Rôle d'*Anopheles funestus* dans la transmission du paludisme dans le Sud de Madagascar (District d'Ampanihy)

Champetier de Ribes G^{1,2}, Rakotoson JD¹, Ranaivoson G¹, Rabeson D³

RESUME: Les auteurs rapportent les résultats d'études paludométriques et entomologiques réalisées dans le Sud malgache, à Ampanihy et Ankilimivory, province de Toliara, en 1995 et 1996. Ces études font suite à la survenue en Juin-Juillet 1994 d'une suspicion d'épidémie palustre à Ankilimivory, avec indice plasmodique en population générale à 45%. Les résultats des études paludométriques réalisées en Avril 1995 montrent un indice plasmodique respectivement de 35% à Ampanihy et de 15% à Ankilimivory. Les études entomologiques montrent la présence d'*Anopheles funestus* à Ankilimivory, d'*Anopheles gambiae* l.s. à Ankilimivory et à Ampanihy.

La persistance de l'hypoendémie et le rôle d'*Anopheles funestus* dans le Sud de Madagascar masqué par les conditions bioclimatiques, doivent désormais être pris en compte. Jusqu'à présent, dans cette région, les rares épidémies ne surviennent que lorsqu'il y a une condition climatique favorable à son éclosion, en particulier la pluviométrie. Cette situation peut être bouleversée par d'autres facteurs liés au développement dont l'impact potentiel sur l'environnement est insuffisamment étudié : irrigation, aménagement de rizières, impluvium, etc.

Mots clés : Paludisme - Vecteur maladie - Moustique - *Anopheles funestus* - *Anopheles gambiae* l. s. - (Facteurs climatiques) - MADAGASCAR.

ABSTRACT : "Anopheles funestus role in the transmission of malaria in the district of Ampanihy (South of Madagascar)" : The authors reported the results of paludometric and entomological studies carried out for two years : 1995-1996 in two localities : Ampanihy and Ankilimivory located in the South of Madagascar. These studies followed a suspect malaria epidemic in Ankilimivory in June and July 1994; the population plasmodic index was of 45%. In April 1995, this data was of 35% in Ampanihy and of 15% in Ankilimivory. Entomological studies carried out in April 1996 allowed to find *Anopheles funestus* in Ankilimivory and *Anopheles gambiae* l. s. in the two localities. Both the endemicity of malaria and the role of *A. funestus* had to be taken into account in the southern part of Madagascar. Until now, rare epidemics in this area were thought to occur only when climatic conditions were favorable, mainly during the rainy season. However, other factors, linked with the development could also facilitate the upset of epidemics, e.g. : irrigation programmes.

Key-words : Malaria - Disease vectors - Mosquitoes - *Anopheles funestus* - *Anopheles gambiae* l. s. - (Climatic factors) - MADAGASCAR.

INTRODUCTION

En Juillet 1994, au décours d'une suspicion d'épidémie de paludisme à Ankilimivory, commune du district d'Ampanihy, province de Toliara, les enquêtes réalisées à Ampanihy et Ankilimivory [1] montraient un indice plasmodique respectivement de 18% et de 45%, avec un abaissement des indices chez les adultes. Par ailleurs, l'étude entomologique faite à Ampanihy montrait la présence d'*Anopheles gambiae* l. s. et d'*Anopheles funestus*. La survenue d'une mortalité élevée chez les enfants âgés de moins de 5 ans et d'une morbidité présumée palustre élevée à Ankilimivory étaient des éléments d'alerte pouvant faire évoquer un épisode épidémique dans cette zone géographique où la période de transmission est courte et où des

micro-barrages permettent une irrigation prolongée de petites rizières.

Afin d'approfondir les connaissances de l'épidémiologie du paludisme dans cette zone, d'autres enquêtes ont été réalisées en Avril 1995 et Avril 1996, en fin de saison des pluies.

Ces enquêtes consistaient en une étude de l'endémicité en population générale (indices spléniques et plasmodiques, densités parasitaires) et en enquêtes entomologiques sur 2 sites : ville d'Ampanihy et *firaisana* d'Ankilimivory.

MATERIEL ET METHODES

1- Cadre géographique

Le district d'Ampanihy est situé dans le *faritany* de Toliara, sur le 25ème parallèle sud. Les ethnies Mahafaly et Antandroy y sont prédominantes. La population du district est de 159 967 habitants (RGPH 1993) répartis sur une grande superficie de

¹ Service de Surveillance Epidémiologique, Ministère de la Santé, Direction de la Lutte contre les Maladies Transmissibles (DLMT), BP 480 - 101 Antananarivo - Madagascar.

² Conseiller technique, ³ Directeur de la DLMT

13 253 km², soit une densité moyenne de 12 habitants par km². La ville d'Ampanihy a une population de 14 000 habitants.

Le domaine climatique est celui du Sud, avec une pluviosité annuelle faible inférieure à 600 mm (Ampanihy se trouve sur l'isohyète 400); les pluies sont irrégulières, groupées habituellement sur 2-3 mois [2]. Les données pluviométriques des dernières années sont les suivantes :

- de Juillet 1991 à Juin 1992 : 462 mm d'eau en 24 jours
- de Juillet 1992 à Juin 1993 : 788 mm d'eau en 61 jours
- de Juillet 1993 à Juin 1994 : 539 mm d'eau.

Les températures moyennes en Juillet-Août varient entre 16° et 18°C, et en Novembre entre 26° et 28°C.

La rivière Sakatovo passe en contrebas du quartier d'Ambalatsiefa, situé à l'Est de la ville d'Ampanihy. Des flaques d'eau temporaires se forment en de nombreux endroits, dans la ville et aux alentours, après une pluie.

Le *firaisana* d'Ankilimivory est situé à 40 km au nord d'Ampanihy et est peuplé de 7000 habitants. Le village, réparti en trois hameaux (Ankiliroa, Ankilimivory et Tanambao) se trouve entre deux affluents de rivières (Manaly à l'Est et Andambakoaka à l'Ouest). Une troisième rivière (Besaly) ayant une direction Nord Ouest-Sud Est, le traverse en son milieu. Ces rivières à faible débit, surtout pendant la saison sèche, présentent par endroit des zones où l'eau est stagnante, constituant des gîtes favorables au développement des larves d'anophèles. Au cours d'une exploration, faite le long de ces rivières, des larves d'anophèles de différents stades ont été observées dans des endroits où l'eau est stagnante et dont les bords sont ombragés par des végétaux bien dressés. Non loin du village se trouvent des zones marécageuses et des rizières, drainées par ces cours d'eau avec l'aide de micro-barrages.

2- Etudes d'endémicité

Il s'agit d'un dépistage actif réalisé sur 2 échantillons non aléatoires, en Avril 1995. 166 habitants de la ville d'Ampanihy et 310 habitants du *firaisana* d'Ankilimivory ont participé à l'enquête. Il s'agit de gens qui se sont spontanément présentés à notre équipe après une sensibilisation réalisée les jours précédents par les autorités administratives et sanitaires.

La recherche d'hématozoaires a été faite sur goutte épaisse, la lame étant colorée au Giemsa et le comptage étant effectué par rapport à 2 000 leucocytes (seuil de détection d'environ 4 parasites par microlitre). Le diagnostic d'espèce est fait sur le frottis sanguin.

Le traitement des données est présenté par groupe d'âge, avec indice splénique, indices plasmodiques global et spécifique, indice gamétocytaire et moyenne géométrique de la densité parasitaire.

3- Enquêtes entomologiques

Elles ont été réalisées en Avril 1996. Les méthodes utilisées pour l'étude des imagos sont :

- la capture de nuit sur homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations : elle a été faite en 2 postes par des volontaires initiés à la technique de capture. Munis d'une lampe torche électrique, assis, les jambes dénudées, ils récoltent tous les moustiques qui viennent se poser sur eux, au moyen d'un tube à hémolyse individuel. Les tubes sont groupés par tranche horaire de 18 heures à 5 heures. Au niveau de chaque poste, un capteur travaille à l'intérieur d'une habitation et un autre à l'extérieur.

- la capture de la faune résiduelle, le matin, après pulvérisation d'insecticide à effet "knock down" dans une chambre fermée : les moustiques sont récupérés sur des draps. Cette dernière capture a été réalisée dans 10 maisons de chaque site.

La détermination de l'espèce se fait selon la méthode classique à l'aide d'une clé de détermination. Les ovaires des vecteurs sont disséqués pour déterminer le taux de parité.

Ces enquêtes ont concerné essentiellement les anophèles adultes. En effet, les larves d'*A. funestus* sont difficiles à trouver et les larves d'*A. gambiae* disparaissent rapidement dans les gîtes anciens à cause de la concurrence des autres larves de moustiques [3].

RESULTATS

1- Description de la population enquêtée (Tableaux I et II)

- **Sexe** : dans les deux échantillons, les hommes sont significativement moins représentés que dans la population générale.

Tableau I : Structure par âge des échantillons étudiés

Groupe d'âge	Ampanihy		Ankilimivory	
	Nbre	(%)	Nbre	(%)
0-11 mois	5	(3,01)	12	(3,87)
12-23 mois	4	(2,41)	17	(5,48)
2-4 ans	22	(13,25)	66	(21,29)
5-9 ans	28	(16,87)	58	(18,71)
10-14 ans	28	(16,87)	27	(8,71)
≥ 15 ans	79	(47,59)	130	(41,94)
Total	166	(100,00)	310	(100,00)

- **Age** : toutes les tranches d'âge sont représentées dans les deux échantillons, mais les répartitions sont variables d'un échantillon à l'autre.

Tableau II : Structure par sexe des échantillons étudiés

Sexe	Ampanihy		Ankilimivory	
	Nbre	(%)	Nbre	(%)
Homme	72	(43,37)	124	(40,13)
Femme	94	(56,63)	185	(59,87)
Total	166	(100,00)	309	(100,00)

2- Indices splénique et plasmodique

L'indice splénique (Tableau III) étudié chez les sujets de moins de 15 ans est de 17% à Ampanihy et de 18% à Ankilimivory. Il est maximum dans le groupe d'âge 5-9 ans avec un taux de 32% à Ampanihy et de 29% à Ankilimivory.

Tableau III : Indice splénique par groupe d'âge chez les enfants de moins de 15 ans

Groupe d'âge	Ampanihy		Ankilimivory	
	Nbre*	(%)	Nbre	(%)
0-23 mois	0/9	(0,00)	1/29	(3,45)
2-4 ans	3/22	(13,64)	11/66	(16,67)
5-9 ans	9/28	(32,14)	17/58	(29,31)
10-14 ans	3/28	(10,71)	4/27	(14,81)
Total	15/87	(17,24)	(33/180)	(18,33)

*: Nombre de positifs par nombre total d'enfants dans la tranche d'âge considérée

Les indices plasmodiques et gamétoctaires (Tableaux IV, V) :

Tableau IV : Indices plasmodiques et gamétoctaires par groupe d'âge

Groupe d'âge	Effectif	Ampanihy							
		IP global		IP falciparum		IP vivax		IG	
		Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)
0-11 mois	5	2	(40)	2	(40)	0	(0)	0	(0)
12-23 mois	4	1	(25)	1	(25)	0	(0)	0	(0)
2-4 ans	22	9	(41)	9	(41)	0	(0)	1	(5)
5-9 ans	28	12	(43)	12	(43)	0	(0)	0	(0)
10-14 ans	28	9	(32)	8	(29)	1	(4)	0	(0)
≥ 15 ans	79	25	(32)	25	(32)	0	(0)	1	(1)
Total	166	58	(35)	57	(34)	1	(1)	2	(1)

Ankilimivory

Groupe d'âge	Effectif	Ankilimivory							
		IP global		IP falciparum		IP vivax		IG	
		Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)
0-11 mois	12	1	(8)	1	(8)	0	(0)	0	(0)
12-23 mois	17	1	(6)	1	(6)	0	(0)	0	(0)
2-4 ans	66	11	(17)	11	(17)	0	(0)	0	(0)
5-9 ans	58	9	(16)	9	(16)	0	(0)	2	(3)
10-14 ans	27	5	(19)	5	(19)	0	(0)	2	(7)
≥ 15 ans	130	21	(16)	20	(15)	1	(1)	0	(0)
Total	310	48	(15)	47	(15)	1	(0)	4	(1)

Tableau V : Moyenne géométrique de la densité parasitaire par groupe d'âge

groupe d'âge	Ampanihy				Ankilimivory			
	Nbre +	T Log	M Log	M géo	Nbre +	T Log	M Log	M géo
0-11 mois	2	13,49	6,74	849	1	6,40	6,40	600
12-23 mois	1	9,86	9,86	19200	1	7,09	7,09	1200
2-4 ans	9	69,36	7,71	2222	11	82,15	7,47	1751
5-9 ans	12	89,34	7,45	1711	9	61,61	6,85	940
10-14 ans	9	63,81	7,09	1200	5	33,91	6,78	881
≥ 15 ans	25	177,10	7,08	1193	21	162,42	7,73	2285
Total	58	422,96	7,29	1469	48	353,57	7,37	1581

T Log : Total logarithmique
M Log : Moyenne logarithmique
M géo : Moyenne géométrique

- **Ampanihy** : pour l'ensemble de l'échantillon, l'indice plasmodique global est de 35% (paludisme méso-endémique) et l'indice gamétoctaire de 1%. L'indice plasmodique global augmente de 1 à 9 ans, atteint 43% chez les enfants de 5 à 9 ans et est de 32% chez les sujets de 10 ans et plus.

L'indice plasmodique est élevé chez les enfants de moins de 12 mois (40%) et peut être interprété comme un taux d'incidence.

Les indices plasmodiques spécifiques pour l'ensemble de l'échantillon sont de 34% pour *P. falciparum* et de 1% pour *P. vivax*.

La moyenne géométrique de la densité parasitaire de l'ensemble des sujets à lame positive est de 1 469 par microlitre. Elle va en décroissant avec l'âge à partir de 12 mois, de 19 200 dans le groupe 12-24 mois à 1 193 chez les sujets de 15 ans et plus.

- **Ankilimivory** : pour l'ensemble de l'échantillon, l'indice plasmodique global est de 15% (paludisme méso-endémique) et l'indice gamétoctaire de 1%.

L'indice plasmodique global est relativement stable à partir de 2 ans, entre 15% et 19%.

L'indice plasmodique est faible chez les enfants de moins de 2 ans (entre 6 et 8%).

Les indices plasmodiques spécifiques pour l'ensemble de l'échantillon sont de 15% pour *P. falciparum* et de 0,3% pour *P. vivax*.

La moyenne géométrique de la densité parasitaire de l'ensemble des sujets à lame positive est de 1 581 par microlitre. Elle est la plus élevée à 2 285 chez les sujets de 15 ans et plus, la plus basse à 600 chez les 0-11 mois.

3- Enquêtes entomologiques

Capture nocturne sur homme

A Ankilimivory, 46 moustiques ont été récoltés surhomme pendant une nuit, contre 24 à Ampanihy. Les tableaux VI et VII montrent la distribution selon les espèces avec leur taux d'agressivité respectif et le taux de parité des vecteurs.

Tableau VI : Inventaire de la faune culicidienne capturée à l'intérieur des habitations

Espèces	Ankilimivory				Ampanihy					
	Nbre	ma	D	P	TP	Nbre	ma	D	P	TP
<i>Anopheles gambiae</i> l.s.	3	1,5	3	1	1/3	0	0	0	-	-
<i>Anopheles funestus</i>	1	0,5	1	1	1/1	0	0	0	-	-
<i>Anopheles coustani</i>	2	1	0	-	-	0	0	0	-	-
<i>Culex antennatus</i>	1	0,5	0	-	-	7	3,5	0	-	-
<i>Mansonia uniformis</i>	3	1,5	0	-	-	2	1	0	-	-

Nbre = nombre D = disséqués P = pare TP = taux de parité
ma = densité agressive = nombre de piqûre par homme par nuit (p/h/n)

Tableau VII : Inventaire de la faune culicidienne capturée à l'extérieur des habitations

Espèces	Ankilimivory				Ampanihy					
	Nbre	ma	D	P	TP	Nbre	ma	D	P	TP
<i>Anopheles gambiae</i> l.s.	11	5,5	9	4	4/9	2	1	2	2	2/2
<i>Anopheles coustani</i>	1	0,5	0	-	-	0	-	0	-	-
<i>Anopheles albopictus</i>	11	5,5	0	-	-	4	2	0	-	-
<i>Culex antennatus</i>	1	0,5	0	-	-	6	3	0	-	-
<i>Culex giganteus</i>	2	1	0	-	-	1	0,5	0	-	-
<i>Culex quinquefasciatus</i>	1	0,5	0	-	-	0	-	0	-	-
<i>Mansonia uniformis</i>	9	4,5	0	-	-	2	1	0	-	-

Nbre = nombre D = disséqués P = pare TP = taux de parité
ma = densité agressive = nombre de piqûre par homme par nuit (p/h/n)

Faune résiduelle

A Ankilimivory, 21 moustiques ont été récoltés dans dix habitations du village. Les vecteurs du paludisme (soit *A. gambiae* l.s., soit *A. funestus*) ont été retrouvés dans 9 habitations sur les 10 visitées. Par contre à Ampanihy, nous avons capturé en tout 35 moustiques vecteurs dans seulement 3 habitations. Le tableau VIII résume les résultats.

Tableau VIII : Inventaire de la faune culicidienne résiduelle

	Ankilimivory					Ampanihy				
	Nbre	DC	D	P	TP	Nbre	DC	D	P	TP
<i>Anopheles gambiae</i> l.s.	7	0,7	7	5	5/7	3	0,3	3	3	3/3
<i>Anopheles funestus</i>	12	1,2	12	6	6/12	0	-	0	-	-
<i>Culex antennatus</i>	0	0	0	-	-	30	3	0	-	-
<i>Culex quinquefasciatus</i>	2	0,2	0	-	-	0	0	0	-	-
<i>Mansonia uniformis</i>	0	0	0	-	-	2	0,2	0	-	-

Nbre = nombre DC = densité par chambre P = pare TP = taux de parité
ma = densité agressive = nombre de piqûre par homme par nuit (p/h/n)

DISCUSSION ET CONCLUSION

A Ankilimivory, l'indice plasmodique global est de 15% en Avril 1995 (fin de la saison des pluies), alors qu'il était de 45% en Juillet 1994 (différence significative, $p < 0,05$); l'indice plasmodique ne diminue pas avec l'âge.

Les deux vecteurs majeurs du paludisme, *A. gambiae* l.s. et *A. funestus* ont été mis en évidence. Le captureur, qui a été placé à l'extérieur de la maison, n'a récolté aucun moustique de l'espèce *A. funestus*. Ceci évoque une tendance à l'endophagie. L'abondance relative de la prise, en faune résiduelle, démontre l'endophilie de cette espèce. Ralamboson *et al.* avaient signalé, en 1975, la présence de cette espèce dans cette zone (entre 24° et 25° latitude Sud) au mois de Juin. Les prospections ont été faites aux mois de Février, Mars, Mai, Juin, Août et Septembre [4].

A. gambiae l.s. a été retrouvé aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais la majorité (11/14) a été récoltée à l'extérieur, montrant ainsi l'exophagie.

A Ampanihy, l'indice plasmodique global est de 35% en Avril 1995, alors qu'il était de 18% en Juillet 1994 (différence significative, $p < 0,05$); l'indice plasmodique est élevé dans toutes les tranches d'âge (alors qu'en Juillet 1994, on notait un abaissement progressif à partir de 5 ans).

Aucun vecteur du paludisme n'a été capturé à l'intérieur des habitations et *A. gambiae* l.s. a figuré parmi les espèces prises à l'extérieur. Ceci est toujours en faveur de la tendance à l'exophagie.

En faune résiduelle matinale, seul *A. gambiae* a été retrouvé.

L'absence d'*A. funestus* correspond aux observations de Ralamboson *et al.*, en 1975 [4], qui

ne l'avait pas mis en évidence dans la zone avant le mois de Juin, et à celles de l'équipe du Service de Surveillance Epidémiologique qui l'a retrouvé en Juillet 1994 [1]. Cette espèce n'apparaîtrait alors que plus tard dans le temps, notre passage ayant eu lieu à la fin du mois d'Avril.

A. funestus aurait ainsi joué un rôle dans l'épidémie de Juin-Juillet 1994 à Ankilimivory. C'est une période où l'espèce est rencontrée dans le village et la zone : notre investigation l'a révélée dans le village à la fin du mois d'Avril, et Ralamboson *et al.* l'avaient mise en évidence dans la zone au mois de Juin 1975. Par ailleurs, la fraîcheur commence à se sentir pendant la nuit, et tout le monde dort à l'intérieur. Le contact avec *A. funestus* qui préfère pénétrer à l'intérieur pour piquer, d'après les résultats de cette enquête, devient plus serré.

La responsabilité d'*A. funestus*, dans la situation qui a prévalu du temps des campagnes de lutte antivectorielle des années 1950, a été déjà soupçonnée par Ralamboson *et al.*, en comparant la rapidité de régression des indices spléniques après la campagne 1952-1953, rapportée par le Colonel Bernard [4]. Il y est mentionné que pour la province de Tananarive, où la responsabilité d'*A. funestus* est incontestée, l'indice est passé de 44,8 à 7,9; pour la province de Tuléar une régression de 40,4 à 26,7 a été observée, chute plus importante que pour la province de Tamatave (de 36,8 à 31,1) où la responsabilité est partagée entre *A. funestus* et *A. gambiae*.

La persistance de l'hypoendémie et le rôle de *A. funestus* dans le Sud de Madagascar masqué par les conditions bioclimatiques doivent désormais être pris en compte. Jusqu'à présent, dans cette région, les rares épidémies ne surviennent que lorsqu'il y a une condition climatique favorable à son éclosion, en particulier la pluviométrie. Cette situation peut être bouleversée par d'autres facteurs liés au développement dont l'impact potentiel sur l'environnement est insuffisamment étudié : irrigation, aménagement de rizières, impluvium, etc.

REFERENCES

- 1- Champetier de Ribes G, Ranaivoson G, Rakotoherisoa E, Rakotoson ID, Andriamahefazafy B. Une épidémie de paludisme dans le sud de Madagascar? *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1994; 61: 66-69.
- 2- Cornet A. Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. Notice Explicative N°55, ORSTOM, 34p.
- 3- Lepers JP, Fontenille D, Andriamangotiana-Rason MD, Deloron P, Coulanges P. Facteurs écologiques de la recrudescence du paludisme à Madagascar. *Bull Soc Path Ex* 1990; 83 : 330-341.
- 4- Ralamboson D, Randriamanantena D. Mise au point sur la répartition d'*Anopheles funestus* à Madagascar. *Cahier Méd Madagascar* 1975; 1-2 : 61-71.