

LE PALUDISME EN ZONE SAHELIENNE DU SENEGAL*.

1. DONNEES ENTOMOLOGIQUES SUR LA TRANSMISSION

par

O. FAYE¹, D. FONTENILLE², J.P. HERVE³, P.A. DIACK⁴, S. DIALLO⁵ & J. MOUCHET⁶

¹Département de Biologie animale, Faculté des Sciences et Techniques,
Université C.A.D. Dakar, Sénégal

²Laboratoire de Zoologie médicale de l'ORSTOM à l'Institut Pasteur
BP 1386, Dakar, Sénégal

³Grand Programme Eau/Santé, ORSTOM BP 1386, Dakar, Sénégal

⁴Secteur des Grandes endémies, Podor, Sénégal

⁵Service de Parasitologie, Faculté de Médecine et de Pharmacie,
Université C.A.D., Dakar, Sénégal

⁶ORSTOM, 213, rue La Fayette, Paris, France

Résumé. — Une étude longitudinale sur les aspects entomologiques de la transmission du paludisme s'est déroulée de juin 1990 à novembre 1991 dans un village de riziculture irriguée et dans un autre de culture pluviale traditionnelle en zone sahélienne dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal (Sénégal).

L'étude est basée sur la capture des moustiques sur sujets humains, les vecteurs *A. arabiensis* et *A. gambiae* sont rencontrés pendant toute l'année dans le village rizicole mais seulement pendant la saison des pluies dans le village éloigné de la rizière. La densité agressive moyenne diminue avec l'éloignement de la rizière. Elle passe de 16 piqûres/homme/nuit (PHN) au niveau de la rizière à 7 PHN à 500 m et 1 PHN à 5 km.

La transmission du paludisme est faible et n'a pas été perceptible dans les localités éloignées de la rizière. Dans le village situé en bordure du périmètre rizicole, une seule femelle infectée a été rencontrée au cours de l'étude. Le taux de parturité est plus élevé au niveau du périmètre rizicole mais l'indice d'anthropophilie y est plus faible. Les différents paramètres impliqués dans la transmission montrent d'importantes fluctuations saisonnières et annuelles.

L'irrigation a entraîné une pullulation des moustiques en général et d'*A. gambiae s.l.* en particulier mais la transmission ne semble pas être influencée par l'augmentation de la densité vectorielle et celle du taux de parturité.

KEYWORDS: Malaria; *A. gambiae*; *A. arabiensis*; Transmission; Rice-field; Senegal.

Introduction

La construction sur le fleuve Sénégal des barrages de Manantali (Mali) et de Diama (Sénégal) a permis la récupération d'importantes surfaces de terre pour le développement de l'agriculture. De nombreux périmètres irrigués sont aménagés ou réaménagés dans la moyenne vallée du fleuve au Sénégal, entraînant une augmentation des surfaces irriguées. L'incidence de ces aménagements sur le paludisme n'a pas encore été étudiée au Sénégal mais dans d'autres régions africaines, les résultats obtenus sont contradictoires (4; 8).

Notre étude propose une comparaison de la transmission du paludisme en zone sahélienne dans un village de culture pluviale traditionnelle et dans

* Cette étude a été soutenue par l'Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération (ORSTOM): Grand Programme Eau/Santé et a bénéficié d'une aide financière du Programme spécial PNUD/Banque mondiale/OMS de Recherche et de Formation concernant les maladies tropicales (Projet ID n° 900071).

25 MARS 1994

21

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 39171 ex 1

Cote : B

PM 102

un village où un périmètre irrigué est aménagé. Elle sera complétée par une étude parasitologique et les résultats obtenus serviront de références pour l'évaluation de l'impact de l'irrigation des périmètres de culture sur les populations des vecteurs du paludisme et sur l'incidence de cette endémie en zone sahélienne du Sénégal.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

La zone d'étude est située dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Le climat est du type sahélien avec une très longue saison sèche allant de novembre à juin, remarquable par l'absence totale de pluies, une faible humidité relative, des vents secs et chauds et des températures moyennes élevées. La saison pluvieuse est courte, la pluviométrie faible et très variable d'une année à l'autre avec 158,7 mm en 1990 et 95,4 mm en 1991.

La population appartient en majorité à l'ethnie Toucouleur (pêcheurs et agriculteurs). L'habitat est en général de type traditionnel avec des murs de terre séchée ou en briques et des toits en bois recouverts de glaise ou en tôle et des vérandas couvertes de chaume. Les habitants passent en général la nuit à l'extérieur (cour, véranda) où ils dorment sous des moustiquaires en tulle ou en percale relativement bien entretenues. L'élevage est également de type traditionnel et le bétail (bovins, ovins et caprins) est parqué pendant la nuit dans des enclos à l'intérieur des concessions.

Le périmètre irrigué est aménagé dans le village de Diomandou (16°31 N - 14°39 O) situé à environ 60 km à l'est de Podor et à 15 km du village de Aere Lao qui a servi de cadre à une étude longitudinale sur le paludisme en 1982 (9) avant les aménagements hydro-agricoles (Fig. 1). Il couvre une surface totale de 1.100 hectares (ha) dont 582 ha sont aménagés. La première mise en eau du périmètre a eu lieu en juillet 1989 et deux cycles de culture y ont été effectués au cours de cette année, riziculture de juillet à novembre 1989 et maraîchage de février à juin 1990. Un seul cycle de culture y a été effectué par la suite, de juillet à novembre en 1990 et en 1991 (riz, maïs et divers légumes). Le village de Diomandou situé sur un bourrelet de berge en bordure du Doué (affluent du fleuve Sénégal) est divisé en deux hameaux: le site originel Diomandou Walo (177 habitants) et Diomandou Dieri (790 habitants) qui s'est développé le long de la route nationale Saint-Louis/Matam. Le périmètre est situé entre ces deux hameaux. Il est séparé de Diomandou Walo par le canal principal et est distant d'environ 500 m des premières habitations de Diomandou Dieri. Le second village Toulde Galle (600 habitants), de culture pluviale traditionnelle, est situé sur l'axe routier comme Diomandou Dieri dont il est distant de 5 km.

Méthodologie des enquêtes

Les moustiques ont été capturés sur sujets humains (sous prophylaxie médicamenteuse) à l'intérieur (chambre) et à l'extérieur (cour, véranda). Les captures ont été effectuées par deux équipes de quatre agents chacune.

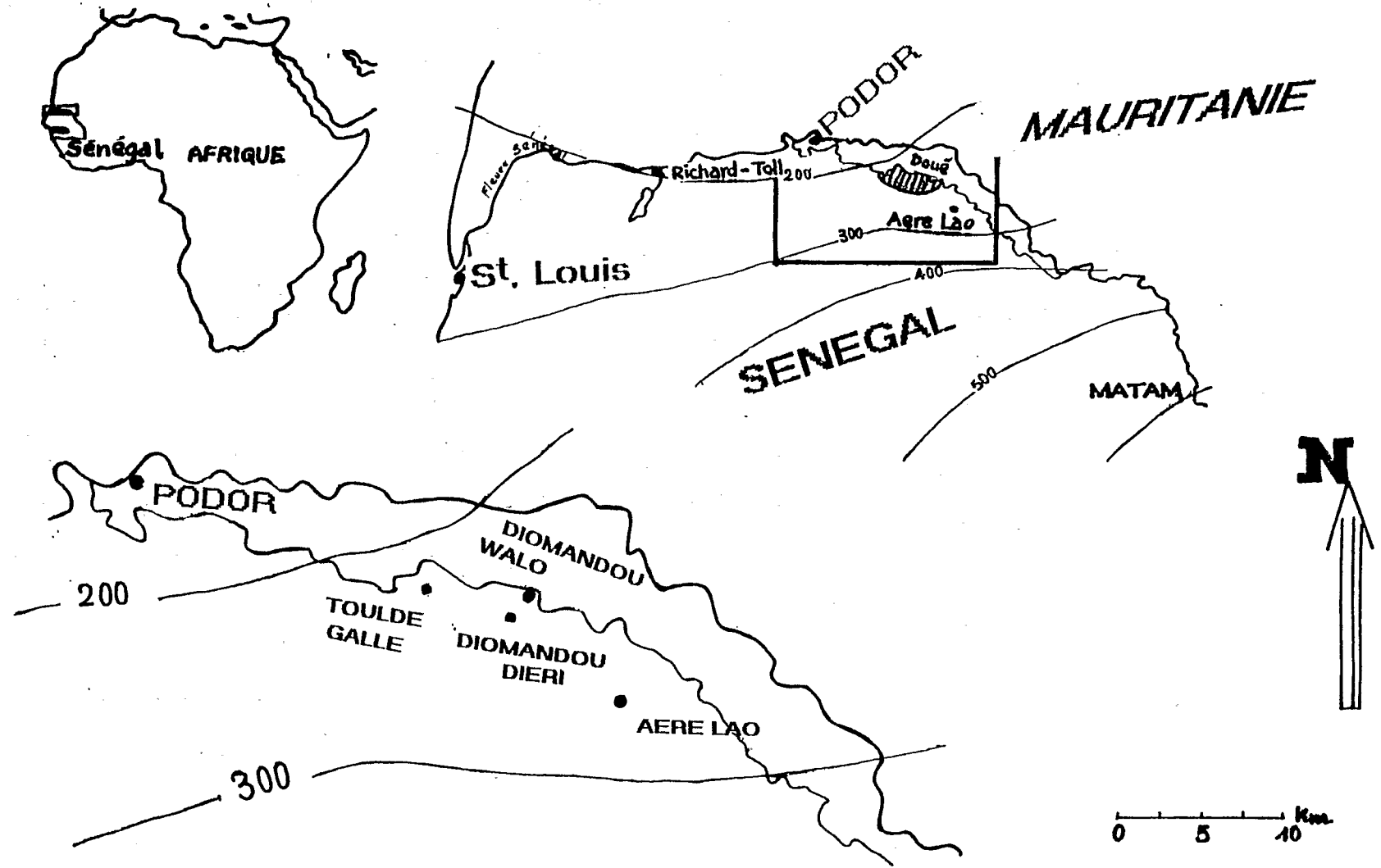


Figure 1.
La vallée du fleuve Sénégal

Deux agents travaillent de 21 h. à 01 h. dans deux cases de deux concessions et deux autres opèrent simultanément à l'extérieur dans les mêmes concessions. De 01 h. à 07 h., quatre autres agents prennent le relais dans les mêmes sites. Deux nuits de capture consécutives ont été effectuées dans chacun des deux hameaux de Diomandou et à Toulde Galle une fois par mois de juin à décembre et une fois par bimestre de janvier à mai. Les moustiques récoltés sont dénombrés, les anophèles identifiés puis disséqués pour rechercher les sporozoïtes de *Plasmodium* dans les glandes salivaires et déterminer l'âge physiologique par l'examen des trachéoles des ovaires en début de cycle gonotrophique.

Des femelles semi-gravidés du complexe *A. gambiae* récoltées dans les habitations durant la journée après pulvérisation de pyréthrine ont été identifiées selon la méthode de Coluzzi et Sabatini (3).

L'analyse des repas de sang des femelles récoltées dans les habitations a été faite par une méthode ELISA inspirée de Beier *et al.* (1).

Résultats

Populations culicidiennes

De juin 1990 à novembre 1991, 10.156 femelles de moustiques dont 3.275 d'anophèles (32,2 %) ont été récoltées au cours de 90 nuits de capture constituant 342 hommes-nuits (tableau 1). La densité culicidienne agressive

TABLEAU 1
Taux d'agressivité (nombre moyen de piqûres/homme/nuit) des populations anophéliennes (de juin 1990 à novembre 1991)

Localité	Diomandou Walo		Diomandou Dieri		Toulde Galle	
	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur
Nombre de séances (h/n)	57	57	56	56	58	58
<i>Anopheles gambiae s.l.</i>	17,3	15,2	8,3	6,4	1,1	1,3
<i>Anopheles pharoensis</i>	3,1	3,4	0,3	0,7	0,2	0,3
<i>Anopheles ziemanni</i>	0,1	0	0	0	0	0
Total <i>Anopheles</i>	20,5	18,6	8,6	7,1	1,2	1,6
Total <i>Culicinae</i>	36	70,6	5,8	8,4	0,03	0,1

pour l'homme est en moyenne de 73 piqûres/homme/nuit (PHN) à Diomandou Walo au bord de la rizièrre, 15 PHN à Diomandou Dieri situé à 500 m de la rizièrre et de 1,5 PHN à Toulde Galle (à 5 km de la rizièrre). *Anopheles gambiae s.l.* représente 86,1 % (N=2.677) des femelles d'anophèles récoltées, *A. pharoensis* 13,7 % (N=427) et *A. ziemanni* est très rare dans la faune agressive pour l'homme (4 femelles capturées).

Les observations cytotaxonomiques faites sur 98 spécimens indiquent la présence d'*A. arabiensis* (57,14 %) et d'*A. gambiae* (42,86 %). En 1990, *A. gambiae* a prédominé (57,3 %) avec 28 femelles sur 48 identifiées alors qu'en 1991, *A. arabiensis* a représenté 72 % des 50 femelles identifiées.

TABLEAU 2
Variations saisonnières des taux d'agressivité et de parturité d'*A. gambiae* s.l

Localité	Diomandou Walo				Diomandou Dieri				Toulde Galle			
	TC	ma	TD	TP	TC	ma	TD	TP	TC	ma	TD	TP
Juin 1990	2	0,5	2	50	0	0	—	—	0	0	—	—
Juillet 1990	2	0,25	2	50	6	0,75	5	100	1	0,12	—	—
Août 1990	585	73,12	172	86,04	204	25,50	102	80,39	3	0,37	3	100
Septembre 1990	214	26,75	156	46,79	228	28,50	168	52,97	104	13,0	77	79,22
Octobre 1990	223	27,87	182	83,52	152	19,0	127	55,11	0	0	—	—
Novembre 1990	280	35,0	198	91,41	174	21,75	157	91,08	3	0,37	2	100
Sous-total (juin-nov.)	1306	29,7	712	78,1	764	17,4	559	69,6	111	2,3	82	80,5
Décembre 1990	28	3,5	24	95,83	3	0,37	3	100	0	0	—	—
Février 1991	141	17,62	122	90,98	1	0,12	1	—	0	0	—	—
Avril 1991	42	5,25	22	90,91	0	0	—	—	0	0	—	—
Sous-total (déc.-avril)	211	8,8	168	91,7	4	0,2	4	100	0	0	—	—
Juin 1991	99	12,37	88	39,77	32	4,0	23	60,87	23	2,87	4	25
Juillet 1991	3	0,37	3	33,3	0	0	—	—	0	0	—	—
Août 1991	119	14,87	83	45,78	4	0,5	1	—	0	0	—	—
Septembre 1991	18	2,25	17	64,70	8	1,0	2	50	3	0,37	1	—
Octobre 1991	45	5,62	34	100	9	1,12	7	100	3	0,37	3	100
Novembre 1991	52	8,66	35	97,14	3	0,75	1	—	1	0,25	1	—
Sous-total (juin-nov.)	336	7,3	260	58,8	56	1,3	34	67,6	30	0,7	9	55,5
Total	1853	16,2	1140	75,7	824	7,3	597	69,7	141	1,2	91	78

TC=Total capturé; ma=Nombre de piqûres/homme/nuit; TD=Total disséqué; TP=Taux de parturité.

Rythme saisonnier

A. gambiae s.l. n'est présent à Toulde Galle qu'en saison des pluies où la densité moyenne mensuelle a atteint un maximum en septembre 1990 (tableau 2). Il est présent toute l'année à Diomandou avec une plus grande abondance en saison des pluies et au début de la saison sèche (d'août à novembre). Pendant la saison sèche de 1991, un pic a été observé en février et en juin à Diomandou Walo. Les densités les plus faibles ont été enregistrées en juillet à la mise en eau du périmètre.

Les variations horaires du rythme d'agressivité pendant la nuit, étudiées au cours de la période allant d'août à novembre 1990 montrent deux pics situés entre 01 h. et 02 h. et entre 06 h. et 07 h. Ce dernier est surtout dû aux femelles capturées à l'intérieur (tableau 3).

TABLEAU 3
Rythme d'agressivité et variation du taux de parturité d'*Anopheles gambiae s.l.* au cours de la nuit

	Diomandou Walo			Diomandou Dieri			Toulde Galle		
	TC	TD	TP	TC	TD	TP	TC	TD	TP
21 H - 22 H	56	40	82,5	77	57	75,4	10	10	60,0
22 H - 23 H	138	107	86,9	97	84	63,1	11	10	100
23 H - 00 H	152	95	86,3	83	68	61,8	11	8	87,5
00 H - 01 H	139	87	82,7	116	79	69,6	13	9	66,7
01 H - 02 H	153	65	76,9	73	28	71,4	8	4	75,0
02 H - 03 H	143	73	80,8	44	16	93,7	6	5	60,0
03 H - 04 H	104	50	80,0	44	16	93,7	8	5	60,0
04 H - 05 H	115	55	67,3	37	11	100	9	7	100
05 H - 06 H	108	35	88,6	83	15	86,7	17	11	90,9
06 H - 07 H	194	80	51,2	104	18	88,9	17	11	90,9
Total	1302	687	—	758	392	—	110	80	—

TC = Total capturé; TD = Total disséqué; TP = Taux de parturité.

Taux de parturité

Dans la zone rizicole, le taux moyen de parturité des femelles d'*A. gambiae s.l.* est significativement plus élevé à Diomandou Walo qu'à Diomandou Dieri ($\chi^2 = 6,311$, $p < 0,02$). Les taux observés pour les périodes allant de juin à novembre et de décembre à mai (tableau 2) sont différents à Diomandou Walo ($\chi^2 = 66,255$, $p < 0,001$) mais comparables à Diomandou Dieri ($\chi^2 = 1,848$, $p < 0,5$). Les taux les plus faibles sont enregistrés en juin, en août et en septembre, périodes où la densité agressive est élevée mais à Diomandou Dieri, ils ont toujours été supérieurs à 50 %. A Toulde Galle, le taux moyen de parturité est de 78,02 % mais le faible nombre d'examens (N=91) ne permet pas de tirer des conclusions sur l'évolution de l'âge physiologique des femelles (tableau 2). On notera cependant que de juin à novembre 1990, le taux de parturité enregistré dans cette localité est significativement plus élevé que celui observé à Diomandou Dieri ($\chi^2 = 4,125$, $p < 0,05$) mais comparable à celui des femelles capturées à Diomandou Walo.

D'août à novembre 1990, le taux de parturité dans la zone rizicole a varié au cours de la nuit en fonction des tranches horaires de 58 % à 88 % (tableau 3). Cette variation est significative ($\chi^2=26,281$, $p<0,01$) et est surtout due aux femelles capturées entre 06 h. et 07 h. dont environ 42 % sont nullipares.

Indice sporozoïtique (IS)

Au total, 2.010 femelles d'*A. gambiae s.l.* ont été disséquées dont une seule hébergeait des sporozoïtes de *Plasmodium* (IS=0,050 %). En 1990 et durant la saison sèche de 1991, la transmission n'a pas été perceptible dans la zone d'étude où 1.492 femelles ont été disséquées. De juin à novembre 1991, une femelle infectée a été capturée à Diomandou Walo en août où l'IS est estimé à 0,87 %.

Indice d'anthropophilie (IA) et indice de stabilité

L'analyse des repas sanguins des femelles d'*A. gambiae s.l.* a permis d'estimer l'IA à 0,75 (73 repas identifiés) à Toulde Galle et à 0,48 dans la zone rizicole (438 repas identifiés). *A. gambiae s.l.* pique en plus de l'homme, tous les animaux domestiques surtout les bovins mais également les chevaux, moutons, chèvres et poules. En 1990, les IA moyens enregistrés à Diomandou Walo, 0,28 (142 repas), à Diomandou Dieri, 0,46 (94 repas) et à Toulde Galle, 0,74 (61 repas) sont différents ($\chi^2=36,598$, $p<0,001$) alors qu'en 1991, ils sont comparables ($\chi^2=3,058$, $p<0,30$) avec respectivement 0,60 (116 repas), 0,67 (85 repas) et 0,83 (12 repas).

Des repas pris sur deux hôtes différents (56) ont été identifiés dont 46 en 1990 et 10 en 1991.

L'indice de stabilité du paludisme estimé par la formule de Macdonald (6) est pour un cycle gonotrophique de 2 jours de 3 à Toulde Galle, de 1,5 à Diomandou. L'indice de stabilité observé à Toulde Galle est lié à l'association d'un taux quotidien de survie et d'un indice d'anthropophilie relativement élevés.

Discussion

En zone sahélienne dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, le paludisme est transmis par *A. gambiae* et *A. arabiensis*. Les fréquences relatives de ces deux espèces ne semblent pas encore stabilisées et tout se passe comme si la rizière dans cette région est plus favorable au développement des populations d'*A. arabiensis*. En effet, en 1982 avant les aménagements hydroagricoles, *A. arabiensis* représentait environ 13 % de la fraction endophile des populations du complexe *A. gambiae* à Aere Lao (7). En 1989, sa fréquence était de 40 % dans les villages situés autour du périmètre irrigué de Diomandou mais elle était nettement plus élevée (jusqu'à 100 %) dans d'autres villages de riziculture irriguée de la zone (2).

La dynamique des populations anophéliennes est très modifiée par l'irrigation. Dans la zone rizicole, la densité agressive d'*A. gambiae s.l.* est

de 7 à 16 fois plus élevée que celle enregistrée à Toulde Galle, village de culture pluviale où la densité observée est comparable à celles déjà signalées dans la zone (9). La densité agressive évaluée par la méthode classique de capture sur sujets humains est fortement surestimée par rapport au nombre réel de piqûres que reçoit normalement un individu. En effet, dans cette zone où les habitants passent la nuit à l'extérieur sous des moustiquaires, il convient de tenir compte de cette situation pour l'estimation du contact réel entre l'homme et le vecteur.

La densité des populations d'*A. gambiae s.l.* enregistrée de juin à novembre 1990 est de 3 à 13 fois plus élevée que celle enregistrée à la même période en 1991 selon les localités.

Aux périodes des plus fortes densités agressives (août-novembre), les taux de parturité enregistrés sont relativement élevés et la corrélation entre ces deux paramètres n'est pas toujours aussi nette que dans d'autres zones étudiées (4; 5; 8).

L'indice sporozoïtique enregistré dans la zone, est faible mais à Diomandou Walo, il est comparable à celui enregistré en 1989 par test ELISA (2). La quantité de transmission varie de 0 à 6 piqûres infectées/homme/an, ce taux d'inoculation est particulièrement faible pour une zone rizicole où la densité agressive est importante (4; 5; 8) mais est proche des taux observés dans la zone avant l'aménagement du périmètre (9).

A Diomandou en 1990, la déviation animale a varié entre 54 et 62 % chez *A. gambiae s.l.* alors qu'en 1991 avec une densité agressive moins importante, elle est estimée entre 33 et 40 %. La fréquence des repas pris sur deux hôtes différents est significativement plus élevée en 1990 qu'en 1991 ($\chi^2 = 14,86$, $p < 0,001$), elle ne montre cependant pas de différences significatives d'une localité à l'autre ($\chi^2 = 1,839$, $p < 0,30$). Dans deux autres villages de la zone, Vercruysse (9) a observé une différence d'anthropophilie chez *A. gambiae s.l.* probablement en relation avec les fréquences des animaux domestiques et d'*A. arabiensis*. Le faible nombre d'observations cytotoxonomiques effectuées en 1990 et 1991 ne nous permet pas de tirer des conclusions sur la variation annuelle de l'anthropophilie en relation avec la fréquence des espèces du complexe *A. gambiae*. L'importante déviation animale enregistrée en 1990 est probablement liée à une densité agressive élevée, un accès difficile aux hôtes humains et la présence de nombreux animaux. En zone rizicole du Burkina Faso, l'usage généralisé de moustiquaires et la présence d'hôtes alternatifs comme c'est le cas dans notre zone d'étude, ont entraîné une forte déviation animale chez *A. gambiae* (8).

La répartition des femelles d'*A. gambiae s.l.* dans la zone rizicole n'est pas homogène. Les densités agressives et les taux de parturité sont plus élevés près de la rizière (Diomandou Walo) et cela peut être lié à la proximité des gîtes larvaires et à une moindre dispersion des femelles pares. Les cohortes de néonates issues des gîtes formés dans le périmètre irrigué se dispersent dans les deux hameaux et en supposant que l'importance de la zoophilie est fonction de la densité des populations vectorielles, de la protection de habitants (moustiquaires) et de la facilité d'accès aux hôtes alternatifs, les taux de parturité plus élevés observés à Diomandou Walo s'expliquent par la proximité des gîtes larvaires.

Notre étude montre que les deux premières années de l'exploitation du périmètre rizicole irrigué n'ont pas entraîné une augmentation de la transmis-

sion du paludisme. D'importantes variations des paramètres entomologiques impliqués dans la transmission sont observées en fonction de l'année et de la situation des habitations par rapport à la rizière.

L'irrigation du périmètre a entraîné une augmentation de la densité vectorielle mais d'autres facteurs limitent la transmission (usage généralisé de mousitiquaires, importance de la zoophilie des vecteurs). Ces facteurs ont également réduit l'indice de stabilité du paludisme dans la zone rizicole alors qu'à Toulde Galle où le milieu n'est pas modifié, la stabilité de l'endémie est comparable à celle estimée il y a 10 ans dans les villages voisins (9).

Remerciements. — Les auteurs remercient les techniciens du Service de Lutte Antiparasitaire de Thiès, du secteur des Grandes endémies de Podor pour leur parfaite assistance et G. Hebrard de l'ORSTOM pour l'excellente coordination des enquêtes.

Malaria in the Sahelian area of Senegal. 1. Entomological data.

Summary. — An 18 months longitudinal survey on the entomological aspects of the transmission of malaria has been carried out in a village practising rice field irrigation and in another village with traditional rain water agriculture. Both are located in the Sahelian area of the Senegal river central valley, in Senegal.

The study is based on mosquito samples caught on human baits. The vectors *A. arabiensis* and *A. gambiae* could be found all year long in the village with rice field irrigation, but only during the rainy season in the other village distant from the rice field area. The average aggressive density decreases with the remoteness from the rice field area. From 16 bites/man/night (BMN) in the rice field area, it decreases to 7 BMN at 500 m and to 1 BMN at 5 km distance.

The malaria transmission rate is weak and was not perceptible in the villages located far away from the rice field area. In the village close to the irrigated rice field, only one infected *A. gambiae* s.l. has been caught during the period of study. Physiological age is higher in the rice field area, but the anthropophilic index is lower. The different parameters involved in malaria transmission show important seasonal and yearly variations.

Irrigation has, on the whole, increased mosquito population densities and particularly that of *A. gambiae* s.l., but malaria transmission does not seem to be influenced by this increase.

Malaria in de Sahel streek van Senegal. 2. Entomologische gegevens.

Samenvatting. — Een 18 maanden durende longitudinale studie aangaande de entomologische aspecten van de malaria overdracht werd uitgevoerd in een doep met rijstveld irrigatie en in een ander dorp met traditionele regenwater cultuur. Beide zijn gelegen in het Sahel gebied van de centrale Senegal riviervallei, in Senegal.

De studie is gebaseerd op het aantal muggen gevangen op de mens. De vectoren *A. arabiensis* en *A. gambiae* werden het ganse jaar door gevonden in het dorp met rijstveld irrigatie, maar alleen gedurende het regenseizoen in het van dit rijstveld afgelegen andere dorp. De gemiddelde agressieve densiteit nam af naargelang van de mate van verwijdering van het rijstveld: van 16 beten/persoon/nacht (BBN) in het rijstveldgebied tot 7 BBN op 500 m afstand en tot 1 BBN op 5 km afstand. De malaria overdrachtsgraad was gering en niet eens voelbaar in de dorpen ver afgelegen van het rijstveld. In het dorp nabij het rijstveld werd slechts één geïnfecteerde *A. gambiae* s.l. gevangen tijdens de duur van het onderzoek. De fysiologische leeftijd is hoog in het rijstveldgebied, maar de antropofiele index is lager. De verschillende parameters die een rol spelen in de malaria overdracht vertonen grote seizoensgebonden en jaarlijkse verschillen.

Irrigatie heeft, in het algemeen, de muggenpopulaties, voornamelijk deze van *A. gambiae* s.l., doen toenemen maar de malaria transmissie werd daardoor blijkbaar niet erg beïnvloed.

Reçu pour publication le 14 décembre 1992.

REFERENCES

1. Beier JC, Perkins PV, Wirtz RA, Koros J, Diggs D, Gargam TP, Koech DK: Bloodmeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), tested on *Anopheles* (*Diptera: Culicidae*) in Kenya. *J. Med. Entomol.* 1988, 25, 1, 9-16.
2. Carara G: Rapport de mission, 1990. Projet FED, « Programme d'appui au développement de la région de Podor ». Volet Santé. Non publié.
3. Coluzzi M, Sabatini A: Cytogenetic observations on species A and B of the *A. gambiae* complex Giles. *Parassitologia*, 1968, 10, 179-184.

4. Coosemans MH: Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture de coton dans la plaine de la Rusizi, Burundi. Ann. Soc. belge Méd. trop. 1985, 65, Suppl. 2, 187-200.
5. Faye O: Contribution à l'étude des *Anophelinae* (Diptera - Culicidae) et de la transmission du paludisme dans la zone du barrage anti-sel de Bignona (Ziguinchor, Sénégal). Thèse Doct. 3^e cycle 1987, Univ. Dakar, Sénégal, 217 pp.
6. Macdonald G: Epidemiological basis of malaria transmission. Proc. R. Soc. Med., 1955, 48, 295-302.
7. Petrarca V, Vercruysse J, Coluzzi M: Observations on the *Anopheles gambiae* complex in the Senegal river basin, West Africa, Med. Veter. Ent. 1987, 1, 303-312.
8. Robert V, Gazin P, Boudin C, Molez JF, Ouedraogo V, Carnevale P: La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo Dioulasso (Burkina Faso). Ann Soc. belge Méd. trop., 1985, 65, Suppl. 2, 201-214.
9. Vercruysse J: Etude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans le bassin du fleuve Sénégal (Sénégal). Ann. Soc. belge Méd. trop., 1985, 65, Suppl. 2, 171-179.