

## MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES CONTRE LE PALUDISME AU ZAIRE

par

S. KARCH<sup>1\*</sup>, B. GARIN<sup>1</sup>, N. ASIDI<sup>1</sup>, Z. MANZAMBI<sup>1</sup>,  
J.J. SALAUN<sup>1</sup> & J. MOUCHET<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Service d'Entomologie Médicale, Mission de Coopération Française,  
I.N.R.B., Avenue des Huileries, B.P. 7861, Kinshasa, Zaïre  
<sup>2</sup>ORSTOM, 213 Rue Lafayette, 75010 Paris, France

**Résumé.** — Sur le plateau des Bateké à 60 km à l'est de Kinshasa (Zaïre), où le paludisme est stable, des opérations de lutte antipaludique par moustiquaires imprégnées de deltaméthrine ont été conduites dans trois villages, de février à novembre 1991. Un village de 3.000 habitants reçut 800 moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (K-Othrin®) à 25 mg/m<sup>2</sup>, un autre village de 2.900 habitants a reçu le même nombre de moustiquaires non imprégnées. Enfin, le troisième village de 900 habitants servit de témoin sans traitement particulier. La densité de population d'*Anopheles gambiae*, vecteur exclusif du paludisme, a diminué de 94 % dans le village protégé par des moustiquaires imprégnées. Bien que la baisse de l'indice sporozoïtique n'ait pas été significative, le taux d'inoculation a diminué de 98 %, soit 3,7 piqûres infectantes par an contre 182 avant le traitement et plus de 300 piqûres infectantes par an dans le village témoin. L'espérance de vie du vecteur a baissé de 11,02 jours à 3,64 jours. Dans le village où la population était protégée par des moustiquaires non imprégnées, l'indice sporozoïtique, le taux d'inoculation et la longévité du vecteur sont restés identiques avant et après traitement, de même que dans le village témoin où la population n'avait aucune protection.

*Plasmodium falciparum* est présent seul ou associé à *P. malariae* et/ou *P. ovale* chez 98,4 % des sujets parasités. La prévalence du paludisme a baissé à partir du 5<sup>e</sup> mois de près de 50 % dans le village protégé par moustiquaires imprégnées (de 70,4 % à 34,4 %). Les fortes parasitémies supérieures à 10.000 ou 20.000 parasites/mm<sup>3</sup> constituent de bons marqueurs du risque clinique suivant que l'on place le seuil pyrogène à 10.000 ou à 20.000 p/mm<sup>3</sup>, elles ont baissé de 77 % et 83 % dans le groupe d'âge de 0-7 ans et de 67 % et 65 % dans celui de 8-14 ans dans le village protégé. Les résultats de l'utilisation de moustiquaires imprégnées sont donc excellents en termes de santé publique.

**KEYWORDS:** Impregnated bednets; Deltamethrin; Malaria; *Anopheles gambiae*; Entomological Inoculation Rate; Parasitological study; Zaire.

### 1. Introduction

Depuis plus de 80 ans, Ross (17) a recommandé l'utilisation de moustiquaires pour se protéger du paludisme. Force est de constater que dans les régions où l'endémie est stable, elles constituent plus un mobilier de confort qu'un élément de prévention. Mais, à partir de 1976, leur imprégnation par des insecticides pyréthrinoïdes a accru leur efficacité à un point tel qu'elles entrent dorénavant dans l'arsenal prophylactique (13, 18). Les pyréthrinoïdes (perméthrine, deltaméthrine, lambda cyalothrine, etc.) permettent une grande marge de manœuvre dans l'utilisation des moustiquaires car elles gardent

\*Adresse actuelle: Laboratoire d'Entomologie Médicale, ORSTOM, 70 Route d'Aulnay, 93143 Bondy, France.

leur pouvoir insecticide même lorsqu'elles sont percées ou placées de façon laxiste (2). Cette facilité d'emploi permet d'envisager leur diffusion auprès des communautés si celles-ci acceptent de collaborer avec les autorités sanitaires.

Plusieurs essais de moustiquaires imprégnées ont été effectués en Chine (8) et dans les zones de paludisme stable de l'Afrique tropicale, en Gambie (9), en Tanzanie (10), au Burkina-Faso (16).

Bien que la taille des zones expérimentales en Afrique ait été limitée, l'introduction de ce mode de protection a provoqué une chute de la transmission du paludisme de plus de 90 %, accompagnée, au Burkina-Faso d'une réduction de plus de 50 % des manifestations cliniques de la maladie (Pazart, comm. pers.).

Au Zaïre, dans les environs de Kinshasa, nous avons expérimenté les moustiquaires imprégnées de deltaméthrine dans un village de 3.000 habitants et comparé les résultats avec ceux d'un village où la population était protégée par des moustiquaires non imprégnées et ceux d'un village témoin non protégé.

Le but de l'étude était d'évaluer :

- l'acceptabilité des moustiquaires par la population;
- les effets sur la transmission du paludisme;
- leur impact aux plans parasitologique et épidémiologique.

## 2. Zone d'étude

Les trois sites sélectionnés pour cette étude sont (Fig. 1) :

- Mbangu-mbamu, à 60 km à l'est de Kinshasa, village traditionnel de cultivateurs, d'environ 460 maisons et 3.000 habitants des diverses ethnies : yaka, pende, teke et pelende, doté d'un petit dispensaire tenu par un aide-soignant.
- Kinkolé, à 45 km à l'est de Kinshasa, village divisé en plusieurs « localités »; celle de « Mikala » d'environ 385 maisons et 2.900 habitants a été retenue; la population d'ethnies ngala, luba et gwandi, vit de la pêche et de culture maraîchère; l'école primaire compte une centaine d'élèves, âgés de 4 à 14 ans, et le dispensaire est tenu par un infirmier.
- Mbansalé petit village d'environ 130 maisons et 900 habitants d'ethnies teke, luba et mongala, à 52 km de Kinshasa ne possède ni dispensaire ni école.

Les trois villages, latitude de 4° 19' et longitude de 16° 80', s'étendent sur le plateau des Bateké, le long du fleuve Zaïre à l'est de l'aéroport de Kinshasa (Fig. 1). Le climat est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche (juin-septembre) et d'une longue saison des pluies (octobre-mai) entrecoupée de février à mars d'une petite saison sèche; les températures restent en moyenne élevées et peu variables au cours de l'année, entre 25° C et 27,5° C. La végétation est une savane post-forestière.

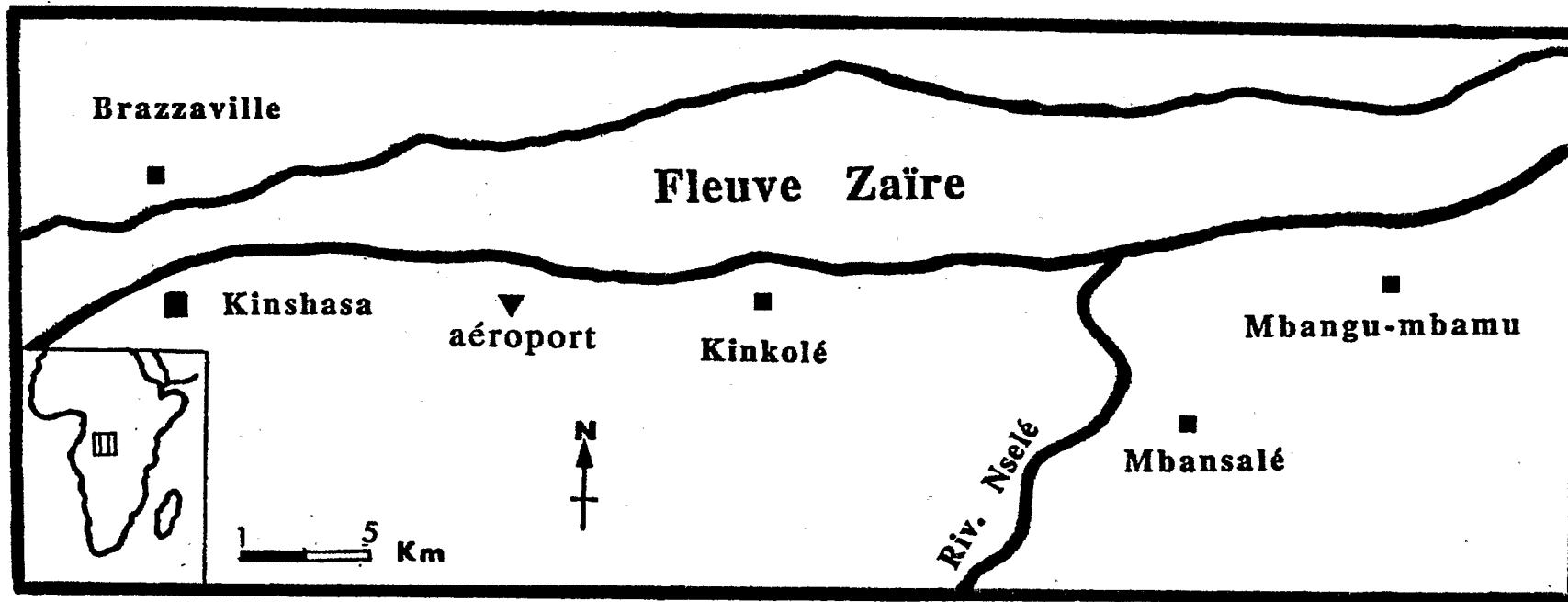


Figure 1.  
La zone d'étude sur le plateau des Bateké, Zaïre.

### 3. Schéma expérimental

#### 3.1. Distribution et imprégnation des moustiquaires

Les études ont débuté en février 1990 dans les 3 villages et se sont poursuivies pendant 1 an pour recueillir les données de base.

En février 1991, on a distribué 1.600 moustiquaires dans 2 villages d'après le schéma suivant:

- Mbangu-mbamu: 800 moustiquaires imprégnées de deltaméthrine;
- Kinkolé: 800 moustiquaires non imprégnées;
- Mbansalé: a été conservé comme témoin non protégé.

Les villageois à Mbangu-mbamu et à Mbansalé n'avaient jamais utilisé des moustiquaires. Par contre, quelques pêcheurs à Kinkolé (environ 3%) employaient déjà ce mode de protection.

Les moustiquaires étaient de deux tailles: celles à usage individuel de 10,20 m<sup>2</sup> (100×180×150) et celles à usage familial de 14,52 m<sup>2</sup> (190×180×150). Elles étaient confectionnées avec du tulle de nylon qui retient bien l'insecticide (18). Chaque centimètre de tulle contient 24,2 mailles et chaque gramme contient 225 filaments; l'élasticité du filament est de 38 %.

Les moustiquaires ont été imprégnées avec la deltaméthrine (K-Othrin®) en concentré émulsifiable (CE 25), fourni par Roussel-Uclaf, à une dose unique de 25 mg/m<sup>2</sup> de matière active. L'insecticide a été dilué dans 400 ml et ou 600 ml d'eau suivant la taille de la moustiquaire.

#### 3.2. Technique d'évaluation entomologique

Au départ, nous avons fait un inventaire de la faune des anophelinés et des culicinés par captures de nuit sur appât humain (protégé par chimioprophylaxie), placé à l'intérieur et à l'extérieur des habitations. Dans chaque village, deux équipes de 6 hommes se relayaient chaque nuit, la première travaillait de 18 h à 24 h et la deuxième de 0 h à 6 h du matin. Les captures s'étalaient sur trois jours consécutifs et étaient répétées tous les 21 jours dans chaque village, pendant toute la durée de l'étude, à l'exception du mois d'octobre 1991.

L'inventaire a été complété par la capture de moustiques au repos à l'intérieur des habitations, après pulvérisation de pyrèthre (entre 5 h et 8 h du matin), à raison de 4 séances/mois dans huit maisons de chaque village.

Après identification (4, 5, 6), les anophèles femelles ont été disséquées pour rechercher les sporozoïtes dans les glandes salivaires et pour établir le taux de parturité d'après l'examen des trachéoles des ovaires (3).

### 3.3. Technique d'évaluation parasitologique

#### 3.3.1. Choix des échantillons

Les données parasitologiques ont été recueillies une fois par mois pendant les 3 mois qui précèdent l'installation des moustiquaires et les 8 mois qui ont suivi leur mise en place.

Au total, 180 enfants choisis au hasard d'après les listes d'état civil ont été suivis pendant les 11 mois (33 enquêtes et 1.910 prélèvements). On a pris soin que toutes les ethnies soient représentées. Pour les enfants de 0-7 ans (105 enfants), les enquêteurs passaient dans les maisons pour réaliser les prélèvements sanguins; ceux-ci étaient réalisés à l'école pour les enfants de 8-14 ans (75 enfants) soit 797 prélèvements. Le taux d'absentéisme était de 3,3 % chez le groupe d'enfants de 0-7 ans et de 6,1 % chez celui de 8-14 ans.

A chaque enquête, une goutte épaisse et un frottis ont été systématiquement prélevés sur chaque enfant. Au cours de cette étude, les accès palustres présumés et confirmés ont été traités par la chloroquine ou la quinine dans l'un des deux dispensaires de Mbangu-mbamu ou de Kinkolé, par l'aide-soignant ou l'infirmier.

Le taux de présence à chaque passage a été supérieur à 85 %, pour tous les absents il a été vérifié qu'ils n'étaient malades à la maison. Aucun mort n'a été enregistré dans l'échantillon.

#### 3.3.2. Protocole de lecture des lames

La recherche du *Plasmodium* a été réalisée sur goutte épaisse après coloration au Giemsa. Pour chaque lame, un examen de 200 champs standardisés a été effectué. L'estimation de la charge parasitaire sur le frottis est basée sur le rapport parasites/leucocytes. Les résultats ont été ramenés au nombre de parasites par microlitre de sang en prenant 7.000 leucocytes par microlitre comme référence (14). Les densités parasitaires sont groupées en 2 classes d'âge : 0-7 et 8-14 ans. La détermination de l'espèce plasmodiale est effectuée sur le frottis.

#### 3.3.3. Analyse statistique

La méthode de Dunnett utilisée pour l'analyse statistique (7) des densités parasitaires a permis de comparer les différents groupes entre eux; elle est basée sur l'application de la formule :

$$t_{ij} = \frac{m_i - m_j}{s/\sqrt{n_i} + s/\sqrt{n_j}}$$

où i est l'indice d'un groupe traité  
j est l'indice d'un groupe témoin  
s est la variance résiduelle  
m<sub>i</sub> et m<sub>j</sub> sont les moyennes  
n<sub>i</sub> et n<sub>j</sub> sont les effectifs

Nous avons comparé les valeurs obtenues pour chaque classe d'âge dans deux villages traités (Mbangu-mbamu et Kinkolé) à celles du village témoin (Mbansalé).

## 4. Résultats

### 4.1. Acceptation des moustiquaires par la population

Etant donné que les villageois, en général, ne connaissaient pas l'usage des moustiquaires, nous avons procédé à une campagne d'information et d'éducation avec projection de diapositives. Après cette campagne, aucune difficulté n'a été rencontrée. Les populations de deux villages (Mbangu-mbamou et Kinkolé) ont bien accepté de dormir sous moustiquaires imprégnées ou non.

La protection vis-à-vis des piqûres de moustiques et de punaises du lit a été très appréciée par la population, dès les premiers jours de la mise en place des moustiquaires imprégnées. D'après nos interrogatoires et nos visites surprises à domicile, 96 % des villageois à Mbangu-mbamou et 93 % à Kinkolé dormaient effectivement sous moustiquaire. Cette excellente collaboration de la communauté s'est maintenue pendant les 8 mois de l'expérimentation.

### 4.2. Impact sur les vecteurs et la transmission

Les résultats obtenus dans les trois villages ont été comparés pour évaluer l'efficacité des moustiquaires simples et imprégnées. De plus, on a comparé les données obtenues pendant la période de pré-traitement (1990) et celles recueillies pendant l'expérimentation (1991).

#### 4.2.1. Composition de la faune agressive

Au total, 16 espèces ont été capturées dans chacun des trois villages : 6 espèces d'anophèles : *Anopheles gambiae* espèce dominante constituait respectivement 76, 97 et 89 % de la faune anophélienne dans les 3 villages de Mbangu-mbamou, Kinkolé et Mbansalé; *A. paludis*, *A. funestus*, *A. mouche-ti*, *A. hancocki* et *A. coustani*; 5 espèces de *Culex* : *Cx. antennatus*, *Cx. ethiopicus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. decens* et *Cx. annulioris*; 2 espèces de *Mansonia* : *M. africana* et *M. uniformis*; 2 espèces d'*Aedes* : *Ae. aegypti* et *Ae. africanus*; 1 espèce du genre *Coquillettidia* sp.

#### 4.2.2. Effet des moustiquaires sur la densité d'*A. gambiae*

Nous n'avons pas pris en compte *A. funestus* (moins de 2 % des anophèles et 1 seule femelle infectée sur 134) et nous avons concentré notre étude sur *A. gambiae*, vecteur quasi exclusif. Les résultats sur la densité de piqûres, sont les suivants (Fig. 2) :

- A Mbangu-mbamou : le nombre de piqûres par homme et par nuit (p/h/n) d'*A. gambiae* a diminué de 94 %, soit de 17,3 p/h/n en 1990 à 0,9 p/h/n

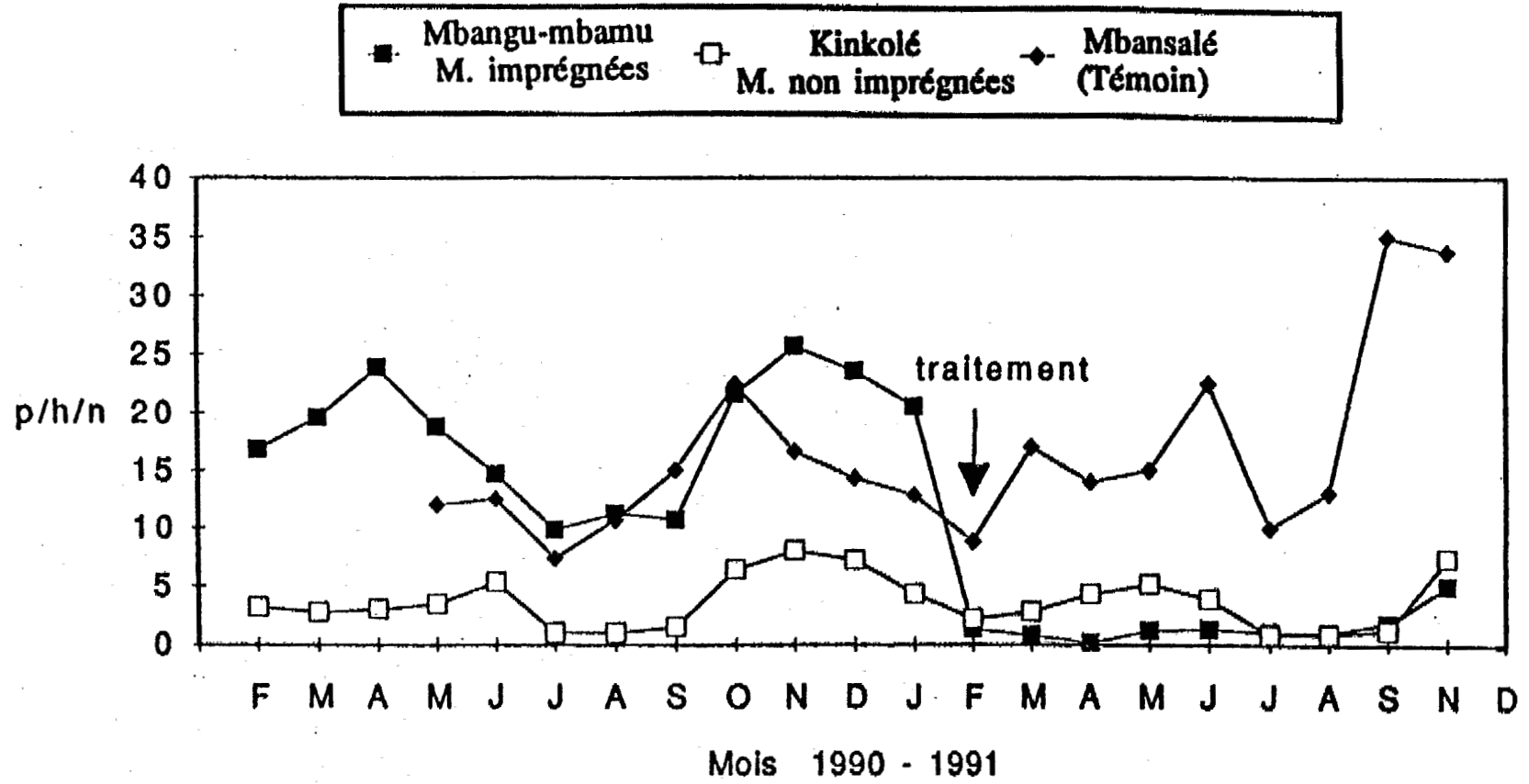


Figure 2.  
Evolution mensuelle de la moyenne du nombre de piqûres par homme et par nuit (p/h/n) d'*A. gambiae*, avant et après traitement.

en 1991. Cependant, on observe une légère recrudescence en novembre 1991 (environ 5 p/h/n de *A. gambiae*), lors du pic annuel de l'espèce dans la région. La baisse de densité a été plus sensible dans les captures à l'intérieur que dans celles à l'extérieur des maisons.

- A Kinkolé: une baisse non significative de 11,2% de la population d'*A. gambiae* en 1991 (3,2 p/h/n) par rapport à l'année précédente (3,6 p/h/n) ne peut être liée à l'usage de moustiquaires non imprégnées mais plutôt aux variations naturelles.
- A Mbansalé: la population anophélienne est restée pratiquement stable entre mai 1990 et novembre 1991. L'agressivité d'*A. gambiae* était en moyenne de 16,2 p/h/n.

#### 4.2.3. Effet sur les taux d'inoculation (*h*)

Le taux quotidien d'inoculation *h* est le produit de *ma* (nombre de piqûres par homme et par nuit) et IS (indice sporozoïtique).

A Mbangu-mbamou le nombre de piqûres par homme et par nuit (*ma*) a diminué de 17,3 à 0,9 p/h/n et l'IS de 2,5% à 1,2%.

*h* en 1990 a été de 0,43, soit une piqûre infectée tous les deux jours ou 182 piqûres/an; en 1991 *h* est 0,01, soit une piqûre infectée tous les 100 jours ou 3,7 piqûres/an. La diminution a été de 98%.

A Kinkolé, *ma* diminue de 3,6 à 3,2 la seconde année, mais l'indice sporozoïtique moyen est passé de 2,6% à 3,9%; *h* a été augmenté de 0,09 à 0,13. Les moustiquaires non imprégnées n'ont pas entraîné de baisse de la transmission.

A Mbansalé, le village témoin sans moustiquaire, *ma* et IS ont augmenté de 1990 à 1991: *h* est passé de 0,48 à 0,89 (tableau 1).

TABLEAU 1  
Comparaison des moyennes du taux quotidien d'inoculation (*h*), soit le nombre des piqûres infectées, du vecteur *A. gambiae* dans les trois villages avant et après distribution des moustiquaires imprégnées ou non

Village	Février à novembre	<i>ma</i> (p/h/n)	IS	<i>h</i> = <i>ma</i> × IS
Mbangu-mbamou (moust. impr.)	1990	17,3	2,5	0,43
	1991	0,9	1,2	0,01
Kinkolé (moust. non impr.)	1990	3,6	2,6	0,09
	1991	3,2	3,9	0,13
Mbansalé (sans moust.)	1990	13,7	3,5	0,48
	1991	18,7	4,8	0,89

#### 4.2.4. Effet sur le taux quotidien de survie

La probabilité quotidienne de survie *P* est calculée par la formule de Davidson  $P = n1 \sqrt{\text{parturité}}$  (*n1*: est l'intervalle de temps entre deux repas sanguins, qui varie entre 2 et 3 jours dans cette région; d'après Carnevale *et al* (1), elle est de 2,5 jours).



L'ensemble des valeurs obtenues avec *A. gambiae* d'après les captures effectuées dans les trois villages, avant et après distribution des moustiquaires, est regroupé dans le tableau 2.

- A Mbangu-mbamu, P a diminué de 0,913 (1990) à 0,760 (1991) soit une réduction de 16,8% après la couverture par moustiquaires imprégnées. L'espérance de vie ( $1/Log_e P$ ), passe de 11,02 jours (1990) à 3,64 jours (1991) soit une réduction de 67%. La réduction de l'espérance de vie infectante ( $P^{n2}/Log_e P$ , où n2 est la durée du cycle extrinsèque du parasite = 12 jours pour *P. falciparum* à 25° C) passe, pendant la même période, de 3,70 jours (1990) à 0,14 jours (1991), soit une réduction de 96,2%.
- A Kinkolé, la probabilité quotidienne de survie  $P = 0,870$  n'a pas varié après couverture par moustiquaires non imprégnées. Il en est de même pour l'espérance de vie et l'espérance de vie infectante.
- A Mbansalé, village témoin, P était de 0,905 en 1990 et de 0,892 en 1991, la situation ne s'est donc pas modifiée.

TABLEAU 2  
Comparaison de la longévité moyenne du vecteur *A. gambiae*  
dans les trois villages du plateau des Bateké

Village	Février à novembre	Taux de parturité	Taux quotidien de survie	Espérance de vie	Espérance de vie infectante
Mbangu-mbamu (moust. impr.)	1990	0,797	0,913	11,02	3,7
	1991	0,503	0,76	3,64	0,14
Kinkolé (moust. non impr.)	1990	0,762	0,87	7,18	1,35
	1991	0,713	0,873	7,36	1,44
Mbansalé (sans moust.)	1990	0,78	0,905	10,02	3,02
	1991	0,751	0,892	8,75	2,22

#### 4.2.5. Effet sur la stabilité du paludisme

L'indice de stabilité de Macdonald  $IST = a/Log_e P$  permet de définir ce paramètre du paludisme suivant l'échelle:  $IST < 0,5$  instabilité,  $IST$  compris entre 0,5 et 2,5 stabilité moyenne est  $IST > 2,5$  stabilité forte. Cet indice est calculé à partir de 2 paramètres: la probabilité quotidienne de survie (P) et l'anthropophilie (a) du vecteur. Le paramètre (a) est le nombre des repas sanguins pris sur l'homme par un moustique et ce chaque jour. Etant donné que le vecteur *A. gambiae* est quasi exclusivement anthropophile sur le plateau des Bateké, et que le cycle gonotrophique dure 2,5 jour (11) la valeur de a se situe entre 0,38 et 0,40. On obtient ainsi comme valeur moyenne de stabilité:

- A Mbangu-mbamu:  $IST = 5,2$  (1990) et  $IST = 1,7$  (1991), soit une baisse de 66,7%.
- A Kinkolé (moustiquaires non imprégnées) l'indice de stabilité est de 3,4 (1990) et de 3,5 (1991).
- Quant à Mbansalé (sans moustiquaire), l'indice est de 4,8 (1990) et de 4,2 (1991).

Ces valeurs élevées de l'indice de stabilité situent les trois villages dans la zone de forte stabilité.

#### 4.2.6. Effet des moustiquaires sur la capacité vectorielle

La capacité vectorielle peut être calculée selon la formule  $C = m.a^2. p^{n^2} / \text{Log}_e p$ . Dans le village avec moustiquaires imprégnées, la capacité vectorielle a chuté de 14,38 à 0,03. Par contre, elle n'a pratiquement pas changé dans les deux villages avec moustiquaires non imprégnées ( $C = 1,10$  en 1990 et  $C = 1,04$  en 1991) et témoin ( $C = 9,35$  en 1990 et  $C = 9,37$  en 1991).

### 4.3. Impact sur le parasite

#### 4.3.1. Espèces plasmodiales

D'après l'examen de 372 lames positives, durant les trois mois de pré-traitement (octobre, décembre et janvier), la répartition des plasmodium dans les trois villages s'établit comme suit: *Plasmodium falciparum* seul ou associé à *P. malariae* et *P. ovale* est présent dans 98,4 % des cas. *P. ovale* est toujours associé à *P. falciparum*; *P. malariae* quelquefois seul, est généralement associé avec à *P. falciparum* (tableau 3).

TABLEAU 3  
Répartition des trois espèces plasmodiales dans les villages

Village	<i>P. falciparum</i> (seul)	<i>P. falciparum</i> + <i>P. malariae</i>	<i>P. falciparum</i> + <i>P. ovale</i>	<i>P. malariae</i> (seul)
Mbangu-mbamou	67 %	17,4 %	14,3 %	1,3 %
Kinkolé	63,6 %	26,4 %	9,1 %	0,9 %
Mbansafé	68,4 %	18,5 %	10,5 %	2,6 %

#### 4.3.2. Impact sur la prévalence

L'indice plasmodique ou prévalence du parasite chez les enfants de 0 à 14 ans varie entre 50 et 80 %. A Mbangu-mbamou, cet indice de 70,4 % a tendance à baisser à partir du 5<sup>e</sup> mois (juin) après la distribution des moustiquaires pour arriver à 34,4 %, la moitié de sa valeur initiale au 6<sup>e</sup> mois (juillet). Cette réduction de l'indice plasmodique est statistiquement significative (test  $X^2$ ,  $P < 0,001$ ) en comparaison avec les 2 autres villages et avec les données de pré-traitement. Au 7<sup>e</sup> et au 8<sup>e</sup> mois (août et septembre), la courbe de la prévalence remonte à nouveau (Fig. 3).

Par contre, dans le village de Kinkolé, les moustiquaires non imprégnées n'ont eu aucun effet sur la prévalence, ce qui est conforme aux observations entomologiques.

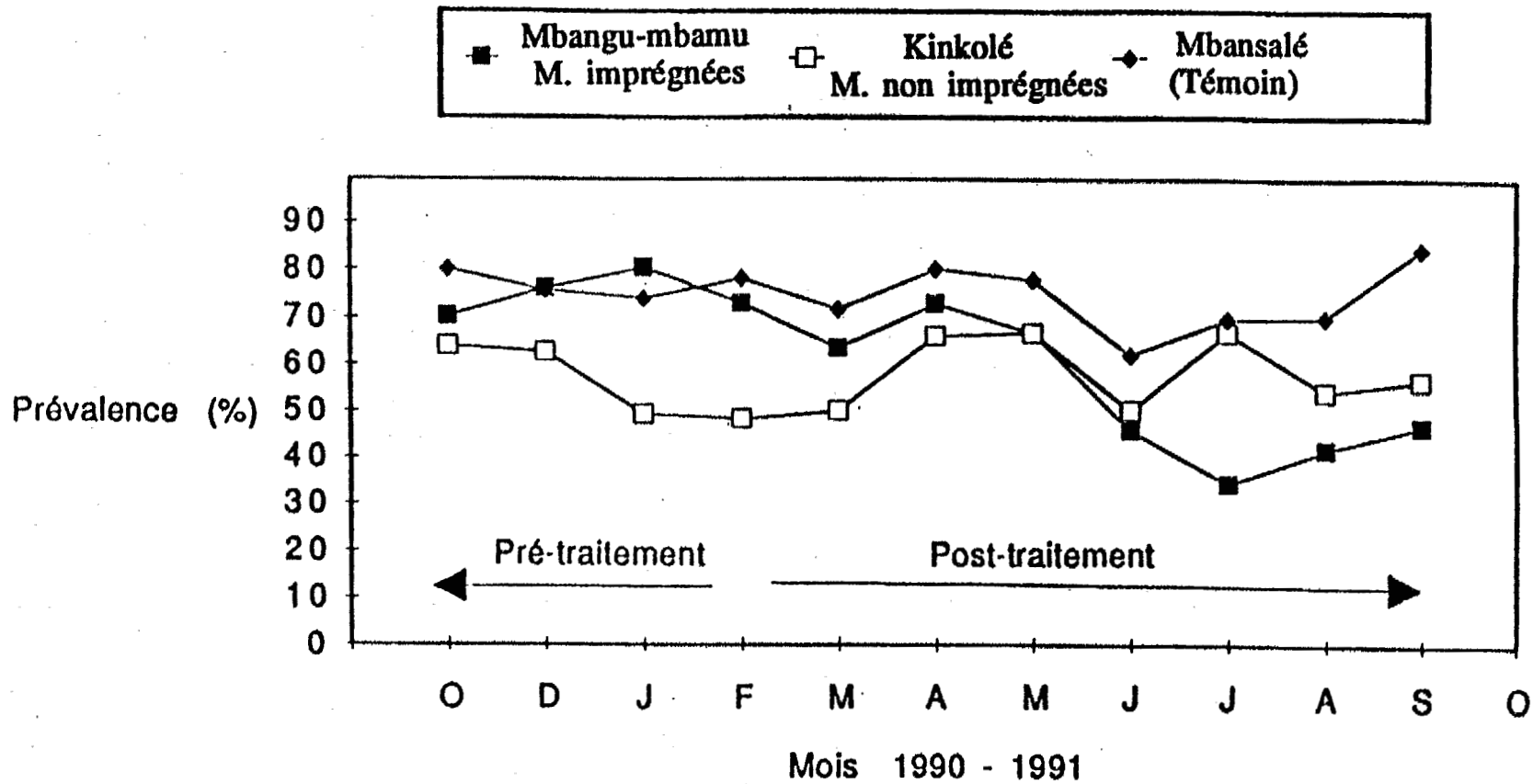


Figure 3.  
Evolution de la prévalence du paludisme dans les trois villages du plateau des Bateké.

TABLEAU 4  
Evolution, avant et après traitement, de la moyenne de la densité parasitaire chez les enfants de 0 à 7 et de 8 à 14 ans dans les trois villages :  
Mbangu-mbamou (moustiquaires imprégnées), Kinkolé (moustiquaires non imprégnées) et Mbansalé (témoin).  
(S) : Significatif d'après le test de Dunnett

1990-1991	Village	0-7 ans			Densité parasitaire P/mm <sup>3</sup>	8-14 ans			Densité parasitaire P/mm <sup>3</sup>
		Effectif prélevé	Effectif positif	Prévalence (%)		Effectif prélevé	Effectif positif	Prévalence (%)	
Pré-traitement									
Octobre	Mbangou-mbamou	35	21	60	17.100	25	20	80	4.995
	Kinkolé	35	18	51,4	19.730	25	19	76	8.740
	Mbansalé	35	24	68,6	11.570	25	23	92	3.730
Décembre	Mbangou-mbamou	35	24	68,6	14.190	25	21	84	4.210
	Kinkolé	35	20	57,2	19.700	24	16	66,6	5.920
	Mbansalé	35	22	63	14.750	25	22	88	5.570
Janvier	Mbangou-mbamou	34	25	73,5	10.920	25	22	88	3.900
	Kinkolé	35	13	37,1	16.400	25	22	88	6.330
	Mbansalé	35	18	51,4	17.180	23	22	95,7	4.565
Post-traitement									
Février	Mbangou-mbamou	34	21	61,8	12.695 (S)	25	21	84	4.295 (S)
	Kinkolé	34	12	35,3	16.070	25	15	60	4.210 (S)
	Mbansalé	35	21	60	14.725	25	21	84	8.070
Mars	Mbangou-mbamou	33	13	39,4	9.335 (S)	23	20	87	3.145 (S)
	Kinkolé	35	13	37,1	14.135 (S)	22	14	63,6	6.465
	Mbansalé	34	18	53	17.200	23	21	91,3	6.230
Avril	Mbangou-mbamou	32	21	65,6	5.305 (S)	25	20	80	2.260 (S)
	Kinkolé	35	19	54,3	12.615 (S)	25	19	76	4.495
	Mbansalé	34	23	67,6	14.490	24	22	91,6	4.625
Mai	Mbangou-mbamou	32	17	53,1	4.700 (S)	24	19	79,2	1.590 (S)
	Kinkolé	34	22	64,7	12.645	25	17	68	3.675
	Mbansalé	33	23	70	12.545	21	18	85,7	4.185
Juin	Mbangou-mbamou	33	10	30,3	4.425 (S)	23	14	60,9	1.085 (S)
	Kinkolé	34	14	41,2	606 (S)	24	14	58,3	2.810 (S)
	Mbansalé	33	16	48,5	11.590	23	17	73,9	4.790
Juillet	Mbangou-mbamou	32	9	28,1	2.425 (S)	24	10	41,7	765 (S)
	Kinkolé	34	24	70,6	7.110	25	16	64	980 (S)
	Mbansalé	34	26	76,5	7.515	24	15	62,5	1.310
Août	Mbangou-mbamou	32	10	31,3	4.140 (S)	23	13	52,2	740 (S)
	Kinkolé	34	17	50	7.620	24	14	58,3	3.820
	Mbansalé	33	20	60,6	7.735	24	19	79,2	2.250
Septembre	Mbangou-mbamou	32	13	40,6	6.885 (S)	24	13	54,2	5.035
	Kinkolé	34	19	55,9	9.935	23	13	56,5	5.460
	Mbansalé	33	27	81,8	9.165	23	20	87	4.300

#### 4.3.3. Effet sur la densité parasitaire

La densité parasitaire a été mesurée sur toutes les lames positives (1.185 lames), et la moyenne géométrique établie pour les deux classes d'âge dans chaque village (tableau 4). Tout d'abord on constate que la moyenne des charges parasitaires diminue avec l'âge.

A Mbangumbam, la baisse de la moyenne générale des charges parasitaires chez les enfants de 0-7 ans et de 8 à 14 ans, durant les 7 premiers mois après la mise en place des moustiquaires imprégnées, a toujours été significative par rapport au village témoin. A Kinkolé, aucune baisse de la moyenne générale des charges parasitaires, chez les enfants de 0-14 ans, n'a été observée à l'exception du mois de juin.

#### 4.3.4. Fortes densités et risque de morbidité

La morbidité palustre en zone de paludisme stable est liée aux fortes densités parasitaires. Au Congo voisin, Richard *et al.* (15) ont estimé que le seuil de parasitémie discriminatoire de l'accès palustre était de 19.900 parasites par  $\text{mm}^3$  ( $\text{p}/\text{mm}^3$ ) chez les enfants de moins de 5 ans avec un intervalle de confiance de 10.000 à 29.000, et de 7.700 chez les enfants de 5 à 10 ans, avec un intervalle de confiance de 1.300 à 14.077. Ceci signifie que seuls les enfants de 0 à 5 ans ayant une parasitémie de 10.000  $\text{p}/\text{mm}^3$  et surtout supérieure à 20.000  $\text{p}/\text{mm}^3$  ont un fort risque d'accès palustre.

Sur les huit mois de suivi on relève 89 parasitémies de plus de 10.000  $\text{p}/\text{mm}^3$  chez les enfants de 0-7 ans dans le village témoin contre 20 chez le même échantillon dans le village protégé par moustiquaires imprégnées. Cette réduction d'environ 75 % (pourcentage calculé par enquête) traduit une réduction du risque palustre qui est significative au 5<sup>e</sup> mois (d'après le test de Pearson et Yate). Si l'on place le seuil pyrogène à 20.000  $\text{p}/\text{mm}^3$  la réduction est de 83 % (tableau 5).

Dans le groupe de 8-14 ans, on relève 67 parasitémies, supérieures à 10.000  $\text{p}/\text{mm}^3$ , dans le village témoin contre 23 dans le village protégé soit une baisse d'environ 65 % (tableau 6). Cependant, l'écart entre les 2 villages calculé chaque mois n'est pas significatif étant donné la faible taille des effectifs parasités. Si l'on place le seuil pyrogène à 20.000  $\text{p}/\text{mm}^3$ , la réduction dans ce groupe d'âge est de 65 %.

### 5. Discussion et conclusion

L'acceptabilité des moustiquaires par la population est considérée comme le principal facteur limitant leur utilisation. Le succès obtenu au Zaïre après une campagne d'information est donc très encourageant. Il est vrai que dans les villages considérés la nuisance due aux moustiques (84 p/h/n de toutes espèces confondues) et aux punaises est importante. Or, la protection contre la nuisance reste la motivation principale des usagers (12). La gratuité des moustiquaires a joué un rôle essentiel étant donné le faible revenu de la population (19).

TABLEAU 5  
Evolution des fortes parasitémies chez les enfants de 0-7 ans dans trois villages

			Effectif prélevé	Effectif positif	> 10.000 p/mm <sup>3</sup> %	Rapport témoin	Effectif positif	> 20.000 p/mm <sup>3</sup> %	Rapport témoin
Pré-traitement									
Octobre	Mbangu-mbamu	MI	25	10	40,0	1,25	4	16,0	1,00
	Kinkolé	M	25	9	36,0	1,13	6	24,0	1,50
	Mbansalé	T	25	8	32,0	—	4	16,0	—
Décembre	Mbangu-mbamu	MI	25	12	48,0	1,09	5	20,0	1,25
	Kinkolé	M	24	11	45,8	1,04	5	20,8	1,30
	Mbansalé	T	25	11	44,0	—	4	16,0	—
Janvier	Mbangu-mbamu	MI	25	9	36,0	0,83	3	12,0	0,69
	Kinkolé	M	25	11	44,0	1,01	4	16,0	0,92
	Mbansalé	T	23	10	43,5	—	4	17,4	—
(Moyenne)	Mbangu-mbamu	MI	—	—	41,3	1,04	—	16,0	0,97
	Kinkolé	M	—	—	41,9	1,05	—	20,3	1,23
	Mbansalé	T	—	—	39,8	1,00	—	16,5	1,00
Post-traitement									
Février	Mbangu-mbamu	MI	25	7	28,0	0,88	4	16,0	2,00
	Kinkolé	M	25	7	28,0	0,88	3	12,0	1,50
	Mbansalé	T	25	8	32,0	—	2	8,0	—
Mars	Mbangu-mbamu	MI	23	3	13,0	0,33	1	4,3	0,25
	Kinkolé	M	22	7	31,8	0,81	2	9,1	0,52
	Mbansalé	T	23	9	39,1	—	4	17,4	—
Avril	Mbangu-mbamu	MI	25	2	8,0	0,17	1	4,0	0,32
	Kinkolé	M	25	11	44,0	0,96	3	12,0	0,96
	Mbansalé	T	24	11	45,8	—	3	12,5	—
Mai	Mbangu-mbamu	MI	24	3	12,5	0,29	1	4,2	0,22
	Kinkolé	M	25	6	24,0	0,56	1	4,0	0,21
	Mbansalé	T	21	9	42,9	—	4	19,0	—
Juin	Mbangu-mbamu	MI	23	2	8,7	0,40	1	4,3	0,25
	Kinkolé	M	24	4	16,7	0,77	2	8,3	0,48
	Mbansalé	T	23	5	21,7	—	4	17,4	—
Juillet	Mbangu-mbamu	MI	24	3	12,5	0,50	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	25	5	20,0	0,80	3	12,0	0,96
	Mbansalé	T	24	6	25,0	—	3	12,5	—
Août	Mbangu-mbamu	MI	23	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	24	5	20,8	0,62	1	4,2	0,33
	Mbansalé	T	24	8	33,3	—	3	12,5	—
Septembre	Mbangu-mbamu	MI	24	3	12,5	0,26	2	8,3	0,48
	Kinkolé	M	23	5	21,7	0,45	3	13,0	0,75
	Mbansalé	T	23	11	47,8	—	4	17,4	—
(Moyenne)	Mbangu-mbamu	MI	—	—	11,9	0,33	—	5,1	0,35
	Kinkolé	M	—	—	25,9	0,72	—	9,3	0,64
	Mbansalé	T	—	—	36,0	1,00	—	14,6	1,00

MI : moustiquaires imprégnées M : moustiquaires T : témoin.

TABLEAU 5  
Evolution des fortes parasitémies chez les enfants de 0-7 ans dans trois villages

		Effectif prélevé	Effectif positif	> 10.000 p/mm <sup>3</sup> %	Rapport témoin	Effectif positif	> 20.000 p/mm <sup>3</sup> %	Rapport témoin	
Pré-traitement									
Octobre	Mbangu-mbamu	MI	35	9	25,7	0,64	4	11,4	0,67
	Kinkolé	M	35	8	22,9	0,57	4	11,4	0,67
	Mbansalé	T	35	14	40,0	—	6	17,1	—
Décembre	Mbangu-mbamu	MI	35	16	45,7	1,23	7	20,0	1,40
	Kinkolé	M	35	10	28,6	0,77	4	11,4	0,80
	Mbansalé	T	35	13	37,1	—	5	14,3	—
Janvier	Mbangu-mbamu	MI	34	15	44,1	1,54	7	20,6	1,44
	Kinkolé	M	35	6	17,1	0,60	2	5,7	0,40
	Mbansalé	T	35	10	28,6	—	5	14,3	—
(Moyenne)	Mbangu-mbamu	MI	—	—	38,5	1,09	—	17,3	1,14
	Kinkolé	M	—	—	22,9	0,65	—	9,5	0,63
	Mbansalé	T	—	—	35,2	1,00	—	15,2	1,00
Post-traitement									
Février	Mbangu-mbamu	MI	34	7	20,6	0,72	3	8,8	0,77
	Kinkolé	M	34	7	20,6	0,72	2	5,9	0,51
	Mbansalé	T	35	10	28,6	—	4	11,4	—
Mars	Mbangu-mbamu	MI	33	3	9,1	0,39	1	3,0	0,34
	Kinkolé	M	35	7	20,0	0,85	3	8,6	0,97
	Mbansalé	T	34	8	23,5	—	3	8,8	—
Avril	Mbangu-mbamu	MI	32	3	9,4	0,29	1	3,1	0,21
	Kinkolé	M	35	12	34,3	1,06	5	14,3	0,97
	Mbansalé	T	34	11	32,4	—	5	14,7	—
Mai	Mbangu-mbamu	MI	32	1	3,1	0,10	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	34	10	29,4	0,97	3	8,8	0,73
	Mbansalé	T	33	10	30,3	—	4	12,1	—
Juin	Mbangu-mbamu	MI	33	1	3,0	0,10	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	34	5	14,7	0,49	3	8,8	0,73
	Mbansalé	T	33	10	30,3	—	4	12,1	—
Juillet	Mbangu-mbamu	MI	32	2	6,3	0,13	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	34	14	41,2	0,88	6	17,6	1,20
	Mbansalé	T	34	16	47,1	—	5	14,7	—
Août	Mbangu-mbamu	MI	32	1	3,1	0,10	0	0,0	0,00
	Kinkolé	M	34	6	17,6	0,58	3	8,8	0,73
	Mbansalé	T	33	10	30,3	—	4	12,1	—
Septembre	Mbangu-mbamu	MI	32	2	6,3	0,15	1	3,1	0,17
	Kinkolé	M	34	9	26,5	0,62	5	14,7	0,81
	Mbansalé	T	33	14	42,4	—	6	18,2	—
(Moyenne)	Mbangu-mbamu	MI	—	—	7,6	0,23	—	2,3	0,17
	Kinkolé	M	—	—	25,5	0,77	—	10,9	0,84
	Mbansalé	T	—	—	33,1	1,00	—	13,0	1,00

MI : moustiquaires imprégnées M : moustiquaires T : témoin.

L'impact sur le vecteur confirme les résultats du Burkina-Faso, de Gambie et de Tanzanie. La baisse de plus de 94 % d'*A. gambiae* est même plus élevée que dans les autres expériences du fait de l'anthropophilie quasi exclusive de ce vecteur, rendue obligatoire par l'absence de gros bétail.

La réduction de la transmission a été supérieure à 98 % et a entraîné une baisse des indices parasitologiques; la prévalence n'a baissé qu'à partir du 5<sup>e</sup> mois après la mise en place des moustiquaires. Par contre, la densité parasitaire moyenne a manifesté une baisse de plus de 50 % dès le 3<sup>e</sup> mois (tableau 4).

Il est évidemment regrettable que l'incidence des cas cliniques n'ait pu être suivie sur des cohortes pour des raisons de logistique. Cependant, le suivi des fortes densités parasitaires permet d'évaluer le risque clinique. Ces fortes parasitemies ont été abaissées de 77 % et 83 % chez les enfants de 0-7 ans, suivant que l'on place le seuil pyrogène à 10.000 ou 20.000 p/mm<sup>3</sup>, et de 67 % et 65 % chez les enfants de 8-14 ans.

Les moustiquaires imprégnées ont donc eu un résultat très hautement positif en termes de santé publique.

Remerciements. — Les auteurs tiennent à remercier M. Jul Grand Pierre (Bureau de l'UNICEF, Kinshasa) et Melle Florence Gallois-Bride (Roussel-Uclaf, Paris) pour leur collaboration et leur aide financière. Nous remercions également le Dr Pierre Carnevale (OMS-Genève) pour ses conseils lors de la rédaction de cet article.

Ce travail a bénéficié d'un appui financier de l'UNICEF/Bureau de Kinshasa et de Roussel-Uclaf/Paris.

#### **Impregnated bednets against malaria in Zaïre.**

*Summary.* — On the Bateké plateau 60 km east of Kinshasa, Zaïre, where malaria is stable, three villages have been selected for a trial of malaria control using bednets impregnated with deltamethrin at 25 mg per square meter from February to November 1991. One village (3,000 inhabitants) has been provided 800 impregnated bednets and an other one (2,900 inhabitants) kept 800 non impregnated bednets.

The third village (900 inhabitants) served as a control has remained without nets. *Anopheles gambiae* was the main and nearly exclusive vector of malaria. Its biting density was reduced by 94 % in the village protected by impregnated bednets and the inoculation rate dropped from 182 infective bites/man/year to 3.7 a decrease of 98 %. The longevity of the vector expressed by its expectation of life decreased from 11.02 days to 3.64 days. In the village where inhabitants were protected by non impregnated nets, as well as in the control, the entomological indexes did not change.

In the village protected with impregnated nets the malaria prevalence decreased by 50 %, five months after the beginning of the experiment.

The high parasitemia, above 10,000 and 20,000 parasites per mm<sup>3</sup> decreased by 77 % and 83 % in the 0-7 year age group and by 67 % and 65 % in the 8-14 year group in the protected village. These high parasitemies are good markers of the clinical malaria risk.

The experiment can be considered as very satisfactory on the point of view of public health.

#### **Geïmpregneerde klamboes in de bestrijding van malaria in Zaïre.**

*Samenvatting.* — Op de Bateképlateau, ongeveer 60 km ten oosten van Kinshasa gelegen, is de malaria-endemie stabiel. Malaria-bestrijding werd in dorpen door middel van klamboes uitgevoerd (februari-november 1991). In één dorp van 3.000 inwoners werden 800 met deltaméthrine 25 mg/m<sup>2</sup> (K-Othrin®) geïmpregneerde klamboes uitgedeeld, een ander dorp van 2.900 inwoners kreeg hetzelfde aantal klamboes, maar deze waren niet geïmpregneerd. Een derde dorp van 900 inwoners diende als getuige.

De densiteit van de enige aanwezige malariavektor, *Anopheles gambiae*, is in het beschermde dorp met geïmpregneerde klamboes met 94 % verminderd. Ondanks de niet significante daling van de sporozoïetindex, is de inoculatie-rate met 98 % verminderd, of 3,7 % positieve steken per mens per jaar in vergelijking met 182 voor de behandeling en meer dan 300 positieve steken per jaar in de controledorpen. De overlevingsduur is van 11,02 naar 3,64 dagen verminderd. In het dorp met niet-geïmpregneerde klamboes en het controledorp zijn de sporozoïetindex, de inoculatie-rate en de overlevingsduur van de vektor onveranderd gebleven.



*Plasmodium falciparum* is alléén aanwezig of in associatie met *P. malariae* of/en met *P. ovale* bij 94% van de positieve individuen. Prevalentie is vanaf de vijfde maand na de behandeling met ongeveer 50% gedaald dankzij de geïmpregneerde muskietennetten (70,4% tot 34,4%). De hoge parasitaemieën, meer dan 10.000 of meer dan 20.000 parasieten/mm<sup>3</sup>, zijn goede indicatoren van klinische risico's, naargelang men de pyrogeëndrempel op 10.000 of op 20.000 p/mm<sup>3</sup> plaatst. In het met geïmpregneerde klamboes behandelde dorp zijn deze van 77% en 83% gedaald in de groep 0-7 jaar en van 67% en 65% in de groep 8-14 jaar.

De resultaten behaald met geïmpregneerde muskietennetten zijn dus uitstekend in termen van volksgezondheid.

Reçu pour publication le 14 mai 1992.

#### REFERENCES

1. Carnevale P: Le paludisme dans un village des environs de Brazzaville, République populaire du Congo. Thèse de Doctorat ès Sciences à l'Université de Paris-Sud, n° 2175, 1979.
2. Darriet F, Robert V, Tho Vien N, Carnevale P: Evaluation de l'efficacité sur les vecteurs du paludisme de la perméthrine en imprégnation sur des moustiquaires intactes et trouées. WHO Mimeo. Doc. (WHO/VBC/84.899. WHO/MAL/84.1008).
3. Detinova TS: Méthode à appliquer pour classer par groupe d'âge les diptères présentant une importance médicale. Genève. Organisation Mondiale de la Santé, Sér. Monogr., 1963, 47, 220 p.
4. Edwards FW: Mosquitoes of the Ethiopian Region. London, British Museum (Natural History), 1941, 491 p.
5. Gillies MT, Coetzee M: A supplement to the Anophelinae of Africa South of the Sahara (Afrotropical Region). Pub. S. Afr. Inst. Med. Res., 1987, 55, 143 p.
6. Gilles MT, De Meillon B: The Anophelinae of Africa South of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region). Pub. S. Afr. Inst. Med. Res., 1968, 54, 343 p.
7. Lellouch J, Lazar P: Méthodes statistiques en expérimentation biologique. Paris Flammarion, 1991, 283 p.
8. Li Zuzi, Zhang Mangcheng, Yuguang W, Binglin Z, Guangyu L, Hui: Trial of deltamethrin impregnated bed nets for the control of malaria transmitted by *Anopheles sinensis* and *Anopheles anthropophagus*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 1989, 40, 356-359.
9. Lindsay SW, Snow RW, Broomfield G, Semega Janneh M, Wirtz RA, Greenwood BM: Impact of permethrin treated bednets on malaria transmission in the Gambia. Med. Vet. Ent., 1989, 3, 263-271.
10. Magesa SM, Wilkes TJ, Mnzava AEP, Njumwa KJ, Myamba J, Kivuyo MDP, Hill N, Lines JD, Curtis CF: Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part. 2. Effets on the malaria vector population, Acta Tropica, 1991, 49, 97-108.
11. Molineaux L, Gramaccia G: The Garki project; research on the epidemiology and control of malaria in the Sudan savanna of West Africa. Geneva, WHO/OMS, 1990, 311 p.
12. Mouchet J, Guillet P: The motivating factors for community participation in vector control. In: Management of Pests and Pesticides (Ed. Joyce Tait and Banpot Napompeth). Boulder, Westview Press, 1985, 109-116.
13. Mouchet J, Robert V, Carnevale P, Ravaonjanahary C, Coosemans M, Fontenille D, Lochouart L: Le défi de la lutte contre le paludisme en Afrique tropicale: place et limite de la lutte antivectorielle. Cahiers Santé, 1991, 1, 277-288.
14. Mulumba MP, Wéry M, Ngimbi NN, Paluku K, Van der Stuyft P, De Muynck A: Le paludisme de l'enfant à Kinshasa (Zaïre) influence des saisons, de l'âge, de l'environnement et du standing familial. Méd. Trop., 1990, 50, 53-64.
15. Richard A, Lallemand M, Trape JF, Carnevale P, Mouchet J: Le paludisme dans la région forestière de Mayombe, République Populaire du Congo III. Place du paludisme dans la morbidité générale. Ann. Soc. belge Méd. Trop., 1988, 68, 317-329.
16. Robert V, Carnevale P: Influence of deltamethrin treatment of bed nets on malaria transmission in the Kou valley, Burkina Faso. Bull. WHO/OMS, 1991, 69, 735-740.
17. Ross R, in John Murry, The prevention of malaria. London, 1910, 660 p.
18. Rozendaal JA: Impregnated mosquito nets and curtains for self-protection and vector control. Trop. Dis. Bull., 1989, 86, R1-R41.
19. Zandu A, Malengreau M, Wéry M: Pratiques et dépenses pour la protection contre les moustiques dans les ménages à Kinshasa, Zaïre. Ann. Soc. belge Méd. Trop., 1991, 71, 259-266.