

## ***Anopheles mascarensis* de Meillon 1947, vecteur de paludisme dans le Moyen-Ouest de Madagascar ?**

Le Goff G<sup>1,2</sup>, Randimby FM<sup>1</sup>, Rajaonarivelo V<sup>1,2</sup>, Laganier R<sup>1</sup>, Léong Pock Tsy JM<sup>1</sup>, Ceianu CS<sup>1</sup>, Duchemin JB<sup>1</sup>, Robert V<sup>1,2</sup>

**RESUME** : *Anopheles mascarensis* est un vecteur de paludisme humain sur la Côte Est de Madagascar. Ce présent article expose des données originales acquises entre 1996 et 2003 sur la répartition, la biologie et la capacité vectrice d'*An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest de Madagascar. Cette espèce est fondamentalement exophile tant pour son comportement trophique que son comportement de repos, ce qui explique que les pulvérisations domiciliaires d'insecticide ne sont pas suivies d'effet évident sur les populations de cet anophèle. Cette espèce est principalement zoophile, mais peut piquer l'homme, ce qui concourt à expliquer un indice sporozoïtique particulièrement bas ( $1/2218 = 0,045\%$ ). Les densités agressives pour l'homme sont ordinairement faibles sauf lors du pic observé entre mai et août en début de saison sèche. Il en résulte que son rôle vecteur, sans être nul, est faible dans le Moyen-Ouest, a contrario de ce qui est observé sur la côte Est. L'addition des rôles vecteurs d'*An. arabiensis* et *An. mascarensis* est probablement capable de maintenir une faible endémie palustre dans le Moyen-Ouest de Madagascar en absence du vecteur principal *An. funestus*.

**Mots-clés** : *Anopheles mascarensis* - Biologie - Comportement - *Plasmodium falciparum* - Transmission - Madagascar.

**ABSTRACT** : "Anopheles mascarensis de Meillon 1947, a malaria vector in the middle West of Madagascar ?" : *Anopheles mascarensis* has been demonstrated to be a vector of human malaria in the East coast of Madagascar. Here, we present original data obtained from 1996 to 2003 on the distribution, biology and vectorial capacity of *An. mascarensis* in the Middle-West of Madagascar. This species is consistently exophilic both for its trophic and resting behaviour. This accounts for the absence of clear impact of any indoor insecticide spraying. This species is mainly zoophilic, but can occasionally bite humans, which explains a low sporozoitic index ( $1/2218 = 0,045\%$ ). The densities of human landing mosquitoes are most of the time very low, with the exception of a peak between May and August at the beginning of the dry season. It implies that the vector's efficiency is very low but not insignificant in the Middle-West of Madagascar, a situation opposite to what is observed on the East coast. The vectorial efficiency of *An. mascarensis* and *An. arabiensis* would enable to maintain a low malarial endemicity in the Middle-West, even in the complete absence of *An. funestus*.

**Key-words** : *Anopheles mascarensis* - Biology - Behaviour - *Plasmodium falciparum* - Transmission - Madagascar.

### **INTRODUCTION**

Le succès des campagnes d'aspersions intradomiciliaires d'insecticide rémanent effectuées dans le cadre de la lutte antipaludique sur les Hautes Terres Centrales (HTC) de Madagascar est incontestable. En limitant la prolifération du vecteur majeur - *Anopheles funestus* - la lutte antivectorielle a permis de ramener les taux de prévalence parasitaire de *Plasmodium falciparum* à un niveau de faible endémicité [1,2]. Toutefois, il convient de rappeler qu'à une altitude inférieure à 1 300 m, ces taux de prévalence se maintiennent à

un niveau très bas, sans s'annuler totalement, même après plusieurs années consécutives de lutte antivectorielle. Cette observation suggère qu'une transmission locale persiste dans ces villages et que la cause de cette transmission résiduelle est probablement due à un autre vecteur que l'espèce anophélienne *An. funestus*.

Parmi les autres espèces anophéliennes agressives pour l'homme et reconnues vectrices de *Plasmodium* à Madagascar, les membres du complexe *An. gambiae* ont été les mieux étudiés : c'est logiquement le cas d'*An. arabiensis* sur les Hautes Terres malgaches. En revanche, *An. mascarensis* n'a pas fait l'objet d'une surveillance particulière, même après avoir été reconnu vecteur d'importance locale.

<sup>1</sup> Service d'Entomologie Médicale, Groupe de Recherche sur le Paludisme, Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274 - Antananarivo 101 - Madagascar.

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement, BP 434 - Antananarivo 101 - Madagascar.

*An. mascarensis* est une espèce qui a été décrite par de Meillon en 1947, à partir de spécimens récoltés dans la région d'Antsiranana dans le nord de Madagascar. Cette espèce est morphologiquement proche d'*An. marshallii* qui n'est pas rencontré à Madagascar mais seulement en Afrique continentale [3]. *An. mascarensis* est endémique de Madagascar et de l'Archipel des Comores (Anjouan, Mayotte et Mohéli) [4]. A Madagascar, *An. mascarensis* présente une très large répartition [4-6], notamment dans les domaines bioclimatiques de l'Est et du Centre, mais n'a été reconnu vecteur de *P. falciparum* que récemment dans deux localités de la côte Est [7,8].

L'objet de ce présent article est de contribuer à une meilleure connaissance de la répartition, de la biologie et de la capacité vectrice des vecteurs secondaires à Madagascar, particulièrement sur les HTC où des régions entières ont pu bénéficier, durant des années, des traitements domiciliaires de DDT.

Notre étude rapporte des observations de densités, de comportement et d'infectivité effectuées dans la région du Moyen-Ouest entre 1996 et 2003.

## REPARTITION

Nos prospections entomologiques sur les marges occidentales des HTC, entre 1996 et 2000, ont montré que l'espèce *An. mascarensis* est présente dans le Moyen-Ouest à tous les étages d'altitude : une enquête, effectuée dans le cadre de la surveillance des vecteurs du paludisme, en pleine saison sèche (juillet 1999), a montré la présence de cette espèce parmi les moustiques collectés au repos, à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, dans 17 des 20 villages situés à des altitudes variant entre 791 et 1 542 m (figure 1 et tableau I).

Figure 1 : Localisation des villages prospectés dans le Moyen-Ouest de Madagascar en juillet 1999 et indication de la présence d'*Anopheles mascarensis*

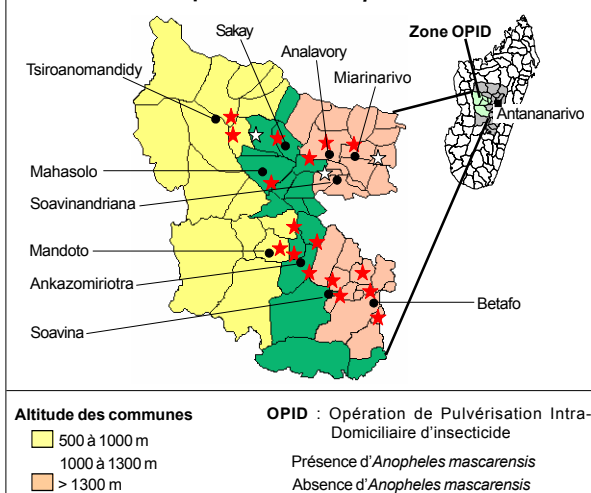


Tableau I : Nombre d'*Anopheles mascarensis* collectés au repos dans 20 villages du Moyen-Ouest de Madagascar en juillet 1999 (programme RAMSE-IRD)

Les moustiques sont dits endophiles s'ils sont capturés dans les chambres à coucher et exophiles s'ils sont capturés hors d'une maison; l'effort de collecte a été comparable dans les chambres à coucher (14,5 chambres en moyenne par village; extrême 11-17) et dans les gîtes extérieurs.

### Axe Miarrinarivo-Tsiroanomandidy (Route Nationale 1)

Villages	Communes de rattachement	Altitude (mètres)	Nb OPID	Année OPID	Nb <i>An. mascarensis</i> récoltés	
					endophile	exophile
Amparihivato	Miarrinarivo	1322	2	96, 97	0	-
Manakasina	Miarrinarivo	1280	4	93, 94, 95, 96	0	19
Soanafindra	Soavinandriana	1171	2	96, 97	0	-
Amberomanga	Mahasolo	1055	2	96, 97	0	1
Ankadinondrikely	Sakay	1045	3	95, 96, 97	0	3
Amboniriana	Analavory	1023	5	93, 94, 95, 96, 97	1	0
Marofotsy	Ankararana	990	2	94, 97	0	6
Fonoraty	Tsinjoarivo	868	3	94, 95, 96	0	0
Andavabary	Tsiroanomandidy	854	5	93, 94, 95, 96, 97	0	12
Imerimandroso	Tsiroanomandidy	791	5	93, 94, 95, 96, 97	2	7

### Axe Betafo-Mandoto (Route Nationale 34)

Villages	Communes de rattachement	Altitude (mètres)	Nb OPID	Année OPID	Nb <i>An. mascarensis</i> récoltés	
					endophile	exophile
Alakamisy	Anativato	1542	0	-	0	1
Tsarazaza		1493	0	-	0	2
Antsongondrano	Manohisoa Betafo	1397	5	93, 94, 95, 96, 97	0	0*
lavokola	Inanantonana	1302	5	93, 94, 95, 96, 97	0	4
Ambalafeno	Soavina	1299	2	95, 97	0	0*
Tsaratanana	Soavina	1216	5	93, 94, 95, 96, 97	0	4
Fenoarivo	Ambohimambola	1175	4	93, 94, 96, 97	0	6
Ankily Fidirana	Fidirana	1097	5	93, 94, 95, 96, 97	0	10
Belanitra	Ankazomiriotra	970	5	93, 94, 95, 96, 97	1	0*
Ambohimena	Mandoto	950	0	-	0	1

\* *Anopheles mascarensis* a été récolté dans des abris extérieurs au cours d'autres prospections (Antsongondrano, septembre-octobre 1996; Ambalafeno-Soavina et Belanitra, en mai 1999).

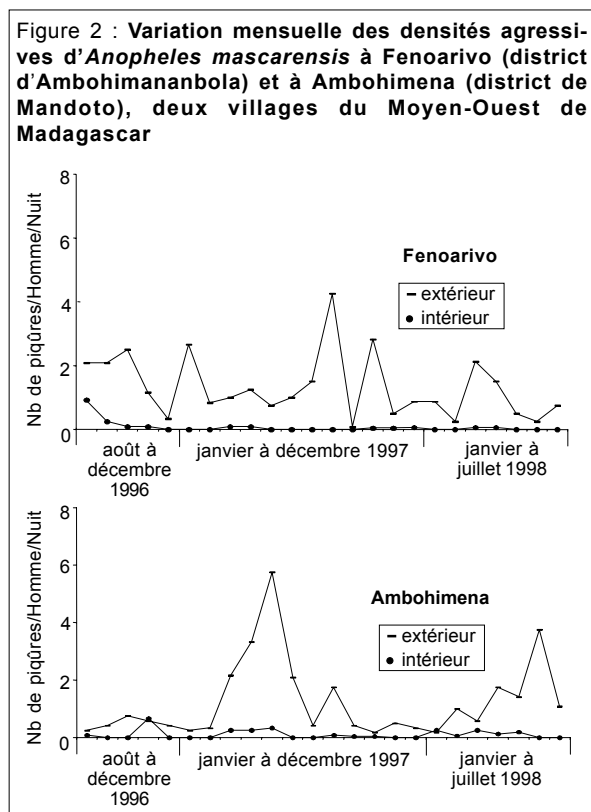
## ABONDANCE ET COMPORTEMENT

Un suivi longitudinal de 24 mois (août 1996-juillet 1998) a été effectué dans deux villages du Moyen-Ouest, Ambohimena (district de Mandoto) situé à 950 m d'altitude en dehors de la zone OPID (Opérations de Pulvérisation Intra-Domestique d'Insecticide) et Fenoarivo (district d'Ambohimambola) situé à 1 175 m d'altitude en zone OPID. Cette étude a permis de préciser la dynamique des densités agressives pour l'homme ainsi que le comportement trophique et de repos d'*An. mascarensis*.

650 hommes-nuits ont été réalisés à

Ambohimena, et 612 à Fenoarivo. En captures intérieures, les densités moyennes ont été évaluées respectivement à 0,10 piqûres/homme/nuit à Ambohimena et 0,06 à Fenoarivo. En captures extérieures, ces valeurs ont atteint respectivement 1,22 et 1,39, soit 12 et 23 fois plus. Les taux d'endophagie ont été respectivement de 7,6% et 4,5% en dehors et dans la zone OPID.

Les captures sur homme à l'extérieur des habitations ont permis de collecter régulièrement des spécimens d'*An. mascarensis*, mensuellement, dans les 2 villages. Un pic d'abondance relative a été observé en début de saison sèche (en mai 1997 et en juin 1998), la première comme la deuxième année de suivi à Ambohimena (figure 2). Dans le village situé en zone OPID, sans observer de période d'abondance particulière, nous avons noté une densité maximale au milieu de la saison sèche (mai : nombre de piqûres d'anophèles reçues par un homme adulte au cours d'une nuit : 4,75, en août 1997). Des enquêtes entomologiques complémentaires effectuées en début (décembre 1999) puis en fin de saison des pluies (avril 2000) dans 7 villages (5 étaient situés en zone OPID), ont montré que les densités agressives pour l'homme sont restées modérées (ma : 0,25 pour un homme placé à l'intérieur des maisons et ma : 4,75 pour un homme placé à l'extérieur des maisons) mais toujours décelables en capture sur hommes placés à l'extérieur des maisons : les taux d'endophagie ont été compris entre 0 et 18%.



Durant les 24 mois de prospection, la collecte des moustiques au repos a permis de capturer respectivement 448 et 171 femelles d'*An. mascarensis* à Ambohimena et à Fenoarivo. Le maximum des captures a été observé en septembre 1996 pour les 2 villages; respectivement 37,6 et 41,5% de l'ensemble des récoltes. L'endophagie a été extrêmement faible : 12 femelles (10 en débarras et seulement 2 en chambre) ont été capturées à l'intérieur des maisons à Ambohimena et aucune à Fenoarivo en zone OPID. Que ce soit en dehors ou dans la zone aspergée de DDT, cet anophèle a montré une tendance très nette à l'exophilie : respectivement 28,1 et 24,6% des spécimens ont été capturés dans les abris naturels ou artificiels (puits de Muirhead-Thomson, haie de sisal, fossé, trou d'emprunt de terre,...) à Ambohimena et à Fenoarivo.

Globalement, le taux d'anthropophilie moyen (calculé selon la méthode de Beier *et al.* [9] par l'analyse des repas de sang des moustiques capturés au repos), a été de 9,5% (n=42); l'un des 2 spécimens capturés en chambres à coucher était gorgé sur homme.

Un autre suivi longitudinal, sur un an avec passages mensuels (octobre 2002 à septembre 2003), dans trois autres villages du district de Tsiroanomandidy dans le Moyen-Ouest (Andranahoatra, Soanirana et Analamiranga) a confirmé le comportement exophile, l'abondance saisonnière et la relative inefficacité des aspersions intra-domiciliaires de DDT contre *An. mascarensis* (tableau II).

## LONGEVITE

Les données disponibles sont peu nombreuses : le taux de parturité (nombre de femelles ayant déjà pondu divisé par le nombre de femelles examinées) entre mai et juillet 1998 était de 52,6% (40/76) à Ambohimena et de 68,1% (147/216) en zone OPID. Ces données, là encore, montrent la relative inefficacité des aspersions intra-domiciliaires de DDT contre *An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest.

## INFECTIVITE

### Dans le Moyen-Ouest

Entre août 1997 et juillet 1998, la recherche directe de sporozoïtes de *Plasmodium* au niveau des glandes salivaires parmi les spécimens capturés sur homme à Ambohimena et à Fenoarivo a été entreprise (respectivement 197 et 209 femelles disséquées) : aucun moustique positif n'a été décelé.

Tableau II : Nombre et fréquence relative des *Anopheles mascarensis* dans trois villages du Moyen-Ouest de Madagascar, dans le district de Tsiroanomandidy. A noter que les villages d'Andranahoatra et de Soanierana ont bénéficié d'une CAID (Campagne d'Aspersion IntraDomiciliaire de DDT à 2 g de ma/m<sup>2</sup>) en février 2003

*Anopheles mascarensis* à Andranahoatra (ANH), commune d'Ankadinondry Sakay, 19°00'S, 46°25'E, 920 m

Mois	Homme intérieur				Homme extérieur				P Muirhead-Thomson				Gîtes extérieurs				Pyréthrage des chambres			
	Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%	
	H-nuit	vecteur	An.m.	%	H-nuit	vecteur	An.m.	%	PMT	vecteur	An.m.	%	vecteur	An.m.	%	chambre	vecteur	An.m.	%	
oct-02	8	25	0	0,00	8	99	3	3,03	5	215	4	1,86	111	1	0,90	10	31	0	0,00	
nov-02	8	36	0	0,00	8	30	0	0,00	5	203	1	0,49	32	3	9,38	10	42	0	0,00	
déc-02	8	4	0	0,00	8	18	1	5,56	5	195	0	0,00	22	1	4,55	10	17	1	5,88	
janv-03	8	6	0	0,00	8	32	9	28,13	5	86	1	1,16	23	1	4,35	10	19	0	0,00	
févr-03	8	49	8	16,33	8	44	11	25,00	5	154	5	3,25	53	0	0,00	10	12	0	0,00	
mars-03	8	6	1	16,67	8	10	4	40,00	5	17	1	5,88	44	0	0,00	10	0	0	0,00	
avr-03	8	3	0	0,00	8	4	0	0,00	5	42	0	0,00	80	5	6,25	10	3	0	0,00	
mai-03	8	2	0	0,00	8	9	3	33,33	5	266	23	8,65	28	0	0,00	10	4	0	0,00	
juin-03	8	1	0	0,00	8	8	1	12,50	5	93	11	11,83	6	0	0,00	10	1	0	0,00	
juil-03	8	0	0	0,00	8	8	3	37,50	5	182	23	12,64	67	2	2,99	10	34	0	0,00	
août-03	8	12	3	25,00	8	25	7	28,00	5	125	16	12,80	31	0	0,00	10	45	1	2,22	
sept-03	8	14	0	0,00	8	29	0	0,00	5	59	0	0,00	29	2	6,90	10	16	0	0,00	
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>158</b>	<b>12</b>	<b>7,59</b>	<b>96</b>	<b>316</b>	<b>42</b>	<b>13,29</b>	<b>60</b>	<b>1637</b>	<b>85</b>	<b>5,19</b>	<b>526</b>	<b>15</b>	<b>2,85</b>	<b>120</b>	<b>224</b>	<b>2</b>	<b>0,89</b>	

*Anopheles mascarensis* à Analamiranga (AMG), commune de Maroharona, 19°14'S, 46°16'E, 885 m

Mois	Homme intérieur				Homme extérieur				P Muirhead-Thomson				Gîtes extérieurs				Pyréthrage des chambres			
	Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%	
	H-nuit	vecteur	An.m.	%	H-nuit	vecteur	An.m.	%	PMT	vecteur	An.m.	%	vecteur	An.m.	%	chambre	vecteur	An.m.	%	
oct-02	8	2	0	0,00	8	34	19	55,88	5	30	2	6,67	24	0	0,00	10	2	0	0,00	
nov-02	8	8	0	0,00	8	49	6	12,24	5	139	4	2,88	13	0	0,00	10	42	0	0,00	
déc-02	8	10	0	0,00	8	51	0	0,00	5	233	7	3,00	13	0	0,00	10	6	0	0,00	
janv-03	8	60	3	5,00	8	225	72	32,00	5	103	5	4,85	32	1	3,13	10	16	0	0,00	
févr-03	8	30	7	23,33	8	291	66	22,68	5	217	10	4,61	49	2	4,08	10	88	0	0,00	
mars-03	8	68	2	2,94	8	208	53	25,48	5	68	3	4,41	105	0	0,00	10	167	0	0,00	
avr-03	8	216	1	0,46	8	238	57	23,95	5	99	31	31,31	98	0	0,00	10	126	0	0,00	
mai-03	8	50	2	4,00	8	356	132	37,08	5	269	1	0,37	186	3	1,61	10	290	0	0,00	
juin-03	8	77	13	16,88	8	377	141	37,40	5	137	24	17,52	78	2	2,56	10	87	1	1,15	
juil-03	8	16	1	6,25	8	57	16	28,07	5	39	17	43,59	54	7	12,96	10	34	1	2,94	
août-03	8	7	1	14,29	8	57	9	15,79	5	71	14	19,72	70	4	5,71	10	13	1	7,69	
sept-03	8	2	0	0,00	8	20	8	40,00	5	14	1	7,14	38	1	2,63	10	16	2	12,50	
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>546</b>	<b>30</b>	<b>5,49</b>	<b>96</b>	<b>1963</b>	<b>579</b>	<b>29,50</b>	<b>60</b>	<b>1419</b>	<b>119</b>	<b>8,39</b>	<b>760</b>	<b>20</b>	<b>2,63</b>	<b>120</b>	<b>887</b>	<b>5</b>	<b>0,56</b>	

*Anopheles mascarensis* à Soanierana (SOA), commune de Mahasolo, 19°08'S, 46°25'E, 900 m

Mois	Homme intérieur				Homme extérieur				P Muirhead-Thomson				Gîtes extérieurs				Pyréthrage des chambres			
	Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%		Nombre		%	
	H-nuit	vecteur	An.m.	%	H-nuit	vecteur	An.m.	%	PMT	vecteur	An.m.	%	vecteur	An.m.	%	chambre	vecteur	An.m.	%	
oct-02	8	11	0	0,00	8	31	2	6,45	5	74	2	2,70	115	1	0,87	10	9	0	0,00	
nov-02	8	46	0	0,00	8	70	2	2,86	5	124	2	1,61	107	0	0,00	10	25	0	0,00	
déc-02	8	9	0	0,00	8	46	1	2,17	5	165	1	0,61	22	0	0,00	10	31	0	0,00	
janv-03	8	21	6	28,57	8	54	14	25,93	5	73	0	0,00	33	0	0,00	10	18	0	0,00	
févr-03	8	53	1	1,89	8	157	27	17,20	5	173	1	0,58	40	0	0,00	10	13	0	0,00	
mars-03	8	34	5	14,71	8	88	37	42,05	5	38	0	0,00	76	1	1,32	10	80	1	1,25	
avr-03	8	10	3	30,00	8	49	18	36,73	5	74	0	0,00	17	0	0,00	10	0	0	-	
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>184</b>	<b>15</b>	<b>8,15</b>	<b>56</b>	<b>495</b>	<b>101</b>	<b>20,40</b>	<b>35</b>	<b>721</b>	<b>6</b>	<b>0,83</b>	<b>410</b>	<b>2</b>	<b>0,49</b>	<b>70</b>	<b>176</b>	<b>1</b>	<b>0,57</b>	

Mode de capture des moustiques

Homme intérieur : capture de moustiques agressifs sur homme à l'intérieur des maisons

Homme extérieur : capture de moustiques agressifs sur homme à l'extérieur des maisons

P de Muirhead-Thomson : collecte diurne de moustiques au repos dans des puits de Muirhead-Thomson

Gîtes extérieurs : collecte diurne de moustiques au repos dans des gîtes autres que les puits (abris à animaux, hangars à charrette, latrines, ruines)

Pyréthrage des chambres : capture matinale de moustiques au repos par pyréthrage dans les chambres à coucher

H-nuit : nombre "d'hommes-nuits"

Vecteur : nombre d'anophèles vecteurs de paludisme (*Anopheles funestus* + *Anopheles arabiensis* + *Anopheles mascarensis*)

An. m : nombre d'*Anopheles mascarensis* sur le nombre d'anophèles vecteurs de paludisme

Chambre : nombre de chambres à coucher (toutes dans des maisons différentes)

Cette observation a été confirmée par la technique immunologique (ELISA-CSP spécifique des antigènes circum-sporozoïtaires des espèces *P. falciparum* et *P. vivax* selon la méthode de Wirtz *et al.* [10]) pour ces mêmes spécimens, comme pour les 277 spécimens capturés en décembre 1999 et en avril 2000 au cours des enquêtes transversales dans les autres villages du Moyen-Ouest.

Ces résultats corroborent les observations effectuées entre 1999 et 2002, sur les marges Nord et Sud du Moyen-Ouest puisque aucun spécimen n'a été positif en ELISA parmi les 501 spécimens testés (446 de Mahatsinjo-Ankazobe et 55 d'Amborompotsy-Ambatofinandrahana).

En revanche, un seul *An. mascarensis* a été trouvé positif pour *P. falciparum* en ELISA-CSP (Densité Optique = 0,464) à Soanierana (commune de Mahasolo, district de Tsiroanomandidy) en capture sur hommes à l'intérieur, entre 2 et 3 heures du matin, le 21 janvier 2003. A notre connaissance, c'est la première fois que la technique immunologique ELISA révèle la présence d'antigènes circum-sporozoïtaires dans un spécimen d'*An. mascarensis* collecté sur les marges des HTC. A signaler que, d'octobre 2002 à septembre 2003, 1 034 *An. mascarensis* ont été collectés dans les 3 villages : Andranonahoatra, Soanierana et Analamiranga (tableau II) et testés en ELISA-CSP.

Au total, dans le Moyen-Ouest de Madagascar, entre 1997 et 2003, nous avons testé 2 218 *An. mascarensis* quant à la présence de sporozoïtes dans les glandes salivaires et/ou de CSP dans l'ensemble tête + thorax. Un seul a été positif. Il en résulte un indice sporozoïtique de 0,045% (1/2218).

#### Dans le domaine de l'Est

Dans le domaine de l'Est (ou domaine bioclimatique oriental), *An. mascarensis* est un vecteur avéré de plasmodies. Les résultats publiés, relatifs aux infections spécifiques de *P. falciparum* sont les suivantes :

- Lonkinty (Ile de Sainte-Marie), altitude 5 m, 14 positifs parmi 1 864 testés entre septembre 1989 et mars 1990 [7];

- Esana (Taolagnaro), altitude 20 m, 6 positifs parmi 677 testés entre janvier et décembre 1997 [8].

Toujours dans le domaine de l'Est et depuis la publication de ces informations, *An. mascarensis* a été trouvé porteur d'antigènes circum-sporozoïtaires de *P. falciparum* dans les 4 localités suivantes :

- Esana (Taolagnaro), altitude 20 m, 2 positifs en février 1998, parmi 63 testés entre janvier et juin 1998;

- Analamalotra (Ivoloina-Toamasina), altitude 10 m, 1 positif en juin 2000, parmi 867 testés en juin et juillet 2000 et en septembre 2002;

- Lonkinty (Ile de Sainte-Marie), altitude 5 m, 1 positif en août 2000, parmi 819 testés en août 2000 et janvier 2001;

- Beforona (RN2), altitude 500 m, 1 positif en mars 2003, parmi 37 testés pendant ce mois.

Ainsi, au total, dans le domaine de l'Est, entre 1997 et 2003, 2 463 spécimens d'*An. mascarensis* ont été testés quant à la présence de CSP dans l'ensemble tête + thorax. Onze ont été positifs. Il en résulte un indice sporozoïtique immunologique spécifique de l'espèce *P. falciparum* de 0,447% (11/2463), soit une valeur 10 fois supérieure à celle observée dans le Moyen-Ouest au cours de la même période ( $p=0,007$  par test exact de Fischer).

## CONCLUSION

Le comportement zoophile et exophile d'*An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest de Madagascar est comparable à celui d'*An. arabiensis*. Les densités relativement faibles d'*An. mascarensis* pourraient être un facteur qui limite sa capacité vectorielle. Le vraisemblable rôle vecteur d'*An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest est établi sur la base d'un spécimen positif pour *P. falciparum* en ELISA-CSP, mais il n'est pas établi de façon irréfutable. Ce rôle vecteur serait de toute façon très faible, mais associé à *An. arabiensis*, les deux espèces sont probablement capables de maintenir une faible endémie palustre dans le Moyen-Ouest de Madagascar en absence du vecteur principal *An. funestus*.

La comparaison des rôles vecteurs et de la biologie d'*An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest et sur la côte Est fait état de différences considérables. On a souligné le peu d'impact des traitements domiciliaires d'insecticides sur l'abondance et la longévité d'*An. mascarensis* dans le Moyen-Ouest. Au contraire, Grjebine insistait sur la "très forte influence des traitements insecticides sur la longévité d'*An. mascarensis* dans le domaine de l'Est" [4].

Il est probablement utile de rappeler que les CAID ont pour cible les seuls moustiques endophiles, au premier rang desquels se place *An. funestus*. Pour être protégé des moustiques à la fois exophiles (se reposant à l'extérieur) et endophages (piquant à l'intérieur), il faut utiliser une protection complémentaire qui pourrait être, par exemple, la moustiquaire imprégnée d'insecticide.

## REMERCIEMENTS

Les techniciens du Service d'Entomologie Médicale de l'IPM sont remerciés pour l'excellence de leur travail. Cette recherche a bénéficié de financements de l'ACIP mascarensis de l'Institut Pasteur, du réseau anophèles d'Afrique du Programme Pal + du Ministère Français de la Recherche, et de l'IRD.

## REFERENCES

- 1- **Brutus L, Rajaonarivelo V, Le Goff G, Razanatsoarilala AH, Rakotondraibe ME, Handschumacher P, Rajaonarivelo E, Laventure S, Mauny F, Cot M.** Rapport final : suivi entomo-parasitologique longitudinal du paludisme dans les zones intermédiaires de transmission stable-instable : l'exemple du Moyen Ouest de Madagascar. Antananarivo : RAMSE/MINSAN/ORSTOM/IPM 1997, 54p.
- 2- **Jambou R, Ranaivo L, Raharimalala L, Randrianaivo J, Rakotomanana F, Modiano D, Pietra V, Boisier P, Rabarijaona L, Rabe T, Raveloson N, De Giorgi F.** Malaria in the highlands of Madagascar after five years of indoor house spraying of DDT. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2001; **95** : 14-18.
- 3- **Gillies MT, de Meillon B.** The Anophaelinae of Africa, South of the Sahara (Ethiopian zoogeographical region). *South Afr Inst Med Research* 1968; **54** : 343p.
- 4- **Grjebine A.** Insectes diptères Culicidae Anophaelinae. Faune de Madagascar, ORSTOM-CNRS 1966; **22** : 487p.
- 5- **Grjebine A.** Répartition des anophèles de Madagascar (Cartes routières au 1/500.000, 9 feuilles). Antananarivo : Institut de Recherche scientifique et Service antipaludique de Madagascar/Service Géographique de Madagascar, 1958.
- 6- **Duchemin JB, Rabarison P, Le Goff G, Marrama L, Zeller H, Laventure S, Rakotondraibe E, Robert V.** Les vecteurs du paludisme. In : Atlas évolutif du paludisme à Madagascar, Institut Pasteur de Madagascar Eds. Antananarivo : IPM, 2002 : 11-13.
- 7- **Fontenille D, Lepers JP, Coluzzi M, Campbell GH, Rakotoarivony I, Coulanges P.** Malaria transmission and vector biology on Sainte Marie Island, Madagascar. *J Med Entomol* 1992; **29** : 197-202.
- 8- **Marrama L, Laventure S, Rabarison P, Roux J.** *Anopheles mascarensis* (De Meillon, 1947) : vecteur principal du paludisme dans la région de Fort-Dauphin (Sud-Est de Madagascar). *Bull Soc Pathol Exot* 1999; **92** : 136-138.
- 9- **Beier MS, Schwartz IK, Beier JC, Perkins PV, Onyango F, Koros JK, Campbell GH, Andrysiak PM, Brandling-Bennett AD.** Identification of malaria species by ELISA in sporozoite and oocyst infected Anophèles from western Kenya. *Am J Trop Med Hyg* 1988; **39** : 323-327.
- 10- **Wirtz RA, Zavala F, Charoenvit Y, Campbell GH, Burkot TR, Schneider I, Esser KM, Beaudoin RL, Andre RG.** Comparative testing of monoclonal antibodies against *Plasmodium falciparum* sporozoites for ELISA development. *Bull WHO* 1987; **65** : 39-45.