

# Impact d'aménagements de rizières sur la transmission du paludisme dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire.

J. Dossou-Yovo, J. M. C. Doannio, S. Diarrassouba & G. Chauvancy

Institut Pierre Richet /OCCE, BP 1500 Bouaké 01, Côte d'Ivoire. Fax : (225) 63 27 38

Manuscrit n° 1898. "Entomologie médicale". Accepté le 24 avril 1998

**Summary:** The Impact of Rice Fields on the Transmission of Malaria in Bouaké, Côte d'Ivoire.

*This study evaluates the impact of rice fields in the city of Bouaké on anopheline fauna and malaria transmission. The Anopheles species represents between 11.4 to 39.2% of mosquitoes in the districts with rice fields and 5.2 to 47.8% in lowland districts with market-gardening. An. gambiae constitutes more than 98% of anopheline population in the city.*

*In the lowland districts with market-gardening, biting rates of An. gambiae varied from 3650 to 6935 bites per man per year. Seasonal variations were correlated with rainfall. The mean annual pariturity rate was 72% and the mean sporozoitic index 2%. Malaria transmission started at the beginning of the rainy season and attained its height during the second half of this season. Depending on the district, inhabitants were infected with 78 to 134 bites per year.*

*The mean biting rate of An. gambiae in the districts with rice fields varied from 4745 to 22630 bites per man per year. Seasonal variations were not correlated with rainfall, but with the growth of rice and the two annual cycles of rice cultivation. The pariturity rates of the population of An. gambiae were low (46.2% to 57.2%), especially after rice transplantation. The mean infection rates were between 0.7 and 1.0%. The transmission period covered 7 to 11 months depending on the district with two annual peaks observed at the end of rice cultivation. Inhabitants were infected with 44 to 155 bites per year.*

*Rice fields in Bouaké do not seem notably to have modified malaria transmission in the city.*

**Résumé :**

*L'étude a évalué l'impact des aménagements rizicoles dans la ville de Bouaké sur la faune anophélie et la transmission du paludisme. Les anophèles constituent entre 11,4 et 39,2 % des Culicidés dans les quartiers de rizières et 5,2 à 47,8 % dans les quartiers de bas-fonds de maraîchage. An. gambiae constitue plus de 98 % de la faune anophélienne dans la ville.*

*Dans les quartiers de bas-fonds sans rizière, les taux de piqûres d'An. gambiae varient entre 3650 à 6935 piqûres par homme par an. Les variations saisonnières sont en relation avec la pluviométrie. Les taux moyens de pariturity sont de l'ordre de 72 % et l'indice sporozoitique moyen de 2 %. La transmission commence dès le début de la saison pluvieuse et est maximale durant la seconde moitié de la saison. Les habitants reçoivent en moyenne, selon les quartiers et les années, 78 à 134 piqûres infectées dans l'année.*

*Dans les quartiers de rizières, les taux moyens de piqûres d'An. gambiae varient de 4745 à 22 630 piqûres par homme par an. Les variations saisonnières ne sont pas en rapport avec la pluviométrie mais avec les deux cycles annuels de riziculture. Les taux de pariturity des populations d'An. gambiae sont bas (46,2 à 57,2 %), particulièrement après le repiquage du riz. Les taux d'infection moyens se situent entre 0,7 et 1,0 %. La transmission s'étale sur 7 à 11 mois selon les quartiers avec deux pics annuels. Les habitants reçoivent, selon les quartiers et les années, en moyenne 44 à 155 piqûres infectées par an.*

*Les aménagements rizicoles ne semblent pas avoir modifié de façon notable le niveau de la transmission du paludisme dans la ville.*

**Key-words:** Rice field - Urban area - Malaria - An. gambiae - Bouaké - Côte d'Ivoire (Ivory Coast) - Africa

**Mots-clés :** Rizière - Milieu urbain - An. gambiae - Paludisme - Bouaké - Côte d'Ivoire - Afrique

## Introduction

La distribution du paludisme est liée aux conditions climatiques, écologiques et hydrographiques. Cela signifie et explique l'existence d'une mosaïque de situations épidémiologiques. Aux grands ensembles écologiques, s'ajoutent les situations particulières qu'on observe en zone de riziculture, en milieu urbain, en altitude, en zone lagunaire, etc... La mise en place d'une stratégie de lutte adéquate passe donc par l'étude des spécificités de chaque situation épidémiologique (3). Dans

le cas du milieu urbain, il est généralement admis que la transmission est faible et décroît à mesure qu'on évolue vers le centre ville (19). Cette situation est due au mode d'occupation de l'espace urbain qui élimine tous les gîtes potentiels des anophèles. La pollution des éventuels gîtes existants les rend impropres à leur développement au niveau larvaire. L'absence de transmission ou sa faible prévalence dans les villes est donc due à l'absence des vecteurs ou à leur rareté. Cependant, la situation est très différente dans plusieurs villes de Côte d'Ivoire. En effet, depuis quelques années, on assiste à la trans-

formation en rizières des bas-fonds urbains autrefois occupés par les cultures maraîchères.

Le riz constitue l'aliment de base pour des millions de personnes en Afrique de l'Ouest. En Côte d'Ivoire, la consommation en riz a été estimée à 715 000 tonnes en 1995. L'augmentation constante de la demande, liée à une démographie croissante, nécessite des productions toujours accrues. La solution à ce problème est l'accroissement des surfaces cultivées en occupant toutes les terres irrigables. La demande importante en terrain exploitable fait que la transformation des bas-fonds urbains en rizières connaît une expansion très rapide en Côte d'Ivoire. Les rizières en milieu rural sont connues pour leur impact sur la faune culicidienne locale. Leur incidence sur la transmission du paludisme est très variée (6, 8, 23, 24). Les rizières en plein milieu urbain sont inattendues. Elles créent une situation écologique très particulière qui se trouve sous l'influence de deux facteurs contraires, l'environnement urbain qui crée des conditions de survie difficile aux anophèles et la présence de rizières très favorables à leur prolifération. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'impact des aménagements de rizières dans la ville de Bouaké sur la faune anophélienne et sur la transmission du paludisme.

avec pour conséquence la création de gîtes larvaires favorables à *Anopheles gambiae* s.s. (données non publiées). Chaque année, 30 à 50 hectares sur les 180 hectares de bas-fonds identifiés à l'intérieur et autour de la ville sont régulièrement exploités pour la production du riz. La présence permanente de l'eau permet deux cycles de culture par an, le premier entre février et juin, le second entre août et octobre/novembre.

Les enquêtes entomologiques ont été effectuées dans cinq quartiers de la ville de janvier 1991 à décembre 1992. Ces quartiers ont été sélectionnés de manière à être représentatifs des deux situations écologiques typiques rencontrées, c'est-à-dire, d'une part, des quartiers riverains de bas-fonds aménagés en rizières et, d'autre part, des quartiers avoisinant des bas-fonds de maraîchage. Les quartiers Zone, Dar-ès-Salam, et Tolakouadiokro sont représentatifs des secteurs de riziculture. Tolakouadiokro est le secteur de la ville où la superficie en rizières est la plus importante, 10 à 14 ha d'un seul tenant selon les années. Les surfaces exploitées dans les deux autres quartiers sont plus modestes. Les quartiers Sokoura et Kennedy sont les quartiers à bas-fonds de maraîchage qui ont été choisis. Ces différents quartiers regroupent, à l'exception de Kennedy faiblement peuplé, 20 000 à 40 000 habitants.

## Matériel et méthodes

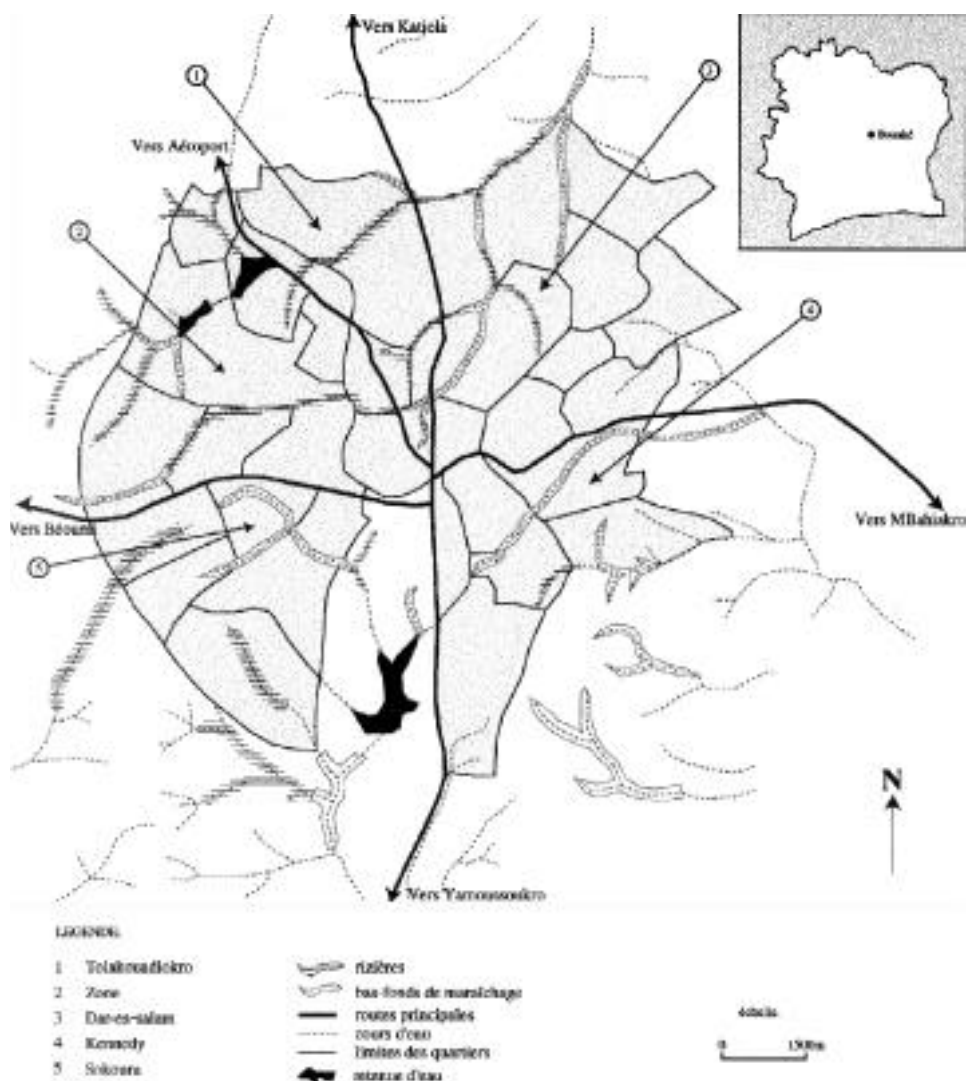
### La zone d'étude

Bouaké, avec plus de 500.000 habitants, est la seconde ville de la Côte d'Ivoire. La région de Bouaké est située dans une zone de transition climatique qui fait apparaître, d'une année à l'autre, 2 ou 4 saisons. Cependant, les pluies s'étalent généralement sur 10 mois, de février à novembre. Les moyennes pluviométriques annuelles oscillent entre 1000 et 1200 mm. La température varie peu au cours de l'année, avec des moyennes de 28 à 32° C. L'humidité relative annuelle se situe entre 75 et 90 %.

Bouaké est une ville très vallonnée où l'on retrouve plusieurs kilomètres de rubans marécageux. L'espace urbain est sillonné par de nombreux petits cours d'eau espacés de 500 à 800m les uns des autres (figure 1). Cette situation fait que tous les quartiers de la ville, à l'exception du centre commercial, sont traversés ou limités par des rubans de bas-fonds humides. Depuis quelques années, la plupart des bas-fonds habituellement aménagés pour le maraîchage ont été transformés en rizières. Cette action de l'homme a créé des biotopes dégagés de toute végétation sauvage mais, surtout, a entraîné un élargissement des bandes humides exploitables

Figure 1.

La ville de Bouaké (Côte d'Ivoire) :secteurs urbains et réseau hydrographique.  
The city of Bouaké (Côte d'Ivoire) : urban areas and hydrographic network.



## Méthodologie

L'échantillonnage des populations culicidiennes a été effectué dans chaque quartier par des captures de nuit sur sujets humains (protégés du paludisme par une prophylaxie à la chloroquine et vaccinés contre la fièvre jaune). La sélection des points de capture a été normalisée aussi rigoureusement que possible afin de pouvoir faire des comparaisons dans le temps entre les différents quartiers. Les points de capture ont été choisis de façon raisonnée selon la disponibilité des habitants à collaborer, dans des îlots de maisons préalablement tirés au sort dans chaque quartier. Six points de capture ont été sélectionnés à Tolakouadiokro et trois points dans les autres quartiers. Les captures ont été réalisées à l'intérieur et à l'extérieur des habitations de 18 h à 6 h, au rythme de deux jours consécutifs par mois. Les anophèles capturés ont été identifiés selon la clé de GILLES et DE MEILLON (11). L'âge physiologique des femelles a été déterminé sur l'aspect des trachéoles ovariennes (18). Les sporozoïtes ont été recherchés au microscope dans les glandes salivaires, à l'état frais, entre lame et lamelle dans une goutte d'eau physiologique. La moyenne mensuelle constitue l'unité d'analyse des données. L'indice de stabilité du paludisme dans les quartiers a été déterminé par la formule de MACDONALD (15).

## Résultats

### L'agressivité anophélienne et ses variations saisonnières

#### En zones de maraîchage

Dans le quartier Kennedy, 10 022 moustiques, dont 47,8 % d'anophèles, ont été récoltés en 274 homme-nuits de capture. *An. gambiae* constitue 98,8 % des anophèles. *An. funes-tus*, *An. coustani*, *An. ziemanni* et *An. pharoensis* sont les autres espèces anophéliennes capturées. A Sokoura, 53 746 moustiques ont été capturés pour un effort de capture équivalent. *An. gambiae* a été le seul anophèle pris et il ne représente que 5,1 % de la faune culicidienne. Le taux moyen de piqûres d'*An. gambiae* à Sokoura était de 8,9 piqûres/homme/nuits (p/h/n) en 1991, soit 3249 piqûres/homme/an (p/h/an) et 10,2 p/h/n en 1992, soit 3723 p/h/an. Le taux de piqûres était plus élevé à Kennedy, respectivement 18,5 p/h/n (6753 p/h/an) et 15,7 p/h/n (5731 p/h/an).

Les variations saisonnières d'*An. gambiae* sont en corrélation avec la pluviométrie ( $r = 0,56$ ; ddl = 23;  $p = 0,004$  à Kennedy;  $r = 0,6$ ; ddl = 23;  $p = 0,001$  à Sokoura). Les densités sont très faibles (2 p/h/n en moyenne) en décembre et janvier. Elles augmentent régulièrement à partir du mois de mars,

Figure 2.

Hauteur mensuelle de pluie dans la région de Bouaké au cours de la période d'étude.  
Monthly height of rains in the region of Bouaké during the period of survey.

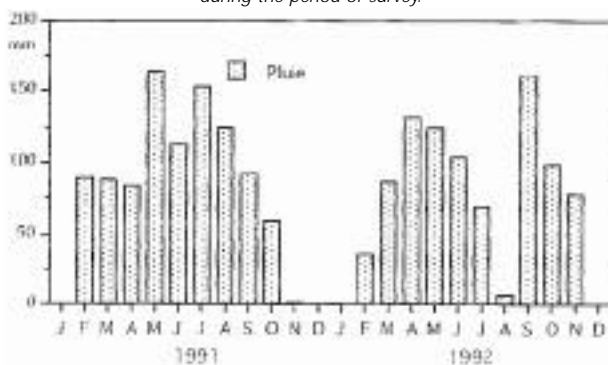
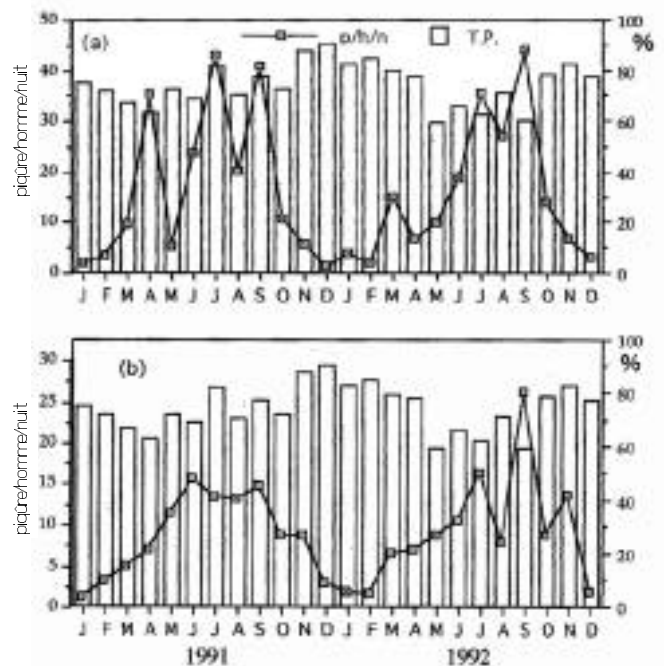


Figure 3.

Variations saisonnières de la densité moyenne de piqûres (p/h/n) et du taux de parturité (T.P.) de *An. gambiae* dans les quartiers Kennedy (a) et Sokoura (b).  
Seasonal variations in mean density of bites (p/h/n) and parturition rates (TP) of *An. gambiae* in the Kennedy (a) and Sokoura (b) districts.



quelques semaines après les premières pluies de l'année (figure 2), pour atteindre un premier pic en juin ou en juillet (figure 3). L'importance de ce pic varie d'un quartier à l'autre : 43 et 35,4 p/h/n selon les années à Kennedy ; 16,4 et 15,7 p/h/n à Sokoura. On observe une baisse des densités en août, suivie aussitôt d'un second pic. Les densités diminuent par la suite de façon régulière d'octobre à février pendant la saison sèche.

#### En zones de riziculture

Un total de 140 508 femelles de moustiques ont été prises dans le quartier Tolakouadiokro en 574 homme-nuits de capture. Les anophèles représentent 31,6 % de cette faune. Outre *An. gambiae* qui représente 98,6 % des anophèles, *An. funes-tus*, *An. coustani*, *An. ziemanni* et *An. pharoensis* ont été également capturés. Dans le quartier Zone, 24 235 moustiques ont été récoltés au cours des 288 homme-nuits de capture. Les anophèles représentent 39,2 % des captures et sont constitués surtout d'*An. gambiae* (98,3 %). *An. coustani*, *An. ziemanni* et *An. pharoensis* ont également été pris. A Dar-ès-Salam, au total 41 236 moustiques ont été récoltés. Les anophèles ne représentent que 11,4 %. *An. gambiae* et *An. pharoensis* sont les deux seules espèces trouvées dans ce quartier, la première représentant 99,9 % des effectifs.

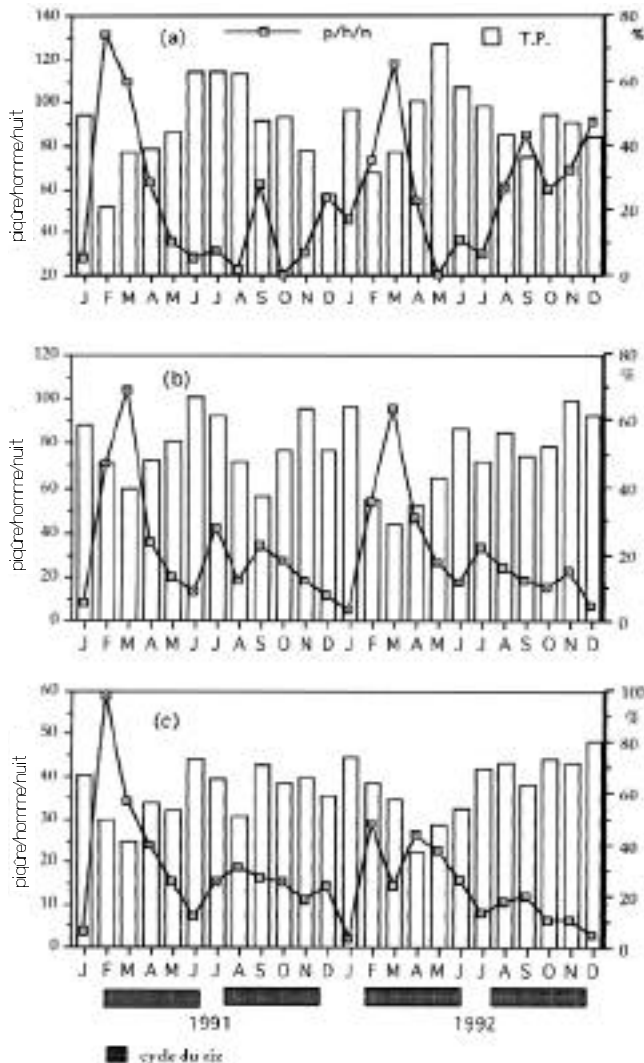
A Tolakouadiokro, les taux moyens de piqûres d'*An. gambiae* ont été 47,1 p/h/n et 62,2 p/h/n en 1991 et 1992, soit respectivement 17.191 p/h/an et 22.703 p/h/an. A Dar-ès-Salam, les taux moyens de piqûres étaient de 20,7 p/h/n (7556 p/h/an) et 13,1 p/h/n (4782 p/h/an). A Zone, 33,6 p/h/n (12 264 p/h/an) et 31,2 p/h/n (11 388 p/h/an) ont été enregistrées.

Les variations saisonnières des densités agressives d'*An. gambiae* ne présentent pas de corrélation significative avec la pluviométrie ( $r = 0,1$ ; ddl = 23;  $p = 0,57$  à Tolakouadiokro;  $r = 0,2$ ; ddl = 23;  $p = 0,3$  à Zone;  $r = 0,28$ ; ddl = 23;  $p = 0,18$  à Dar-ès-Salam). Les fluctuations suivent le même profil dans les trois quartiers ( $r$  compris entre 0,65 et 0,71;  $p = 0,0001$ ) avec deux pics dans l'année (figure 4) :

- un premier en février/mars, après le repiquage des jeunes pousses de riz durant la culture de saison sèche ;

Figure 4.

Variations saisonnières de la densité moyenne de piqûres (p/h/n) et du taux de parturité (T.P.) d'*An.gambiae* dans les quartiers Tolakouadiokro (a), Zone (b) et Dar-ès-Salam (c) (secteurs de riziculture).  
Seasonal variations in mean density of bites (p/h/n) and parturition rates (TP) of *An.gambiae* in the Tolakouadiokro (a), Zone (b) and Dar-ès-Salam (c) districts (areas of rice cultivation).



- un second en août/septembre, après le repiquage lors du second cycle de culture.

Le premier pic de densité de l'année est plus élevé que le second dans la majorité des situations. Les densités les plus basses s'observent en juin/juillet et en novembre/décembre durant la phase de maturation et la période de récolte du riz.

## Les taux de parturité

### En zones de maraîchage

Le taux moyen à Kennedy est de 71,7 % (n = 1751). Le taux moyen enregistré au cours de la même période à Sokoura est de 72,6 % (n = 1485). Les taux de femelles pares d'*An. gam-biae* sont comparables dans les deux quartiers ( $\chi^2 = 0,19$ ; ddl = 1;  $p > 0,1$ ). Les taux mensuels (figure 3) évoluent de façon inverse par rapport aux densités agressives :  $r = -0,7$ ; ddl = 23;  $p = 0,0001$  à Sokoura et  $r = -0,46$ ; ddl = 23;  $p = 0,02$  à Kennedy.

### En zones de riziculture

Le taux moyen de parturité d'*An. gambiae* sur toute la période d'étude est évalué à 44,3 % (n = 9601) à Tolakouadiokro, 49,8 % (n = 2360) à Zone et 57,2 % (n = 1998) à Dar-ès-Salam. La moyenne à Dar-ès-Salam est significativement plus élevée

que dans les deux autres quartiers ( $\chi^2 = 86,9$ ; ddl = 1;  $p < 0,00001$ ;  $\chi^2 = 23,9$ ; ddl = 1;  $p < 0,00001$ ). On observe une corrélation négative ( $-0,73 < r < -0,69$ ;  $p = 0,0002$ ) entre les variations saisonnières des densités agressives et les fluctuations des taux de parturité (figure 4). Les taux sont très bas après le repiquage du riz (20 à 25 %). Les taux les plus élevés sont enregistrés à la fin du cycle cultural, pendant la maturation et la récolte du riz. Le taux moyen de parturité d'*An. gambiae* est significativement plus élevé dans les quartiers de bas-fonds avec maraîchage que dans ceux avec rizières ( $p < 0,00001$ ).

## L'inféctivité du vecteur

### En zones de maraîchage

L'indice sporozoïtique moyen enregistré à Sokoura est de 2,1 % (n = 1354) avec un indice de 1,8 % (n = 684) en 1991 et 2,4 % (n = 670) en 1992. A Kennedy, l'indice moyen est de 1,9 % (n = 1541) : 2,0 % (n = 718) en 1991 et 1,8 % (n = 823) en 1992. Les taux d'infection d'*An. gambiae* sont comparables dans les deux quartiers ( $\chi^2 = 0,199$ ; ddl = 1;  $p = 0,65$ ). Les infections sont enregistrées pendant 8 à 9 mois consécutifs, de mars à novembre, avec des maxima à la fin de la saison des pluies.

### En zones de riziculture

L'indice sporozoïtique moyen à Tolakouadiokro est de 0,8 % (n = 7502) avec un taux de 0,8 % (n = 3043) en 1991 et 0,7 % (n = 4418) en 1992. Les femelles infectées sont rencontrées pendant 20 mois sur les 24 mois d'étude. Les taux d'infection varient selon les étapes de développement du riz. La période d'infection maximale d'*An. gambiae* ( $> 1\%$ ) s'étale de mai à octobre. Il n'y a pas de corrélation significative entre les densités mensuelles et les taux d'infection ( $r = 0,1$ ; ddl = 23;  $p > 0,2$ ). La corrélation entre les taux de parturité et les taux d'infection est significative ( $r = 0,67$ ; ddl = 23;  $p < 0,01$ ).

A Zone, l'indice sporozoïtique moyen est de 1,0 % (n = 2174). L'indice moyen est de 1,1 % (n = 1044) en 1991 et 0,9 % (n = 1130) en 1992. Les infections sont rencontrées d'avril à novembre. La corrélation est négative entre les taux de piqûres et les taux d'infection ( $r = -0,55$ ; ddl = 23;  $p = 0,005$ ). Elle est positive entre les taux de parturité et l'inféctivité ( $r = 0,60$ ; ddl = 23;  $p = 0,002$ ).

L'indice sporozoïtique moyen est également de 1,0 % (n = 1820) à Dar-ès-Salam, avec un indice de 0,9 % (n = 1096) en 1991 et 1,1 % (n = 724) en 1992. Les infections sont rencontrées entre mai et novembre/décembre. La corrélation entre les densités mensuelles et les taux d'infection n'est pas significative ( $r = -0,33$ ; ddl = 23;  $p = 0,12$ ). Il n'y a pas non plus de corrélation significative entre les taux de parturité et les taux d'infection ( $r = 0,24$ ; ddl = 23;  $p = 0,25$ ).

Les taux moyens d'infection d'*An. gambiae* sont comparables dans les trois quartiers ( $p > 0,1$ ). Les taux d'infection sont significativement plus faibles dans les quartiers de rizières que ceux de bas-fonds avec maraîchage ( $\chi^2 = 38,0$ ; ddl = 1;  $p < 0,0001$ ).

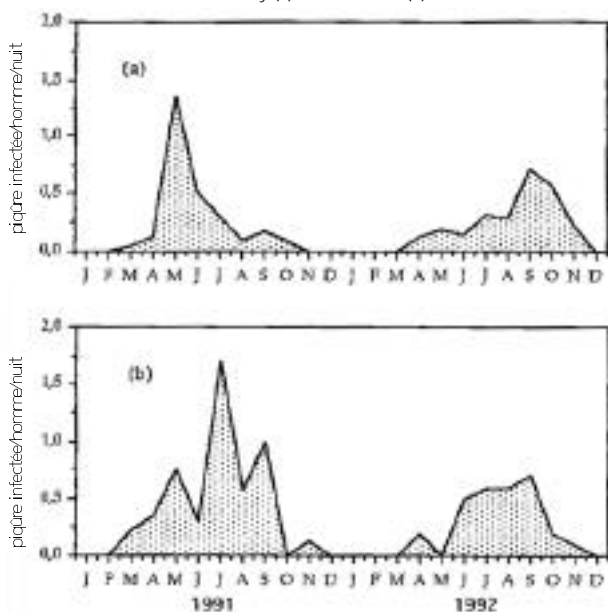
## Les taux d'inoculation entomologique et la transmission du paludisme

### En zones de maraîchage

A Sokoura, la transmission se déroule entre mars et octobre/novembre avec des taux d'inoculation variant entre 0,05 piqûres d'*An. gambiae* infectées (pi/h/n) et 0,72 pi/h/n (figure 5). La transmission est importante entre juin et septembre avec des taux d'inoculation de 0,5 à 0,7 pi/h/n. Les habitants de ce quartier ont reçu 67,3 piqûres infectées en 1991 et 89 piqûres infectées en 1992 étalées sur 8 mois.

Figure 5.

Variations saisonnières du taux quotidien d'inoculation entomologique dans les quartiers Kennedy (a) et Sokoura (b).  
Seasonal variations of daily entomological inoculation rates in the Kennedy (a) and Sokoura (b) areas.



A Kennedy, la transmission est perceptible dès le début de la saison des pluies (0,2 à 0,75 pi/h/n entre mars et mai). Elle évolue de façon progressive et atteint son niveau le plus élevé entre juillet et septembre avec 0,7 à 1,7 pi/h/n. La transmission n'est pas observée de décembre à février (figure 5). Chaque habitant de ce quartier a reçu 134 piqûres infectées en 1991 étalées sur 8 mois et 105,8 piqûres infectées en 1992 étalées sur 7 mois.

**En zones de riziculture**

A Tolakouadiokro, la transmission du paludisme est toujours nulle en février et en mars. Elle est importante et constante d'avril à novembre/décembre avec un léger pic entre août et septembre (figure 6). Les taux quotidiens d'inoculation varient entre 0,28 et 1,51 pi/h/n. Les moyennes annuelles enregistrées en 1991 et 1992 sont respectivement de 0,38 et 0,46 pi/h/n. Si les habitants de ce quartier n'ont pris aucune mesure pour se protéger des piqûres de moustiques, chacun a reçu en moyenne 104 piqûres infectées réparties sur 9 mois en 1991 et 155 piqûres infectées en 1992 au cours des 11 mois de transmission.

A Zone, les taux d'inoculation varient entre 0,09 et 0,58 pi/h/n avec des moyennes de 0,35 pi/h/n et 0,27 pi/h/n en 1991 et 1992. La transmission se déroule de mai à novembre/décembre avec deux pics, le premier en juillet et le second en novembre (figure 6). Chaque habitant de ce quartier a reçu 103 piqûres infectées en 1991 et 63 piqûres infectées en 1992 étalées sur 8 mois

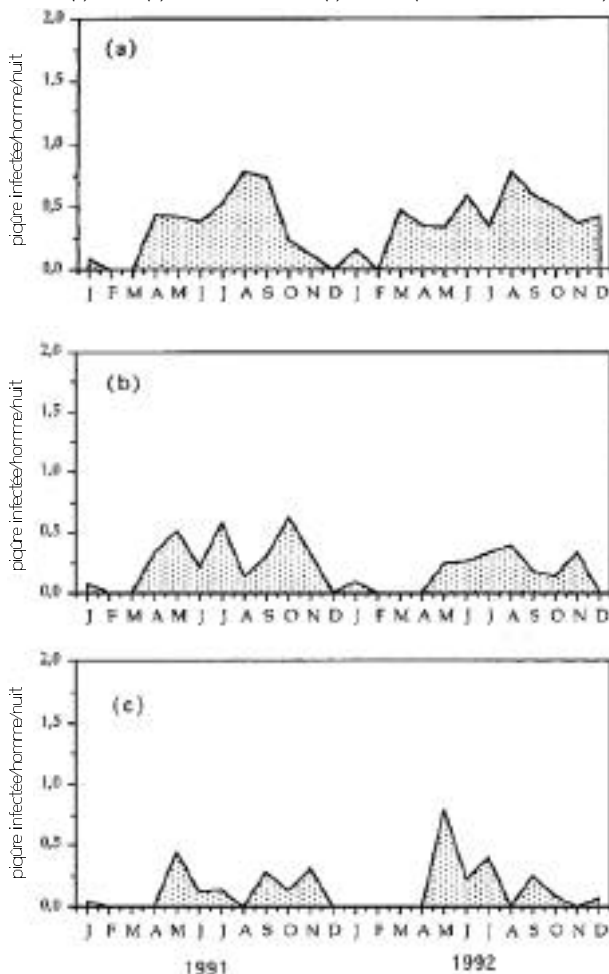
A Dar-ès-Salam, la transmission court sur les mêmes périodes qu'à Zone avec les deux pics au même moment de l'année (figure 6). Les taux d'inoculation annuels sont faibles, 0,18 et 0,14 pi/h/n respectivement en 1991 et 1992. Chaque habitant a reçu 44 piqûres infectées en 1991 pendant les 7 mois de transmission. En 1992, il a reçu 52 piqûres infectées étalées sur 6 mois.

**Discussion**

La dynamique des populations anophéliennes est essentiellement en rapport avec le fonctionnement et la dynamique des gîtes larvaires (2). Des enquêtes à Bouaké ont permis de distinguer deux grandes catégories de gîtes, les bas-fonds

Figure 6.

Variations saisonnières du taux quotidien d'inoculation entomologique dans les quartiers Tolakouadiokro (a), Zone (b) et Dar-ès-Salam (c) (secteurs de riziculture).  
Seasonal variations of daily entomological inoculation rates in the Tolakouadiokro (a), Zone (b) and Dar-ès-Salam (c) districts (areas of rice cultivation).



humides et les rizières. Si, dans le premier cas, la présence de l'eau est tributaire de la pluviométrie, dans le second, elle est essentiellement dépendante de la gestion qu'en fait l'homme. Ces deux contextes écologiques déterminent des dynamiques préimaginales particulières et, par conséquent, des variations saisonnières des populations imaginales d'*An. gambiae* dont les profils sont différents.

Dans les zones de maraîchage, les variations saisonnières d'*An. gambiae* dépendent des facteurs climatiques. Elles sont comparables à celles qui sont observées dans la zone rurale avoisinant la ville de Bouaké (7). Les densités sont élevées pendant la saison pluvieuse et faibles en saison sèche. La présence d'*An. gambiae* durant la saison sèche est liée à la persistance de l'eau dans les bas-fonds.

Dans les zones de rizières, les variations saisonnières d'*An. gambiae* sont différentes et ne sont pas influencées par la pluviométrie annuelle. Il n'y a en effet aucune corrélation entre les densités agressives et la pluviométrie. Les densités sont très fortes après le repiquage des jeunes pousses de riz. Elles baissent ensuite progressivement à mesure que le riz grandit et atteignent leurs minima pendant la période de maturation. Les fluctuations sont donc en relation avec l'état de développement du riz dans les casiers. La rizière au cours du cycle cultural est en fait un milieu évolutif où se succèdent des types très variés de biotopes (26). Bien que considérée comme une monoculture dans son ensemble, la rizière constitue un écosystème très diversifié, tant au point de vue de la faune et de la flore (17, 29) que sur le plan géographique (13). De nom-

breux habitats associés à la culture du riz, comme les systèmes d'irrigations et autres, sont considérés comme faisant partie intégrante des écosystèmes rizicoles et peuvent contribuer de façon très notable à la diversité et à l'abondance des vecteurs (1, 10). L'évolution des densités imaginaires d'*An. gambiae* dans les quartiers de rizières sont donc sous la dépendance des facteurs liés à la phase préimaginaire et à l'évolution de l'écosystème rizicole. Les variations saisonnières sont ainsi soustraites à l'influence de la pluviométrie et dépendent essentiellement de la gestion des rizières par l'homme.

L'étude a montré que la transmission du paludisme est exclusivement assurée par *An. gambiae* dans la ville alors que, dans les villages avoisinants, elle est le fait d'*An. gambiae* et *An. funestus* (7). Cette observation concorde avec celles qui ont été faites dans la plupart des villes d'Afrique de l'Ouest, où *An. gambiae* est reconnu comme l'unique vecteur du paludisme (4, 14, 21, 25, 28).

A Bouaké, la transmission du paludisme suit deux schémas différents. Le premier schéma est observé dans les quartiers où les bas-fonds aménagés pour le maraîchage constituent les gîtes du vecteur. Il est comparable à celui qu'on observe en milieu rural où la transmission est tributaire de la pluviométrie et de la pluviosité (20, 22). Elle commence dès le début de la saison pluvieuse et est très importante durant la seconde moitié de la saison, avec une forte infectivité des populations d'*An. gambiae* et des taux élevés de piqûres. Elle s'annule pendant la saison sèche lorsque les bas-fonds s'assèchent ou sont recouverts par une forte végétation avec une population vectrice très faible.

Le second schéma est observé dans les quartiers de rizières. Il est variable d'un quartier à l'autre, mais il est caractérisé par une transmission nulle durant les périodes de fortes densités agressives qui suivent le repiquage du riz. Ce phénomène résulte de la conjonction de plusieurs facteurs dont une infectivité très faible d'*An. gambiae*, conséquence des faibles taux de femelles pares dans la population. La transmission se déroule essentiellement au cours de la seconde phase du cycle culturel, en particulier pendant la maturation et la récolte du riz. La situation est toutefois très complexe et de très nombreux facteurs difficiles à cerner déterminent en réalité le fonctionnement de ce schéma. La taille des rizières, le nombre de cycles de culture dans l'année, le système de culture, le manque de synchronisation des travaux et de nombreux autres facteurs sont autant de paramètres dont la combinaison peut influencer la transmission dans les zones de rizières.

La situation est très hétérogène à Bouaké comme dans la plupart des villes d'Afrique (5, 12, 27). Chaque quartier constitue un cas particulier avec ses influences propres qui peuvent dépendre de l'homme ou des caractéristiques naturelles du milieu. La diversité de situations qui est observée illustre bien l'importance des conditions locales, parfois même micro-écologiques, sur l'intensité de la transmission du paludisme.

Comme on le constate, le risque de paludisme est important à Bouaké. C'est une situation inhabituelle en milieu urbain. A Bobo-Dioulasso (21), Ouagadougou (25), Brazzaville (18), Yaoundé (9, 16), Kinshasa (5, 12) et Pikine dans la banlieue de Dakar (28), on ne relève que quelques piqûres infectées par habitant dans l'année. Dans la ville de Bouaké, on enregistre plusieurs dizaines de piqûres infectées par homme dans les cinq quartiers étudiés. Cependant, si la transformation des bas-fonds en rizières a entraîné une forte augmentation des densités d'*An. gambiae* à Bouaké, son impact ne semble pas avoir modifié notablement la transmission du paludisme pour se traduire en termes de santé publique. La situation pourrait être identique dans les nombreuses autres villes de la Côte d'Ivoire où les rizières font partie du paysage urbain.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Fond d'aide et de coopération (F.A.C.) du Ministère français de la coopération et la Mission française d'aide et de coopération en Côte d'Ivoire pour leur soutien financier et leur appui moral lors de la réalisation de ce travail.

## Références bibliographiques

- AKOBGETO M - *Etude des aspects épidémiologiques du paludisme côtier lagunaire au Bénin*. Thèse de doctorat, Université de Paris XI., 1992, 192 pp.
- BRENGUES J, BRUNHES J & HERVY JP - La filariose de Bancroft en Afrique, à Madagascar et dans les Iles voisines. *Etudes Médicales*, 1979, n°1, 85p.
- CARNEVALE P - La notion de faciès épidémiologiques. Stratification des paludismes selon la dynamique de la transmission. In: *Actes de la conférence internationale sur les stratégies de lutte contre les paludismes*. Bobo-Dioulasso, 11-14 avril 1988, (1988), pp 41-53.
- COENE J - Malaria in urban and rural Kinshasa. *Medical and Veterinary Entomology*, 1993, 7, 127-137.
- COENE J, NGIMBI NP, MANDIANGU M & MULUMBA MP - Note sur les anophèles de Kinshasa, Zaire. *Ann Soc belge Méd trop*, 1987, 67, 375-379.
- COOSEMANS M, WERY M, STORNE B, HENDIX L & MFISI B - Epidémiologie du paludisme dans la plaine de la Ruzizi, Burundi. *Ann Soc belge Méd trop*, 1984, 64, 135-158.
- DOSSOU-YOVO J, DOANNIO J, RIVIERE F & CHAUVANCY G - Malaria in Côte d'Ivoire wet savannah region: The entomological input. *Trop Med Parasitol*, 1995, 46, 263-269.
- FAYE O, FONTENILLE D, HERVY JP, DIACK PA, DIALLO S & MOUCHET J - Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. 1. Données entomologiques sur la transmission. *Ann Soc belge Méd trop*, 1993, 73, 21-30.
- FONDJO E, ROBERT V, Le GOFF G, TOTO J & CARNEVALE P - Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 2- Etude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. *Bull Soc Path Ex*, 1992, 82, 57-63.
- GARCIA EG - Control of *Schistosoma japonicum* and *S. haema-tobium* intermediate hosts in riceland ecosystems. In: *Vector-borne disease control in humans through rice agro-ecosystem management*. IRRI, Manila, Philippines, 1988.
- GILLES MT & DE MEILLON B - The Anophelinae of Africa south of Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region). *South African Institute for Medical Research*, Publication n° 54, 2nd edition, 1968.
- KARCH S, ASIDII N, MANZAMBI T & SALAUNJJ - La faune anophélienne et la transmission du paludisme humain à Kinshasa (Zaire). *Bull Soc Path Ex*, 1992, 85, 304-309.
- LACEY LA & LACEY CM - The medical importance of riceland mosquitoes and their control using alternatives to chemical insecticides. *J Am Mosq Cont Ass*, 6 suppl, 1990, 2, 1-93.
- LINDSAY SW, WILKINS HA, ZIELER HA, DALY RJ, PETRARCA V & BYASS P - Ability of *Anopheles gambiae* mosquitoes to transmit malaria during the dry and wet seasons in an area of irrigated rice cultivation in The Gambia. *J Trop Med Hyg*, 1991, 94, 313-324.
- MACDONALD G - The epidemiology and control of malaria. *Oxford University Press*, London, U.K., 1957.
- MANGA I, ROBERT V, MESSI J, DESFONTAINE M & CARNEVALE P - Le paludisme urbain à Yaoundé, Cameroun. 1. Etude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém Soc R belge Ent*, 1992, 35, 155-162.
- MIURA TR, TAKAHACHI M & WILDER WH - The selected aquatic fauna of a rice field ecosystem with notes on their abundances, seasonal distributions and trophic relationships. *Proc Calif Mosq Vector Control Assoc*, 1982, 49, 68-72.
- OMS - *Manual on Practical Entomology in Malaria. Part II. Methods and Techniques*. Organisation mondiale de la santé 13. Publication Genève, 1975.
- ROBERT V - *La transmission du paludisme humain : la zone des savanes d'Afrique de l'Ouest*. Thèse de doctorat, Université de Paris 6, 1989, 325 p.
- ROBERT V & CARNEVALE P - *Les vecteurs des paludismes en Afrique subsaharienne*. *Etudes médicales*, n° 2, 1984, 79-90.

21. ROBERT V, CARNEVALE P, OUEDRAOGO V, PETRARCA V & COLUZZI M - La transmission du paludisme humain dans un village de savane du Sud-Ouest du Burkina Faso. *Ann Soc belge Méd trop*, 1988, **68**, 107-121.
22. ROBERT V, GAZIN P, BOUDIN C, MOLEZ JF, OUEDRAOGO V & CARNEVALE P - La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann Soc belge Méd trop*, 1985, **65**, suppl. 2, 201-214.
23. ROBERT V, GAZIN P, OUEDRAOGO V & CARNEVALE P - Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso. 1. Etude entomologique de la transmission. *Cah ORSTOM, Sér Ent méd Parasitol*, 1986, **24**, 121-128.
24. ROBERT V, VAN DEN BROEK A, STEVENS P, SLOOTWEG R, PETRARCA V *et al.* - Mosquitoes and malaria transmission in irrigated rice-fields in the Benoue valley of northern Cameroon. *Acta Tropica*, 1992, **52**, 201-204.
25. ROSSI PA, MANCINI L & SABATINELLI G - Enquête entomologique longitudinale sur la transmission du paludisme à Ouagadougou, Burkina Faso. *Parazitologia*, 1986, **28**, 1-15.
26. SPEELMAN JJ & VAN DEN TOPGM - Irrigation and vector-borne diseases: a case study in Sri Lanka pp 44-55. In: *Proc. Workshop on Irrigation and vector-borne disease Transmission. Digang VII - Iage*. Sri Lanka : IIMI Pub, 1986.
27. TRAPE F & ZOULANI A - Malaria and urbanization in central Africa. Part II: Results of entomological surveys and epidemiological analysis. *Trans R Soc trop Med Hyg*, 1987, **81**, Suppl. 2, 19-25.
28. VERCRUYSE J & JANCLOES M - Etude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans la zone urbaine de Pikine (Sénégal). *Cah ORSTOM, sér ent Méd Parasitol*, 1981, **19**, 165-178.
29. YOSHIDAT - Rice farming and ecosystems of paddy fields in Southeast Asia. *FAO Irrigation and Drainage Papers*, 1984, **41**, 97-105.