

## RÔLE D'ANOPHELES MELAS THEOBALD (1903) DANS LA TRANSMISSION DU PALUDISME DANS LA MANGROVE DU SALOUM (SÉNÉGAL)

DIOP A.\*, MOLEZ J.F.\*, KONATÉ L.\*\*\*, FONTENILLE D.\*\*\*, GAYE O.\*\*\*\*, DIOUF M.\*\*\*, DIAGNE M.\*\*\*\*\* & FAYE O.\*\*

**Summary:** ROLE OF *ANOPHELES MELAS* THEOBALD (1903) ON MALARIA TRANSMISSION IN A MANGROVE SWAMP IN SENEGAL (SINE SALOUM)

From June 1995 to January 1998, entomological studies carried out in five villages located in the Delta's Saloum have allowed to better understand the contribution of *An. melas* Theobald (1903) to malaria transmission in mangrove swamp. Among the five villages studied, three of them (Simal, Djilor and Marlothie) located along the Saloum river, are colonised by *An. arabiensis*; the two others (Djifere and Diakhanor) located between the sea and the river, are colonised by *An. melas*. During the rainy season and at the beginning of the dry season, *An. melas* and *An. arabiensis* are sympatric. The ratio of *An. melas*/*An. arabiensis* increases when we go closer the coast where *An. melas* becomes quite exclusive. When *An. melas* is predominant, endophagy, endophily and anthropophily are very marked. The parturity rates are lower in *An. melas* than in *An. arabiensis*. In the predominance area of each species, transmission is on the same level. During the period of sympatry, *An. arabiensis* is responsible for the transmission and when it is absent, *An. melas* carries on. Transmission occurs from July to March with a maximum at the beginning of the dry season. In the villages of the mangrove swamp, its prolongation until the middle of the dry season is due to *An. melas*.

**KEY WORDS :** malaria, mangrove swamp, *Anopheles melas*, transmission, Saloum delta, Senegal.

**Résumé :**

Des études entomologiques réalisées en zone de mangrove dans des villages situés dans le delta du Saloum, de juin 1995 à janvier 1998, ont permis de mieux comprendre la contribution d'*An. melas* Theobald (1903) dans la transmission du paludisme côtier. Parmi les cinq villages prospectés, trois : Simal, Djilor et Marlothie sont en bordure du fleuve Saloum ; les deux autres : Djifère et Diakhanor sont situés entre l'océan et le fleuve. Dans cette zone côtière, *An. melas* vit en sympatrie avec *An. arabiensis* et les proportions de ces deux espèces varient suivant la position des villages par rapport à la ligne de mangrove et en relation avec les saisons. Dans les trois villages situés en bordure du fleuve Saloum, *An. arabiensis* prédomine. Dans les deux villages situés sur le littoral, *An. melas* prédomine. L'endophagie, l'endophilie et l'anthropophilie sont très nettes chez *An. melas* dans cette zone où il prédomine. La transmission palustre s'effectue de juillet à mars avec un maximum en début de saison sèche. En période de sympatrie, *An. arabiensis* est responsable de la transmission et lorsqu'il est absent, ce rôle revient à *An. melas*. L'intensité de la transmission, bien que faible, est comparable dans les trois villages du delta à prédominance *An. arabiensis* et dans les deux villages du littoral à prédominance *An. melas*. *An. melas* était très anthropophile dans la zone du littoral mais s'infectait faiblement du fait d'une longévité très réduite.

**MOTS CLÉS :** paludisme, mangrove, *Anopheles melas*, transmission, delta du Saloum, Sénégal.

## INTRODUCTION

Le complexe *An. gambiae* est représenté par six espèces jumelles, dont trois qui diffèrent par leur comportement, leur aptitude vectorielle et leur écologie sont présentes en Afrique de l'ouest (*An. gam-*

*biae* s.s., *An. arabiensis* et *An. melas*). *An. melas* est inféodé à l'écosystème de mangrove où ses larves se développent dans les eaux saumâtre. Au Sénégal, *An. melas* est localisé sur toute la zone littorale, allant du delta du fleuve Sénégal au nord, à la frontière sud du pays (Giglioli, 1964; Petrarca *et al.*, 1987; Faye, 1987), mais il est surtout abondant dans le sud-ouest du Sénégal incluant la Gambie. À l'intérieur des terres, il est retrouvé le long de certains cours d'eau jusqu'aux limites atteintes par la remontée des eaux salées marines (Bryan, 1979; Faye *et al.*, 1994; Fontenille *et al.*, 1997).

Dans les zones où les trois espèces sont sympatriques, les contraintes liées à leur identification n'ont jamais permis une quantification précise du rôle de chacune d'elle dans la transmission du paludisme. Actuellement les techniques de biologie moléculaire, en particulier la réaction de polymérase en chaîne (PCR), permettent d'identifier et d'estimer la part effective de chaque

\* Laboratoire de Paludologie, Institut de Recherche pour le Développement, IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.

\*\* Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences et Techniques, Université C.A. Diop, BP 5005, Dakar, Sénégal.

\*\*\* Laboratoire de Zoologie Médicale, Institut de Recherche pour le Développement, IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.

\*\*\*\* Service National de Lutte Anti-Parasitaire, BP-SLAP, Thiès, Sénégal.

\*\*\*\* Service de Parasitologie, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université C.A. Diop, BP 5005, Dakar, Sénégal.

Correspondance : Abdoulaye Diop, UR Paludologie Afro-tropicale, IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Tél. : 849 35 35 – Fax : 832 43 07 – E-mail: diopab@ird.sn

espèce du complexe *An. gambiae* dans la transmission palustre. Pour évaluer le rôle d'*An. melas*, une étude comparative de la dynamique de la transmission palustre fut effectuée de 1995 à 1997 dans des villages en zone de mangrove du delta du Saloum où la distribution et les proportions d'*An. arabiensis*, d'*An. gambiae* et d'*An. melas* sont différentes.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### LA RÉGION DU SALOUM ET LES VILLAGES D'ÉTUDE

La région dite du "delta du Saloum" (13° 35-14° 10 Nord et 16° 13-16° 50 Ouest) est situé sur le littoral (fig. 1), son climat est intermédiaire entre les types soudanais et soudano-sahélien avec une influence littorale marquée. Il est caractérisé par une saison sèche de novembre à juin et une saison pluvieuse de juillet à octobre avec un maximum de précipitation en août. La température annuelle moyenne est de 25°C.

Trois situations avaient été définies pour choisir les lieux d'étude (avec au départ un choix de trois villages) pour ce travail en zone de mangrove :

1/Une "situation intra-mangrove", en bordure du chenal majeur : le "bolon Saloum" qui est caractérisé par la présence de nombreux céanes (puisard à ciel ouvert) à eau douce creusés le long de son trajet. L'étude a démarré dans deux villages proches : Simal et Djilor ; le premier étant inaccessible en cas de forte pluviométrie était au départ un choix provisoire.

2/Une «situation insulaire» dans ce delta, le choix s'est porté sur le village de Marlothie qui apparaît comme une île dans le Saloum.

3/Une "situation littorale" en recherchant des implantations humaines établies entre le fleuve et l'océan. L'étude a démarré dans deux villages proches : Djifère et Diakhanor ; le premier étant inaccessible en cas de grande marée, était au départ un choix provisoire. Cependant, étant donné la possibilité que nous avons eu de pouvoir surmonter les difficultés d'accès, en définitive ces cinq villages ont fait l'objet de notre suivi d'étude. La population Djifère et Diakhanor est essentiellement constituée de pêcheurs.

À l'origine, ce delta était alimenté par des petits affluents continentaux qui y déversaient des sédiments ; actuellement, plusieurs petits affluents sont asséchés et les bras de l'estuaire sont envahis par l'eau de mer. Les remontées marines entretiennent un réseau de chenaux (ou bolons) d'eaux sursalées bordés par des palétuviers qui se sont développés en colonisant et en fixant les dépôts de vase noire (mangrove à *Avicennia*, les *Rhizophora* restent rares). En arrière du réseau de mangrove, de grandes étendues de vase

salée ("tannes") marquent l'ancien domaine de la mangrove quand le delta fonctionnait (Marius, 1985). Ces tannes, hors d'atteinte des marées, sont des vasières hautes en contact immédiat avec les sables continentaux et leur végétation est pauvre.

### COLLECTE DES MOUSTIQUES ADULTES

Des échantillons de moustiques ont été mensuellement collectés de juin 1995 à décembre 1997 à partir de deux types de récolte :

- Par captures horaires nocturnes sur homme adultes volontaires collectant sur eux-même les moustiques venant piquer. Ces captures s'effectuent de 21 h à 07 h du matin, à l'intérieur et à l'extérieur des maisons dans les villages de Djifère, Djilor et Simal.

- Par aspersion intradomestique de pyréthrinoides dans 1422 chambres à coucher avec collecte de la faune culicidienne endophile dans les cinq villages. Ce sont des captures de faune résiduelle endophile et anthropophile (FRH). Pour étudier les préférences trophiques, ce sont les femelles gorgées de sang rouge (encore peu digéré) qui ont servi pour identifier le repas sanguin par ELISA (Beier *et al.*, 1988). Ces anophèles sont uniquement récoltés en faune résiduelle.

### TRAITEMENT DES MOUSTIQUES RÉCOLTÉS

Sur le terrain

Les moustiques récoltés sont morphologiquement identifiés sous la loupe au niveau du genre et de l'espèce. Les femelles des espèces vectrices sont disséquées pour la recherche d'une infection plasmodiale et pour l'estimation de leur âge physiologique. Ce travail permet de déterminer :

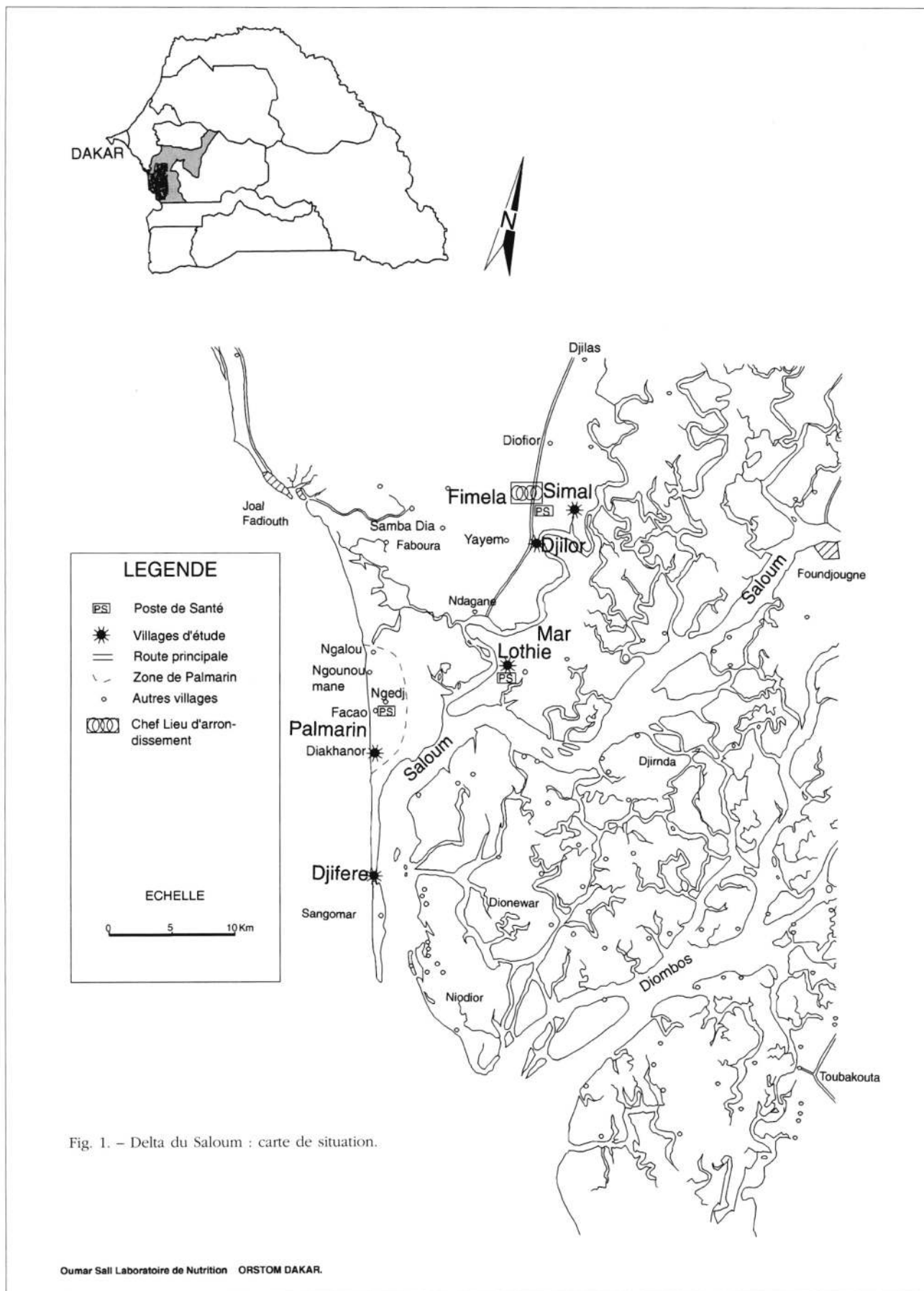
- la densité moyenne agressive de chaque espèce anophélienne, exprimée en nombre moyen de piqûres par homme par nuit (PHN) de l'espèce considérée ;

- la densité au repos à l'intérieur (DRI), exprimée en nombre moyen de femelles endophiles par chambre à coucher ;

- le taux de parturité (TP), c'est le ratio du nombre de femelles pares/nombre total d'ovaires interprétés. On recherche la parturité de l'anophèle selon la technique de Detinova (1963) et le stade physiologique de l'évolution ovarienne est déterminé par la méthode de Christopher (in Detinova) après dissection des ovaires ;

- l'indice sporozoïtique (IS), c'est la proportion de femelles hébergeant dans leurs glandes salivaires des sporozoïtes (forme infestante du *Plasmodium*), cet indice est déterminé après dissection et lecture des glandes salivaires au microscope.

Tous les imagos appartenant au complexe *An. gambiae* sont individuellement placés dans des tubes numérotés (avec dessiccateur) et ramenés au laboratoire.





## Au laboratoire

Les pattes servent à identifier l'espèce par PCR en utilisant des amorces spécifiques d'*An. gambiae*, d'*An. arabiensis* et d'*An. melas*. Ces trois espèces sont identifiées sur la base d'un polymorphisme de taille en gel d'agarose avec respectivement 313, 388, et 460 paires de bases pour le fragment d'ADN d'*An. gambiae*, d'*An. arabiensis* et d'*An. melas*. (Scott *et al.*, 1993).

Les têtes et les thorax sont utilisés pour une recherche en ELISA de la circum sporozoïtique protein (CSP) (Wirtz *et al.*, 1987), permettant de calculer l'indice circum sporozoïtique (ICS).

L'échantillonnage des spécimens identifiés par PCR correspond à toutes les périodes de l'année, de juin 1995 à novembre 1997. Au début de l'étude (de juin à août 1995), tous les spécimens d'*An. gambiae* si récoltés en faune résiduelle (FRH) ont été identifiés en PCR. Par la suite (août 1995-novembre 1996), en dehors d'un lot mensuel de cinq à 20 femelles (selon les effectifs, selon les villages) tirés au hasard, les spécimens positifs en dissection et/ou en ELISA-CSP ou ayant un repas de sang mixte (animal/homme) ou d'origine animale ont été préférentiellement ciblés afin de multiplier les chances d'avoir des *An. melas*, en raison de leur forte zoophilie par rapport aux deux autres espèces du complexe *An. gambiae* présentes. Le même protocole est reconduit lors de la deuxième saison de l'étude pour les femelles de captures sur homme avec aussi une identification systématique des femelles infectées.

## AUTRES PARAMÈTRES ENTOMOLOGIQUES

Les principaux paramètres entomologiques utilisés pour l'analyse quantitative de la transmission du paludisme ont été définis à partir des formules de base développées par Mac Donald (1957) et Garret-Jones (1964). Il s'agit du taux d'inoculation entomologique, du taux quotidien de survie, de l'espérance de vie, de l'espérance de vie infectante, de la capacité vectorielle et de l'indice de stabilité.

Le test statistique utilisé pour l'homogénéité des résultats est la méthode du  $\chi^2$  (chi carré) et le seuil de signification est situé à  $p = 0,05$ .

## RÉSULTATS

## LE PEUPEMENT ANOPHÉLIEN

Les récoltes de faune agressive, avec 49 séances nocturnes, ont totalisé 98 homme/nuit et permis de collecter 5055 femelles de *Culicidae* dont 482 *Anophelinae* (9,5 %) et 4573 *Culicinae* (90,5 %). En dehors d'une femelle d'*An. pharoensis* capturée à Simal, toutes les femelles d'anophèles agressives appartiennent au complexe *An. gambiae*. Les récoltes de faune résiduelle dans les habitations représentent un total de 16242 femelles de *Culicidae* pour 1220 habitations. En faune endophile, les anophèles appartiennent surtout au complexe *An. gambiae* (98,3 %), viennent ensuite *An. pharoensis* (1,4 %) et *An. rufipes* (0,3 %). L'identification par PCR des espèces appartenant au complexe *An. gambiae* a porté sur 346 femelles. En faune agressive, 83 femelles ont été identifiées, il s'agissait de deux *An. gambiae* (2 %), 49 *An. arabiensis* (59 %) et de 32 *An. melas* (39 %). En faune endophile, 263 femelles ont été identifiées, il s'agissait de 11 *An. gambiae* s.s. (5 %), de 109 *An. arabiensis* (41 %) et de 143 *An. melas* (54 %).

Dans cette zone du Saloum, *An. melas* vit en sympatrie avec *An. arabiensis* et les proportions de ces deux espèces varient suivant la position des villages par rapport à la ligne de mangrove et en fonction des saisons :

- dans les villages de l'intérieur, *An. arabiensis* prédomine à Simal (88 %), Djilor (62 %) et Marlothie (82 %) (tableau I) et en saison sèche, c'est la seule espèce retrouvée dans ces trois villages. Dans ces localités, *An. melas* est faiblement représenté, mais sa proportion en faune endophile (14/116 soit 12,1 %) et en faune agressive sur homme (2/47 soit 4,3 %) est comparable ( $\chi^2 = 2,31$ );

- dans les villages du littoral, *An. melas* prédomine à Diakhanor (95 %) et à Djifère (86 %). Dans ce dernier village, les proportions des différentes espèces du complexe sont comparables pour les deux méthodes de récolte (faune résiduelle et faune agressive) (tableau I). Dans ces deux villages, *An. arabiensis* et *An. gambiae* sont faiblement représentés en saison sèche et pendant

Captures Villages	Faune matinale résiduelle endophile			Faune agressive de nuit sur capteur		
	<i>An. gambiae</i> Nbre (%)	<i>An. arabiensis</i> Nbre (%)	<i>An. melas</i> Nbre (%)	<i>An. gambiae</i> Nbre (%)	<i>An. arabiensis</i> Nbre (%)	<i>An. melas</i> Nbre (%)
Marlothie	3 (9)	27 (82)	3 (9)	*	*	*
Djilor	3 (11)	16 (62)	7 (27)	1 (3)	32 (91)	2 (6)
Simal	3 (5)	50 (88)	4 (7)	1 (8)	11 (92)	0
Djifère	2 (2)	15 (12)	108 (86)	0	6 (17)	30 (83)
Diakhanor	0	1 (5)	21 (95)	*	*	*

\* : pas de capture nocturne sur homme.

Tableau I. – Proportion des espèces anophéliennes appartenant au complexe *An. gambiae* selon les localités.

certaines périodes, *An. melas* est la seule espèce identifiée (juin 1995, novembre 1995 à mai 1996 et octobre 1997 à novembre 1997). À Djifère il existe une période (d'octobre 1996 à janvier 1997) où *An. melas* est associé à *An. arabiensis*.

#### ACTIVITÉ NYCTHÉMÉRALE ET PRÉFÉRENCES TROPHIQUES

À Simal et à Djilor, l'agressivité anophélienne est essentiellement due à *An. arabiensis*, tandis qu'à Djifère elle est causée principalement par *An. melas* (tableau II). L'agressivité nocturne débute plus tôt pour *An. melas* que pour *An. arabiensis*, elle est manifeste en fin de saison sèche (juin) à Djifère (mise en place des gîtes à *An. melas* en mai à Djifère) et en début de saison des pluies (juillet) à Simal et à Djilor. Chez ces deux espèces, la densité agressive est plus importante en septembre-octobre, diminue progressivement pour rester au minima pendant la saison sèche (fig. 2).

L'analyse en ELISA de 1647 repas de sang provenant des femelles d'*An. gambiae* s.l. montre que 1485 sont pris sur homme, soit un indice d'anthropophilie (IA) de 0,9 dans la zone d'étude. Les IA moyens enregistrés dans cette zone d'étude du Saloum sont de 1 pour *An. gambiae*, 0,7 pour *An. arabiensis* et 0,9 pour *An. melas*. Selon les localités, les IA des deux principales espèces vectrices sont (tableau II) :

- pour *An. arabiensis* : 0,8 à Simal, de 0,4 à Djilor et 0,8 à Marlothie, 0,8 à Djifère ;
- pour *An. melas* : 0,4 à Djilor et 0,7 à Marlothie, 0,9 à Djifère et 0,8 à Diakhanor.

#### LE TAUX DE PARTURITÉ

Le taux de parturité (TP) des femelles agressives d'*An. arabiensis* est de 0,2 à Simal et de 0,3 à Djilor. À Djifère où les deux espèces sont sympatriques, le TP des femelles agressives d'*An. melas* est de 0,3 contre 0,8 pour celles d'*An. arabiensis*. Chez les femelles endophiles, les TP sont à 0,5 pour *An. melas* et à 0,8 pour *An. arabiensis* (tableau II).

#### LE TAUX D'INFECTION

Au total, les glandes salivaires de 434 femelles agressives et 4055 femelles endophiles ont été lues, aucune infection n'a été trouvée chez les premières (IS = 0) tandis que 13 femelles endophiles (FRH) étaient infectées (IS = 0,3 %). La recherche de l'antigène CSP a été effectuée sur 478 femelles agressives et sur 1710 femelles endophiles. Pour ces deux types de population récoltées l'ICS observé (tableau II) est comparable ( $p > 0,10$ ), il est respectivement de 0,8 % (4/479) et de 1,9 % (32/1618).

Dans les villages de l'intérieur, toutes les femelles infectées en dissection et en ELISA appartiennent exclusivement à l'espèce *An. arabiensis*. En revanche, *An. melas* est la seule espèce trouvée infectée chez les femelles de capture sur homme à Djifère et chez les femelles endophiles à Diakhanor. À Djifère, les femelles endophiles infectées appartiennent aux deux espèces (*An. arabiensis* et *An. melas*) (tableau II).

Les taux d'infection des femelles agressives des villages de l'intérieur (Simal et Djilor) et ceux de Djifère (lit-

Indices	Densité		IA		TP		IS		ICS	
Faunes	Anophèles récoltés en faune matinale résiduelle endophile									
Villages	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. melas</i>	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. melas</i>	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. melas</i>	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. melas</i>	<i>An. arabiensis</i>	<i>An. melas</i>
Marlothie	5,9°	0,6°	0,8	0,7	0,4	-	0,7 (2/290)	0	1,7 (6/526)	0
Djilor	1,9°	0,8°	0,4	0,4	0,7	-	0 (0/123)	0	0	0
Simal	6,5°	0,5°	0,8	-	0,4	-	0,2 (2/951)	0	2,3 (7/305)	0
Djifère	1,7°	10°	0,8	0,9	0,8	0,5	1,4 (4/285)	0,2 (4/2048)	8,7 (7/80)	1,4 (8/570)
Diakhanor	0,3°	6,3°	0	0,8	-	0,4	0	0,3 (1/358)	0	2,2 (3/137)
Anophèles récoltés en faune agressive de nuit sur homme										
Djilor	6,4*	0,4*	-	-	0,3	-	0	0	0,4 (1/252)	0
Simal	1,6*	0*	-	-	0,2	-	0	0	1,7 (1/58)	0
Djifère	0,8*	3,8*	-	-	0,8	0,3	0	0	0	1,2 (2/169)

\* = Piqûres par homme par nuit (PHN). ° = Densité au repos à l'intérieur (DRI).

Tableau II. - Étude de la faune anophélienne endophile et agressive selon les localités : Densités anophéliennes (DRI° et PHN\*), Indice d'anthropophilie (IA), Taux de parturité (TP), Indice sporozoïtique et Indice circumsporozoïtique (ICS).

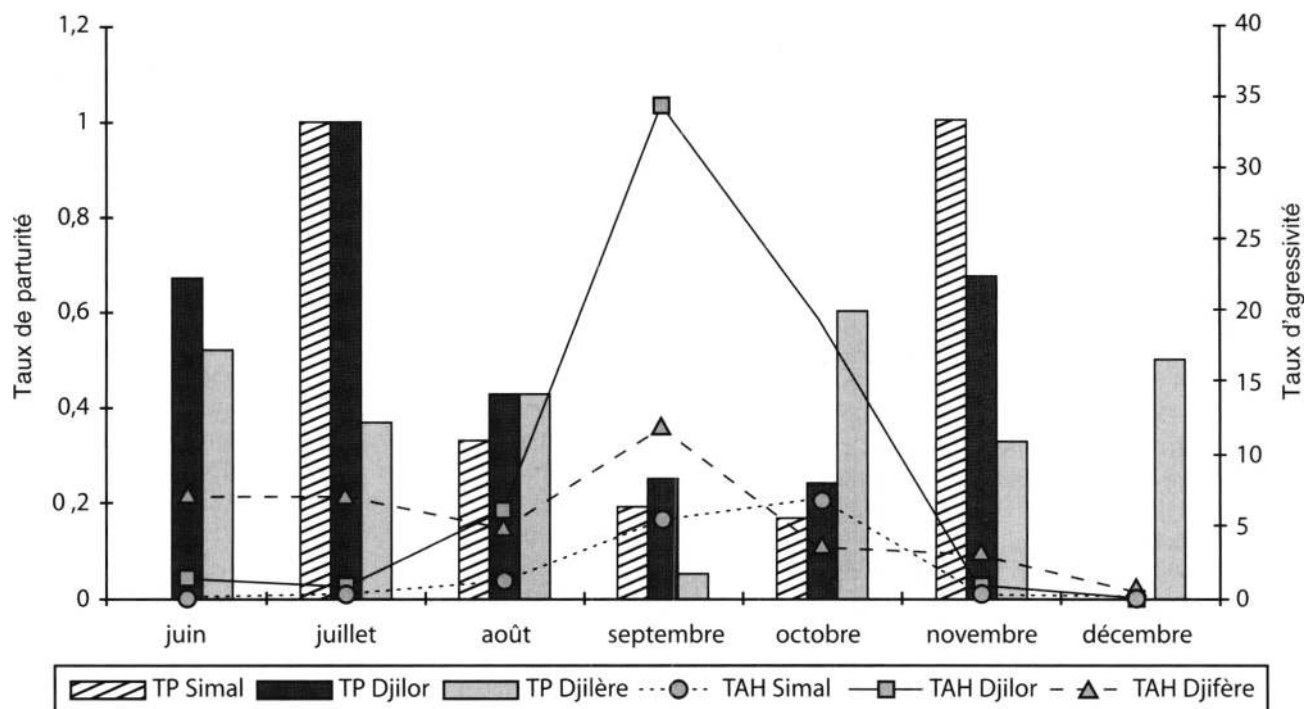


Fig. 2. – Variations saisonnières du taux d'agressivité (TAH) et du taux de parturité selon les villages de capture sur homme.

toral) sont comparables :  $p > 0,20$ . Chez les femelles endophiles, le taux d'infection est sensiblement le même dans tous les villages d'étude à l'exception de Djilor où il est nul :  $p > 0,30$ . (tableau II)

Septembre-octobre correspond à la période où les taux d'agressivité (TAH) et de parturité (TP) sont respectivement les plus élevés et les plus faibles à Simal et à Djilor. À Djifère, l'agressivité est déjà manifeste en juin et est maximale en septembre alors que la parturité est plus faible en septembre (fig. 2).

#### SAISON ET DYNAMIQUE DE TRANSMISSION

Dans le delta du Saloum, le taux d'inoculation entomologique (tableau III), est de 10,2 piqûres infectées par homme par an (PIH/an) à Djilor, 13,1 PIH/an à Simal et 16,4 PIH/an à Djifère. Il varie de la même manière que le taux d'infection des femelles agressives. A Djilor, le TIE est maximum en début de saison des

pluies (7,7 PIH en juillet). A Simal, le TIE maximal est observé en fin de saison des pluies (8,7 PIH en octobre). À Djifère, c'est en début de saison sèche (novembre) que le TIE maximum est obtenu (4,2 PIH/mois et 7,5 PIH/mois respectivement en 1995 et 1997). La période d'infection des femelles endophiles s'étale de juillet à décembre dans les villages de l'intérieur et le maximum d'infection est enregistré en novembre-décembre (ICS : 8,8 % à Simal et 4,6 % à Marlothie). Dans les villages du littoral, les infections sont retrouvées en août-septembre à Diakhanor (IS : 0,4 % et ICS : 5,9 %), alors qu'à Djifère, elles débutent à novembre (IS : 1,7 % et ICS : 6,8 %) et se prolonge jusqu'à mars (IS = ICS : 1,0 %). Ce prolongement de la transmission jusqu'en saison sèche est assuré par *An. melas* qui est la seule espèce présente en cette période. L'indice plasmodique (IP) suit les mêmes variations saisonnières que le taux d'infection. Il est maximal en fin

Villages	Espèces	TIE	TS	EV	EVI	CV	Ist
Djilor	<i>An. arabiensis</i>	0,028 PIH (10,2 PIH/an)	0,6	4	0,012	0,035	1,6
Simal	<i>An. arabiensis</i>	0,036 PIH (13,1 PIH/an)	0,5	3,1	0,002	0,001	1,2
Djifère	<i>An. melas</i>	0,045 PIH (16,4 PIH/an)	0,6	4,2	0,017	0,037	2,0

TIE = Taux d'inoculation entomologique ; TS = Taux de survie ; EV = Espérance de vie ; EVI = Espérance de vie infectante ; CV = Capacité vectorielle ; Ist = Indice de stabilité.

Tableau III. – Indices entomologiques de la transmission palustre dans les différentes localités.

Prélèvements	Zone					
	Villages de l'intérieur			Villages du littoral		
	Nombre	+	IP %	Nombre	+	IP %
Mai-juin 690	690	9	1,3	318	6	1,9
Septembre	521	6	1,1	309	17	5,5
Novembre-décembre	765	240	31,4	437	67	15,3
Total	1976	255	12,9	1064	90	8,5

Tableau IV. – Indice plasmodique (IP) en fonction des localités et des périodes de prélèvements.

des saisons des pluies (novembre-décembre) et plus faible en début de saison sèche (tableau IV).

Le taux quotidien de survie est maximal en début de saison pluvieuse et en début de saison sèche ( $p = 1$ ) et minimal en fin de saison pluvieuse ( $p = 0,4$  à Simal et  $p = 0,2$  à Djilor en octobre). À Djifère, il suit les mêmes variations que dans les deux autres localités mais avec des valeurs plus rapprochées et une valeur minimale qui se situe en septembre ( $p = 0,2$ ).

Pour une température moyenne de  $28^{\circ}\text{C}$ , le cycle sporogonique est 11,1 jours. L'espérance de vie et l'espérance de vie infectante (tableau III) présentent les mêmes modalités de variations que le taux quotidien de survie. C'est à dire qu'ils ont des valeurs minimales en saison pluvieuse correspondant aux plus fortes densités anophélienne.

La capacité vectorielle est en moyenne de 0,001 à Simal, 0,012 à Djilor et 0,017 à Djifère (tableau III). Ainsi, à Djifère, à partir d'un sujet infectant piqué quotidiennement par 4,53 femelles : 0,02 nouvelles infections par jour devraient être attendues en absence de tout facteur limitant la transmission.

Les valeurs de l'indice de stabilité qui sont partout comprises entre 0,5 et 2,5 (tableau III), montrent que le paludisme est de stabilité moyenne dans cette zone d'étude du delta du Saloum.

## DISCUSSION

Dans la zone d'étude, la dynamique de population d'*An. melas* est en partie liée à la pluviométrie, elle est identique à celle trouvée en Gambie des villages de Brefet par Bryan (1983) et de Keneba par Giglioli (1965). Pour Bryan (1983), ces densités de population d'*An. melas* en fonction de la pluviométrie ne sont pas facilement explicables. Cependant, en cas de fortes pluies, entraînant le remplissage des gîtes à *Avicenia* avec de l'eau douce, on note une diminution considérable de la densité de la population d'*An. melas* (Muirhead-Thompson, 1945). Dans la zone d'étude, la faiblesse de la pluviométrie n'ayant pas entraîné une forte dilution des eaux a entretenu des

gîtes favorables au développement d'*An. melas* (trous de crabes) (Diop, 1998).

La forte anthropophilie d'*An. melas* notée à Diakhanor et à Djifère contraste avec la classique zoophilie de cet anophèle. Selon Bryan *et al.* (1987), les femelles anthropophiles seraient endophages et par contre, c'est la fraction exophile qui présente un comportement zoophage important. Dans les villages d'agriculteurs de Simal, Djilor et Marlothie, la pratique de l'élevage (bien que faible) est beaucoup plus développée qu'à Diakhanor et Djifère où les habitants sont en majorité des pêcheurs et l'élevage inexistant. Le comportement trophique d'un vecteur (Bregues, 1973), dépend plus de l'attractivité que du comportement obligatoire de l'espèce (il est fonction de la disponibilité de l'hôte et du lieu de piqure).

Le taux de parturité retrouvé chez *An. melas* (0,34 à 0,57), est comparable à ceux observés en mangrove de Gambie (0,25 à 0,33, Bryan, 1983) et de la Casamance (0,47 par Faye *et al.*, 1994). En zone de sympatrie, les taux de parturité d'*An. melas* sont plus faibles que ceux d'*An. arabiensis*, aussi bien en faune résiduelle qu'en capture sur homme.

Les indices sporozoïtiques enregistrés dans la zone où *An. arabiensis* est le seul vecteur sont comparables à ceux obtenus dans la zone où *An. melas* est vecteur. La transmission du paludisme dans la zone est faible, elle n'a pas été perceptible avec la méthode entomologique classique de détermination des taux d'infection des femelles agressives pour l'homme. La faiblesse de l'infectivité des vecteurs n'est pas liée à un problème de susceptibilité au *Plasmodium* ou à une zoophilie des femelles. *An. melas* est très anthropophile dans la zone et s'infecte facilement (test ELISA), c'est seulement une faible longévité (faible taux de parturité) qui réduit ses chances de devenir infectant.

Cette étude a permis d'estimer la contribution d'*An. melas* dans la transmission du paludisme dans le Delta du Saloum. Si *An. melas* est un mauvais vecteur du paludisme en Gambie du fait d'une anthropophilie et d'une longévité réduite (Giglioli, 1965 ; Bryan *et al.*, 1987), il est aussi mauvais vecteur dans le delta du Saloum de par une longévité réduite associée à une faible densité agressive pour l'homme.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à un soutien financier de l'Aupelf-Uref. Nous remercions Monsieur J. Mouchet de l'IRD, pour la critique de ce document. Nous remercions les techniciens du SLAP de Thiès et de l'IRD, ainsi que tous les villageois du delta du Saloum pour leur complaisance et leur disponibilité.



## RÉFÉRENCES

- BEIER J.C., PERKINS P.V., WIRTZ R.A., KOROS J., DIGGS D., GARGAN T.P. & KOECH D.K. Blood meal identification by direct Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA), tested on *Anopheles* (Diptera : Culicidae) in Kenya. *Journal of Medical Entomology*, 1988, 25 (1), 9-16.
- BRENGUES J. La filariose de Bancroft en Afrique de l'ouest. Thèse Doctorat Science, Université Paris Sud, 1973, 456 p.
- BRYAN J.H. Observations on the member species of the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia, West Africa. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1979, 73, 463-466.
- BRYAN J.H. *Anopheles gambiae* and *A. melas* at Brefet, The Gambia, and their role in malaria transmission. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 1983, 77, 1-12.
- BRYAN J.H., PETRARCA V., DI DECO M.A. & COLUZZI M. Adult behaviour of members of the *Anopheles gambiae* complex in The Gambia with special reference to *An. melas* and its chromosomal variants. *Parassitologia*, 1987, 29, 221-249.
- DETINOVA T.S. Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les diptères présentant une importance médicale. Série Monographie OMS, n° 27, 1963.
- DIOP A. Épidémiologie du paludisme dans le delta du Saloum (Fatick, Sénégal) : rôle d'*Anopheles melas* dans la transmission. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université C.A.D. (Faculté des Sciences & Techniques), Dakar, 1998, 117 p.
- FAYE O. Contribution à l'étude des *Anophelinae* (Diptera-Culicidae) et de la transmission du paludisme dans la zone de barrage anti-sel de Bignona (Ziguinchor, Sénégal). Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université C.A.D. (Faculté des Sciences & Techniques), Dakar, 1987, 202 p.
- FAYE O., GAYE O., FAYE O. & DIALLO S. La transmission du paludisme dans les villages éloignés ou situés en bordure de la mangrove du Sénégal. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1994, 87, 157-163.
- FONTENILLE D., LOCHOUARN L., DIATTA M., SOKHNA C., DIA I., DIAGNE N., LEMASSON J.-J., BA K., TALL A., ROGIER C. & TRAPE J.F. Four year's entomological study of the transmission of seasonal malaria in Senegal and the bionomics of *Anopheles gambiae* and *A. arabiensis*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene*, 1997, 91, 647-652.
- GARRETT-JONES C. The human blood index of malaria vectors in relation to epidemiological assessment. *Bulletin of World Health Organisation*, 1964, 30, 241-261.
- GIGLIOLI M.E.C. Tide salinity and breeding of *An. melas* Theobald (1903) during the dry season in the Gambia. *Revista di malariologia*, 1964, 43, 246-243.
- GIGLIOLI M.E.C. The age composition of *Anopheles melas* Theobald (1903) populations collected simultaneously by different methods in the Gambia, West Africa. *Cahiers ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 1965, 3, 11-26.
- MAC-DONALD G. The epidemiology and control of malaria. London, Oxford University Press, 1957, 201 p.
- MARIUS C. Mangroves du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement. ORSTOM (Coll. Travaux & Documents), Paris, 1985, 357 p.
- MUIRHEAD-THOMPSON R.C. Studies on the breeding places and control of *Anopheles gambiae* and *Anopheles gambiae* var. *melas* in coastal district of Sierra Leone. *Bulletin of entomological Research*, 1945, 36, 185-251.
- PETRARCA V., VERCRUYSE J. & COLUZZI M. Observations on the *Anopheles gambiae* complex in the Senegal River Basin, West Africa. *Medical and Veterinary Entomology*, 1987, 1, 303-312.
- SCOTT J.A., BROGDON W.G. & COLLINS F.H. Identification of single specimens of the *An. gambiae* complex by the polymerase chain reaction. *American Journal of the Tropical Medicine and Hygiene*, 1993, 49 (3), 520-529.
- WIRTZ R.A., ZAVALA F., CHAROENVIT Y., CAMPBELL G.H., BURKOT T.R., SCHNEIDER I., ESSER K.M., BEAUDOIN R.L. & ANDRÉ R.G. Comparative testing of monoclonal antibodies against *Plasmodium falciparum* sporozoites for ELISA development. *Bulletin of World Health Organization*, 1987, 65, 39-45.

Reçu le 23 janvier 2001  
 Accepté le 9 avril 2002