

# LE PALUDISME URBAIN-LAGUNAIRE : ENQUÊTE LONGITUDINALE À COTONOU

JEAN-PHILIPPE CHIPPAUX (1) ET MARTIN AKOGBETO (2)

Ce travail a bénéficié d'un financement du Programme Spécial pour la Recherche et la Formation sur les maladies tropicales PNUD/Banque Mondiale/OMS (ID.850403).

- (1) Médecin, entomologiste médical ORSTOM, Antenne entomologique O.C.C.G.E., B.P. 06-2604, Cotonou, Bénin.  
(2) Entomologiste médical, Chef de l'antenne entomologique O.C.C.G.E.

## RÉSUMÉ

L'étude des indices paludologiques en milieu urbain-lagunaire, à Cotonou, a été menée sur un échantillon aléatoire d'enfants de deux quartiers périphériques au cours de trois années consécutives.

La transmission du paludisme diffère sensiblement entre ces deux quartiers. Dans chaque quartier, les indices plasmodiques sont très élevés dès le plus jeune âge et connaissent peu de variations jusqu'à l'adolescence. En revanche, les variations saisonnières, et les variations annuelles pour les mêmes saisons d'une année sur l'autre, sont toujours significatives. Les auteurs ont tenté d'étudier la susceptibilité individuelle des enfants en comparant, pour chacun, la fréquence de positivité de prélèvements successifs d'une saison à l'autre. Il apparaît qu'un nombre d'enfants significativement plus élevé qu'on ne l'attendrait présente une succession de prélèvements positifs à plusieurs mois d'intervalle. Confrontés aux données entomologiques, les résultats parasitologiques montrent bien la forte transmission du paludisme à Cotonou, ce qui est paradoxal en milieu urbain, réputé habituellement peu favorable à la transmission du paludisme.

**Mots-clés :** Paludisme - Epidémiologie - Charge parasitaire - Cotonou - Bénin - Afrique de l'Ouest.

## SUMMARY

**Urban and lacustrine malaria : a longitudinal survey in Cotonou (Benin).**

A prospective survey has been made in randomised children population of 2 suburbs of Cotonou where an entomological survey, previously reported,

was conducted at the same time. Data from both surveys are well correlated. Intensity of transmission appears to be different in each of these suburbs. Malaria transmission is high in both suburbs and affects children under 1 year. Age related variations of indexes are slight except for geometrical means of parasitaemia or geometrical means of antibody titers. Seasonal variations of all parasitological indexes are significantly different from season to season and, for indexes obtained in corresponding season, from year to year. The geometrical mean of parasitaemia seems to be more sensitive than other indexes.

Authors tried to study the individual response of children to malarial parasites. They analysed, for each child, the frequency of positive results of successive samples in various seasons. Children showing several positive successive samples are more frequent than expected. This is confirmed with *Plasmodium falciparum* trophozoites but not with gametocytes and *P. malariae*. This probably indicates great variations in individuals susceptibility or individuals exposure to malaria. These parasitological results show a high transmission rate of malaria in Cotonou. That is a paradox for urban areas which are usually unfavourable to malaria transmission.

**Key words :** Malaria - Epidemiology - Parasite density - Cotonou - Benin - West Africa.

## 1. Introduction

Le paludisme urbain-côtier, ou urbain-lagunaire, peut se définir à Cotonou comme un paludisme holoendémique stable. Akogbéto *et al.* (à paraître) ont montré que le taux d'inoculation, variable selon les quartiers de la ville, est, en moyenne, nettement plus élevé que dans la plupart des autres agglomérations d'Afrique intertropicale.

Dans les quartiers centraux de la ville, la transmission du paludisme est interrompue pendant la saison sèche, soit pendant une période de trois mois. En saison des pluies, chaque habitant subit plus d'une piqûre infectée par semaine.

En zone périphérique, le paludisme est transmis toute l'année, ou presque, avec une forte recrudescence en fin de saison des pluies et en début de saison sèche. Le nombre de piqûres infectées par homme et par an dépasse 58 dans certains quartiers (Akogbéto *et al.*, *op. cit.*).

Nous avons recherché, dans les mêmes milieux et à la même période que ceux où se sont déroulées les enquêtes entomologiques, les indices parasitologiques au sein de la population réceptive.

## 2. Matériel et méthode

### Description des zones d'étude

Cotonou est placée entre la mer et le lac Nokoué, grande lagune d'eau saumâtre, surtout en saison sèche (fig. 1). La ville ne comporte aucune dénivellation permettant le drainage des eaux de pluies, ce qui provoque de nombreuses retenues naturelles d'eau douce en saison des pluies et des zones marécageuses une grande partie de l'année. Le régime des pluies est de type équatorial (grande saison sèche de décembre à mars et grande saison des pluies d'avril à novembre, coupée d'une « petite saison sèche » en juillet et août – fig. 2). Cotonou est situé sur l'isohyète 1 300 mm.

Agblangandan est un quartier périphérique traditionnel en bordure de lagune. Les captures effectuées tout au long de l'année ont mis en évidence une moyenne annuelle de 95 % d'*Anopheles melas* et 5 % d'*Anopheles gambiae* s.s. Le taux d'inoculation est élevé. Il varie entre 15 et 40 piqûres infectées par homme et par an, selon les années (Akogbéto *et al.*, *op. cit.*).

Ladji est également un quartier périphérique en bordure de lagune ; mais il est de peuplement récent et ne comporte ni infrastructure, ni voirie. *Anopheles gambiae* s.s. y est nettement dominant et *Anopheles melas* n'y a jamais été récolté. Le taux d'inoculation est, en outre, plus élevé qu'à Agblangandan. Il atteint 60 piqûres infectées par homme et par an (Akogbéto *et al.*, *op. cit.*).

### Choix des sujets

Nous avons choisi au hasard des « concessions » au centre de chacun de ces quartiers. Tous les enfants de moins de douze ans vivant dans ces concessions ont été recensés et suivis pendant la durée de l'enquête. A Agblangandan, l'enquête longitudinale a concerné 179 enfants de 6 mois à 12 ans qui ont été prélevés de 1 à 9 fois chacun, tous les deux mois à partir d'octobre 1985 jusqu'en mars 1987, puis en juillet 1987 et en novembre 1988. Cela constitue 720 prélèvements au total, également répartis entre les différentes saisons des pluies et saisons sèches.

A Ladji, 204 enfants de 6 mois à 12 ans ont participé à l'enquête. Quatre passages seulement ont été effectués en fin de saison sèche (mars 1987), en petite saison sèche (août 1987), en début de grande saison des pluies (mai 1988) et en fin de saison des pluies (novembre 1988). 482 prélèvements ont été pratiqués.

Seuls les prélèvements effectués chez les enfants en bonne santé apparente ont été considérés dans cette étude. Les prélèvements pratiqués chez des enfants fébriles ont été ajoutés aux résultats des enquêtes de morbidité se déroulant dans les mêmes quartiers (Chippaux, page 55 ; Boulard *et al.*, 1990).

### Mesure et expression des indices paludométriques

Tous les prélèvements ont été faits à la pulpe du doigt avec un vaccinostyle stérile. Pour chaque enfant, il est pratiqué un frottis sanguin, une goutte épaisse et un prélèvement dans un tube capillaire hépariné. Les lames sont fixées et colorées au RAL<sup>R</sup> (Rhône-Poulenc). Le capillaire est centrifugé à 10 000 tours/minute pendant 5 minutes pour permettre la lecture de l'hématocrite. Le plasma est recueilli pour le titrage des anticorps palustres.

La densité parasitaire est calculée selon la formule :

$$DP = H (0,085 X + 0,913) \times 10^6 / 280 N$$

où H est le nombre d'hématies parasitées, X est la valeur de l'hématocrite et N est le nombre de champs examinés à l'objectif à immersion  $\times 100$  (Chippaux *et al.*, page 55). Nous avons lu 75 champs de frottis, ce qui s'était avéré suffisant lors d'enquêtes préliminaires. La limite de sensibilité est de l'ordre de 100 à 150 trophozoïtes par microlitre. Les gouttes épaisses ont été lues à l'objectif sec  $\times 40$ , sur 50 champs, pour le dénombrement des gamétocytes de *Plasmodium falciparum*, ce qui correspond à un seuil de sensibilité d'environ 2 à 3 gamétocytes par microlitre de sang. Nous avons utilisé la moyenne géométrique des densités parasitaires.

Nous n'avons pas pu faire le titrage des anticorps avant les enquêtes de 1988. Nous avons effectué le dosage selon la technique classique d'immunofluorescence indirecte (Ambroise-Thomas, 1974) avec des lames Falciparum Spot<sup>R</sup> et le conjugué Fluoline H<sup>R</sup> (BioMérieux). Les dilutions inférieures au  $1/40^e$  n'ont pas été considérées. Les titres moyens correspondent à la moyenne géométrique de l'inverse des titres individuels.

### Analyse et traitement statistique des observations

Il a été recherché, pour chaque groupe d'enfants ayant subi un même nombre minimum de prélèvements, la présence d'un biais éventuel. Nous avons comparé tous les indices paludométriques et les moyennes de parasitémiés des différents groupes entre eux. Pour chaque groupe d'enfants ayant subi un même nombre minimum de prélèvements, nous avons mesuré la fréquence de prélèvements positifs et négatifs pour la recherche de trophozoïtes et de gamétocytes de *P. falciparum*, ainsi que pour toutes les formes sanguines de *P. malariae*. Nous avons considéré, *a priori*, que, chez un même sujet, le résultat d'un prélèvement quelconque n'était en rien influencé par le résultat des prélèvements antérieurs ou ultérieurs.

Cette indépendance des résultats pour chaque enfant, qui constitue l'hypothèse nulle, nous a conduit à calculer la probabilité d'avoir un nombre donné de résultats successifs positifs ou négatifs. Cette probabilité théorique est

égale à l'indice plasmodique moyen élevé à la puissance correspondant au nombre de prélèvements subis. La fréquence individuelle de résultats positifs a été évaluée selon deux méthodes.

La première a consisté à regrouper les enfants ayant eu un même nombre de résultats positifs, sans tenir compte du nombre de prélèvements subis. C'est ce groupe qui est comparé à la distribution aléatoire des résultats indépendants dans le tableau 2 et à l'échantillon total dans le tableau 3. Il permet de tester notre hypothèse nulle.

La seconde méthode a consisté à isoler les enfants ayant un indice plasmodique individuel à *P. falciparum* supérieur d'au moins 1,96 écart-type (intervalle de confiance pour  $p < 0,05$ ) à l'indice plasmodique spécifique moyen de l'échantillon total. Nous avons également séparé ceux dont l'indice plasmodique spécifique était inférieur d'au moins 1,96 écart-type à la fréquence moyenne de sujets négatifs dans l'ensemble de l'échantillon. Cette méthode permet de vérifier l'existence d'une corrélation entre les différents indices paludométriques.

Nous avons retenu un seuil de significativité de 5 %, sauf exception signalée dans le texte, pour tous les tests statistiques (comparaison de fréquences, comparaison de moyenne et  $\chi^2$ ). Les comparaisons de moyennes géométriques ont été faites à partir du logarithme décimal de leur valeur respective. Le traitement des analyses et de probabilités a été effectué par des logiciels originaux conçus en *dBase*.

### 3. Résultats

Nous avons examiné 1 202 prélèvements provenant de 383 enfants.

#### Agblangandan

La prévalence de *P. falciparum* est très élevée dans l'ensemble de la population infantile. Elle est en moyenne de 57 %.

L'indice plasmodique dû à *P. falciparum* ne varie pas significativement en fonction de l'âge jusqu'à 12 ans inclus (tableau 1). Les parasitémies moyennes ne sont jamais significativement différentes entre chaque âge (fig. 3), sauf entre 7 et 9 ans. Ni l'une ni l'autre ne sont significativement différentes de la parasitémie moyenne de l'ensemble de l'échantillon ( $\epsilon = 1,34$  et  $\epsilon = 1,93$  respectivement). En revanche, la différence des parasitémies moyenne entre 7 et 9 ans est significative ( $\epsilon = 2,39$ ). L'indice plasmodique dû à *P. malariae* est de 7,8 %. Les indices gamétocytiques ne varient pas en fonction de l'âge jusque vers 8 ans, âge à partir duquel le nombre de gamétocytes se réduit notablement.

La variation saisonnière de l'indice plasmodique est hautement significative ( $\text{Chi}^2 = 44$  ;  $\text{ddl} = 9$ ,  $p < 10^{-3}$ ), mais pas celle de la parasitémie moyenne (fig. 4). L'indice gamétocytaire s'élève en saison des pluies jusqu'à 22 % et descend en saison sèche en dessous de 2 %. La variation saisonnière de l'indice gamétocytaire est parallèle à celle des indices plasmodiques et des parasitémies moyennes.

Nous n'avons pu étudier les variations saisonnières des titres moyens d'anticorps palustres à Agblangandan. Seuls les titres moyens en fonction de l'âge ont été établis en fin de saison des pluies (fig. 5). 98 % de l'ensemble des enfants et tous les enfants de plus de 5 ans ont un titre égal ou supérieur à  $1/40^e$ . L'augmentation du titre en fonction de l'âge est constante jusque vers 12 ans.

La comparaison des indices plasmodiques par groupe d'enfants ayant subi un même nombre de prélèvements ne montre pas de variation significative par rapport aux indices moyens observés dans l'ensemble de l'échantillon ( $\text{Chi}^2 = 14,5$ ,  $\text{ddl} = 9$ ). Rien ne permet donc de penser que les enfants ayant subi plusieurs prélèvements seraient distincts de l'ensemble de l'échantillon participant à l'étude.

La fréquence de parasitémies positives est beaucoup plus élevée que ne le prévoit une distribution aléatoire dans laquelle les résultats des prélèvements successifs chez un même enfant seraient indépendants ( $\text{Chi}^2 = 313$ ,  $\text{ddl} = 8$ ). Il en est de même pour la fréquence de multiples prélèvements négatifs, par rapport à notre seuil de détection ( $\text{Chi}^2 = 298$ ,  $\text{ddl} = 6$ ) (tableau 2).

Nous avons comparé les indices paludométriques en fonction du nombre de prélèvements subis et de la fréquence de résultats positifs. Le tableau 3 donne les indices observés dans l'ensemble de l'échantillon (= A) et dans le groupe d'enfants ayant eu un minimum de résultats positifs (= B). Les indices plasmodiques dus à *P. malariae*, ainsi que les indices gamétocytiques ne diffèrent pas significativement chez les enfants ayant une fréquence élevée de prélèvements positifs (tableau 3).

29 enfants (16 %) présentent une fréquence de positivité plus élevée que la moyenne, d'un écart correspondant au risque minimal de 5 %. 18 enfants (10 %) présentent une fréquence de résultats négatifs inférieure à la moyenne d'un écart correspondant au risque de 5 %. Les indices plasmodiques dus à *P. malariae* et les indices gamétocytiques des groupes d'enfants à positivité et à négativité plus fréquente ne sont pas significativement différents ni entre eux ( $\epsilon = 0,20$  et  $\epsilon = 0,46$  respectivement), ni de ceux de l'ensemble de l'échantillon.

## Ladji

La prévalence parasitaire (53 %) est élevée toute l'année pour tous les âges. Avant 1 an, les indices sont plus faibles qu'à Agblangandan ( $\epsilon = 2,78$  ;  $p < 0,01$ ). La différence avec les indices plasmodiques des enfants de Ladji, entre chaque âge, est significative, de même que la différence des moyennes de parasitémies (tableau 1 ; fig. 3).

La variation saisonnière des indices plasmodiques est importante ( $\text{Chi}^2 = 10,3$ ,  $\text{ddl} = 3$ ). Comme à Agblangandan, les parasitémies moyennes ne sont pas significativement différentes d'une saison à l'autre, ni d'une année sur l'autre (fig. 4).

L'indice gamétocytaire moyen (5,8 % pour toute la période d'enquête qui n'est pas superposable à celle d'Agblangandan) est légèrement inférieur à celui d'Agblangandan. Il est légèrement plus élevé à Ladji lorsque les prélèvements sont effectués simultanément dans les deux quartiers, sauf en novembre 1988, où ils sont tous deux égaux à 1 %. L'indice gamétocytaire suit les mêmes variations que celles observées à Agblangandan.

Le titre moyen des anticorps est du même ordre de grandeur en saison sèche qu'en saison des pluies. L'évolution du titre moyen des anticorps en fonction de l'âge est comparée à celle d'Agblangandan (fig. 5). Tous les enfants ont un titre supérieur au  $1/100^e$ , aussi bien en fin de saison sèche, qu'en fin de saison des pluies. L'augmentation du titre moyen en fonction de l'âge est constant jusqu'à 8 ans, âge à partir duquel le titre moyen reste stable.

Pas plus qu'à Agblangandan, nous n'avons relevé de différence entre les indices plasmodiques des enfants participant à l'enquête ( $\text{Chi}^2 = 3,1$ ,  $\text{ddl} = 3$ ). La fréquence de multiples prélèvements positifs est significativement plus élevée qu'une distribution aléatoire ne le laisserait prévoir ( $\text{Chi}^2 = 6,1$ ,  $\text{ddl} = 2$ ). La fréquence de multiples prélèvements négatifs est également significativement différente de la distribution théorique ( $\text{Chi}^2 = 6,5$ ,  $\text{ddl} = 2$ ).

L'effectif ne nous a pas permis de comparer l'évolution de l'indice gamétocytaire, ni de l'indice plasmodique spécifique à *P. malariae*, en fonction de l'indice plasmodique à *P. falciparum*.

## 4. Discussion

Dans l'ensemble, les indices paludométriques sont tout à fait comparables dans les deux quartiers étudiés. Tous deux sont légèrement excentrés par rapport à Cotonou, et surtout, situés en bordure de lagune, ils sont en terrains inondables dès les premières pluies. La seule différence écologique notable tient au type d'habitat, traditionnel à Agblangandan, anarchique et insalubre à Ladji.

Il est difficile d'évaluer l'importance relative des vecteurs identifiés à Agblangandan, et plus encore à Ladji où, si *A. melas* n'a jamais été récolté, il est probable qu'il y soit tout de même représenté. *A. gambiae* s.s. est sans doute le vecteur principal à Ladji, mais à Agblangandan, il est difficile d'être catégorique. *A. melas* y est prédominant toute l'année (Akogbéto *et al.*, *op. cit.*), ce qui en fait un bon candidat potentiel.

Les indices sporozoïtiques sont faibles à Agblangandan en saison sèche, saison privilégiée pour cette espèce à larves halophiles, et ils n'ont jamais pu être rapportés formellement à *A. melas*. La capacité vectorielle d'*A. melas* est d'ailleurs controversée (Bryan, 1981).

Quoiqu'il en soit, les indices paludométriques confirment la forte transmission du paludisme. L'évolution des indices en fonction de l'âge correspond à ce qui est classiquement observé. Toutefois, à Cotonou, ils s'élèvent plus précocement, et plus rapidement que dans d'autres villes, (Gazin *et al.*, 1987 ; Trape, 1987). La transmission s'effectue principalement en saison des pluies. La courte période d'interruption explique la baisse des indices paludométriques, qui malgré tout, restent relativement élevés en saison sèche. Une longue saison sèche, comme celle de 1987 (fig. 2) a pour corollaire la réduction sensible des indices paludométriques. Ils sont d'ailleurs significativement différents de ceux des mêmes mois de l'année précédente qui, bien que déficitaire, avait connu une meilleure répartition des pluies. En revanche, une forte pluviosité, comme en 1988, bien distribuée dans l'année, n'a pas provoqué une hausse des indices paludométriques. Les inondations observées en 1985, 1987 et 1988 se sont accompagnées d'une forte baisse de l'agressivité anophélienne, et d'une diminution des indices paludologiques (Akogbéto et Chippaux, à paraître).

La conversion logarithmique des parasitémies présente un intérêt certain pour mesurer l'intensité de l'infection palustre et ses variations. Le choix d'une moyenne géométrique se justifie par l'existence de parasitémies très élevées chez un nombre de sujets réduit mais non négligeable. Leur importance se trouve ainsi pondérée. Cet artifice joue en pratique le même rôle que les classes de parasitémies (Bruce-Chwatt, 1958).

A notre connaissance, l'évolution de la parasitémie chez un même sujet à partir de prélèvements successifs effectués à différentes saisons n'avait jamais été étudiée en milieu urbain lagunaire. Nos observations confirment que l'indépendance des résultats de prélèvements successifs ne peut être retenue. Cette méthode pourrait permettre de mesurer l'inégalité du risque d'infection, d'évaluer la réponse individuelle et d'étudier les facteurs qui leur sont liés.

La fréquence des sujets trop souvent positifs peut être interprétée diversement. Certains enfants sont sans doute soumis à un risque plus grand. Mais il en est probablement qui tolèrent une charge parasitaire minimale et s'en



accomodent. Ces enfants pourraient constituer un réservoir actif de parasites. Paradoxalement, ils ne semblent pas jouer un rôle plus important que les autres enfants dans la transmission du paludisme, leur indice gamétocytaire individuel n'étant pas différent de celui de la population de référence. En outre, cette tolérance serait spécifique puisque l'indice plasmodique dû à *P. malariae* est similaire à celui de la population d'origine. La fréquence de sujets trop souvent négatifs renforce cette dernière hypothèse : à côté d'enfants manifestant une tolérance accrue, d'autres semblent développer une certaine résistance, ou un état réfractaire, face à l'infection palustre. Moins de 75 % des enfants présentent une fréquence d'infection palustre inscrite à l'intérieur des limites de l'intervalle de confiance de l'indice plasmodique, au risque de 5 %. La reprise des dossiers individuels ne nous a pas permis de mettre en évidence *a posteriori* un caractère commun particulier aux enfants appartenant à chacun de ces groupes.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMBROISE-THOMAS P., 1974 – La réaction d'immunofluorescence dans l'étude séro-immunologique du paludisme. *Bull. O.M.S.*, **50** : 267-276.
- BOULARD J.C., CHIPPAUX J.P., AYIVI B., AKOGBETO M., MASSOUGBODJI A. et BAUDON D., 1990 – Une étude de la morbidité palustre dans un service hospitalier de pédiatrie au Bénin (Afrique de l'Ouest) en 1988 et 1989. *Méd. Trop.*, **50** : 315-320.
- BRUCE-CHWATT L.J., 1958 – Parasite density index in malaria. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **52** : 389.
- BRYAN J.H., 1981 – *Anopheles gambiae* and *Anopheles melas* at Brevet, the Gambia, and their role in malaria transmission. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **77** : 1-12.
- GAZIN P., ROBERT V. et CARNEVALE P., 1987 – Le paludisme à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). 2. Les indices paludologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. med. et parasitol.*, **25** : 27-32.
- TRAPE J.F., 1987 – Malariae et urbanization in central Africa : the example of Brazzaville. Part IV. Parasitological and serological surveys in urban and surrounding rural areas. *Trans R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **81** (sup. n° 2) : 26-33.

**Tableau 1**  
Répartition des indices plasmodiques (I.P.) en fonction de l'âge.

*Age related plasmodic index.*

Age	A G B L A N G A D A N			L A D J I		
	Effectif	I. P.	$\pm \sigma$	Effectif	I. P.	$\pm \sigma$
0	30	70	8,4	23	34	9,9
1	46	52	7,4	38	63	7,8
2	82	56	5,5	50	48	7,1
3	99	61	4,9	73	58	5,8
4	93	54	5,2	61	67	6
5	82	61	5,4	72	54	5,9
6	64	56	6,2	69	52	6
7	46	65	7	32	46	8,8
8	56	53	6,7	41	39	7,6
9	38	42	8			
10	42	61	7,5			
				23	39	10,2
11	22	59	10,5			
12	20	45	11,1			
$\Sigma$	720	57,4	1,8	482	52,9	2,3

$\sigma$  = écart-type.

$\Sigma$  = *standard deviation.*

**Tableau 2**

Comparaison entre la probabilité théorique et la fréquence observée d'avoir chez un même enfant un nombre de prélèvements successifs positifs ou négatifs.

*Comparison between theoretical probability and observed frequency for obtaining from the same child positive or negative successive samples.*

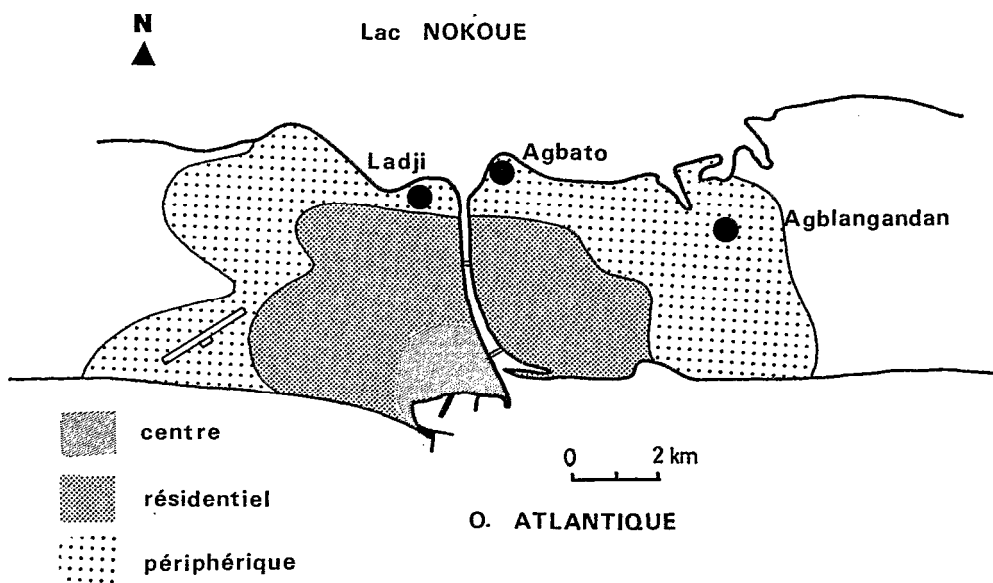
Effectifs cumulés	Nombre de prélèvements	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
G	prélèv. théoriques	81,8	38,9	17,4	7,0	2,7	1,0	0,4	0,1	0
B										
L	positifs observés	64	59	41	24	17	10	4	2	0
A	-----									
N	Prélèv. théoriques	16,9	13,2	4,4	1,3	0,3	0,1	0		
G										
A	négatifs observés	57	53	21	5	2	0	0		
N	-----									
D										
A	Effectifs totaux	130	114	95	69	48	29	23	15	10
N										
L	prélèv. théoriques	23,3	13,2	3,2						
A	positifs observés	26	19	0						
D	-----									
J	prélèv. théoriques	17,3	9,3	2,0						
I	négatifs observés	19	17	2						
J	-----									
I	Effectifs totaux	125	89	41						

**Tableau 3**

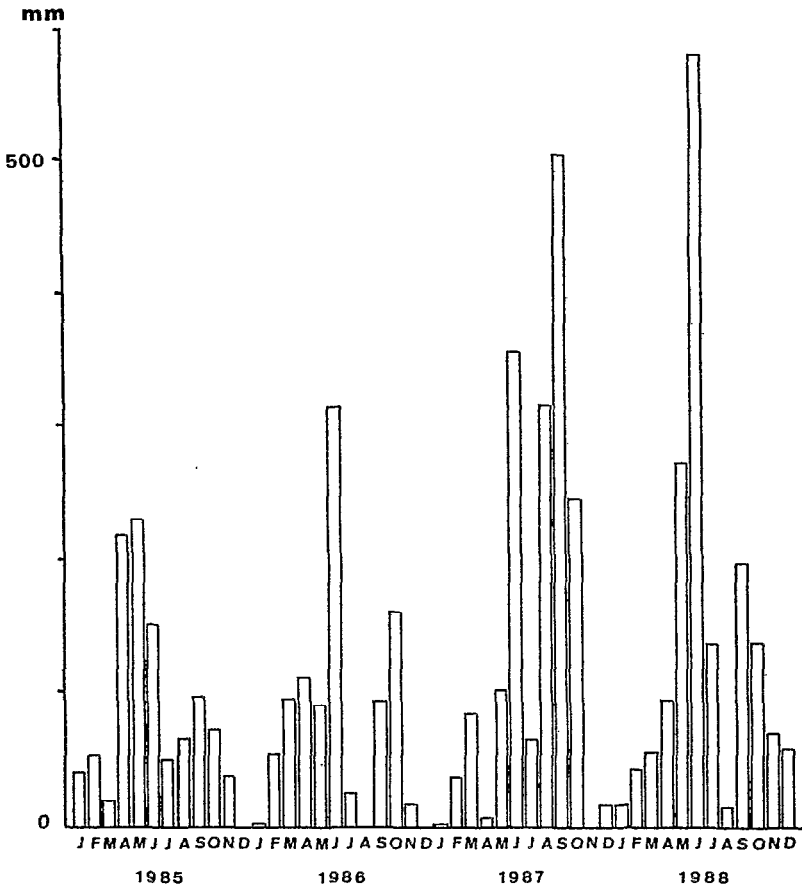
Evolution des indices plasmodiques et gamétoctiques en fonction du nombre de prélèvements subits chez tous les enfants d'Agblangandan (= A) et chez les sujets à grande fréquence de résultats positifs pour *P. falciparum* (= B). Le  $\chi^2$  est calculé sur la base des indices correspondants dans l'ensemble de l'échantillon.

*Relation between plasmodic index (= I.P.) or gametocytic index (= I.G.) and number of takings of blood carried out in each children of Agblangandan (= A) or in people found with great number of positive results for P. falciparum (= B).  $\chi^2$  calculation is based upon corresponding indexes in whole sample.*

Nombre de prélèvements	Effectifs		I.P. <i>P. falc.</i>		I.P. <i>P. malar.</i>		Ind. Gamét.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
≥ 1	720	676	57,4	61,1	7,2	7,5	7,8	8
≥ 2	677	571	57	63,4	7,4	7,7	8,1	8,2
≥ 3	631	399	56,9	68,7	7	6,8	8,6	9
≥ 4	574	304	57,1	72,4	6,8	7,6	8,7	9,2
≥ 5	470	205	59,4	74,2	7	7,8	8,3	8,3
≥ 6	365	150	60,8	74,7	8	8	8,2	6,7
≥ 7	251	96	64,9	79,2	8,8	7,3	6,8	7,3
≥ 8	209	40	66	85	8,1	5	6,2	10
≥ 9	145	20	68,3	90	8,3	5	6,2	15
≥ 10	100	-	74	-	4	-	7	-
$\chi^2$	-	-	14,51	32,63	3,42	2,81	2,89	2,54



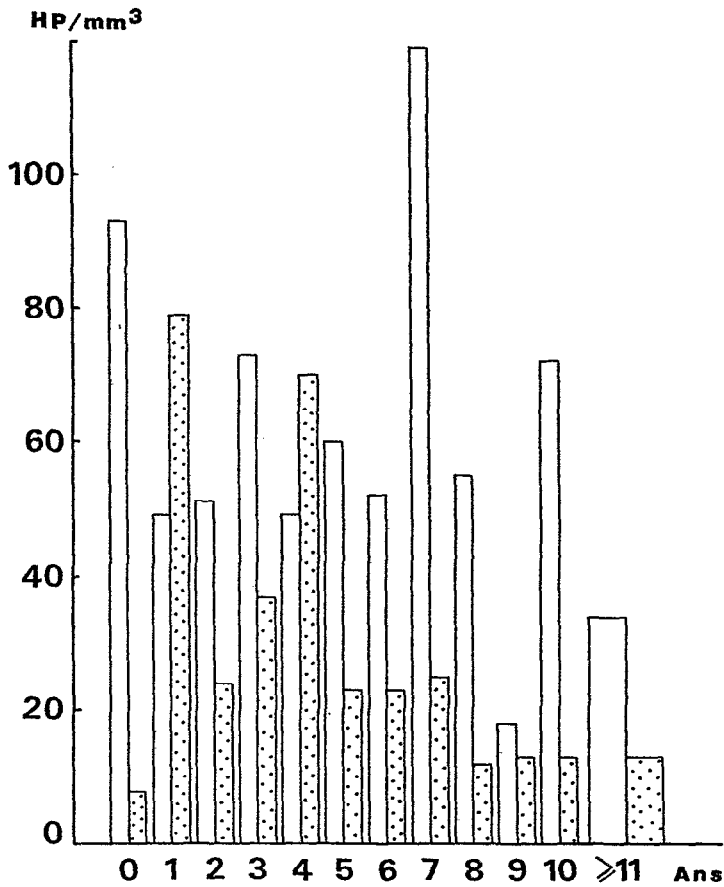
**Figure 1**  
*Plan de Cotonou. Cotonou map.*



**Figure 2**

Pluviométrie mensuelle à Cotonou de janvier 1985 à décembre 1988 (ORSTOM Cotonou non publié).

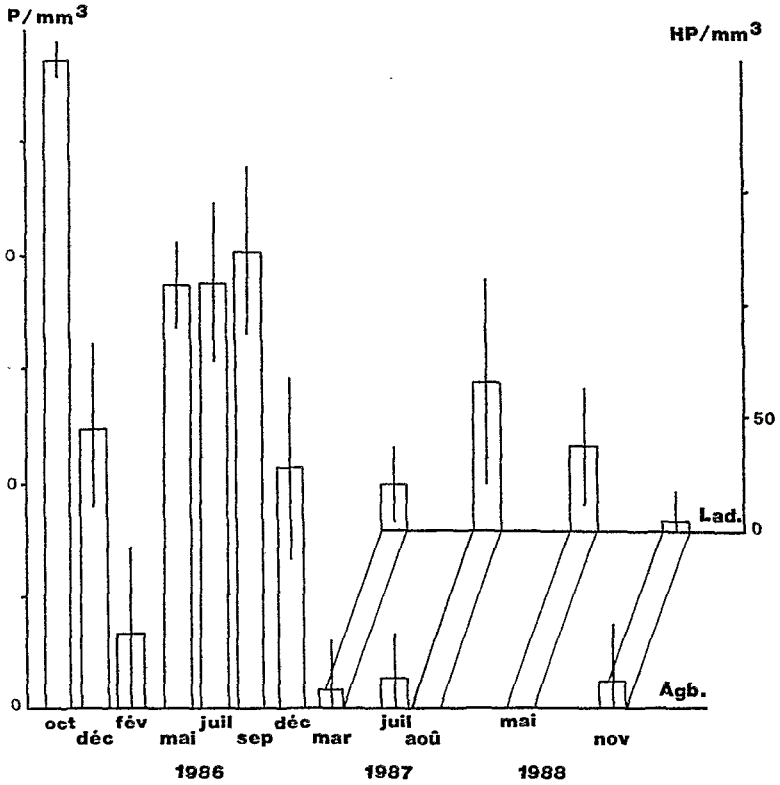
Rainfalls in Cotonou from January 1985 to December 1988 (ORSTOM Cotonou, unpublished data).



**Figure 3**

Moyenne géométrique de parasitémies par  $\mu\text{l}$  (= HP/mm<sup>3</sup>) en fonction de l'âge chez les enfants de 6 mois à 13 ans à Agblandangan (barres blanches) et à Ladjì (barres pointillées).

*Age related geometrical mean of parasitaemiae per  $\mu\text{l}$  (= HP/mm<sup>3</sup>) in children between 6 months and 13 years old in Agblandangan (white bars) and in Ladjì (spotted bars).*

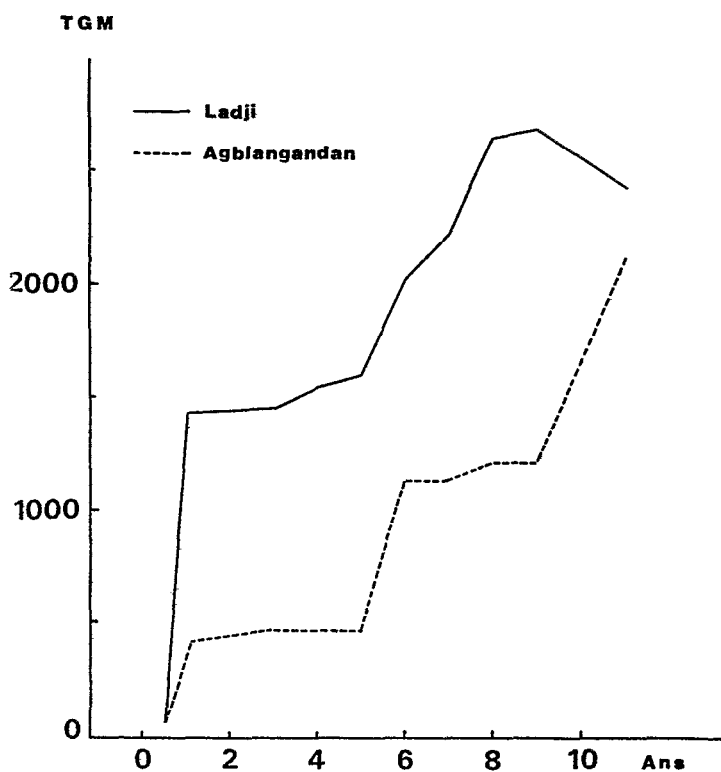


**Figure 4**

Moyenne des parasitémies par  $\mu\text{l}$  (=  $\text{HP}/\text{mm}^3$ ) observées lors de chacune des enquêtes à Agblandangan (= Agb.) d'octobre 1985 à novembre 1988 et à Ladji (= Lad.) de mars 1987 à novembre 1988.

*Mean of parasitaemia per  $\mu\text{l}$  (=  $\text{HP}/\text{mm}^3$ ) observed in Agblandangan (= Agb.) from October 1985 to November 1988 and in Ladji (= Lad.) from March 1987 to November 1988.*





**Figure 5**

Evolution de la moyenne géométrique du titre des anticorps palustres (= TGM) en fonction de l'âge à Ladji et à Agblandangan.

*Age related geometrical mean of malarial antibody titer (= TGM) in Ladji and in Agblandangan.*