

Colloque International
International Colloquium

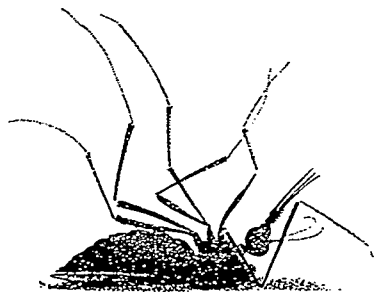
CONTROL OF INSECT
VECTORS OF DISEASE

LA LUTTE CONTRE LES INSECTES
VECTEURS DE MALADIES

13-14/XII/1990
Antwerpen, Belgium/Belgique

Organized by - Organisé par

Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde
Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold
Antwerpen



Editor
M. COOSEMANS

29 AVR. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 35.323 ex 1
Cote B P6 IV

Ann.Soc.Belg.Méd.Trop.,1991, 71(Suppl.1),127-150.

L'IMPACT DES MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES SUR LA PREVALENCE
ET LA MORBIDITE LIEE AU PALUDISME
EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

par

P.CARNEVALE*, V.ROBERT, R.SNOW, C.CURTIS, A.RICHARD, C.BOUDIN,
L-H.PAZART, J.M.HALNA & J.MOUCHET
*Antenne Orstom de l'O.C.E.A.C., B.P. 288, Yaoundé, Cameroun

Résumé - Des essais de lutte antipaludique ont été réalisés en Gambie, au Burkina Faso et en Tanzanie à l'aide de moustiquaires imprégnées d'insecticides (perméthrine, deltaméthrine et lambda-cyhalothrine). Dans les trois situations d'endémie palustre la transmission est principalement assurée par *Anopheles gambiae* (et *Anopheles funestus* au Burkina). Cette méthode s'est avérée efficace lorsque tout le village recevait de telles moustiquaires et non dans le cas d'individus isolés. Cet emploi massif de moustiquaires imprégnées a toujours induit une forte réduction de la transmission, de l'ordre de 90 % et plus, grâce à un impact certain sur l'infectivité des vecteurs et leur longévité.

La prévalence plasmodiale n'a guère varié après la mise en place des moustiquaires imprégnées, indiquant que la transmission n'a pas été stoppée. Mais dans presque tous les cas il a été noté une réduction de la proportion des fortes parasitemies, parasitemies supérieures à un certain seuil critique et donc reliées à la morbidité palustre. En effet, dans les trois situations la morbidité (fièvre + parasitemie > seuil critique précédemment évalué dans la zone considérée) a diminuée de quelques 60% avec une remarquable concordance dans les résultats.

Ceci traduit bien l'influence des moustiquaires imprégnées dans la limitation de la transmission et de la morbidité attribuable au paludisme.

Présentée comme une méthode de réduction des nuisances, les moustiquaires imprégnées d'insecticide ont reçu un accueil favorable des populations et la méthode peut être préconisée comme nouvel outil de lutte utilisable en Santé Publique.

En 1969 la 22ème Assemblée Mondiale de la Santé a remplacé le principe de l'éradication du paludisme par le concept de la lutte ("contrôle") avec 4 objectifs ("variants tactiques"):

- réduire la mortalité,
- réduire la morbidité,
- réduire la transmission,
- éradiquer le paludisme (ou finir les programmes d'éradication actuellement en phase d'entretien).

Désormais la lutte a d'abord pour cible le "paludisme-maladie" et non plus le "paludisme-parasitose" visé par l'éradication (1).

Le problème de la lutte se situe à plusieurs niveaux dont:

- le choix des stratégies devant la diversité des situations épidémiologiques et socio-économiques,
- le choix des indicateurs devant les difficultés de diagnostic du paludisme et donc l'évaluation de son impact réel en Santé Publique.

Une information relativement précise de la part du paludisme dans la mortalité ne peut être obtenue que dans une structure hospitalière mais l'échantillonnage n'est pas représentatif de la population générale.

Une indication indirecte peut être obtenue à l'issue de programme de lutte spécifique (lutte antivectorielle) et non spécifique (aménagement de l'environnement, développement de structures sanitaires périphériques...) mais leur analyse est souvent difficile (5).

Le manque de fiabilité de l'examen clinique dans le diagnostic de l'accès palustre chez les sujets en zone d'endémie (2) rend également difficile l'évaluation du paludisme-maladie dans les régions où l'ensemble de la population est, plus ou moins, porteurs asymptomatique de *Plasmodium* (23).

En effet, le tableau clinique de l'accès palustre chez les sujets non-immuns avec sa triade classique frissons-chaaleur-sueurs est bien connu depuis Hippocrate (4) et aisément reconnaissable.

Par contre chez les sujets semi-immuns le tableau est généralement fruste avec des signes divers (céphalées, troubles gastriques, myalgies,...). L'erreur de diagnostic, par excès ou par défaut, posé sur le seul examen clinique peut alors être de l'ordre de 30% (2).

Pour aider au diagnostic il est alors souvent fait appel à deux critères:

- clinique : absence de signes cliniques caractéristiques d'une autre affection fébrile,
- parasitologique : présence de *Plasmodium* ("frottis-goutte épaisse"). Mais ce critère s'avère insuffisant dans les zones comme l'Afrique subsaharienne où le paludisme est une composante de l'environnement (18).

Pour affiner le diagnostic il est alors fait appel à un 3ème élément: la densité parasitaire qui devrait être supérieure à un "seuil pyrogène" (21) pour que le tableau clinique soit attribué au paludisme.

Différentes études ont été consacrées à cette notion de seuil parasitaire critique pour préciser sa valeur selon les groupes d'âge et les situations épidémiologiques (tableau 1). En zone rurale d'endémie palustre dans les régions subsahariennes ce seuil semble varier entre 5000 et 15000 parasites/mm³ pour *P.falciparum* et être nettement moindre pour *P.malariae* mais il faut bien préciser 2 points:

- ce seuil est valable en termes de Santé publique, mais ne doit pas être considéré "au lit du malade" comme un critère à respecter pour instaurer un traitement antipalustre, celui-ci est préconisé par le médecin clinicien sur sa conviction profonde et non après l'examen parasitologique;
- la grande variabilité de ce seuil et la grande diversité des situations épidémiologiques rend difficilement comparables les études réalisées dans des zones ou à des périodes différentes.

Tableau 1.
Les seuils parasitaires pyrogènes, en nombre de globules rouges parasités (GRP) par *P. falciparum*.

Auteur	Année	Pays	Seuils	
Miller	1958	Libéria	Enfants <10 ans	18.000 GRP/mm ³
Baudon et al.	1985	Burkina Faso (savane)	Enfants 2 à 9 ans	10.000 à 15.000 GRP/mm ³
Chippaux	1987	Bénin	Enfants Adultes	3.000 GRP/mm ³ 1.000 GRP/mm ³
Richard	1988	R.P. Congo (zone rurale forestière)	Enfants <5 ans Ecoliers 10-15 ans Adultes	20.000 GRP/mm ³ 7.500 GRP/mm ³ 500 GRP/mm ³
Pazart	1988	Burkina Faso (rizière de la Vallée du Kou)	Enfants 1 à 5 ans Ecoliers 5 à 10 ans Ecoliers 10 à 15 ans	22.700 GRP/mm ³ 10.000 GRP/mm ³ 5.900 GRP/mm ³

Il devient alors difficile de tirer une conclusion définitive sur l'impact des actions de lutte (spécifiques ou non spécifiques) sur la morbidité palustre dans les zones d'endémie palustre stable (type Afrique centrale).

Il est pourtant urgent de relancer des programmes de lutte quand on sait qu'il y aurait actuellement quelques 100 millions de cas de paludisme chaque année en Afrique subsaharienne (24).

De plus l'apparition récente et l'extension rapide sur le continent africain des souches de *P.falciparum* chloroquino-résistantes (10) a obligé à revoir la lutte antipaludique qui était essentiellement basée sur l'utilisation de la chloroquine devant tout syndrome fébrile, depuis l'automédication couramment pratiquée par les populations jusqu'à la "chimiothérapie systématique des accès fébriles" recommandée par les organisations internationales (22).

Dans le cadre de la prévention du paludisme un accent nouveau est donc mis sur la lutte antivectorielle qui peut être considérée comme la première méthode de prévention du paludisme (30).

La lutte contre les anophèles vecteurs de paludisme avait été essentiellement basée sur les aspersions intradomiciliaires d'insecticides rémanents et cette méthode garde encore toute son efficacité dans certaines conditions (7).

Toutefois elle se heurte actuellement à un certain nombre de contraintes d'ordres techniques, économiques... et il est admis que la lutte antivectorielle doit, actuellement,

- s'intégrer dans un ensemble de mesures visant à limiter la mortalité/morbidité générale (amélioration des systèmes de santé périphériques...),
- s'intégrer dans un ensemble de mesures visant à limiter les nuisances (aménagement de l'environnement, hygiène publique...),
- faire appel à la participation directe des communautés, acteurs-bénéficiaires des mesures de lutte.

Devant les problèmes techniques et économiques actuels de la lutte antivectorielle il a été relancé l'idée d'utiliser des méthodes simples comme les moustiquaires de lit (13) dont l'efficacité est accrue par leur imprégnation avec un insecticide de type pyréthrianoïde (perméthrine, lambda-cyhalothrine, deltaméthrine) et qui peuvent être développées à l'échelle communautaire (28).

Depuis 5 ans plusieurs essais de moustiquaires imprégnées d'insecticide (et de "rideaux imprégnés") ont été menés (32) en Afrique subsaharienne : Gambie (33, 34, 35), Burkina Faso (6), Mali (26), Tanzanie (15), en Amérique du Sud (Surinam), en Asie (Chine), Indonésie, Papouasie-Nouvelle-Guinée (12)...

Tous ces travaux ont clairement démontré l'efficacité des moustiquaires imprégnées d'insecticide dans la réduction du contact homme/vecteurs (31) mais il apparaît intéressant d'examiner les analyses épidémiologiques de certains de ces programmes.

Dans le présent article nous examinerons les principaux travaux réalisés en zones d'endémie palustre subsaharienne, les essais d'utilisation des moustiquaires imprégnées en Asie seront analysés dans un prochain article.

1. LES ESSAIS DE MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES DE DELTAMETHRINE DANS LA REGION DE BOBO-DIOULASSO (BURKINA FASO).

En 1985-88 deux essais de moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (25mg/m²) ont été menés dans deux situations écologiquement distinctes:

- le village "traditionnel" de Karankasso situé en zone de savane et où les moustiquaires ne sont pas employées,
- la zone rizicole de la Vallée du Kou, qui est caractérisée, notamment, par une abondance de moustiques, dont *An.gambiae* (29), suscitant l'emploi habituel des moustiquaires par les populations.

1.1. Le programme Karankasso.

Ce village est composé de deux quartiers, Massasso qui a reçu les moustiquaires imprégnées et Koko qui a servi de témoin dans l'expérimentation menée de 1985 à 1987 (6).

L'évaluation a été pluridisciplinaire et a révélé les points majeurs suivants aux niveaux de la transmission et de la morbidité palustre:

a. Entomologie.

Des études antérieures ont montré que la présence de moustiquaires imprégnées de pyréthrianoïdes induisait un fort comportement d'évitement ou de fuite des anophèles (8). Des études comparatives de captures de nuit sur sujets humains à l'intérieur et à l'extérieur des maisons, ainsi que des récoltes de la faune résiduelle matinale (par aspersion de pyréthrines) ont confirmé que le comportement d'exophilie des anophèles est induit par la présence des moustiquaires traitées bien que le comportement d'endophagie d'*An.gambiae* et *An.funestus* ne paraisse pas altéré (6).

Dans ces conditions l'évaluation de l'efficacité des moustiquaires imprégnées a été faite par des captures de nuit sur sujets humains à l'intérieur des maisons (mais à l'extérieur des moustiquaires imprégnées).

Dans le quartier "traité" (Massasso) la transmission a été réduite de 8 fois après la pose des moustiquaires imprégnées par rapport à l'année sans moustiquaires. Par contre, dans le quartier qui n'a pas reçu les moustiquaires (Koko), la transmission a, naturellement, augmentée (environ 2 fois) du fait d'un retard dans la saison des pluies ayant permis un accroissement de la transmission due à *An. funestus*.

Ainsi il a été estimé que la pose des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine avait diminué la quantité de transmission du paludisme de quelques 92,7%.

b. Parasitologie.

Une série de 12 enquêtes parasitologiques par passages répétés a été réalisée sur un échantillon d'enfants de moins de 15 ans de chaque quartier, avant et après (figure 1) la mise en place des moustiquaires imprégnées (6).

On constate que l'indice plasmodique moyen (pour *P.falciparum*) était comparable la première année dans les 2 quartiers: 67,8% et 62,8% respectivement à Massasso et Koko (tableau 2).

Cet indice a significativement diminué dans les 2 quartiers :

- de 67,6 à 51,8% à Massasso,
- de 62,8 à 52,5% à Koko.

Figure 1.
Evolution de la prévalence plasmodiale à Karangasso (Burkina Faso).
Des moustiquaires imprégnées ont été distribuées dans le quartier Massasso la seconde année.

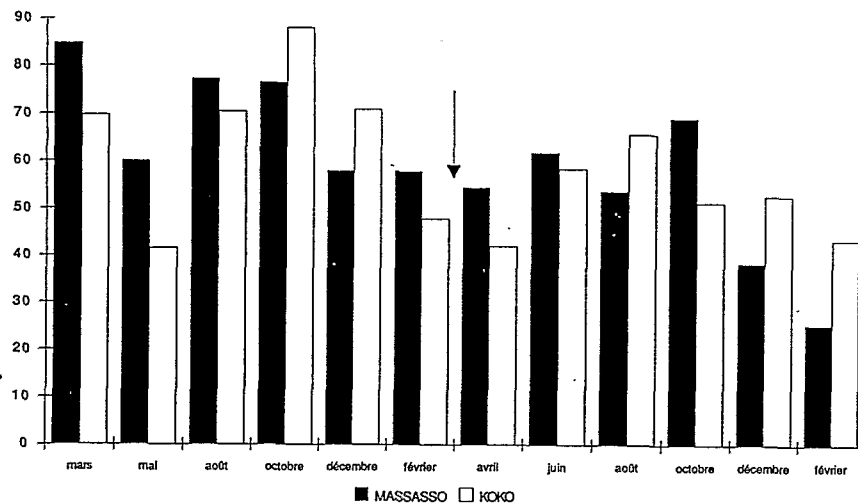


Tableau 2.
Les parasitemies à *P. falciparum* enregistrées à Karangasso (Burkina Faso)
dans les quartiers Massasso (M) et Koko (K).
Des moustiquaires imprégnées ont été posées à Massasso l'année 2.

	Cl.0	Cl.1	Cl.2	Cl.3	Cl.4	Cl.5	Total	P+	IP	IDP
M / an 1	158	135	121	53	21	0	488	330	67,6	1,88
M / an 2	315	129	134	61	14	0	653	338	51,8	1,88
K / an 1	199	137	121	54	24	0	535	336	62,8	1,89
K / an 2	301	104	129	75	25	0	634	333	52,5	2,06

Cl. 0 = < 10 parasites / mm³
 Cl. 1 = 10 à 100 parasites / mm³
 Cl. 2 = 101 à 1 000 parasites / mm³
 Cl. 3 = 1 001 à 10 000 parasites / mm³
 Cl. 4 = 10 001 à 100 000 parasites / mm³
 Cl. 5 = > 100 001 parasites / mm³
 P+ = lames parasitologiquement positives
 I. P. = indices plasmodiques
 I. D. P. = indice de densité parasitaire

Cette régression peut être attribuée à l'"effet médecin", la venue régulière d'équipes médicales induisant dans le village une augmentation de la circulation, et de la consommation, de chloroquine alors qu'à cette époque aucun cas de chloroquinorésistance n'avait été signalé dans cette région.

Dans un tel contexte méthodologique et épidémiologique la prévalence plasmodiale ne paraît pas un indicateur pertinent pour juger de l'efficacité d'un programme de lutte antivectorielle.

Les parasitemies ont été arbitrairement regroupées en 5 classes établies d'après leur intérêt "épidémioclinique" dans la région (tableau 2). Les indices de densités parasitaires, calculés selon la méthode de Bruce-Chwatt appliquée à ces classes de parasitemies, sont comparables dans les 2 quartiers et ne montrent pas de variations notables d'une année sur l'autre.

Une analyse plus fine montre que la fréquence des parasitemies à *P. falciparum* élevées (> 10.000 par./mm³):

- était comparable dans les 2 quartiers la première année,
- a significativement diminué à Massasso (de 4,3 à 2,1%) après la pose des moustiquaires imprégnées,
- est restée semblable d'une année à l'autre à Koko (4,5 puis 3,9%),
- a représenté 11% des parasitemies notées en saison des pluies dans les 2 quartiers (tableau 3) mais elle a fortement régressée la seconde année à Massasso (5,3% des parasitemies) alors qu'elle est restée à 10,5% à Koko. Et au cours de la saison sèche suivante aucune parasitemie > 10.000 par./mm³ n'a été enregistrée à Massasso (4% des parasitemies à Koko).

Ainsi l'influence des moustiquaires imprégnées n'est notable qu'au niveau des fortes charges parasitaires, celles qui, dans ce contexte épidémiologique, sont reliables à la morbidité palustre.

En outre il faut noter que les indices gamétoctiques ont significativement diminué dans les 2 quartiers: de 22,7% (n=488) à 11% (n=536) au quartier Massasso ayant reçu les moustiquaires imprégnées et de 24,5% (n=535) à 15,5% (n=521) dans le quartier "témoin". Ceci peut être en partie imputable à l'"effet médecin", avec l'augmentation des antipaludiques dans le village, mais la diminution plus sensible au quartier "protégé" doit être considérée comme une intéressante indication de la limitation des contacts hôte/vecteurs induite par les moustiquaires imprégnées.

c. Morbidité.

L'évaluation du paludisme-maladie a été faite par un dépistage passif réalisé au cours des consultations hebdomadaires instaurées dans le village même.

La première année le paludisme a été diagnostiqué dans 13,6% des consultations concernant des sujets de moins de 20 ans vivant dans le village (tableau 4) avec un maximum chez les enfants de 2-5 ans (figure 2).

Tableau 3.
Variations saisonnières des parasitémies à *P. falciparum* enregistrées à Karangasso (Burkina Faso) dans les quartiers Massasso (M) et Koko (K).
Des moustiquaires imprégnées ont été posées à Massasso l'année 2.

		An 1		An 2	
		I. P.	P ++ / P+	I. P.	P++ / P +
M	Saison sèche	69,5 %	1,9 %	54,4 %	4,42 %
	Saison pluie	76,9 %	11,7 %	61,8 %	5,3 %
	Saison sèche	57,9 %	4,9 %	32,1 %	0
K	Saison sèche	56,7 %	4,9 %	42 %	2,4 %
	Saison pluie	76,8 %	11,3 %	58,5 %	10,5 %
	Saison sèche	59,5 %	6,4 %	48,3 %	4 %

I. P. = Indice Plasmodique

P++ / P+ = fréquence fortes parasitémies par rapport aux parasitémies patentes

Tableau 4.
La part du paludisme dans les consultations faites à Karangasso (Burkina Faso) dans les quartiers Massasso (M) et Koko (K).
Des moustiquaires imprégnées ont été posées à Massasso l'année 2.

AGE	M. + K. An 1		M. An 2		K. An 2	
	n	% A.P.	n	% A.P.	n	% A.P.
< 1 an	56	5,4	60	3,3	35	11,4
1 - 2 ans	65	13,8	81	6,2	33	15,2
2 - 5 ans	122	21,3	122	9,8	50	10
5 - 9 ans	62	12,9	68	4,4	58	10,3
9 - 14 ans	84	14,3	110	0,9	71	7
15 -20 ans	73	6,8	126	1,6	52	1,9
Total	462	13,6	567	4,4	299	8,7

n = nombre de sujets vus en consultation

% A.P.= pourcentage d'accès palustre dans les consultations

La seconde année la part du paludisme a significativement diminuée dans les 2 quartiers indiquant de nouveau l'effet "médecin". Mais la régression de la morbidité a été significativement plus accentuée dans le quartier ayant bénéficié des moustiquaires imprégnées (paludisme = 4,4% des motifs de consultations) que dans le quartier resté sans protection particulière contre les anophèles (paludisme = 8,7% des motifs de consultations). Le nombre de consultants de deuxième année est supérieur à celui de la première année; ceci pourrait être attribué au phénomène d'appel classiquement observé dans les enquêtes par dépistage passif.

Une analyse plus fine montre que:

- pour le groupe 0-5 ans: la morbidité palustre dans les consultations est comparable la première année pour l'ensemble du village (11,9%) et la seconde année pour les enfants du quartier témoin (11,9%) alors qu'elle est fortement diminuée au quartier "protégé" (7,2%),

- bien que la différence ne soit pas statistiquement significative (probabilité exacte de Fischer = 0,13 en unilatéral), la morbidité palustre chez les enfants de moins de 1 an est plus faible dans le quartier protégé (2 accès palustres sur 60 consultations) que dans le quartier "témoin" (4 accès palustres sur 35 consultations).

La réduction de la morbidité palustre chez les bébés de moins de 1 an est connue pour être un bon indicateur de l'efficacité des opérations de lutte antivectorielle dans la prévention du paludisme.

1.2. Le programme de la zone rizicole "Vallée du Kou" (Burkina Faso).

Les habitants du village "VK4" installé au centre du périmètre rizicole, utilisent habituellement des moustiquaires de lit pour se protéger face à la pullulation culicidienne engendrée par les zones irriguées. Ces riziculteurs utilisent aussi habituellement différents insecticides. De sorte que l'imprégnation de leur moustiquaires par un insecticide (connu) n'a posé aucun problème particulier d'acceptabilité.

Les maisons du village se répartissent régulièrement de part et d'autre d'un axe central délimitant ainsi 2 quartiers "Sud" et "Nord".

Le programme a duré 3 ans selon le protocole suivant:

	quartier sud	quartier nord
An 1	moustiquaires normales	moustiquaires normales
An 2	moustiquaires imprégnées	moustiquaires normales
An 3	moustiquaires imprégnées	moustiquaires imprégnées

Les résultats entomologiques portent sur ces 3 années tandis que les résultats parasito-cliniques disponibles portent sur les 2 premières années.

a. Entomologie.

Au cours de l'expérimentation on constate une diminution similaire, dans les 2 quartiers, de la densité d'*An.gambiae* quotidienne moyenne agressive pour l'homme la nuit dans les maisons (tableau 5).

L'impact des moustiquaires imprégnées sur la réduction de la densité anophélienne ("ma") s'est donc surtout fait sentir lorsque toutes les moustiquaires du village ont effectivement été imprégnées.

Au niveau du taux quotidien moyen d'inoculation (h) on note que ce taux n'a pas évolué au quartier Sud après que les moustiquaires aient été imprégnées alors qu'il a fortement augmenté dans le quartier Nord (accroissement de l'indice sporozoïtique de 0,14% à 0,46%).

Par contre lorsque toutes les moustiquaires ont été imprégnées aucune glande salivaire d'*An. gambiae* n'a été trouvée avec des sporozoïtes (2940 dissections).

Avant l'imprégnation des moustiquaires le taux annuel d'inoculation due aux deux vecteurs a été estimé à 55 piqûres infectées/homme. Après l'imprégnation de toutes les moustiquaires du village ce taux annuel a été estimé à 3 piqûres infectées/homme soit une diminution de 94,5% (29).

b. Parasitologie.

12 enquêtes par passages répétés sur un échantillon représentatif de la population de <15 ans ont été réalisées les deux premières années du programme (figure 3).

A la suite de l'imprégnation des moustiquaires du quartier Sud la prévalence de *P.falciparum* n'a pas varié; aucune différence significative n'est apparue entre les quartiers "traité" et "témoin" aux niveaux des indices gamétocytiques et des densités parasitaires des sujets positifs (tableau 6).

Pour les 2 années d'étude les indices plasmodiques moyens sont de 31,4% (n=1023) au quartier Sud et 29,2% (n= 1135) au quartier Nord.

L'imprégnation des moustiquaires d'une partie du village n'a donc eu aucune influence particulière sur la prévalence plasmodiale.

c. Morbidité.

2 méthodes ont été utilisées pour évaluer la morbidité palustre à VK4:

- le dépistage passif classique portant sur les sujets venant aux consultations instaurées dans le village,
- un dépistage actif portant sur un échantillon représentatif de la population et régulièrement examiné (25).

Figure 2.
Evolution des accès palustres à Karankasso (Burkina Faso).
Des moustiquaires imprégnées ont été distribuées dans le seul quartier Massasso (M) la seconde année.

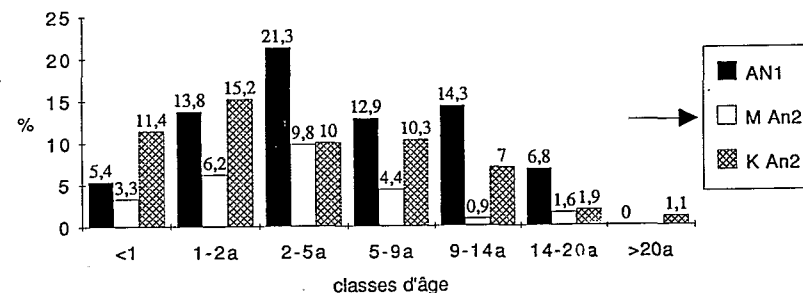


Figure 3.
Evolution des indices plasmodiques dans les quartiers Sud (traité la seconde année) et Nord (non traité) dans le village VK 4 (Burkina Faso).

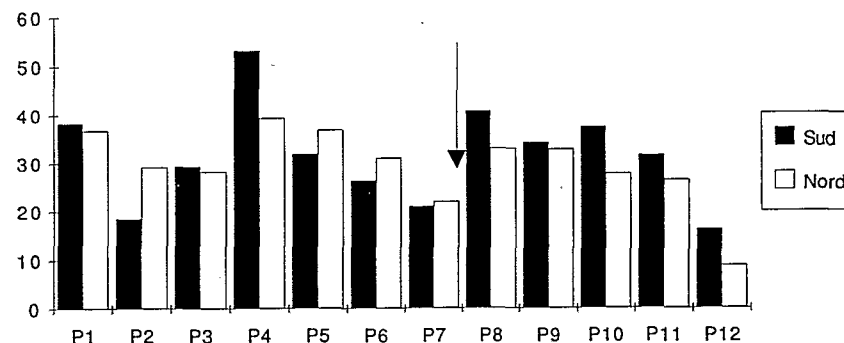


Tableau 5.
Densités quotidiennes agressives par homme (ma) et taux quotidiens d'inoculation (h) dus à *An.gambiae* dans le village de rizière VK 4 (Burkina Faso). Les moustiquaires ont été imprégnées dans le quartier Sud l'an 2 et dans les quartiers Nord et Sud l'an 3.

	quartier Sud		quartier Nord	
	ma	h	ma	h
an 1	71,8	0,18	67,1	0,09
an 2	46,4	0,17	44,6	0,20
an 3	25,2	0	29,3	0

Tableau 6.
Les parasitémies à *P. falciparum* au village VK 4 (Burkina Faso).
Les moustiquaires du quartier Sud ont été imprégnées l'an 2.

indice	Quartier Sud		Quartier Nord	
	An 1	An 2	An 1	An 2
plasmodique	31,0 %	31,8 %	31,6 %	25,8 %
gamétocytaire	9,3 %	9,0 %	10,5 %	10,2 %
MGP+	871	1510	780	1274

MGP+ = moyenne géométrique des parasitémies positives

Tableau 7.
Résultats des consultations faites à VK 4 (Burkina Faso) par dépistage passif.
Les moustiquaires du quartier Sud ont été imprégnées l'an 2.

AGE	Nord + Sud An 1			Sud An 2			Nord An 2		
	n	a.p.	% a.p.	n	a.p.	% a.p.	n	a.p.	% a.p.
0 - 2 ans	160	7	4,4	105	3	2,9	167	6	3,6
2 - 5 ans	226	15	6,6	155	12	7,7	182	10	5,5
5 - 9 ans	180	16	8,9	164	2	1,2	229	12	5,2
9 - 14 ans	112	6	5,5	77	3	3,9	171	8	4,7
Total	676	44	6,5	401	20	4,9	749	36	4,8

n = nombre de sujets vus en consultation

% A.P.= pourcentage d'accès palustre dans les consultations

Le dépistage passif (tableau 7) a montré que le paludisme représentait, en moyenne, 6,5% des consultations la première année. Ce chiffre n'a pas significativement diminué après l'imprégnation des moustiquaires du quartier sud et il est comparable pour les enfants des 2 zones (respectivement 4,9% et 4,8% pour les quartiers sud et nord).

La valeur observée (6%) de la part du paludisme dans les consultations est habituelle dans la région (2).

Le dépistage actif (tableau 8) a montré que:

- le paludisme n'est diagnostiqué que dans 0,4% à 1,1% (selon les critères diagnostics retenus pour l'"accès palustre simple" ou l'"accès palustre récent") des examens "de routine" pratiqués pendant 1 an; la fièvre est effectivement enregistrée dans 2% de ces consultations de routine,

- le pourcentage de sujets faisant un accès palustre parmi ceux ayant une parasitémie supérieure aux seuils critiques est comparable dans les 2 quartiers (respectivement 34,6% et 39,5%) confirmant la validité des indicateurs choisis,
- le paludisme "simple" participe en moyenne pour 21% aux tableaux fébriles mais avec une différence significativement moindre pour le quartier traité (12%) par rapport au quartier témoin (32%),
- parmi les enfants parasitologiquement positifs le paludisme "simple" est diagnostiqué en moyenne chez 1 enfant sur 10 au quartier traité et 1 enfant sur 6 au quartier témoin,
- le nombre d'accès palustres est significativement moins élevé parmi les enfants dormant sous moustiquaires imprégnées (9 cas) que parmi les enfants dormant sous moustiquaires simples (21 cas).

Tableau 8.
Résultats du dépistage actif réalisé la deuxième année à VK 4 (Burkina Faso)
alors que les moustiquaires du quartier Sud étaient imprégnées.

	Quartier SUD (= traité)	Quartier NORD (= témoin)	TOTAL
Nb. familles	7	7	14
Nb. enfants	47	53	100
Nb. examens cliniques	3341	3398	6739
Nb. fièvres	77	66	143
fièvres / examens	2,3 %	1,9 %	2,1 %

Nb. examens parasitol.	497	525	1022
Nb. exam. para. / enfant	10,6	9,9	10,2
Nb. exam. para. +	85	127	212
exam. para. + / exam. para.	17,1 %	24,2 %	20,7 %
Nb. ex. par. + > seuil	26	53	79
ex.par.+>seuil / ex.par. +	30,6%	41,7%	37,3%
ex.par.+>seuil / ex.par.	5,2%	10,1%	7,7%
ex.par.+>seuil / ex.clinique	0,8%	1,6%	1,2%

Nb. accès palustre simple	9	21	30
accès palu simple / ex.par.+	10,6%	16,5%	14,1%
accès palu simple / ex.par.	1,8%	4%	2,9%
accès palu simple / fièvres	11,7%	31,8%	21 %
accès palu sim / ex.clinique	0,3%	0,6%	0,4%
Nb. accès palustre récent	26	47	73
accès palu réc / exam. clin.	0,8%	1,4%	1,1%

ex.par.+>seuil = examen parasitologique positif ayant une parasitémie supérieure à un seuil critique précédemment établi pour chaque groupe d'âge considéré.

Le dépistage actif permet de noter de nombreux cas d'accès palustres qui seraient restés inaperçus par un dépistage passif classique et démontre l'efficacité des moustiquaires imprégnées dans la réduction de la morbidité palustre.

Richard (27) a mis au point un modèle stochastique inspiré du modèle de Ross (30) qui distingue le paludisme parasitose du paludisme maladie et qui permet de tester l'efficacité d'essais d'intervention. Ce modèle est basé sur l'existence d'un seuil de parasitémie pyrogène préalablement établi pour des différentes classes d'âge (25); il a permis d'estimer des taux d'incidence (h) et de guérison (r) avant et après l'imprégnation de moustiquaires. Ce modèle a 3 états: état 0 = "non infecté"; état 1 = parasitémie positive inférieure au seuil; état 2 = à parasitémie positive supérieure au seuil. Ce modèle montre l'efficacité des moustiquaires imprégnées par rapport aux moustiquaires simples (tableau 9) : en période de transmission, l'incidence h_2 (passage de l'état 1 à 2) diminue de manière significative après l'intervention, alors que le paramètre de guérison r_2 (passage de l'état 2 à 1) augmente. Ce phénomène se retrouve à un moindre degré pour les paramètres h_1 et r_1 (passages entre les états 0 et 1), ce qui indique une efficacité significative des moustiquaires imprégnées, plus importante sur les manifestations cliniques que sur les indices parasitologiques. La faible variation du paramètre r_1 indique qu'il se maintient un certain degré d'infection, donc que l'imprégnation des moustiquaires a probablement réduit l'incidence du paludisme sans altérer les possibilités de défense immunitaire.

2. LES ESSAIS MENES EN GAMBIE.

2.1. Avec des moustiquaires simples.

En 1982 Bradley *et al.* (3) ont réalisé pendant 1 an une série d'enquêtes par interrogatoire sur un échantillon représentatif de 600 enfants (< 7 ans) des villages de la région de Farafenni. Outre un contrôle médical (avec examens parasitologiques) il a été procédé à une analyse de l'utilisation habituelle des moustiquaires (et leur état) selon les ethnies.

Les enquêtes mensuelles portant sur 420 enfants dormant habituellement sous moustiquaires (4850 observations) et 83 sans moustiquaires (848 observations) ont montré que les épisodes de "fièvres" et "fièvre avec parasitémie plasmodiale" sont survenus de façon significativement moins fréquente chez les utilisateurs de moustiquaires que chez les non utilisateurs (respectivement 2,8% et 4,1% pour les "fièvres" et 1,6% et 2,7% pour les "fièvres + parasites").

Pendant la saison des pluies de 1984 une enquête spécifique de morbidité portant sur 113 enfants avec des moustiquaires et 13 sans moustiquaires a révélée 14 épisodes de "fièvre + parasites" chez 10 des enfants non protégés (1,1 épisode/enfant) et 67 épisodes chez 53 des enfants protégés (0,6 épisode/enfant).

A la fin de la saison des pluies une enquête classique de prévalence a montré des indices plasmodiques ("IP") et spléniques ("IS") significativement différents chez les utilisateurs et non utilisateurs de moustiquaires (Tableau 10).

Tableau 9.
Taux d'incidence (h) et taux de guérison (r) dans le village VK 4 (Burkina Faso) avant et après l'imprégnation des moustiquaires, selon le modèle de Richard (1989) à trois états (sain, infecté, malade).

imprégnation des moustiquaires	Période de transmission	h_1 de sain à infecté	h_2 d'infecté à malade	r_1 d'infecté à sain	r_2 de malade à infecté
avant	forte	0,0156	0,0091	0,0261	0,0279
	faible	0,0058	0,0052	0,0209	0,3273
après	forte	0,0104	0,0046	0,0255	0,0743
	faible	0,0011	0,0001	0,0310	0,9000

Tableau 10.
Résultats observés en fin de saison pluvieuse sur des enfants de Farafenni (Gambie) utilisant des moustiquaires non imprégnées (d'après Bradley *et al.*, 1986).

Moustiquaires	Bon état	trouées	absentes
Indice Plasmodique	31%	37%	53%
Indice Splénique	36%	38%	68%

Tableau 11.
Résultats des enquêtes hebdomadaires de morbidité palustre chez 205 enfants dormant sous moustiquaires imprégnées de perméthrine et 184 enfants dormant sous moustiquaires traitées avec un placebo à Katchang (Gambie) (d'après Snow *et al.*, 1987).

	Groupe protégé	Groupe témoin	Différence significative
Nombre d'enfants	205	184	
Nb. de "personnes/semaines" exposées au risque palustre	3426	2912	
Nb. d'épisodes fébriles	44	67	
Nb. épis. fébriles avec parasitémie	24	37	
Nb. épis. fébriles avec forte parasitémie	11	19	
Nb. nouveaux épis. fébril. avec parasitémie	23	34	DS
Nb. nouv. épis. fébril. avec forte parasit.	10	17	DS

Après toute une série d'analyses des facteurs possibles de confusion (ethnies, âge, sexe, lieux d'habitations...) les auteurs considèrent que leurs investigations initiales suggèrent fortement que les moustiquaires de lit protègent (de 50%) les enfants de Farafenni du paludisme.

Ce résultat n'est pas retrouvé par Snow *et al.* (34) qui, dans la même région, ont comparé la parasitémie et la morbidité palustre des enfants de 7 villages ayant reçu des moustiquaires simples par rapport à 9 villages n'en ayant pas reçu.

Les auteurs insistent sur les grandes différences intervillages mais ne notent pas de différence significative dans les indices spléniques de l'incidence des "fièvres avec parasites" et du nombre de cas de fièvres avec fortes parasitémies. Toutefois il y aurait une tendance vers une plus faible incidence des épisodes "fièvres + fortes parasitémies" chez les utilisateurs des moustiquaires.

Les auteurs concluent que l'utilisation des moustiquaires simples ne réduit pas significativement les risques d'avoir un accès palustre pendant la saison des pluies.

Snow *et al.* (34) font 2 observations entomologiques importantes:

- l'emploi correct des moustiquaires normales réduirait de 89% le nombre de piqûres d'*An.gambiae* que recevrait un dormeur dans la situation écologique considérée,
- 36% des sujets se lèvent la nuit (pour différentes activités) donnant ainsi aux anophèles la possibilité de les piquer, ou d'entrer sous la moustiquaire pour les piquer ultérieurement.

Dans ces conditions les moustiquaires simples ne réduisent pas suffisamment le taux de piqûres des vecteurs pour avoir une influence significative sur la morbidité palustre.

Snow *et al.* (34) expliquent leur différence de résultat par rapport à ceux de Bradley *et al.* (3), puis Campbell *et al.* (36), par une différence de méthodologie expérimentale:

- dans le premier essai les utilisateurs et non utilisateurs de moustiquaires étaient dans le même village et il est possible que les anophèles ne pouvant piquer les sujets "protégés" piqueraient alors davantage les sujets non protégés,
- dans la seconde étude tous les habitants d'un même village recevaient les moustiquaires et limitaient ainsi les contacts hommes/vecteurs.

Cette notion d'effet masse a été prise en considération par les expérimentations ultérieures.

2.2. Avec des moustiquaires imprégnées (perméthrine).

En 1985, Snow *et al.* (33) ont entrepris une étude à Katchang (où 98% de la population dort sous moustiquaire) pour répondre à la question : est-ce qu'un enfant dormant sous une moustiquaire imprégnée (de perméthrine à la dose de 0,5g

m.a./m²) serait moins sujet à faire un accès palustre qu'un enfant dormant sous une moustiquaire normale?

Encadrant la saison des pluies (= saison de transmission) 2 enquêtes générales classiques ont été faites, la première en mai, avant l'intervention (le 1er juillet : imprégnation à la perméthrine, à 0,5g/m² d'environ 10% des moustiquaires du village), la seconde en novembre.

La morbidité a été évaluée par des examens hebdomadaires d'un groupe d'enfants tirés au hasard dans le village. L'examen comprenant un questionnaire, la prise de température et frottis-goutte épaisse en cas de fièvre à l'examen (t° > 37,5) ou de fièvre récente rapportée par les parents.

L'enquête avant/après l'intervention n'a pas mis en évidence de différence significative entre les enfants "protégés" et "non protégés" aux niveaux:

- des indices spléniques : respectivement 18,2% et 16,5% (n = 121 et 109),
- des indices plasmodiques : respectivement 35,9% et 43,1% (n = 145 et 130),
- des proportions des fortes parasitémies : respectivement 4,8% et 10,0%.

Par contre les examens réguliers des 205 enfants (< 9 ans) dormant sous moustiquaire imprégnée et des 184 enfants dormant sous moustiquaire non imprégnée (en fait elles étaient imbibées d'un placebo) a montré que dans ce groupe "témoin" il y a eu significativement plus de nouveaux épisodes fébriles accompagnés de parasitémies à *P.falciparum* (et de fortes densités parasitaires) que dans le groupe sous moustiquaires imprégnées (tableau 11).

En 1987, Snow *et al.* (35) imprègnent à la perméthrine (toujours 0,5g m.a./m²) toutes les moustiquaires de 7 villages de la région de Farafenni et évaluent l'influence de cette action "de masse" sur les indicateurs habituels de l'impaludation (splénomégalies, parasitémies, morbidité) chez les enfants de moins de 9 ans. Neuf villages de la même zone servent de "témoins".

La méthodologie est toujours la même:

- deux enquêtes transversales classiques type avant/après,
- un dépistage actif par enquêtes hebdomadaires basées sur un questionnaire et des examens cliniques (température) et biologiques éventuels.

L'enquête transversale menée après la saison des pluies n'a pas révélée de différence significative dans l'indice plasmodique des enfants "protégés" et "non protégés" (respectivement 31 et 37%) ni dans la proportion de fortes parasitémies (7,5 et 11,8% respectivement).

Le dépistage actif a montré que le taux d'incidence des fièvres associées à des parasitémies à *P.falciparum* et des fièvres associées à des fortes parasitémies (> 5.000 par/mm³) était significativement moindre chez les enfants dormant sous moustiquaires imprégnées que chez ceux dormant sous moustiquaires simples (tableau 12). Ce type de résultat corrobore ceux obtenus au village de Karankasso (6).

Il est frappant de constater la similitude des résultats obtenus dans la région de Farafenni avec des moustiquaires imprégnées de perméthrine (à 0,5g m.a./m²) et ceux obtenus dans la région de Bobo-Dioulasso avec des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (25mg/m²).

La réduction de la transmission à Farafenni est de 90% (14) et à Bobo-Dioulasso de 93% en savane (6) et 94% en rizière (29). Concomitamment la réduction de la morbidité attribuée au paludisme est de 63% à Farafenni (34) et de 59% dans la savane de Bobo-Dioulasso (6).

Les essais réalisés en Gambie et dans la région de Bobo-Dioulasso démontrent que l'emploi "en masse" des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides peut effectivement réduire la transmission du paludisme et la morbidité attribuable au paludisme estimée d'après le tableau : fièvre (à l'examen ou récente) + parasitémies à *P.falciparum* > à un seuil critique et pas de signe clinique évident d'une autre affection.

3. LES RECENTS ESSAIS EN TANZANIE.

Une série d'études comparatives a été récemment menée (1987-1989) dans 5 villages des environs de Muheza (Tanzanie) pour évaluer l'influence de différentes méthodes de lutte antivectorielle (moustiquaires imprégnées de perméthrine à 0,2 g/m² ou de lambdacyalothrine à 30 mg/m²; aspersions intradomiciliaires de DDT) dans la réduction de la transmission et de la morbidité palustre (tableau 13).

L'acceptabilité des populations a été jugée très bonne (20) dans la mesure où les moustiquaires étaient efficaces contre les nuisances culicidiennes.

Au plan entomologique l'évaluation a été faite en utilisant des pièges lumineux CDC classiques, dans les maisons où étaient placées les moustiquaires mais à l'extérieur de celles-ci.

Lorsque les moustiquaires imprégnées de perméthrine ont été placées dans tout le village il a été enregistré, pour *An.gambiae*, les résultats suivants:

- réduction de la densité de la population prise au piège (et de la faune résiduelle matinale),
- réduction de l'indice sporozoïtique (de 5,4% à 1,8%)
- réduction de la longévité (estimée d'après le nombre de dilatations ovariennes).

Dans ces conditions expérimentales il a été estimé que le risque d'infection anophélienne a diminué de 91 à 97% selon les villages ayant reçu des moustiquaires imprégnées (17). Ces résultats sont tout à fait comparables à ceux précédemment obtenus aux environs de Bobo-Dioulasso (cf § I) et à Farafenni (cf § II); une information semblable avait d'ailleurs été obtenue dans la région par Lines *et al.*, (15) lors d'un essai dans des maisons expérimentales.

Tableau 12.
Evolution de la morbidité palustre dans des villages à moustiquaires imprégnées par rapport à des villages témoin dans la région de Farafenni (Gambie) (d'après Snow *et al.*, 1988).

	Moustiquaires Imprégnées	Moustiquaires Normales	Différence significative
Nb. "Personnes/semaines"	3027	3299	
Nb. épisodes de fièvre	36	77	
Nb. fièvre + parasitémie	16	49	DS
Nb fièvre + forte parasitémie	12	33	DS

Tableau 13.
Les récentes études faites dans la région de Muheza (Tanzanie).

Villages	An 1	An 2	An 3	h	Morbidité An 3 / An 1
Mlingano	0	MP	MP	- 97%	- 68%
Umba	0	0	MP	- 93%	- 83%
Kumbamtoni	0	0	ML	- 96%	+ 36%
Mindu	0	DDT	ML	- 86 %	=
			ML	-100 %	+ 26%
Mng'aza	0	MP	MP	- 91 %	=

MP = moustiquaires imprégnées de perméthrine
ML = moustiquaires imprégnées de lambdacyalothrine
DDT = aspersions intradomiciliaires de DDT
h = taux d'inoculation

Dans ces 5 villages un dépistage actif a été organisé portant sur des enfants de moins de 15 ans régulièrement examinés tous les 15 jours (questionnaire + prise de température et éventuellement examen sanguin à la recherche de *Plasmodium*). En outre des enquêtes transversales classiques ont été organisées.

Après l'introduction de moustiquaires imprégnées il a été noté (16):

- une tendance générale à la baisse des indices parasitaires (prévalence et surtout proportion des fortes charges parasitaires) et une forte réduction (-68,4%) des fièvres palustres (fièvres actuelles avec t^o>37,4°C ou fièvre récente < 2 jours + parasitémie > 4000 par./mm³) enregistrées à Mlingano,
- une tendance générale à la diminution des fortes parasitémies et de la morbidité palustre (-83%) entre la 1^{ère} et la 3^{ème} année à Umba.

Par contre de telles variations de la morbidité palustre n'ont pas été notées dans certains villages traités par des moustiquaires imprégnées de perméthrine (Mng'aza), de lambdacyalothrine (Kumbamtoni) et celui classiquement traité au DDT (Mindu).

Les résultats entomologiques ont été bons dans tous les 5 villages mais il est vraisemblable que les échecs enregistrés dans les 3 villages ayant des maisons traditionnelles devraient être du au niveau élevé de l'endémicité palustre initiale et des maisons autorisant la rentrée des moustiques.

De plus Msuya et Curtis (19) ont étudié l'incidence de l'impaludation parasitologique chez des cohortes de 30 enfants (1-10 ans) ayant reçu un traitement radical (Fansidar®) et vivant dans les 5 villages concernés par les différentes actions de lutte antivectorielle.

Les examens réalisés tous les 15 jours, avant et après les interventions, ont procuré, notamment, les résultats suivants:

- village sans intervention: 1^{ère} infection notée la 6^{ème} semaine et tous les sujets sont de nouveau positifs après 6-8 semaines,
- après la mise en place des moustiquaires imprégnées le pourcentage de sujets qui se repositivent est très variable selon les villages (pour la troisième année):

* Mlingano:	environ 20%	de sujets positifs à la 20 ^{ème} semaine,
* Umba:	" 60%	" "
* Kumbamtoni:	" 90%	" "
* Mindu:	" 50%	" "
* Mng'aza:	" 90%	" "

Les auteurs calculent un taux de conversion/quinzaine/enfant et après différentes analyses ils montrent une réduction significative de cet indice chez les enfants effectivement protégés par des moustiquaires imprégnées de perméthrine.

4. CONCLUSIONS.

Il est intéressant de constater qu'à partir d'une problématique identique : "peut-on envisager une lutte antipaludique basée sur les moustiquaires imprégnées d'insecticide" ont été développées des approches méthodologiques différentes au niveau entomologique mais semblables au niveau parasito-clinique.

L'impact des moustiquaires imprégnées sur la faune culicidienne et le niveau de transmission a été évalué par des captures de la faune résiduelle matinale en Gambie, par des classiques captures de nuit sur sujets humains à Bobo-Dioulasso et par des captures de nuit à l'aide de pièges lumineux en Tanzanie. Et toutes les études, faites dans des contextes épidémiologiques différents et par des techniques différentes arrivent aux mêmes conclusions, à savoir une réduction de quelques 90% de la transmission anophélienne.

Les évaluations de la morbidité attribuable au paludisme ont été faites selon des protocoles comparables à savoir la réalisation d'enquêtes régulières par dépistage actif directement dans les maisons et un diagnostic porté devant l'association fièvre (à l'examen et/ou récente) ET parasitémie supérieure à un certain seuil; ce seuil est variable selon les situations épidémiologiques et doit donc être déterminé dans chaque contexte.

Il importe néanmoins de souligner la concordance des approches ET la concordance des résultats à savoir une diminution de quelques 60% de la morbidité palustre attribuable au paludisme chez les jeunes enfants vivant en zone rurale d'endémie palustre.

L'acceptabilité des populations est apparue davantage liée aux problèmes de nuisance culicidienne suscitant l'emploi de méthodes de lutte à l'échelon individuel et familial (9, 10, 11) qu'à une lutte dirigée contre les insectes vecteurs de maladie. Cet élément est à prendre en considération pour la participation effective des populations permettant le développement et l'emploi à grande échelle des moustiquaires imprégnées d'insecticide dont l'efficacité est indéniable lorsqu'elles sont employées à grande échelle. C'est vers ce but que doivent tendre actuellement les actions de lutte antivectorielle basées sur l'utilisation, individuelle et familiale, de moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides, la perméthrine, la deltaméthrine ou la lambdacyalothrine.

Summary - Insecticide treated bed nets (permethrin, deltamethrin and lambdacyalothrin) were used for malaria control in The Gambia, Burkina Faso and Tanzania where *Anopheles gambiae* (and *An.funestus* in Burkina Faso) is the main vector.

Treated mosquito nets are efficient when used on a large scale and not on an individual level. Such a large scale use, acting on longevity and infectivity of vectors, always induced a decrease of malaria transmission by more than 90%.

Treated bed nets had no significant effect on the overall parasite rate, showing that malaria transmission was not stopped. But it was usually found that there was a significantly smaller number of children with parasitemia higher than a critical threshold, a sensitive parameter of malaria morbidity. Indeed, in the three situations studied, malaria morbidity (fever + high parasitemia > critical level in the concerned area) has generally shown a similar drop of 60%.

These data demonstrate that treated bed nets are useful to reduce transmission and morbidity. Advised as a new way for reduction of nuisance, treated bed nets were always welcomed by the populations and this method may be considered as a complementary weapon in public health.

REFERENCES

1. Baudon D, Carnevale P, Ambroise-Thomas P, Roux J : La lutte antipaludique en Afrique : de l'éradication du paludisme au contrôle des paludismes. Rev. Epidém. Santé Publ., 1987; 35: 401-415.
2. Baudon D, Gazin P, Galaup B, Pelletier-Guinart E, Picq JJ : Fiabilité de l'examen clinique dans le diagnostic des fièvres palustres en zone d'endémie ouest-africaine. Méd. Trop., 1988; 45: 123-126.

3. Bradley AK, Greenwood BM, Greenwood AM, Marsh K, Tulloch S, Hayes R : Bed-nets, mosquito-nets and morbidity from malaria. *Lancet*, 1986; 2: 204-207.
4. Bruce-Chwatt LJ : *Essential malariology*. London, W. Heinemann, 1985.
5. Carnevale P, Vaugelade J : *Paludismes, morbidité palustre et mortalité infantile et juvénile en Afrique sub-saharienne*. Genève, Organisation Mondiale de la Santé, 1987 (WHO/MAL/87.1036).
6. Carnevale P, Robert V, Boudin C, Halna JM, Pazart LH, Gazin P, Richard A, Mouchet J : La lutte contre le paludisme par des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides au Burkina Faso. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1988; 81: 832-842.
7. Coosemans M, Barutwanayo M : Malaria control by antivectorial measures in a zone of chloroquine-resistant malaria: a successful programme in a rice growing area of the Rusizi valley, Burundi. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1989; 83(Suppl.): 97-98.
8. Darriet F, Robert V, Tho Vien N, Carnevale P : Evaluation of the efficacy of permethrin impregnated intact and perforated mosquito nets against vectors of malaria. Geneva, World Health Organization, 1984 (WHO/VBC/84.899).
9. Desfontaines M, Gelas H, Goghomu A, Kouka-Bemba D, Carnevale P : Evaluation des pratiques et des coûts de lutte antivectorielle à l'échelon familial en Afrique Centrale. I. Ville de Yaoundé (mars 1988). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1989; 82: 558-565.
10. Desfontaines M : Chimio-résistance de *Plasmodium falciparum* aux amino-4-quinoléines en Afrique Centrale. Nouvelles perspectives de lutte. *Bull. Liais. Doc. OCEAC*, 1990, Numéro spécial (janvier).
11. Desfontaines M, Gelas H, Cabon H, Goghomu A, Kouka-Bemba D, Carnevale P : Evaluation des pratiques et des coûts de lutte antivectorielle à l'échelon familial en Afrique Centrale. II. Ville de Douala, Cameroun, juillet 1989. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 1989; 70: 137-144.
12. Graves PM, Brabin BJ, Charlwood JD, Burkot TR, Cattani JA, Ginny M, Paino I, Gibson FD, Alpers MP : Reduction of incidence and prevalence of *Plasmodium falciparum* in under-five-year old children by permethrin impregnation of mosquito nets. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1987; 65: 869-877.
13. Lindsay SW, Gibson ME : Bednets Revisited - Old Idea, New Angle. *Parasitol. Today*, 1988; 4: 270-272.
14. Lindsay SW, Snow RW, Broomfield GL, Semega Jannah M., Wirtz RA, Greenwood BM : Impact of permethrin-treated bednets on malaria transmission by the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia. *Med. Vet. Ent.*, 1989; 3: 363-371.
15. Lines JD, Myamba J, Curtis CF : Experimental hut trials of permethrin-impregnated mosquito nets and eave curtains against malaria vectors in Tanzania. *Med. Vet. Entomol.*, 1987; 1: 37-51.
16. Lyimo EO, Msuya FHM, Rwegoshora RT, Nicholson EA, Lines JD, Curtis CF : Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part 3. Effects on the prevalence of malaria parasitaemia and fever. *Acta Trop.*, 1991; 49: 157-163.
17. Magesa SM, Wilkes TJ, Njunwa KJ, Myamba J, Philip MD, Hill N, Lines JD, Curtis CF : Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzanian holoendemic for malaria. Part 2. Effect on the malaria vector population. *Acta Trop.*, 1991; 49: 97-108.
18. Mouchet J, Carnevale P : Le paludisme composante de l'environnement africain. *ORSTOM Actualités*, 1988; 20 (janvier-février).
19. Msuya FHM, Curtis CF : Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part 4. Effects on malaria incidence. *Acta Trop.*, 1991; 49: 165-171.
20. Njunwa KJ, Lines JD, Magesa SM, Mnzava AEP, Wilkes TJ, Alilio M, Curtis CF : Trial of pyrethroid impregnated bednets in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part 1. Operational methods and acceptability. *Acta Trop.*, 1991; 49: 89-96.
21. OMS : Terminologie du paludisme et de l'éradication du paludisme. Genève, Organisation Mondiale de la Santé, 1964.
22. OMS : WHO Expert Committee on Malaria; eighteenth report. Geneva, World Health Organization 1986 (WHO Techn. Rep. Series, 735).
23. OMS : Malaria diagnosis. Memorandum from a WHO Meeting. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1988; 66: 575-594.
24. OMS : La situation du paludisme dans le monde, 1988. *Rel. Epidémiol. Hebdom.*, 1990; 65: 189-194.
25. Pazart LH : Suivi longitudinal paludologique de 100 enfants en zone rizicole durant un an. DEA Santé Publique et Pays en Voie de Développement, Université Paris VI, 1988.
26. Ranque P, Touré TY, Soula G, Le Du Diallo Y, Traore O, Duflo B, Balique H : Use of mosquito nets with deltamethrin in malaria control. Abstract XI Int. Congress Trop. Med. Malaria. Calgary, Canada, 1984, p.124.
27. Richard A : Enquête longitudinale sur les manifestations parasitologiques du paludisme. Essai de modélisation et évaluation d'une intervention. DEA Statistique et Santé, Université Paris XI, 1989.
28. Robert V, Carnevale P, Mouchet J : Pyrethroid-impregnated bed nets in the malaria control strategy at community level. *Acta Trop.*, 1989; 46: 267-268.

29. Robert V, Carnevale P, Klein JM : Les moustiquaires imprégnées à la deltaméthrine diminuent de 94% la transmission du paludisme dans un village de rizière d'Afrique de l'Ouest. VII Congr. Intern. Parasitol., Paris, 20-24 Août 1990.
30. Ross R : The prevention of malaria; 2nd ed., London, John Murray, 1911.
31. Rozendaal JA : Impregnated mosquito nets and curtains for self-protection and vector control. Trop. Dis. Bull., 1989; 86: R7-R41.
32. Rozendaal JA, Curtis CF : Recent research on impregnated mosquito nets. J. Amer. Mosq. Cont. Ass., 1989; 5: 500-507.
33. Snow RW, Rowan KM, Greenwood BM : A trial of permethrin-treated bed nets in the prevention of malaria in Gambian children. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1987; 81: 563-567.
34. Snow RW, Rowan KM, Lindsay SW, Greenwood BM : A trial of bed nets (mosquito nets) as a malaria control strategy in a rural area of The Gambia, West Africa. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1988; 82: 212-215.
35. Snow RW, Lindsay SW, Hayes RJ, Greenwood BM : Permethrin-treated bed nets mosquito nets prevent malaria in Gambian children. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1988; 82: 838-842.
36. Campbell H, Byass P, Greenwood BM : Bed-nets and malaria suppression. Lancet, 1987; 1: 859-860.

TRYPANOSOMATID - VECTOR INTERACTIONS

by

D.H. MOLYNEUX¹ & J.K. STILES²¹Liverpool School of Tropical Medicine, Pembroke Place, Liverpool L3 5QA, UK²ICIPE, Tsetse Programme, P.O. Box 30772, Nairobi, Kenya

Summary - Over recent years there has been an increasing interest in the interaction between Trypanosomatids and in particular the genera *Trypanosoma* and *Leishmania* and their vectors. These studies on the "vector parasite interface" have been wide ranging but often suffer from the difficulties of manipulating some of the vector systems. It is now likely that molecular biological and protein analysis techniques can be more effectively applied in dissecting these interactions with a view to identification and characterisation of molecules which control parasite behaviour in vectors.

This presentation will review recent studies on *Glossina* lectins in relation to trypanosome behaviour in flies including recent studies on different *G. palpalis* subspecies as well as review evidence that trypanosomatids have an effect on their insect hosts for example, on feeding behaviour, susceptibility to insecticides and longevity of infected vectors. Sugars are known to influence development and transmission of *Leishmania* and recent studies have indicated that aphid/or coccid honeydew is taken by sandflies, the relevance of this to *Leishmania*/sandfly interactions will be discussed. The basic mechanisms of attachment observed in all trypanosomatid interactions are described and the presence of molecules associated with attachment have been identified.

The genetic basis of susceptibility is also becoming better understood and it is to be expected that modern molecular techniques when applied to well defined systems can give results which could permit an attempt at intervention; even if this is not achieved the basic understanding of a widespread phenomenon of the insect/parasite association will have been furthered to permit a better epidemiological knowledge.

Introduction

Over the past decade considerable progress has been made in furthering our understanding of vector parasite relationships in many important systems relevant to the epidemiology of parasitic diseases. Much of this progress has resulted from an increased understanding of vector-trypanosomatid interface through studies on insect immunity, population dynamics, genetics and molecular biology. This paper attempts to draw together recent studies which will provide a basis for further work. Several reviews have been published over recent years to which the reader is referred for a wider view and history of the literature (27, 45, 46, 40). It is also