

ÉPIDÉMIOLOGIE

Épidémiologie du paludisme dans le sud-ouest forestier de la Côte d'Ivoire (région de Tai).

I. Nzeyimana (1, 2), M-C. Henry (1, 2), J. Dossou-Yovo (1), J. M. C. Doannio (1), L. Diawara (3) & P. Carnevale (1, 2)

(1) Centre Pierre Richet, 01 B.P. 1500, Bouaké 01, Côte d'Ivoire. Fax : (225) 31 63 27 38. E-mail: I.Nzeyimana :nze.inno@caramail.com

(2) Institut de recherche pour le développement (IRD), Bouaké, Côte d'Ivoire.

(3) Centre d'entomologie médicale et vétérinaire, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Manuscrit n°2344. "Epidémiologie". Reçu le 6 août 2001. Accepté le 19 février 2002.

Summary: Malaria epidemiology in the south-western forest area of Côte d'Ivoire (Region of Tai).

An epidemiological study on malaria was undertaken between July 1995 and July 1996 in two villages (Zaipobly and Gahably) and their encampments (Kouassikro, Hamanikro and Konankro), in the south-western forest area of Côte d'Ivoire (region of Tai).

The parasitological scheme comprised a total of 2023 tests performed on children aged from 0 to 14 years. The species found were Plasmodium falciparum, P. malariae and P. ovale with a proportion of 84%, 14% and 2% respectively. The global parasite prevalence of all Plasmodium species was 85% and malaria was holoendemic. The average parasitic density decreased progressively as the age increased, in contrast to the plasmodic index which did not vary. All the malarial indexes were similar in the villages and their encampments. Only overall fever prevalence was permanent and in all age groups it was higher in the encampments than in the villages.

The entomological findings showed that transmission was permanent and intense throughout the year, with a recrudescence during the rainy season. Transmission was attributed to Anopheles gambiae s.l. in 85% of the cases whereas An. funestus played a secondary role. The average sporozoitic index was 7.6% and varied between 1.1% and 16.7%. The entomological inoculation rate was of 400 infected bites per person-year for An. gambiae s.l.

In such conditions of intense transmission, acquisition of premunition starts at a very early age. This assertion is verified by the average parasite density and the frequency of high parasitic densities which were at their maximum between 1 and 4 years of age and decreased thereafter as the age increased.

The paludometric and entomologic indexes obtained are the most elevated ever to have been observed in Côte d'Ivoire, as a result of considerable ecological changes linked to the deterioration of the forest environment over the past 30 years. This deterioration has probably been caused by demographic pressure resulting from internal and foreign immigration to the Tai region and more especially by the influx of Liberian refugees.

Résumé :

Une étude épidémiologique sur le paludisme a été réalisée de juillet 1995 à juillet 1996 dans deux villages et trois campements du sud-ouest forestier de la Côte d'Ivoire (région de Tai), à raison de six enquêtes transversales entomologiques et parasitologiques répétées tous les deux mois.

Au plan parasito-clinique, 390 enfants âgés de 0 à 14 ans ont participé de manière exhaustive aux enquêtes. Les espèces rencontrées ont été Plasmodium falciparum, P. malariae et P. ovale, dans les proportions respectives de 84 %, 14 %, et 2 %. La prévalence parasitaire globale pour toutes les espèces plasmodiales a été de 85 %. Les densités parasitaires moyennes ont diminué au fur et à mesure que l'âge augmentait, contrairement à l'indice plasmodique qui n'a pas varié en fonction de l'âge. Les indices paludométriques ont été comparables dans les villages et les campements. Seule la prévalence des fièvres en général a été, en permanence et dans toutes les tranches d'âge, plus élevée dans les campements que dans les villages.

Au plan entomologique, la transmission a été permanente et intense durant toute l'année, avec une recrudescence en saison des pluies. Elle a été essentiellement assurée dans 85 % des cas par Anopheles gambiae s.s., l'autre vecteur étant An. funestus. L'indice sporozoïtique moyen de An. gambiae a été de 7,6 % avec un maximum de 16,7 % en saison sèche. Le taux d'inoculation entomologique a été de 400 piqûres infectantes par homme et par an pour An. gambiae.

Les indices paludométriques et entomologiques sont les plus élevés jamais observés en Côte d'Ivoire et caractérisent une situation d'holoendémie palustre. Ils résultent des bouleversements écologiques considérables liés à la dégradation de l'environnement forestier au cours des 30 dernières années. Cette dégradation est vraisemblablement imputable à la pression démographique consécutive à l'immigration de populations ivoiriennes et étrangères dans la région de Tai et notamment à l'afflux des réfugiés libériens.

An. gambiae s.s.
An. funestus
malaria
epidemiology
deforestation
Côte d'Ivoire
(Ivory coast)
Sub-Saharan Africa

An. gambiae s. s.
An. funestus
paludisme
épidémiologie
déforestation
Côte d'Ivoire
Afrique intertropicale

Introduction

Il existe, dans la littérature, peu de données sur l'épidémiologie du paludisme dans le Sud-Ouest forestier de la Côte d'Ivoire. Presque toutes les études sont des observations entomologiques effectuées il y a quelques décennies (8, 17, 21), à l'exception d'une enquête ponctuelle de la prévalence plasmodiale menée en 1989 dans la région de Taï (23). Or, le sud-ouest forestier ivoirien connaît, depuis une trentaine d'années, un bouleversement économique important. Cet ancien "désert humain", aux potentialités économiques considérables (forestières et agricoles), a été intégré depuis 1965 dans les programmes nationaux de développement. Ceux-ci ont mis en valeur les terres et ont contribué au peuplement de la région par l'immigration. Par ailleurs, toute la région frontalière avec le Libéria a été occupée de 1989 à 1995 par des réfugiés libériens fuyant la guerre civile. Dans la sous-préfecture de Taï, la densité démographique est passée de 3 habitants au km² en 1971 à 30 habitants au km² en 1988; en 1991, elle a atteint 57 habitants au km² (4). Le besoin croissant de la population en ressources alimentaires a entraîné un processus de dégradation importante de l'environnement forestier.

Les actions de l'homme sur l'environnement, ainsi que les flux migratoires, sont des facteurs importants dont il faut tenir compte dans la transmission du paludisme. En effet, le premier facteur crée les conditions écologiques favorables aux populations anophéliennes, tandis que le second contribue au transfert de nouveaux variants parasitaires (6). La présente étude fait le point sur la situation épidémiologique du paludisme dans cette région de Taï soumise à des bouleversements écologiques considérables.

Matériel et méthodes

La zone d'étude

La zone d'étude est située dans une région de forêt tropicale humide, entre le Parc national de Taï et la rivière Cavally, au sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle se trouve entre 5° et 6° de latitude Nord et entre 6°30' et 7°30' de longitude Ouest. L'étude a été menée dans deux villages (Zaïpobly et Gahably) et dans trois de leurs campements (Kouassikro, Hamanikro et Konankro). Les villages de Zaïpobly (373 habitants) et Gahably (440 habitants) sont principalement habités par les autochtones Guéré mais aussi par des immigrants Mossi venant du Burkina Faso et quelques familles allochtones Dioula et Sénoufo. Leurs campements sont occupés par des familles Baoulé et Mossi. Les populations vivent de cultures vivrières (maïs, riz pluvial) et de rente (café, cacao, cola). Les villages et le campement le plus important (Kouassikro) disposent de caisses villageoises de médicaments. De 1989 à 1995, les populations des deux villages ont accueilli en grand nombre les réfugiés libériens.

Les précipitations annuelles sont d'allure bimodale et atteignent environ 1900 mm. La saison des pluies s'étend de mars à novembre avec un ralentissement des précipitations en juillet et en août. Les mois de décembre à février sont 3 à 4 fois plus secs que les autres mois, avec une pluviométrie mensuelle inférieure à 100 mm. Les données pluviométriques utilisées dans l'étude ont été récoltées quotidiennement à Zaïpobly où un pluviomètre a été installé par l'université agronomique de Wageningen aux Pays-Bas.

Les enquêtes transversales

Les enquêtes transversales parasitologiques et entomologiques ont été effectuées tous les deux mois, de juillet 1995 à juillet 1996. Au plan éthique, l'étude a reçu l'accord du Ministère de la santé de la République de Côte d'Ivoire.

Après un recensement des familles dans les deux villages et les trois campements et après avoir obtenu le consentement éclairé de leurs parents ou tuteurs, 390 enfants âgés de 0 à 14 ans ont participé de manière exhaustive aux enquêtes parasitologiques. À chaque enquête, le médecin aidé de 2 agents de santé villageois a examiné chaque enfant et a systématiquement recherché une fièvre (température axillaire 37,5 °C). Il a également prélevé une goutte épaisse (GE). Tous les enfants malades ont été gratuitement traités en fonction du diagnostic établi cliniquement. Les GE colorées au Giemsa sur le terrain ont été examinées au microscope optique (grossissement 10 x 100) à l'Institut Pierre Richet à Bouaké. Les espèces plasmodiales ont été identifiées. La numération des parasites pour 200 globules blancs a été effectuée pour chaque espèce plasmodiale. Cette numération a été ensuite ajustée au nombre de parasites/μL de sang en admettant 8000 globules blancs/μL. Le contrôle des lectures a été effectué sur 10% des préparations tirées au sort. Ces données ont permis de calculer les indices paludométriques classiques (2): les indices plasmodique et gamétocytaire, la densité parasitaire moyenne de *P. falciparum* et la formule plasmodiale. La fréquence des hautes densités parasitaires (HDP) de *P. falciparum* (10000 formes asexuées (f.a.)/μL) a été également recherchée. En outre, en mai 1996, un prélèvement complémentaire de sang a été effectué pour identifier les espèces plasmodiales par la technique de polymérase chain reaction [PCR] (13). Ces analyses ont été effectuées par le département d'entomologie de l'université agronomique de Wageningen aux Pays-Bas. Un épisode palustre a été défini comme une hyperthermie (37,5 °C) associée à une densité parasitaire supérieure ou égale aux seuils diagnostiques de densité parasitaire calculés dans le même écosystème forestier de Côte d'Ivoire. Ces seuils atteignent 5000, 1000 et 500 formes asexuées de *P. falciparum*/μL, respectivement pour les enfants âgés de 0 à 4 ans, de 5 à 9 ans et de 10 à 14 ans (28).

L'évaluation de la transmission du paludisme a été réalisée dans les villages, à Zaïpobly et à Gahably. Elle a été basée sur la récolte des moustiques anthropophiles en captures de nuit sur sujets humains (sous prophylaxie antipalustre et vaccinés contre la fièvre jaune) à l'intérieur des habitations (16). Trois points de capture ont été utilisés pendant toute la durée de l'étude dans chaque village. À chaque passage, les captures ont été effectuées de 18 heures à 6 heures le lendemain, pendant trois jours consécutifs. Les anophèles ont été identifiés au moyen de la clé de GILLES et DE MEILLON (15). Les sporozoïtes ont été recherchés dans les glandes salivaires, à l'état frais, entre lame et lamelle dans une goutte d'eau physiologique. L'agressivité est caractérisée par l'indice d'agressivité; celui-ci est égal au nombre de piqûres reçues par homme et par nuit (PHN). L'indice sporozoïtique correspond à la proportion de femelles porteuses de sporozoïtes parmi les femelles dont les glandes salivaires ont été examinées. Le taux d'inoculation entomologique (TIE) est déterminé par le produit du taux de piqûres par l'indice sporozoïtique et est exprimé en piqûres infectantes par homme et par nuit. Ces différents paramètres ont été déterminés pour chaque espèce vectrice capturée.

L'analyse statistique

Les données ont été saisies dans une base de données Excel® et analysées à l'aide du logiciel SPSS 8.0. Le test de χ^2 avec la correction de continuité de Yates a été utilisé pour comparer deux proportions, l'écart-réduit (test Z) pour comparer deux moyennes et le test de Kruskal-Wallis (test K) pour comparer plusieurs moyennes. La corrélation entre les variables a été calculée par le test de Bravais-Pearson (r) ou, dans le cas de petits échantillons, par le test du coefficient de corrélation des rangs de Spearman (r'). La tendance entre plusieurs proportions a été recherchée par le test du χ^2 de tendance (1). Les tests statistiques utilisés étaient bilatéraux, avec un risque d'erreur de 5 %.

La densité parasitaire moyenne a été calculée en utilisant la moyenne géométrique des densités parasitaires (MGDP) après transformation logarithmique, avec addition d'une unité pour parer au problème des valeurs nulles (14). Pour l'analyse des données en fonction de l'âge, la stratification par groupes d'âge révolu, proposée par BRUCE-CHWATT (7) et recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (25), a été utilisée.

Résultats

Les indices paludométriques

Parmi les 2023 examens réalisés chez les enfants de 0 à 14 ans, 45 % ont été effectués chez les enfants âgés de 0 à 4 ans. Il y a eu 1085 examens dans les campements et 938 dans les villages (tableau I). Le tableau II montre la distribution des indices paludométriques en fonction des enquêtes.

La formule plasmodiale montre que *Plasmodium falciparum* est de loin l'espèce prédominante avec 99 %, suivie par *P. malariae*, 16 % et *P. ovale*, 2 % (tableau II). L'indice plasmodique global pour toutes les espèces plasmodiales est de 85 % et reste constant quel que soit l'âge ($p = 0,07$) (figure 1). Chez les enfants de moins de 1 an, il est de 80 %. Notons que l'identification des parasites par la méthode PCR en mai 1996 a permis d'atteindre un indice plasmodique de 98 %, alors que

Tableau I.

Distribution des enfants examinés de juillet 1995 à juillet 1996 en fonction de l'âge et des sites (2 villages & 3 campements) dans la région forestière de Taï (Côte d'Ivoire).

Distribution of children examined from July 1995 to July 1996 according to age and site (2 villages and 3 encampments) in the forest area of Taï (Côte d'Ivoire).

âge (années)	< 1	1	2-4	5-9	10-14	total
villages	60	79	274	348	177	938
campements	38	75	378	435	159	1085
total	98	154	652	783	336	2023

Tableau II.

Distribution des indices paludométriques en fonction des enquêtes effectuées chez les enfants de 0 à 14 ans de 2 villages et 3 campements de la région forestière de Taï (Côte d'Ivoire).

Distribution of paludometric indexes according to survey conducted in children from 0 to 14 years in 2 villages and 3 encampments in the forest area of Taï (Côte d'Ivoire).

mois	N enfants	indice plasmodique %	PHDP %	formule plasmodiale %			MGDP de P.f. f.a./ μ L [IC 95%]	indice gamétocytaire %
				P.f.	P.m.	P.o.		
juillet 95	362	84	9	97	18	4	298 [218-407]	13
octobre 95	384	90	8	100	18	4	641 [495-830]	5
janvier 96	381	77	6	96	25	0	173 [124-239]	9
mars 96	317	96	6	100	12	0	443 [355-552]	6
mai 96	307	87	6	100	6	1	222 [164-300]	12
juillet 96	272	74	3	99	15	1	86 [60-122]	7
total	2023	85	6	99	16	2	268 [236-303]	9

PHDP: Proportion des hautes densités parasitaires (10000 f.a./ μ L)

P.f.: Plasmodium falciparum ; P.m.: Plasmodium malariae ; P.o.: Plasmodium ovale

MGDP: moyenne géométrique des densités parasitaires

f.a./ μ L: nombre de formes asexuées par microlitre de sang

l'identification microscopique avait montré une prévalence de 87 %.

La densité parasitaire moyenne est de 268 [236-303] formes asexuées (f.a.) de *P. falciparum*/ μ L. Elle présente une valeur maximale entre 1 et 4 ans (fig. 1). À partir de cet âge, elle diminue quand l'âge augmente ($p = 0,001$). La proportion des hautes densités parasitaires est de 6 %. Elle diminue après 1 an (p

Figure 1.

Variations de l'indice plasmodique (I.P.), de la proportion des hautes densités parasitaires (10.000 f.a./ μ L - HDP), de la moyenne géométrique des densités parasitaires (MGDP) de *P. falciparum* en fonction de l'âge des enfants examinés dans les villages et campements de la région de Taï (Côte d'Ivoire).

Variations of the malarial index (IP), of the proportion of high parasitic densities (10.000 f.a./ μ L-HDP), of the geometric average of parasitic densities (MGDP) of *P. falciparum* according to age of examined children in villages and encampments in the area of Taï (Côte d'Ivoire).

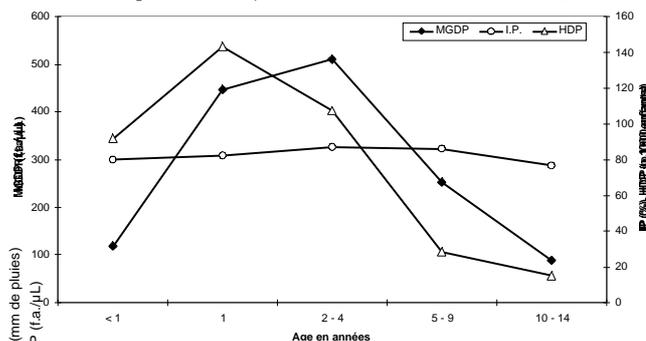
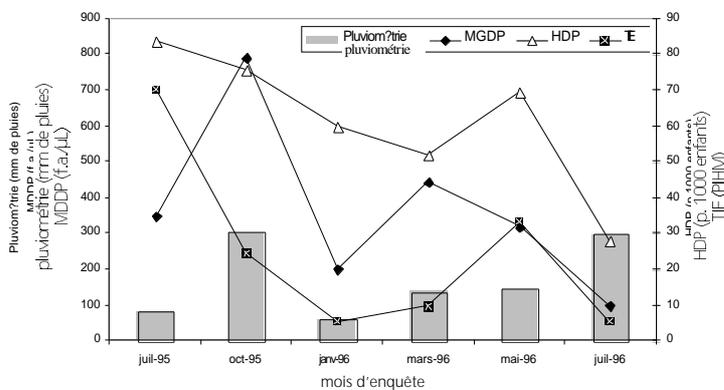


Figure 2.

Variations mensuelles de la pluviométrie, de la fréquence des hautes densités parasitaires (10.000 f.a./ μ L - HDP), de la moyenne géométrique des densités parasitaires (MGDP) de *P. falciparum* et du taux mensuel d'inoculation entomologique (TIE, exprimé en piqûres infectées par homme et par mois - PIHM), dans deux villages de la région forestière de Taï (Côte d'Ivoire).

Monthly variations in rainfall metrics, frequency of high parasitic density (10.000 f.a./ μ L - HDP), geometric average of parasitic density (MGDP) of *P. falciparum* and monthly inoculation rate.



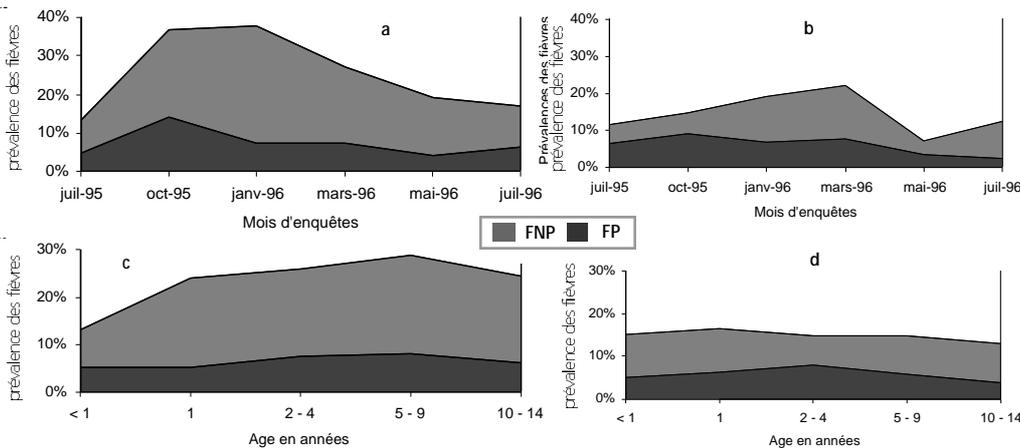
= 2.10⁻⁴), passant de 14 % à 1 an à 1 % entre 10 et 14 ans (figure 1).

L'indice gamétocytaire global pour toutes les espèces plasmodiales est de 9 %.

Les variations saisonnières des indices paludométriques, comme l'indice plasmodique et la densité parasitaire moyenne, sont marquées. Leurs valeurs sont plus élevées pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche ($p < 0,001$). Cependant, aussi bien dans les villages que dans les campements, on note une réduction considérable de la prévalence des hautes densités et de la densité parasitaire moyenne en juillet 1996 (figure 2), qui est un mois très pluvieux. En ce qui concerne les indices d'infection par espèce, les infections par *P. malariae* sont plus fréquentes en janvier (25 %) que pendant les mois pluvieux (14%) ($p < 0,001$). En revanche, les infections

Figure 3.

Prévalences des fièvres (37,5°C) palustres (FP) et non palustres (FNP) en fonction des enquêtes (a & b) et de l'âge des enfants examinés (c & d), dans 3 campements (a & c) et 2 villages (b & d) de la région forestière de Taï (Côte d'Ivoire).
Prevalence of malarial (FP) and non malarial fever (FNP) (37.5°C) according to survey (a & b) in 3 camp sites (a & c) et 2 villages (b & d) in the forest region of Taï (Côte d'Ivoire).



dues à *P. falciparum* sont plus fréquentes pendant les pluies (99 %) qu'en janvier (96 %) ($p < 0,001$). Quant à l'indice gamétoctaire, une variation saisonnière n'a pas été mise en évidence ($p = 0,09$).

Les villages et les campements ont des indices paludométriques voisins. La formule plasmodiale, la moyenne géométrique des densités parasitaires (MGDP), la fréquence des HDP et l'indice gamétoctaire sont comparables ($p > 0,05$).

La prévalence des fièvres (figure 3)

La prévalence des fièvres en général est de 21 %. Dans les campements, elle est plus élevée au mois de janvier (38 %, $n = 230$) que pendant les mois plus pluvieux (23 %, $n = 855$) ($p = 7.10^{-6}$) alors qu'elle ne varie pas avec les saisons ($p = 0,09$). Globalement, elle est plus élevée dans les campements (26 %) que dans les villages (15 %) ($p = 10^{-6}$) et cela dans toutes les tranches d'âge. Mais au niveau des campements, elle est plus faible à Kouassikro qui dispose d'une caisse villageoise de médicaments (21,4 %, $n = 495$) que dans les deux campements qui n'en disposent pas (30,3 %, $n = 590$) ($p < 0,001$).

La prévalence des fièvres palustres chez tous les enfants examinés est de 7 % et ne diffère pas entre les villages et les campements ($p = 0,22$). Il n'y a pas de variation saisonnière des fièvres palustres ($p = 0,67$).

Les résultats entomologiques (tableau III)

Au total, 126 hommes-nuits de capture ont été effectués dans les deux villages. Les deux espèces vectrices du paludisme identifiées ont été *Anopheles gambiae* s.s. Giles 1902 et *An. funestus* Giles 1900.

Les taux d'agressivité de *An. gambiae* s.s. le plus élevé a été enregistré en mai et en juillet. Le taux le plus bas a été observé en janvier. Le taux d'agressivité moyen a été de 14,3 piqûres par homme et par nuit (PHN). La dissection des glandes salivaires a montré que les femelles de cette espèce sont constamment porteuses de sporozoïtes. Les indices sporozoïtiques varient entre 1,1 % ($n = 174$) en juillet et 16,7 % ($n = 36$) en janvier, au moment des faibles densités du vecteur, avec une moyenne annuelle de 7,6 % ($n = 1263$) pour la période d'étude.

Tableau III.

Distribution des paramètres entomologiques selon les enquêtes menées de juillet 1995 à juillet 1996, dans 2 villages (Zaipobly et Gahably), de la région forestière de Taï (Côte d'Ivoire).

Distribution of entomological parameters according to survey conducted from July 1995 to July 1996 in 2 villages (Zaipobly and Gahably), in the forest area of Taï (Côte d'Ivoire).

enquêtes	densité agressive (PHN)		indice sporozoïtique (%)		TIE (PIHN)	
	<i>An. gambiae</i>	<i>An. funestus</i>	<i>An. gambiae</i> (N)	<i>An. funestus</i> (N)	<i>An. gambiae</i>	<i>An. funestus</i>
juillet 95	19,7	3,7	12,0 (457)	4,9 (183)	2,36	0,18
octobre 95	8,1	3,1	8,4 (203)	4,5 (89)	0,68	0,14
janvier 96	1,1	0,7	16,7 (36)	0,0 (24)	0,18	0,00
mars 96	6,1	3,1	6,6 (76)	1,0 (98)	0,40	0,03
mai 96	34,3	2,7	3,5 (317)	0,0 (51)	1,20	0,00
juillet 96	11,0	1,3	1,1 (174)	3,8 (26)	0,12	0,05
résultat global	14,3	2,6	7,6 (1263)	3,2 (471)	1,09	0,08

TIE: taux d'inoculation entomologique ; PHN: nombre de piqûres par homme et par nuit
PIHN: nombre de piqûres infectées par homme et par nuit

Le taux d'agressivité de *An. funestus* est plus faible que ceux de *An. gambiae* s.s. dans les deux localités. Ce taux moyen annuel d'agressivité a été estimé à 2,6 PHN, avec un taux minimum de 0,7 PHN au mois de janvier. L'indice sporozoïtique moyen est de 3,2 % ($n = 471$).

La transmission du paludisme est essentiellement assurée par *An. gambiae* s.s. avec une moyenne de 1,1 piqûre infectante par homme par nuit (PIHN). Cette espèce est responsable d'une transmission permanente, très élevée pendant la saison

des pluies de mai à octobre (0,7 à 2,5 PIHN) et modérée pendant la saison sèche (0,2 à 0,4 PIHN). *An. funestus* assure une transmission à peine mesurable dans les deux localités, avec une moyenne de 0,1 PIHN. En associant le rôle des deux vecteurs, ce sont en moyenne 427 piqûres infectantes que reçoit chaque habitant de ces localités pendant une année.

La relation entre la transmission et les indices parasitocliniques

Dans les villages, la fréquence des hautes densités parasitaires a une corrélation positive significative avec le TIE ($r' = 0,94$; $p < 0,05$) (figure 2). En outre, les variations saisonnières de la densité parasitaire moyenne se montrent étroitement corrélées à celles du taux d'inoculation entomologique. Après avoir atteint des valeurs maximales en saison des pluies (en juillet 1995 pour le TIE et en octobre 1995 pour la MGDP), les deux indices diminuent fortement et atteignent des valeurs minimales en janvier 1996 pendant la saison sèche. Ensuite ils remontent au début de la saison des pluies (mars et mai 1996) pour à nouveau diminuer fortement en juillet 1996 (figure 2).

Discussion

Le paludisme est intense dans la région forestière de Taï, avec une nette prédominance de *P. falciparum*. Chez les nourrissons, 80 % ont été trouvés microscopiquement infectés, ce qui classe la région de Taï dans une zone d'holoendémie palustre selon la classification de Yaoundé (2). La prévalence parasitaire très élevée ne varie ni avec l'âge ni avec la saison.

Effectivement, selon BEIER *et al.* (3), lorsque le TIE dépasse 200 piqûres infectantes par homme et par an, la prévalence parasitaire devient supérieure à 80 %. Cependant, à partir de l'âge de 1 an, les densités parasitaires moyennes diminuent quand l'âge augmente, ce qui corrobore les travaux effectués en région forestière du Congo (27). La diminution des charges parasitaires, qui ne s'accompagne pas d'une diminution correspondante de la prévalence parasitaire, répond à la définition d'immunité non stérilisante ou d'immunité de prémunition. Celle-ci semble rapidement acquise dans la région de Taï (entre 1 et 4 ans) et résulte de l'intensité de la transmission (plus d'une piqûre infectante par homme et par nuit) et de son caractère permanent. La nuisance des moustiques n'étant pas perçue par la population comme un problème majeur dans cette région, les moyens de protection se limitent à quelques moustiquaires aux fenêtres et à l'utilisation en fumigation de plantes traditionnelles ou de nids de fourmis.

Presque tous les indices paludométriques, ainsi que la prévalence des fièvres palustres, ont des valeurs comparables dans les villages et les campements. Cependant, les fièvres non palustres sont, constamment et dans toutes les tranches d'âge, plus fréquentes dans les campements que dans les villages, puisqu'un enfant sur quatre a été trouvé fébrile dans les campements pour un sur sept dans les villages. Cette situation pourrait être due à une circulation accrue de virus selvatiques (notamment d'arbovirus) dans les campements situés au milieu des plantations de café et de cacao et à la difficulté d'accès aux soins pour les populations des campements, éloignées de l'unique axe routier menant aux différents centres de santé et hôpitaux de la région (Taï à 12 km, Zagné à 30 km et Guiglo à 80 km). En effet, il y a moins d'enfants fébriles dans le seul campement disposant de caisse à pharmacie que les deux autres qui n'en disposent pas.

Les variations du TIE apparaissent liées à l'intensité des précipitations. Quand les pluies deviennent trop abondantes, comme en août-octobre 1995 et en juillet 1996, ou trop faibles, comme en novembre-février 1996, les densités de *An. gambiae* s.s. diminuent, ce qui entraîne une baisse du TIE. En effet, l'abondance des précipitations provoque un lessivage des gîtes larvaires et leur insuffisance contrarie l'installation des nouveaux gîtes d'anophèles. En forêt équatoriale du Gabon, où le paludisme est stable et hyperendémique, la grande saison des pluies, avec ses précipitations intenses, est la période épidémiologiquement la plus calme, tandis que la saison sèche et la petite saison pluvieuse entraînent une prévalence plasmodiale et des densités parasitaires plus élevées (29). Le fait que *P. falciparum* soit plus fréquent pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche et qu'il en soit de même pour l'infectivité de *An. gambiae* suggère que cette espèce plasmodiale serait inféodée à cette espèce anophélienne et que *P. malariae* serait préférentiellement transmis par *An. funestus* (5).

Avec une transmission intense et permanente, assurée principalement par *An. gambiae* s.s. (TIE supérieur à 400 PIHA), la région de Taï correspond à un faciès épidémiologique équatorial, selon la typologie du paludisme en Afrique (24). Un aperçu des données publiées sur l'épidémiologie du paludisme en Côte d'Ivoire montre que les indices paludométriques et entomologiques observés dans la région de Taï sont les plus élevés, comparés à ceux de la savane humide (11, 12), de la savane soudanienne (9, 10, 19, 20) et de la savane sèche (10, 20). Par ailleurs, avec 427 PIHA, la région de Taï se retrouve de loin au-dessus de la moyenne et de la médiane du TIE annuel, déterminées sur 133 sites répartis dans toute l'Afrique subsaharienne (18).

La dégradation de la forêt tropicale en Afrique est généralement suivie par un accroissement de la transmission du paludisme, les régions déboisées évoluant alors vers un faciès classique de paludisme holoendémique (26). En Côte d'Ivoire, des études effectuées il y a 30 ans, avant la déforestation des zones de Man (17) et de Sassandra (8), ont montré un faible niveau de transmission avec des taux d'inoculation entomologique respectivement de 88 et 22 PIHA. Plus récemment, en 1990, 25 ans après le début du déboisement massif de la région, une enquête ponctuelle, effectuée à Ponan près de nos villages d'étude, a montré que le niveau de prévalence de *P. falciparum* était de type mésoendémique (23). L'hypothèse avancée par les auteurs était que ce niveau modéré d'endémicité observé, malgré la déforestation et l'occupation de la forêt, était lié à la mise en culture immédiate des terres. Le déboisement est en effet immédiatement suivi par la plantation de caféiers, de cacaoyers et d'hévéas, c'est-à-dire de plantes arbustives ou arborées, qui recréent des conditions mésoombrophiles, peu propices à l'implantation de *An. gambiae* qui est une espèce héliophile. La situation actuelle d'holoendémie palustre résulte certainement des modifications considérables qui ont affecté l'environnement, intensifiées par l'afflux massif des réfugiés libériens dans la région, en 1989. L'influence de l'arrivée massive de réfugiés sur l'écologie du paludisme a été également observée par KAZMI et PANDIT (22).

Que retenir comme méthodes de contrôle du paludisme dans une telle région saturée de paludisme où tous les enfants sont infestés mais avec une faible agressivité anophélienne et un indice sporozoïtique élevé ? Il semble que les caisses villageoises à pharmacie aient un impact sur la réduction des fièvres en permettant un traitement symptomatique. Il serait donc souhaitable de les généraliser à tous les villages et à tous les campements de la région. Quant à la lutte antivectorielle par l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide, il faudrait mettre l'accent sur l'éducation sanitaire pour amener la population à les utiliser. En effet, non seulement le rôle du moustique dans la transmission du paludisme est généralement méconnu par les villageois de Taï (DJIOHOU, comm. pers.), mais aussi la nuisance culdicienne est presque insignifiante.

Remerciements

Au Docteur N. NAHOUNOU, médecin-chef du district sanitaire de Guiglo en Côte d'Ivoire, aux membres de l'ONG "Vie et Forêt", aux agents de santé communautaire ainsi qu'aux populations des villages de Zaïpobly, de Gahably et des campements de Kouassikro, Hamankro et Konankro pour la précieuse aide apportée à la réalisation de ce travail.

Au Professeur Jean DELMONT, chef du Service des maladies infectieuses à l'Hôpital Nord de Marseille, en France, pour les corrections apportées au manuscrit de cet article.

Ce travail a bénéficié de l'appui financier du Fonds d'aide et de coopération (F.A.C) du ministère français de la Coopération.

Références bibliographiques

1. ARMITRAGE P & BERRY G - *Statistical methods in medical research*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1987.
2. BAUDON D, MOUCHET J, CARNEVALE P & GUIGUÉMÉ TR - Evaluation de l'endémie palustre. In: DANIS M & MOUCHET J - *Paludisme*. Ellipses/Aupelf, 1991, pp. 181-197.
3. BEIER JC, KILLEN GF & GITHURE JI - Short report: entomologic inoculation rate and *Plasmodium falciparum* prevalence in Africa. *Am J Trop Med Hyg*, 1999, **61**, 109-113.
4. BONNÉHIN L - *Le projet Parc National de Taï. Situation démographique et socio-économique de la sous-préfecture de Taï et propositions d'actions pilotes*. Rapport pour la convention GTZ-KFW, 1991.

5. BOUDIN C, ROBERT V, VERHAVE JP, CARNEVALE P & AMBROISE-THOMAS P - *Plasmodium falciparum* and *P. malariae* epidemiology in a west african village. *Bull Org Mond Santé*, 1991, **69**, 199-205.
6. BRADLEY DJ - Malaria - Whence and whither ? In: TARGETT GAT - *Malaria: waiting for the vaccine*. London School of Hygiene and Medicine, First Annual Public Health Forum, 1991, pp. 11-29.
7. BRUCE-CHWATT LJ - *Essential Malariology*, ed. W. Heineman Medical Books Ltd, London, 1985, 452 p.
8. COZ J, HAMON J, SALES S, EYRAUD M, BRENGUES J *et al.* - Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de forêt humide dense, la région Sassandra, Rép de Côte d'Ivoire. *Cah ORSTOM, Sér Entomol Méd*, 1966, **4**, 13-42.
9. DOANNIO JMC, DOSSOU-YOVO J, DIARRASSOUBA S, CHAUVENCY G, DARRIET F *et al.* - Efficacité des moustiquaires pré-imprégnées *Olyset Net®* en zone de résistance des vecteurs aux pyrèthrinoides. I- Evaluation entomologique. *Méd Trop*, 1999, **59**, 349-354.
10. DOSSOU-YOVO J, DIARRASSOUBA S, HENRY M-C, AKODO E, TEUSCHER T & CARNEVALE P - Rice production systems and malaria in the savannah of Côte d'Ivoire: Entomological in put. *Trop Med Int Health*, 2002, sous presse
11. DOSSOU-YOVO J, DOANNIO JMC, RIVIÈRE F & CHAUVENCY G - Malaria in Côte d'Ivoire wet savannah region: The entomological input. *Trop Med Parasitol*, 1995, **46**, 263-269.
12. DOSSOU-YOVO J, OUATTARA A, DOANNIO JMC, RIVIÈRE F, CHAUVENCY G & MEUNIER JY - Aspects du paludisme dans un village de savane humide de l'Afrique de l'Ouest. *Méd Trop*, 1994, **54**, 331-336.
13. FOLEY M, RANFORD CARTWRIGHT LC & BABIKER HA - Rapid and simple method for isolating malaria DNA from fingerprick samples of blood. *Mol Biochem Parasitol*, 1992, **53**, 241-244.
14. FULFORD AJ - Dispersion an bias: can we trust geometric means? *Parasitol Today*, 1994, **86**, 590-597.
15. GILLES MT & DE MEILLON B - *The Anophelinae of Africa south of Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region)*. South Africa Institute for Medical Research Publication, 2nd edition, 1968, **54**, p 343.
16. HADDOW AJ - Studies of biting habits of african mosquitoes. An appraisal of methods employed, with special reference to the twenty hours catch. *Bull Entomol Res*, 1954, **45**, 199-242.
17. HAMON J, DEDEWANOU B & EYRAUD M - Etudes entomologiques sur la transmission du paludisme dans une zone forestière africaine, la région de Man, République de Côte d'Ivoire. *Bulletin IFAN*, 1962, **TXIV**, Sér A, 854-879.
18. HAY SI, ROGERS DJ, TOONER JF & SNOW RW - Annual *Plasmodium falciparum* entomological inoculation rate (EIR) across Africa: literature survey, internet access and review. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2000, **94**, 113-127.
19. HENRY M-C, DOANNIO JMC, DARRIET F, NZEYIMANA I & CARNEVALE P - Efficacité des moustiquaires pré-imprégnées *Olyset Net®* en zone de résistance des vecteurs aux pyrèthrinoides. II- Evaluation parasitoclinique. *Méd Trop*, 1999, **59**, 349-354.
20. HENRY M-C, ROGIER C, NZEYIMANA I, ASSI S-B, DOSSOU-YOVO J *et al.* - Inland Valley rice production system and malaria infection in the Savannah of Côte d'Ivoire. *Trop Med Int Health*, 2002, sous presse.
21. HERVY JP, OUEDRAOGO C & BRINGUES J - *Effets de l'accroissement des activités humaines sur la forêt du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Enquêtes sur les anophèles en relation avec la transmission du paludisme et sur certains autres Culicidae*. Mission ORSTOM auprès de l'OCCGE n°10/Ent- CM Rap-80 du 14 avril 1980, 1979.
22. KAZMI JH & PANDIT K - Disease and dislocation: the impact of refugee movements on the geography of malaria in NWFP, Pakistan. *Soc Sci Med*, 2001, **52**, 1043-1055.
23. LELIJVELD J, EGGELTE A & DOCTERS VAN LEEUWEN WM- Malaria in a degraded forest-habitat in the Ivory Coast. *Bull Soc Fr Parasitol*, 1990, **8**, 784.
24. MOUCHET J, CARNEVALE P, COOSEMANS M, RAVAONJANAHARY C, RICHARD A & ROBERT V - Typologie du paludisme en Afrique. *Cahiers Santé*, 1993, **3**, 320-338.
25. OMS - *Terminologie du paludisme et de l'éradication du paludisme*. OMS éd, Genève, 1964.
26. ONORI J - *Malaria (in epidemiology and control of tropical diseases)*. Clinics in Tropical Medicine and communicable diseases, Vol I, n°3, Saunders Company, London, Philadelphia, Toronto, 1986.
27. RICHARD A, LALLEMANT M, TRAPE JF, CARNEVALE P & MOUCHET J - Le paludisme dans la région forestère du Mayombe, République Populaire du Congo. II. Observations parasitologiques. *Ann Soc Belge Méd Trop*, 1988, **68**, 305-306.
28. ROGIER C, HENRY M-C & SPIEGEL A - Diagnostic des accès palustres en zone d'endémie. *Méd Trop*, 2001, **61**, 27-46.
29. WIDLING E, WINKLER S, KREMSNER P-G, BRANDTS C, JENNE L & WERNDORFER WH - Malaria epidemiology in the province of Moyen Ogooué, Gabon. *Trop Med Parasitol*, 1995, **46**, 77-82.