*, 1993, **26**, 133-137.
- MANGA L, BOUCHITÉ B, TOTO J C & FROMENT A - La faune anophélienne et la transmission du paludisme dans une zone de transition forêt-savane du centre du Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot*, 1997, **90**, 128-130.
- MANGA L, TOTO JC & CARNEVALE P - Malaria vectors and transmission in an area deforested for a new international airport in southern Cameroon. *Ann Soc Belge Méd Trop*, 1995, **75**, 43-49.
- MANGA L, TOTO JC, LE GOFF G & BRUNHES J - The bionomics of *Anopheles funestus* and its role in malaria transmission in a forested area in southern Cameroon. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1997, **91**, 387-388.
- MOUCHET J - Influence des fleuves sur la biologie d'*Anopheles gambiae* pendant la saison sèche dans le sud Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot*, 1962, **55**, 1163-1170.
- MOUCHET J & CARNEVALE P - Impact des transformations de l'environnement sur les maladies à transmission vectorielle. *Cah santé*, 1997, **7**, 263-269.
- MOUCHET J, CARNEVALE P, COOSEMANS M, FONTENILLE D, RAVAONJANAHARY C *et al.* - Typologie du paludisme en Afrique. *Cah santé*, 1993, **3**, 220-238.
- NJAN NLOGA A, ROBERT V, TOTO JC & CARNEVALE P - *Anopheles moucheti* vecteur principal du paludisme au sud Cameroun. *Bull Liais Doc OCEAC*, 1993, **26**, 63-67.
- ROBERT V, PETRARCA V, LE GOFF G & MANGA L - Quelques données cytogénétiques sur le complexe *Anopheles gambiae* au sud Cameroun. *Bull Liais Doc OCEAC*, 1993, **26**, 99-101.
- SERVICE MW, MARTIN SJS & INVEST JF - *Anopheles moucheti* Evans as a malaria vector in Gabon. *Cah ORSTOM, Sér Entomol Méd Parasitol*, 1977, **15**, 263-264.