

**Article original**

**IMPACT DE L'UTILISATION DES MOUSTIQUAIRES PRE-IMPREGNEES DE PERMETHRINE SUR LA TRANSMISSION DU PALUDISME DANS UN VILLAGE HYPERENDEMIQUE DU SENEGAL**

O. FAYE, L. KONATE, O. GAYE, D. FONTENILLE, N. SY, A. DIOP, M. DIAGNE, J-F. MOLEZ <sup>can nouveaux</sup>

**RÉSUMÉ** • L'efficacité des moustiquaires imprégnées de perméthrine a été évaluée à Wassadou, village à haut niveau de transmission du paludisme, en zone de savane soudanienne du Sénégal. L'évaluation de l'impact de l'utilisation de masse de ces moustiquaires sur les populations vectorielles et sur la transmission du paludisme a été réalisée de juin à novembre 1995, au cours de la saison des pluies, principale saison de transmission. Dans cette étude conduite avec un village témoin non doté de moustiquaires, il apparaît que les moustiquaires imprégnées de perméthrine ont entraîné une forte réduction de la densité des populations vectorielles et de la transmission du paludisme : en données corrigées, la réduction du taux d'agressivité sur homme d'*Anopheles gambiae* s.l. a été de 69 %, sa densité au repos durant la journée à l'intérieur des habitations a diminué de 91 % pour les femelles gorgées et de 96 % pour les femelles gravides. L'indice sporozoïtique des femelles capturées sur homme a été réduit de 76 % et le taux quotidien d'inoculation entomologique de 88 %. Cette réduction n'a cependant pas été suffisante pour supprimer le risque d'infection des habitants. L'évaluation de l'intervention sur une période plus longue, de l'ordre de 4 à 5 ans, devrait permettre de préciser l'impact d'un usage à long terme des moustiquaires imprégnées d'insecticide sur l'infectivité des vecteurs et la transmission du paludisme.

**MOTS-CLES** • Moustiquaires imprégnées - Perméthrine - *Anopheles* - Paludisme - Transmission - Sénégal.

**IMPACT OF PERMETHRIN-TREATED BEDNETS ON MALARIA TRANSMISSION IN A HYPERENDEMIC VILLAGE OF SENEGAL**

**ABSTRACT** • The efficacy of permethrin-treated bednets was evaluated in Wassadou, a hyperendemic village located in the Sudanese grasslands of southeast Senegal. Pretreatment data were collected between 1992 and 1993. Bednets were distributed to the whole population in June 1995 and impact of their use on vector populations and malaria transmission was evaluated until November 1995. This period corresponds to the rainy season during which malaria transmission is highest. Data were compared with a control village, in which bednets were not distributed. Findings showed that use of bednets led to a sharp decrease in the density of the vector population and malaria transmission. The number of bites by *Anopheles gambiae* s.l. decreased 69%. The density of blood-laden and pregnant females inside dwellings decreased 91% and 96% respectively. The sporozoite index of females captured on the skin decreased 76% and the daily rate of entomological inoculation decreased 88%. This impact was not great enough to eliminate the risk of infection. Prolonged study over a period of 4 to 5 years is needed to evaluate the impact of long-term use of insecticide-treated bednets on vector population and malaria transmission.

**KEY WORDS** • Insecticide-treated bednets - Permethrin - *Anopheles* - Malaria - Transmission - Senegal.

Med. Trop. • 1998 • 58 • 355-360

- Travail du Département de Biologie Animale (O.F., L.K., N.S., A.D., Biologistes) de la Faculté des Sciences et Techniques, et du Laboratoire de Paludologie (O.G., Docteur en Médecine) de la Faculté de Médecine, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, du Laboratoire de Zoologie Médicale (D.F., Biologiste) et du Laboratoire de Paludologie (J-F.M., Directeur de Recherches) de l'IRD-Orstom de Dakar, et du Service de Lutte Antiparasitaire (M.D., Entomologiste), SLAP-Direction de l'Hygiène et de la Santé Publique, Thiès, Sénégal.
- Correspondance : O. FAYE, Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, BP 5005, Dakar, Sénégal • Fax : 00 221 825 25 29 • e-mail : parasito@syfede.refer.sn •
- Article reçu le 24/11/1997, définitivement accepté le 20/11/1998.

En Afrique tropicale, le paludisme représente un problème majeur de santé publique. La principale mesure de lutte contre cette endémie est la prise en charge correcte des cas morbides. L'apparition et l'extension de la résistance de *Plasmodium falciparum* aux antipaludiques usuels dont la chloroquine ont ravivé l'intérêt pour la lutte antivectorielle. Cette dernière a été couramment réalisée par aspersion intradomiciliaire d'insecticides rémanents. Si cette méthode de lutte reste encore efficace, sa mise en œuvre se heurte à de nombreuses contraintes techniques et économiques.

PM 300

Fonds Documentaire ORSTOM

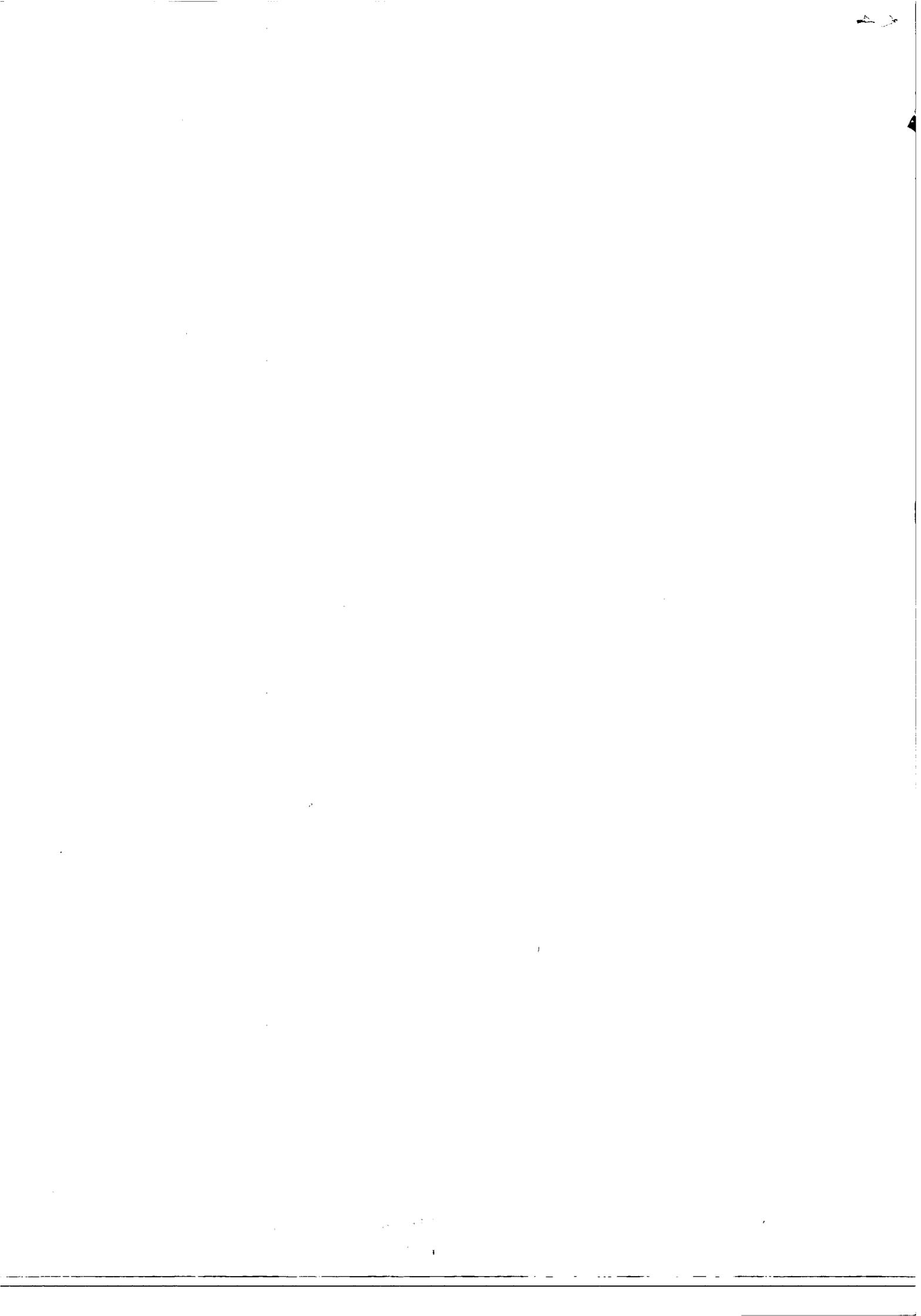


010018263

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\* 18263 Ex. 1

Médecine Tropicale • 1998 • 58 • 4 • 355



D'importants efforts ont été fournis dans la recherche d'outils et de méthodes de lutte adaptés aux conditions épidémiologiques et acceptés par les communautés. L'utilisation des moustiquaires de lits est un moyen efficace de protection individuelle contre les piqûres de moustiques et, en Afrique, leur emploi est très répandu dans certaines communautés, même si elles ne sont pas toujours bien entretenues ou sont mal utilisées.

De nombreux essais ont été réalisés pour évaluer l'efficacité de l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide dans la lutte antipaludique en Afrique. Ils montrent que l'usage généralisé de ces moustiquaires entraîne une réduction des populations vectorielles et de la transmission (1-4), de la morbidité et de la mortalité dues au paludisme (5-8). Mais la variabilité de l'endémie palustre en termes d'infection, de morbidité et de mortalité selon les situations écologiques, rend difficile toute extrapolation des résultats obtenus dans les zones étudiées à d'autres zones d'endémie palustre.

Au Sénégal, l'effet des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine sur le paludisme a été étudié uniquement dans la vallée du fleuve, dans une zone sahéenne à faible niveau de transmission. Il était donc nécessaire d'évaluer leur impact dans d'autres zones écologiques pour déterminer leur acceptabilité et la pérennité de leur utilisation. Sont présentés dans ce travail, les résultats enregistrés sur les vecteurs et la transmission du paludisme au cours d'un essai réalisé dans un village de savane soudanienne situé dans le sud-est du Sénégal.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude.

L'étude a été menée à 400 kilomètres au sud-est de Dakar, dans la région de Tambacounda. Cette dernière appartient au domaine soudanien, caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies qui dure en général de mai/juin à octobre/novembre avec un maximum de précipitations de juillet à septembre. La pluviométrie annuelle enregistrée à la station de Dialakoto située à une quinzaine de kilomètres des villages d'étude, était de 884,7 mm en 1992, 661,2 mm en 1993, 1 054,1 mm en 1994 et 550,2 mm en 1995. Les températures moyennes mensuelles varient de 24°C à 31°C avec un maximum en avril et un minimum en décembre, la température moyenne annuelle étant de 28°C.

L'intervention a eu lieu de juin à novembre 1995 dans le village de Wassadou situé à 50 kilomètres de la ville de Tambacounda, le village témoin (Badi) étant distant de 3 kilomètres de Wassadou. Les villages de Wassadou et de Badi sont implantés respectivement à environ 1 et 2 kilomètres d'un affluent du fleuve Gambie, le Niériko. Les habitants pratiquent l'agriculture pluviale : mil, maïs et coton. L'élevage est bien développé ; des troupeaux de bovins sont parqués à la fin de la saison des pluies à proximité des habitations ; les moutons, chèvres, chevaux et ânes ainsi que la volaille restent en permanence dans les concessions. L'habitat est de type traditionnel ; les cases sont construites avec des murs en briques et des toits en chaume. Aucune mesure de lutte antipaludique n'était encore menée dans ces villages distants de 15 à 18 kilomètres du poste de santé le plus proche. L'usage de mesures de prévention et d'antipaludiques comme la chloroquine y était fort limité.

### Données de base.

Dans le village de Wassadou, la transmission du paludisme est saisonnière longue. La dynamique des populations anophéliennes est sous la dépendance des pluies et de la proximité du cours d'eau. Les études menées dans ce village en 1992-1993 (9) ont montré qu'*Anopheles gambiae* s.l. y est le principal vecteur du paludisme. Les femelles d'*Anopheles funestus*, autre vecteur du paludisme, manifestent dans ce village une forte zoophilie qui réduit leur contribution à la transmission du paludisme (9).

Le complexe *Anopheles gambiae* est représenté par *Anopheles gambiae* s.s et *Anopheles arabiensis*, constituant respectivement 75,2 % et 24,8 % des 496 femelles identifiées par la méthode cytogénétique (10) ou par PCR (11, 12). Les proportions de ces deux espèces présentent des fluctuations saisonnières notables : *Anopheles gambiae* s.s. représente 91,1 % des 403 femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. collectées de juillet à octobre et *Anopheles arabiensis*, 93,5 % des 93 femelles collectées de novembre à juin. Leur taux moyen d'agressivité, estimé de novembre 1992 à octobre 1993 à 22 piqûres/homme/nuit (PHN) pour l'homme (TAH), est plus élevé à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il a varié de 4 PHN de novembre 1992 à juin 1993 à 60 PHN de juillet à octobre 1993. La densité au repos durant la journée à l'intérieur des habitations (DRI) d'*Anopheles gambiae* s.l. est plus importante au cours de la saison des pluies ; la DRI moyenne annuelle s'élève à 12 femelles/case. L'analyse des variations saisonnières du TAH et de la DRI révèle une nette endophilie des femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. en saison sèche tandis qu'en saison des pluies, une importante fraction de la population est exophile.

Les femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. sont très anthropophiles dans la zone. L'indice d'anthropophilie, estimé à partir de l'identification par ELISA (13) de l'origine de 959 repas sanguins analysés, est de 0,88. Les indices enregistrés de juillet à octobre (0,91) et de novembre à juin (0,86) sont significativement différents ( $p < 0,02$ ). Cette variation pourrait être liée à la prédominance d'*Anopheles arabiensis* et à la présence des troupeaux de bovins à proximité des habitations en saison sèche. Les repas sanguins pris sur les bovins représentent 9,3 % des repas identifiés en saison sèche et seulement 0,4 % de ceux identifiés en saison des pluies. Le taux d'infection des femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. est élevé de juin à janvier. L'identification spécifique des plasmodies et des femelles infectées montre que toutes les infections sont dues à *Plasmodium falciparum* et que seules les femelles d'*Anopheles gambiae* s.s. sont infectées.

Le taux d'inoculation entomologique (TIE), estimé de novembre 1992 à octobre 1993, s'élève à 220 piqûres infectées par homme (PIH). Il est de 17 PIH de novembre 1992 à juin 1993 et de 203 PIH de juillet à octobre 1993 (9).

### Méthodes d'évaluation.

#### • Enquête démographique

Une enquête démographique a été effectuée en mars 1995. A Wassadou, 132 concessions habitées, 291 cases, 793 habitants, 425 lits ou nattes de couchage et 55 moustiquaires ont été dénombrés. A Badi, 53 concessions, 183 cases, 416 habitants, 234 lits et 95 moustiquaires ont été dénombrés. En juillet 1995, 32 nouveaux habitants (travailleurs saisonniers) ont été recensés à Wassadou. Dans ce village, un important mouvement de population est entretenu par le marché hebdomadaire où convergent de nombreux commerçants, passant en moyenne 1 à 3 nuits par semaine dans le village.

• **Moustiquaires utilisées**

Les moustiquaires ont été distribuées à Wassadou à la fin du mois de juin 1995. Il s'agit de moustiquaires pré-imprégnées de perméthrine à la concentration de 2 % (Olyset Net®), en polyéthylène avec des mailles de 4x4 mm, de couleur bleue et de type *single* (70x180x150 cm). Cette taille est petite pour couvrir des lits à deux places. De nombreux habitants disposant de grands lits ont réuni 2 moustiquaires pour obtenir une moustiquaire adaptée aux dimensions de leurs lits et le travail de confection a été bien fait. La crainte que les moustiquaires prévues pour les enfants ne soient utilisées pour l'agrandissement de celles des parents nous a amené à encourager une telle modification en complétant les unités manquantes. Au total, 520 moustiquaires ont été distribuées à Wassadou. Les habitants de Badi ont reçu leur dotation en janvier 1996.

• **Population de moustiques**

L'échantillonnage des populations de moustiques a été effectué par des captures nocturnes sur adultes volontaires humains (sous chimioprophylaxie médicamenteuse) et des récoltes diurnes de la faune résiduelle après pulvérisation de solution de pyréthrianoïde (Yotox® (aérosol) ILS 36 OZ) dans les habitations. Les captures nocturnes ont été faites de 21 heures à 7 heures à l'intérieur et à l'extérieur des habitations dans trois stations de chaque village soit 58 hommes-nuits à Wassadou et 56 à Badi et les récoltes diurnes le matin (7 h-10 h) ou l'après midi (16 h pour les femelles semi-gravides) dans 85 cases à Wassadou et 79 cases à Badi. Les cases choisies à Wassadou ont été celles dans lesquelles était installée une moustiquaire et dont tous les occupants ont apparemment dormi sous moustiquaire. Les moustiques récoltés ont été identifiés et dénombrés, les femelles des vecteurs ont été disséquées pour déterminer leur âge physiologique par l'examen des trachéoles des ovaires et rechercher des sporozoïtes dans leurs glandes salivaires.

• **Sensibilité à la perméthrine**

La sensibilité d'*Anopheles gambiae* s.l. à la perméthrine (produit d'imprégnation) à Dakar a été évaluée avec des femelles entretenues en insectarium et des femelles sauvages issues de larves récoltées dans les gîtes. La souche d'élevage et les femelles sauvages appartiennent à *Anopheles arabiensis*. A Wassadou, la sensibilité à la perméthrine a été évaluée avec des femelles capturées sur sujets humains. Les tests ont été réalisés d'une part par une mise en contact des femelles à jeun avec une moustiquaire imprégnée de perméthrine à la concentration de 2 % et d'autre part, par une exposition d'une

heure, selon la méthode OMS, à des papiers imprégnés de perméthrine à la concentration diagnostique de 0,25 %.

Pour la moustiquaire, un lot de 10 femelles y a été libéré. Après 3 ou 5 minutes de contact, les femelles ont été récupérées par un aspirateur et remises dans des gobelets où elles ont reçu comme nourriture, une solution de sucrose à 10 %. La mortalité a été évaluée immédiatement, 1 heure et 24 heures après. Un lot témoin de 10 femelles a également été observé.

Pour les papiers, les femelles ont été maintenues en contact avec le support imprégné par lot de 20. A la fin du temps de contact (60 minutes), elles ont été mises dans des gobelets et leur mortalité a été comparée à celle d'un lot témoin après 24 heures d'observation. L'effet *knock down* (KD) a également été noté à 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 et 120 minutes, au cours de l'heure d'exposition avec le papier imprégné et de l'heure qui suivait.

• **Analyse statistique**

La réduction brute des densités de population culicidiennes suite à l'introduction des moustiquaires a été estimée en comparant les données obtenues à Wassadou avant et pendant l'intervention. En considérant comme valeurs corrigées (ou attendues) celles obtenues dans le village témoin de Badi, la réduction corrigée a été estimée en comparant les données obtenues à Wassadou pendant l'intervention à celles recueillies à Badi. Le test du khi carré a été utilisé pour le traitement statistique des données.

**RESULTATS**

Dans la zone, les anophèles représentaient plus de 80 % des moustiques piquant l'homme. La faune anophélienne était composée de huit espèces : *Anopheles gambiae* s.l., *Anopheles funestus*, *Anopheles pharoensis*, *Anopheles ziemanni*, *Anopheles squamosus*, *Anopheles rufipes*, *Anopheles nili* et *Anopheles welcomei*. *Anopheles gambiae* s.l. était prédominant dans les captures nocturnes comme dans les récoltes de la faune résiduelle.

Le taux moyen d'agressivité sur homme (TAH) des anophélinés a subi une réduction brute de 60 % et celui des culicinés de 51 %. La réduction corrigée a été de 68 % pour les anophélinés et de 36 % pour les culicinés. La réduction

Tableau I - Résultats des captures nocturnes sur homme dans le village de Wassadou et dans le village-témoin de Badi (captures intérieures (I) et extérieures (E)), de juillet à novembre 1993 et 1995.

	Wassadou (Village d'étude)						Badi (Village témoin)			Taux de réduction	
	1993			1995			1995			brut	corrigé
	I	E	Total	I	E	Total	I	E	Total	Total	Total
Taux moyen d'agressivité sur homme	8738	7465	7818	2058	2706	2382	6331	8744	7494	69,5	68
Nombre de femelles examinées	582	278	860	292	415	707	604	511	1115		
Nombre de femelles pares	448	200	648	199	292	491	476	447	923		
Taux de parturité (%)	76,9	71,9	75,3	68,2	70,4	69,4	78,8	87,5	82,8	7,8*	16
Nombre de femelles disséquées	438	266	704	295	416	711	553	454	1007		
Nombre de femelles infectées	12	4	16	1	3	4	5	10	15		
Indice sporozoïtique (%)	2,74	1,5	2,3	0,34	0,72	0,56	0,9	2,2	1,5	76	63
Nombre de piqûres infectantes par homme	239	112	180	7	19	13	57	192	112	93	88,4

\* Baisse de 2 % pour les femelles exophages.

Tableau II - Résultats des récoltes de faune matinale résiduelle (FMR) dans le village de Wassadou et le village-témoin de Badi (anophèles au repos à l'intérieur), de juillet à novembre 1993 et 1995.

	Total 1993	Wassadou		Badi Total 1995	Taux de réduction (%)	
		Total 1995			brut	corrigé
Nombre de femelles collectées	1813	113		1114	94	90
Densité anophélienne résiduelle intérieure	23,9	15,6		49	64	68
- nombre de femelles à jeun	72	3		66		
- nombre de femelles gorgées	943	80		544	91	85
- nombre de femelles gravides	798	30		504	96	94
Nombre de femelles examinées	435	39		321		
Nombre de femelles pares	313	26		266		
Taux de parturité (%)	72	67		83	7	19

brute du TAH d'*Anopheles gambiae* s.l. a été de 69 % et elle a été plus élevée à l'intérieur (76 %) qu'à l'extérieur (64 %). La réduction corrigée a été de 68 %, sans variation importante entre intérieur (68 %) et extérieur (69 %) (Tableau I).

Dans la faune résiduelle, la réduction brute de la DRI a été de 95 % pour les anophélinés et de 80 % pour les culicinés. La réduction corrigée a été de 90 % (anophélinés), elle a été nulle chez les culicinés. Pour *Anopheles gambiae* s.l., la réduction de la DRI a été très importante pendant toute la période d'évaluation. Elle a été de 91 % et 96 % respectivement chez les femelles gorgées et gravides (Tableau II). La proportion de femelles gorgées et/ou gravides n'était pas significativement différente à Wassadou et à Badi ( $p > 0,10$ ).

L'effet des moustiquaires imprégnées sur les densités des populations d'*Anopheles gambiae* s.l. a varié au cours de l'évaluation, la réduction du TAH a été plus faible en août et en septembre (Tableau III). Le taux de parturité (TP) des femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. était significativement plus élevé à Badi qu'à Wassadou, tant pour les femelles capturées sur homme ( $p < 0,001$ ) que pour celles récoltées dans la faune résiduelle ( $p < 0,02$ ). A Wassadou, le TP des femelles capturées sur homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations n'était pas significativement différent en 1995 ( $p > 0,3$ ) tandis qu'en 1993, les femelles endophages étaient significativement plus âgées ( $p < 0,001$ ). A Badi, le TP des femelles exophages était significativement plus élevé que celui des femelles endophages ( $p < 0,001$ ). A Wassadou, le TP des

femelles capturées sur homme a subi une réduction brute de 8 % (la réduction était de 11 % à l'intérieur alors qu'une hausse de 2 % a été observée à l'extérieur), la réduction corrigée a été de 16 % (13 % à l'intérieur et 19 % à l'extérieur). Dans la faune résiduelle, la réduction du TP a été plus élevée (12 % à 22 %).

A Wassadou, l'indice sporozoïtique (IS) des femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. capturées sur homme en 1995 était significativement plus faible que celui observé en 1993 ( $p < 0,001$ ). Les réductions brute et corrigée de l'IS ont été respectivement de 76 % (intérieur : 88 % ; extérieur : 52 %) et de 63 % (intérieur : 62 % ; extérieur : 67 %). Les IS des femelles capturées sur homme en 1995 à Wassadou et à Badi étaient comparables ( $p > 0,05$ ). Dans les deux villages, l'IS moyen des femelles endophages et exophages n'était pas significativement différent. Il en était de même en 1993 à Wassadou.

Le taux quotidien d'inoculation entomologique (TIE) d'*Anopheles gambiae* s.l., estimé à Wassadou de juillet à novembre 1993, était de 207 piqûres infectées par homme (PIH) à l'intérieur et 148 PIH à l'extérieur, le taux moyen étant de 178 PIH (Tableau I). Au cours de la même période en 1995, il était de 13 PIH à l'intérieur et 19 à l'extérieur). La réduction brute a été de 93 % (97 % à l'intérieur et 83 % à l'extérieur). A Badi, le TIE était plus élevé à l'extérieur (192 PIH) qu'à l'intérieur (57 PIH), le taux moyen était de 112 PIH. La réduction corrigée était donc de 88 % (88 % à l'intérieur et 90 % à l'extérieur).

Tableau III - Variations mensuelles du taux d'agressivité sur homme (TAH) exprimé en nombre de piqûres/homme/nuit (PHN), du taux de parturité (TP), de l'indice sporozoïtique (IS) et du nombre de piqûres infectées par homme (PIH) dans le village de Wassadou et dans le village-témoin de Badi, de juillet à novembre 1993-1995, avant et pendant l'intervention..

	Wassadou (Village d'étude)										Badi (Village-témoin)							
	1993					1995					1995							
	TAH (PHN)	D (O)	TP (%)	D (G)	IS (%)	(PIH) (n)	TAH (PHN)	D (O)	TP (%)	D (G)	IS (%)	(PIH) (n)	TAH (PHN)	D (O)	TP (%)	D (G)	IS (%)	(PIH) (n)
Juillet	80,8	216	47,7	126	3,2	79	6,3	74	85,1	74	2,7	5,3	18,2	157	82,8	106	0	0
Août	50,3	264	92,8	230	2,6	40,7	26,1	239	62,8	247	0,4	3,3	61,7	190	64,7	202	0,5	9,5
Septembre	136,5	160	73,7	177	1,1	46,3	35,6	263	71,9	261	0,4	4,1	83,5	283	88,0	278	1,8	45
Octobre	24,5	187	84,5	147	2,0	15,5	9,6	107	67,3	105	0	0	52,1	267	82,4	262	0,8	12,3
Novembre	5	33	72,7	24	4,2	6,2	2,0	24	70,8	24	0	0	33,7	218	92,2	159	4,4	44,5

D = nombre de femelles disséquées : (O) ovaires et (G) glandes salivaires.

Tableau IV - Résultats des tests de sensibilité à la perméthrine d'*Anopheles gambiae* s.l., comparaison entre les femelles sauvages (Wassadou et Dakar) et d'élevage (Dakar).

Temps d'exposition (en mn) Origine des femelles	Moustiquaires imprégnées de perméthrine à 2%			Papiers imprégnés de perméthrine à 0,25%		
	Wassadou (5') sauvages	(3') élevage*	Dakar (5') élevage*	(60') élevage*	Dakar (60') sauvages	(60') sauvages
Effectif total testé	230	275	982	102		52
Exposition :						
KD 10'				0		0
KD 15'				0		4
KD 20'				4		9
KD 30'				14		21
KD 45'				29		29
KD 60'		230	245	48		35
Observation :						
KD 90'				48		32
KD 120'				53		36
Mortalité au bout de 24 heures	230	256		46		40
Mortalité (%)	100	93,1		45,1		76,9
Mortalité (%) des témoins non exposés (effectif)	2 (100)		1,8 (219)		0 (65)	

KD = effet de choc (*Knock-Down*)

\* élevage en insectarium à Dakar

Les tests effectués dans la zone d'intervention avec une des moustiquaires distribuées ont montré une sensibilité normale à la perméthrine d'*Anopheles gambiae* s.l. (avec une prédominance d'*Anopheles gambiae* s.s.), la mortalité a été de 100 % après 5 minutes de contact (Tableau IV). A Dakar, le taux de mortalité d'*Anopheles arabiensis* a été de 89 % après 3 minutes et de 96 % après 5 minutes avec la même moustiquaire. Avec le papier imprégné à la concentration diagnostique, le taux de mortalité d'*Anopheles arabiensis* était inférieur à 50 % pour la souche d'élevage et était de 77 % pour les femelles sauvages. L'effet de KD était observé plus tôt et il était plus important chez les femelles sauvages que pour la souche d'élevage (Tableau IV).

## DISCUSSION

L'Olyset Net® est un nouveau type de moustiquaire pré-imprégnée dans laquelle la perméthrine est incorporée par fusion dans la fibre. Son utilisation ne nécessite pas de formation aux techniques d'imprégnation par absorption où des molécules d'adhésion assurent la fixation du produit actif aux fibres. L'étude a permis d'évaluer l'efficacité de ce nouvel outil sur certains paramètres entomologiques de la transmission du paludisme dans une zone de haute endémicité. Avant l'intervention, à Wassadou et à Badi, le village témoin, la densité agressive d'*Anopheles gambiae* s.l. au cours de la période allant de juillet à octobre varie peu : chaque habitant reçoit en moyenne 7 500 à 7 800 piqures. L'intervention a entraîné une réduction de la densité agressive des moustiques. L'impact des moustiquaires imprégnées d'insecticide n'est pas homogène : il est plus important pour *Anopheles gambiae* s.l. que pour les autres espèces culicidiennes, moins bien représentées. La réduction de la densité des populations anophéliennes en général et d'*Anopheles gambiae* s.l. en parti-

culier est sans effet sur le comportement de piqure. Les femelles cherchent leurs repas sanguins à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, elles piquent et se reposent ou non dans les habitations. Les femelles endophages peuvent soit mourir sous l'effet de l'insecticide si elles entrent en contact avec les moustiquaires soit quitter les habitations si elles sont exophiles ou si les moustiquaires ont un effet répulsif. La comparaison des tendances exophiles des femelles d'*Anopheles gambiae* s.l. à Wassadou (1993 et 1995) et à Badi (1995) révèle une exophilie beaucoup plus forte en 1995 qu'en 1993 dans ces deux localités, ce qui suggère l'existence d'un effet répulsif de l'insecticide.

La survie de femelles nourries sur homme ou sur animal assure la production de nouvelles générations de femelles. Ceci explique le maintien d'une population agressive même réduite durant la période d'intervention. Cette hypothèse sur la survie d'une fraction de la population anophélienne (exophage/exophile ou endophage/exophile) est soutenue par la faible variation des taux de parturité des femelles agressives. La situation serait différente si toute la population d'*Anopheles gambiae* s.l. était endophile avec un risque de contact (avec les moustiquaires) et de mortalité plus élevé. La réduction de la transmission du paludisme est importante (88 % à 93 %). Cependant, si la moustiquaire imprégnée protège son utilisateur, plusieurs facteurs défavorables expliquent le maintien de la transmission et le risque d'infection des habitants : certains habitants ont négligé de dormir sous leurs moustiquaires pendant une période plus ou moins longue du fait de la forte réduction de la nuisance culicidienne ; d'autres habitants ont dormi hors du village et n'ont pas été protégés ; de même, des visiteurs (commerçants et étrangers de passage) ont dormi dans le village sans protection ; enfin, une transmission crépusculaire, avant que les habitants ne pénètrent dans les cases et sous les moustiquaires ne peut être exclue.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus dans d'autres régions de niveaux de transmission élevés, tant avec des moustiquaires qu'avec des rideaux (1, 2). L'évaluation de l'impact des moustiquaires imprégnées d'insecticide sur une seule saison de transmission dans une zone de paludisme stable et de haut niveau d'endémicité, est très aléatoire. Une évaluation sur plusieurs saisons de transmission devrait permettre de préciser l'effet à long terme de l'intervention sur les populations vectorielles, la transmission du paludisme et le risque d'infection de la population. L'intervention a permis de noter l'acceptation des moustiquaires par la population. Cette adhésion massive peut s'expliquer par leur distribution gratuite. En effet, avant l'intervention, seuls 18 % des lits étaient équipés d'une moustiquaire. Le principal obstacle à une utilisation pérenne et massive des moustiquaires (imprégnées ou non) est d'ordre financier. Dans les villages, la plupart des chefs de famille doivent habituellement se doter (ou faire imprégner) plusieurs moustiquaires à une période où les revenus sont à leur plus bas niveau, voire inexistant. Pour les autres, il se pose souvent une question de priorité d'investissement : la moustiquaire est-elle indispensable et son imprégnation l'est-elle également ? Les femelles d'*Anopheles gambiae* s.l., récoltées au cours de l'évaluation, l'ont été dans des cases où l'utilisation des moustiquaires était défaillante. Toutes les cases où des moustiquaires étaient correctement installées en permanence, étaient exemptes de moustiques. La suppression de la faune résiduelle endophile est associée à une importante réduction de la densité agressive d'*Anopheles gambiae* s.l. Cette réduction est cependant biaisée par notre méthode de mesure de la densité agressive (capture sur homme). En effet, le TAH réel est plus faible que celui estimé par les récoltes sur des captureurs qui, à partir de 21h/22 h, sont les seuls hôtes humains accessibles, les habitants étant sous moustiquaire dans le village d'intervention.

L'expérience de Wassadou montre que l'utilisation de masse des moustiquaires imprégnées affecte fortement le niveau de la transmission du paludisme par la réduction de la densité agressive des vecteurs. Un essai à plus grande échelle de l'utilisation de masse des moustiquaires dans une zone de paludisme instable comme la vallée du fleuve Sénégal pourrait donner des résultats beaucoup plus intéressants en terme de réduction du risque d'infection, du fait de l'efficacité de l'insecticide et de l'entière endophilie des vecteurs. Une surveillance de la sensibilité d'*Anopheles gambiae* s.l. aux pyréthrinoïdes est cependant indispensable. La résistance d'*Anopheles gambiae* s.s. à la perméthrine est signalée à Bouaké en Côte d'Ivoire (14) et au Bénin (4). Les résultats observés avec les moustiquaires pré-imprégnées de perméthrine sont satisfaisants mais les tests effectués avec la dose diagnostique de 0,25 % du produit font penser à l'existence d'individus résistants chez *Anopheles arabiensis* à Dakar.

Cette étude entre dans le cadre d'une Convention de Recherche signée entre le Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) et la firme Sumitomo Chemical Co Ltd (Japon).

**Remerciements** • Nous remercions O. Niang (IRD-Orstom), C. Yade, A. Diop (SLAP), M. Ndao Faye (UCAD) pour leur assistance technique, les habitants de Wassadou et de Badi pour leur aide et leur compréhension. Nous exprimons également nos plus vifs remerciements à S. Diallo et P. Carnevale pour l'appui apporté à cette étude.

## REFERENCES

- 1 - CARNEVALE P., ROBERT V., BOUDIN C. et Coll. - La lutte contre le paludisme par des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoïdes au Burkina Faso. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 1988 ; **81** : 832-846.
- 2 - PIETRA Y., PROCACCI P. G., SABATINELLI G. et Coll. - Impact de l'utilisation des rideaux imprégnés de perméthrine sur le paludisme dans une zone rurale de haute transmission au Burkina Faso. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 1991 ; **84** : 375-385.
- 3 - LINDSAY S.W., SNOW R.W., BROOMFIELD G.L. et Coll. - Impact of permethrin-treated bednets on malaria transmission by the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia. *Med. Vet. Entomol.* 1989 ; **3** : 263-271.
- 4 - AKOGBETO P.M., NAHUMA. - Impact des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine sur la transmission du paludisme dans un milieu côtier lagunaire, Bénin. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 1996 ; **89** : 291-298.
- 5 - BRADLEY A.K., GREENWOOD B.M., GREENWOOD A.M. et Coll. - Bed-nets (mosquito-nets) and morbidity from malaria. *Lancet* 1986 ; **332** : 204-207.
- 6 - SNOW R.W., ROWAN K.M., GREENWOOD B.M. - A trial of permethrin-treated bed nets in the prevention of malaria in Gambian children. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1987 ; **81** : 563-567.
- 7 - SNOW R.W., LINDSAY S.W., HAYES R.J., GREENWOOD B.M. - Permethrin-treated bed net (mosquito nets) prevent malaria in Gambian children. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1988 ; **82** : 838-842.
- 8 - ALONSO P.L., LINDSAY S.W., ARMSTRONG J.R.M. et Coll. - The effect of insecticide-treated bed nets on mortality of Gambian children. *Lancet* 1991 ; **337** : 1499-1502.
- 9 - FAYE O., KONATE L., FONTENILLE D. et Coll. - Variations saisonnières des populations d'*Anopheles gambiae* s.l. et transmission du paludisme dans un village de savane soudanienne du sud-est du Sénégal. *Bull. IFAN/UCAD*, 1995 ; **48** : 57-66.
- 10 - COLUZZI M., SABATINI A. - Cytogenic observations on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex Giles. *Parassitologia* 1967 ; **10** : 179-184.
- 11 - SCOTT J. A., BROGDON W. G., COLLINS F. H. - Identification of single specimens of the *Anopheles gambiae* complex by the polymerase chain reaction. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1993 ; **49** : 520-529.
- 12 - FONTENILLE D., FAYE O., KONATE L. et Coll. - Comparaison des techniques PCR et cytogénétique pour la détermination des membres du complexe *Anopheles gambiae* au Sénégal. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 1993 ; **68** : 239-240.
- 13 - BEIER J.C., PERKINS P.V., WIRTZ R.A. et Coll. - Bloodmeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), tested on *Anopheles* (Diptera : Culicidae) in Kenya. *J. Med. Entomol.* 1988 ; **25** : 9-16.
- 14 - ELISSA N., MOUCHET J., RIVIERE F. et Coll. - Resistance of *Anopheles gambiae* s.s. to pyrethroids in Côte d'Ivoire. *Ann. Soc. Belg. Med. Trop.* 1993, **73** : 291-294.