ÉTUDE LONGITUDINALE SUR LES GITES LARVAIRES D'*ANOPHELES GAMBIAE* s. l. DANS UN CANTON DE LA PROVINCE D'ANTANANARIVO (HAUTES TERRES CENTRALES DE MADAGASCAR)

B. RAVONIHARIMELINA*, R. ROMI**, G. SABATINELLI**

RÉSUMÉ

Une étude longitudinale sur la productivité en *Anopheles* des différents types de gîtes larvaires a été menée, pendant une année, dans le canton d'Alasora, sur les Hautes Terres Centrales de Madagascar. Les densités d'*Anopheles gambiae* s. l. les plus élevées ont été relevées dans les gîtes temporaires tels que les petites flaques d'eau de pluie. Toutefois, les gîtes les plus importants sont les rizières, qui occupent deux tiers du territoire. Le décalage des deux cycles de culture du riz (« varyaloha » et « vakiambiati ») assure

une production larvaire continue ainsi que la présence d'*A. gambiae* toute l'année. Les différentes phases de culture du riz conditionnent la présence et les densités des larves dans les rizières. Les premières phases de culture, lorsque les jeunes plants sortent de l'eau, représentent les gîtes les plus productifs. Par contre les rizières en pleine culture, avec des plantes hautes, ne sont pas favorables à la colonisation d'*A. gambiae*.

SUMMARY: Longitudinal study on *Anopheles gambiae* s. l. breeding sites in a district of Antananarivo province (Madagascar Highlands).

This field study was designed to measure the *Anopheles* productivity of different larval breeding sites, in Alasora district, Madagascar Highlands. The study covered a period of one year. The highest *A. gambiae* s. l. larval densities were recorded in temporary breeding sites like small rainy water pools. Although rice-lands have lower larval densities, represent the most important breeding sites because of the extensive area that cover 2/3 of the district. The asynchronous two planting cycles (« varyaloha » and

« vakiambiati ») in the ricefields ensure a continual production of *A. gambiae* larval stages during all the year. The different stages of rice plants growth may influence the presence and the density of larval population in the fields. Fields with rice in the early stages of growth, with young short plants, represent the most productive breeding sites. On the contrary field in full growth with dense and long plants do not allow the development of *A. gambiae* larvae.

INTRODUCTION

Les gîtes larvaires des moustiques de Madagascar ont fait l'objet de nombreuses études jusqu'en 1952 (Legendre, 1918; Couvy, 1925; Monier, 1937). En 1951, Doucet conclut que la « Grande Ile semble caractérisée par l'absence de gîtes potentiels, propres à une espèce déterminée ». Toutefois, Lacan (1955) fournit une description détaillée de l'écologie des diverses espèces anophéliennes, en mettant en évidence des préférences spécifiques dans la colonisation des différents gîtes par les anophèles. Grjebine (1956, 1966) et plus récemment Randriamanantena (1977), ont souligné l'importance des gîtes créés par les activités humaines dans l'épidémiologie du paludisme à Madagascar. En particulier, les rizières des Hautes Terres Centrales présentent des

variétés de biotopes généralement défavorables à la vie larvaire, mais à certaines périodes, plus ou moins longues selon les espèces, elles pourraient être aptes à la colonisation.

L'application de méthodes de contrôle antivectoriel intégrées dans les rizières des Hautes Terres Centrales de Madagascar nécessite une connaissance plus précise de l'écologie larvaire. Dans le cadre de la Coopération Italie-Madagascar, Programme de Lutte contre le Paludisme, une étude sur les gîtes larvaires a été effectuée dans un canton de la province d'Antananarivo afin de mieux déterminer la fréquence des vecteurs du paludisme dans les divers gîtes, selon les saisons, les cycles et les phases de culture du riz.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

ZONE D'ÉTUDE

Cette étude a été menée en 1989, pendant 12 mois, dans les 21 villages du canton d'Alasora. D'une superficie de 97 km², il s'étend au sud sud-est de la ville d'Antananarivo (fig. 1). Une colline, dont le point culminant se situe à une altitude de 1 350 m,

* Ministère de la Recherche Scientifique et Technologique, Centre National pour la Recherche sur l'Environnement, Tsimbazaza, Antananarivo.

** Istituto Superiore di Sanità, Lab. Parasitologie, viale Regina Elena 299, 00161 Rome.

Accepté le : 19 décembre 1991.

domine une vaste plaine à une altitude de 1 250 m, cultivée en rizières, représentant 3/4 du territoire (fig. 1). Ce canton compte une population de 13 750 habitants. Les données climatiques présentées au *tableau 1* font référence à celles de la station d'Antananarivo, située à 8 km au nord d'Alasora. Durant la saison chaude et pluvieuse, la température moyenne est de l'ordre de 25° C. Durant la saison sèche et froide, elle est de 15° C.

Dans ce canton sont effectués 2 cycles de culture du riz. Le premier, appelé « varyaloha » ou culture d'avant saison, débute au mois de juin et la récolte s'effectue entre décembre et janvier. Le second, « vakiambiaty » ou cycle de pleine saison, s'étend pendant toute la saison des pluies (octobre à mars) et la récolte commence au mois de mars-avril. Pour le premier cycle, les surfaces irriguées sont beaucoup moins importantes que pour le second.

FIG. 1. — Zone d'étude.

TABLEAU I. — Données climatiques de la ville d'Antananarivo en 1989.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Température en °C	21,8	25,6	21,2	19,9	18,1	16,4	15,6	14,8	16,9	19,4	20,1	20,7
Pluviométrie en mm	146,1	340,1	32,5	15,6	42,6	0,3	4,7	11,8	3,2	49,2	105,8	337,5

Les rizières sont alimentées par un système d'irrigation qui utilise l'eau provenant de la rivière Ikopa (limite nord et est du canton) et par les eaux souterraines qui se mélangent avec les eaux pluviales, suivant la saison.

CONTEXTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Anopheles funestus et *Anopheles gambiae* s. l. sont les deux vecteurs présents dans le canton (Severini *et al.*, 1990a). En juin 1989, dans le village de Mahitsy, situé à 3,5 km du chef-lieu Alasora, l'indice parasitaire de *Plasmodium falciparum* chez les enfants jusqu'à 15 ans était de 67 % (Severini *et al.*, 1990b). Des données non publiées, récoltées dans le dispensaire du même village, indiquent qu'en 1989, sur 3 086 consultations, ont été enregistrés 488 cas fiévreux attribués au paludisme, dont 9 suivis de décès. 70 % environ de ces fièvres se sont manifestées entre janvier et mai.

TYPES DE GÎTES PROSPECTÉS

Les gîtes larvaires prospectés étaient de 16 types différents, groupés comme suit : rizières, gîtes temporaires et gîtes permanents. Pour les rizières, la classification des gîtes selon les différentes phases de culture suit celle décrite par Randriamanantena (1979).

Les pépinières

La surface moyenne d'une pépinière familiale est de 40 m² environ, pour une profondeur moyenne de 10 cm. Les phases de culture et les caractéristiques des gîtes sont les suivantes :

Stade 1 (P1) : la pépinière vient d'être labourée, irriguée et piétinée. L'ensemencement du riz se fait lorsque l'eau est redevenue claire, afin de pouvoir contrôler l'homogénéité de la répartition des graines. Toute végétation est absente pendant le piétinage.

Stade 2 (P2) : les jeunes plants de riz sortent de l'eau et atteignent une hauteur d'environ 15 à 30 cm. L'eau est claire et exposée au soleil.

Stade 3 (P3) : les jeunes plants de riz ont été arrachés pour le repiquage. Il ne reste que très peu d'eau, avec de la boue en suspension.

Les rizières

Leurs dimensions sont variables, avec une superficie moyenne de 250 m². La profondeur de l'eau varie entre 5 et 30 cm selon les phases de culture qui sont :

Stade 1 (R1) : la rizière vient d'être labourée, irriguée et piétinée. Le socle est bien ramolli et apte à recevoir les jeunes plants de riz provenant de la pépinière. L'eau est très boueuse et sans végétation.

Stade 2 (R2) : la rizière est récemment repiquée. Les plants de riz sont bien espacés. L'eau stagnante commence à devenir plus limpide et est encore bien ensoleillée.

Stade 3 (R3) : le riz est en pleine croissance et donne beaucoup d'ombre car les plants peuvent atteindre 1 m de hauteur. L'eau est limpide.

Stade 4 (R4) : le riz est en voie de récolte : les plants de riz commencent à jaunir. L'eau est ombragée.

Stade 5 (R5) : la rizière est en jachère, les plants de riz venant d'être coupés. Il ne reste que les pieds de riz au ras de l'eau qui n'est donc plus ombragée.

Stade 6 (R6) : la rizière abandonnée, non cultivée est transformée en une vaste prairie inondée. Les canaux d'évacuation ne fonctionnent pas, l'eau est donc stagnante et les herbes sauvages poussent librement.

Les canaux d'irrigation (I) alimentent les rizières et les pépinières. La profondeur de l'eau varie entre 30 et 40 cm, selon les nécessités et y demeure toute l'année lorsqu'ils sont alimentés par la rivière.

Les fosses à décantation de sable (S) sont des trous servant

à emmagasiner les sables entraînés par l'eau allant se déverser dans les rizières. D'une superficie de 4 m², leur profondeur peut atteindre 1,50 m.

Les gîtes temporaires

Ils peuvent être d'origines diverses :

— gîtes temporaires d'origine pluviale : flaques d'eau de petites et moyennes dimensions (maximum 3 m²), provoquées par le remplissage des trous et des empreintes dans le terrain pendant la saison pluvieuse (GT1). Elles sont toujours bien ensoleillées ;

— gîtes temporaires alimentés par la nappe phréatique : ce sont les trous de carrières à briques (GT2) et les trous dans les canaux en décrue pendant la saison sèche (GT3).

Les gîtes permanents

Entrent dans cette catégorie les puits d'arrosage (GP1), les mares et les grandes collections d'eaux stagnantes (GP2).

Méthodologie d'échantillonnage

Afin de déterminer la présence des différentes espèces anophéliennes dans les gîtes larvaires potentiels, des prospections larvaires systématiques ont été effectuées tous les 15 jours, dans les récoltes d'eau dont la superficie était supérieure à un demi-mètre carré. Des échantillonnages par puisage ont été effectués tous les 5 m sur le pourtour des rizières et tous les mètres carrés dans les autres gîtes. Pour le puisage de l'eau, ont été utilisés une louche de 12 cm de diamètre et de 6 cm de profondeur pour les gîtes de faibles dimensions, et un plateau émaillé de 25 cm de diamètre, pour les autres. La louche et le plateau avaient la même contenance, soit 300 ml. Le matin, durant les prospections, la température de l'eau a été mesurée au moyen d'un thermomètre à immersion. Toutes les larves récoltées ont été fixées dans l'alcool à 70°, identifiées et comptées au laboratoire.

RÉSULTATS

Durant cette étude, 335 gîtes ont été prospectés, dont 274 rizières et pépinières, 45 gîtes temporaires et 16 gîtes permanents. 9 959 puisages ont été effectués.

La température moyenne des pépinières et des rizières durant les deux cycles de culture a été la suivante :

1^{er} cycle : température moyenne de la pépinière : 13° C
température moyenne de la rizière : 19° C

2^e cycle : température moyenne de la pépinière : 15° C
température moyenne de la rizière : 22° C

DENSITÉS LARVAIRES DANS LES DIFFÉRENTS GÎTES

Dans le *tableau II* est indiqué le nombre total de larves de trois espèces recueillies dans les 16 types de gîtes prospectés. Au total, 32 055 larves d'*Anopheles* ont été recueillies, dont 52 % d'*A. coustani*, 29 % d'*A. squamosus* et 19 % d'*A. gambiae* s. l.

Des larves ont été trouvées dans tous les types de gîtes, à l'exception des fosses à décantation de sable (S). Celles d'*A. coustani* et d'*A. squamosus* n'étaient absentes que dans les gîtes temporaires (GT), à l'exception des carrières à briques (GT2) où a été trouvée *A. squamosus*.

TABLEAU II. — Nombre total de larves recueillies dans les différents gîtes larvaires prospectés.

Gîtes larvaires	Nbre puisages	A. gambiae	A. coustani	A. squamosus
P1	420	0	26	41
P2	887	2 528	1 104	332
P3	353	0	102	19
R1	376	0	1 288	676
R2	1 043	1 114	902	242
R3	821	0	2 121	1 253
R4	824	0	1 626	927
R5	1 984	364	2 672	819
R6	1 419	203	4 072	3 120
I	541	0	515	212
S	26	0	0	0
GT1	124	1 561	0	0
GT2	110	280	0	56
GT3	101	49	0	0
GP1	282	60	254	86
GP2	648	0	1 944	1 490
Total	9 959	6 159	16 623	9 273

Aucune larve d'*A. funestus* n'a été trouvée, probablement à cause de la méthode d'échantillonnage adoptée. En effet, les larves d'*A. funestus* semblent stationner dans la partie centrale des grandes récoltes d'eau et peuvent s'immerger à la moindre alerte et rester longtemps au fond (Gilles et de Meillon, 1968).

Dans 52 % des gîtes ont été récoltées des larves d'*A. gambiae*. Les gîtes où l'on rencontre exclusivement *A. gambiae* (GT1 et GT3) sont des gîtes temporaires, formés par les eaux pluviales, troubles et souvent encombrés de débris végétaux, mais bien ensoleillés. C'est dans les flaques formées par le remplissage des trous et empreintes (GT1) qu'ont été trouvées les concentrations larvaires les plus élevées : 7-18,8 larves par puisage (l/p).

Dans les caves à briques (GT2) qui présentent des caractéristiques

semblables à celles des gîtes temporaires décrits ci-dessus, mais peuvent atteindre une dimension de plusieurs dizaines de mètres carrés, les densités larvaires variaient entre 0 et 5,5 l/p d'*A. gambiae*.

Dans les pépinières avec des jeunes plantes de riz (P2), où l'eau est bien ensoleillée, ont également été trouvées des fortes densités larvaires d'*A. gambiae* (1,9-5,9 l/p).

Les rizières récemment repiquées (R2) étaient également positives pour les larves d'*A. gambiae*, mais avec des densités nettement plus faibles (0,5-1,9 l/p).

Les rizières en jachère (R5) présentaient de faibles densités d'*A. gambiae* (0-0,5 l/p). Il en va de même pour les rizières incultes (R6) et les puits d'arrosage (GP1).

Aucune larve d'*A. gambiae* n'a été trouvée dans les P1, P3, R1, R3, R4, I et GP2 tandis que celles d'*A. coustani* et *A. squamosus* y étaient nombreuses.

VARIATIONS MENSUELLES DES DENSITÉS LARVAIRES

Le tableau III montre, par mois, le nombre moyen des larves d'*A. gambiae* par puisage dans les divers gîtes naturels et dans les rizières, pendant les deux cycles de culture. Les larves d'*A. gambiae* étaient présentes toute l'année, sur l'ensemble du territoire ayant fait l'objet de l'enquête, mais avec des densités variant selon la période.

Les gîtes permanents étaient colonisés exclusivement en saison sèche, lorsque le niveau de l'eau est réduit et les densités larvaires relevées y étaient faibles (0,2-1 l/p). Par contre, les gîtes temporaires, surtout présents pendant la saison des pluies (octobre-mars), avaient les densités larvaires les plus élevées (3,1-13,2 l/p).

En ce qui concerne les pépinières et les rizières, il faut tenir compte des deux cycles de culture du riz. Au mois de mai, il n'y avait que des rizières en jachère et des rizières

TABLEAU III. — Nombre moyen de larves d'*A. gambiae* s. l. par puisage. Le chiffre entre parenthèses représente le nombre total de puisages effectués.

TYPE GITE	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
P1						0,00 (131)	0,00 (103)	0,00 (50)	0,00 (53)	0,00 (83)		
P2						1,88 (69)	2,23 (210)	3,21 (174)	2,22 (166)	2,58 (174)	5,88 (94)	
P3								0,00 (98)	0,00 (86)	0,00 (91)	0,00 (78)	
R1	0,00 (91)								0,00 (63)	0,00 (36)	0,00 (54)	0,00 (132)
R2	1,92 (132)	1,86 (184)	0,52 (190)	0,13 (148)					0,49 (59)	0,73 (83)	0,90 (127)	1,64 (120)
R3	0,00 (206)	0,00 (266)	0,00 (290)	0,00 (59)								
R4	0,00 (96)	0,00 (88)	0,00 (101)	0,00 (178)	0,00 (196)	0,00 (165)						
R5			0,10 (217)	0,01 (195)	0,29 (861)	0,13 (292)	0,02 (122)	0,08 (168)	0,55 (49)	0,12 (80)		
R6			0,00 (265)	0,01 (270)	0,46 (180)	0,40 (226)	0,04 (73)	0,03 (61)	0,02 (89)	0,25 (79)	0,00 (61)	0,00 (115)
I	0,00 (46)	0,00 (62)	0,00 (129)	0,00 (45)	0,00 (76)	0,00 (23)	0,00 (32)	0,00 (9)	0,00 (20)	0,00 (19)	0,00 (44)	0,00 (36)
S											0,00 (14)	0,00 (12)
GT1	18,85 (28)	13,12 (31)	10,13 (45)								9,33 (13)	7,00 (7)
GT2	3,15 (20)	3,37 (24)	5,52 (21)	0,00 (15)	0,00 (11)	0,00 (11)	0,00 (8)				1,00 (16)	0,25 (16)
GT3		0,00 (9)	0,00 (33)	3,27 (11)	0,85 (7)	0,25 (8)	0,20 (10)	0,15 (13)	0,10 (10)			
GP1	0,00 (31)	0,00 (33)	0,00 (27)	1,00 (20)	0,36 (22)	0,40 (20)	0,30 (20)	0,20 (20)	0,27 (22)	0,36 (22)	0,00 (22)	0,00 (23)
GP2	0,00 (88)	0,00 (79)	0,00 (73)	0,00 (64)	0,00 (66)	0,00 (46)	0,00 (30)	0,00 (31)	0,00 (37)	0,00 (33)	0,00 (51)	0,00 (50)

abandonnées après la récolte du cycle du vakiambiaty. Dans ces types de gîtes, les densités n'étaient pas très élevées (0,3-0,4 l/p). En juin, juillet et août, on a enregistré une augmentation des gîtes larvaires potentiels, due à la mise en exploitation des pépinières du varyaloha qui viennent s'ajouter aux gîtes précédents. En septembre, octobre et novembre, on atteint l'extension maximale des gîtes potentiels, lorsque les rizières récemment repiquées (R2) du varyaloha (0,5-1,6 l/p) s'ajoutent aux pépinières du vakiambiaty (2,2-5,9 l/p). De décembre jusqu'en avril, on a enregistré une diminution des gîtes larvaires, constitués uniquement par les rizières en R2 du vakiambiaty (0,1-1,9 l/p). Entre mars et avril, s'ajoutent les rizières en jachère du varyaloha.

CONCLUSIONS

Les résultats de l'étude menée dans le canton d'Alasora (province d'Antananarivo) concordent avec ceux mis en évidence par Grjebine (1966) et Randriamanantena (1977). Les gîtes larvaires créés par l'homme (rizières, puits, caniveaux) occupent une place très importante dans l'épidémiologie du paludisme. Le décalage des deux cycles de culture du riz (varyaloha et vakiambiaty) assure une production larvaire continue qui, sinon, serait liée à la saison des pluies, lors de la formation des gîtes temporaires naturels. Les larves d'*Anopheles gambiae* s. l. sont donc présentes toute l'année, colonisant différents gîtes selon la saison. En effet, la présence d'*A. gambiae*, agressif sur l'homme et en repos dans les habitations, pendant toute l'année, avec un pic saisonnier entre novembre et mars, a été mise en évidence dans d'autres villages de la même province où sont effectués deux cycles de culture du riz (Chauvet *et al.*, 1961).

La présence de larves dans les rizières est conditionnée par les différentes phases de culture du riz qui déterminent des modifications importantes dans les caractéristiques des gîtes. Les pépinières avec des jeunes plants de riz sortant de l'eau (P2), dont les petites surfaces sont bien ensoleillées, présentent les plus hautes densités larvaires. En effet, leurs caractéristiques se rapprochent de celles des gîtes temporaires naturels d'*A. gambiae*. Il faut toutefois tenir compte du fait que leurs surfaces totales ne représentent qu'un sixième environ de celles des rizières en pleine culture. De plus, la mise en culture des pépinières intervient dans la période la plus froide de l'année, lorsque le cycle de développement larvaire est ralenti par la basse température de l'eau (13-15° C). Par contre, dans les rizières repiquées (R2), les plus faibles densités larvaires correspondent à l'extension maximale des gîtes qui, en pleine saison, peut atteindre 6 000 ha sur l'ensemble du territoire. La température de l'eau plus élevée raccourcit la durée du cycle de développement larvaire. Ces données concordent avec celles concernant *A. gambiae* s. l., recueillies dans d'autres situations épidémiologiques (Lacey et Lacey, 1990), en particulier au Kenya

(Grainger, 1947; Chandler and Highton, 1976; Service 1977) et en Sierra Leone (Muirhead-Thomson, 1945).

L'absence d'*A. gambiae* dans certains gîtes larvaires et la présence d'autres espèces anophéliennes dans les mêmes gîtes indiquent un choix pour certains biotopes.

L'utilisation d'une variété de riz plus haut et une plantation plus serrée, associées à d'autres mesures de contrôle biologique telles que l'introduction de poissons larvivores pourraient contribuer au contrôle antivectoriel du paludisme sur les Hautes Terres Centrales de Madagascar.

RÉFÉRENCES

- Chandler J. A., Highton R. B. : The breeding of *Anopheles gambiae* Giles (Diptera: Culicidae) in rice fields in the Kisumu area of Kenya. *J. Med. Entomol.*, 1976, 13, 211-215.
- Chauvet G., Coz J., Gruchet H., Grjebine A., Lumaret R. : Contribution à l'étude biologique des vecteurs du paludisme à Madagascar. Résultats de 5 années d'études (1958-1962). *Med. Trop.*, 1961, 24, 27-44.
- Couvy L. : Le fonctionnement du service de défense contre le paludisme à Madagascar. *Ann. Med. Pharm. Colon.*, 1925, 23, 238-264.
- Doucet J. : Les Anophélins de la Région Malgache. Tsimbazaza-Tananarive, Institut Scientifique de Madagascar (vol. hors série), 1951.
- Gillies M. T., de Meillon B. : The Anophelinae of Africa South of Sahara (Ethiopian zoogeographical region). 2nd ed. *South Afr. Inst. Med. Res.*, 1968, 54, 1-343.
- Grainger W. E. : The experimental control of mosquito breeding in rice fields in Nyanza Province, Kenya, by intermittent irrigation and other methods. *East Afr. Med. J.*, 1947, 24, 16-22.
- Grjebine A. : Aperçu sommaire du peuplement anophélien de Madagascar. *Bull. World Health Org.*, 1956, 15, 593-611.
- Grjebine A. : Insectes Diptères Culicidae Anophelinae. *Faune de Madagascar*, 1966, 22, 1-487.
- Lacan A. : Les gîtes larvaires des anophélins de Madagascar. *Mém. Inst. Scient. Madagascar*, 1955, 6, 349-374.
- Lacey L. A., Lacey C. M. : The Medical Importance of Riceland Mosquitoes and their Control Using Alternative to Chemicals Insecticides. *J. Am. Mosq. Contr. Assoc.*, 1990, (supplement), 6, 1-93.
- Legendre J. : Biologie des Anophélins à Tananarive. *C. R. Soc. Biol.*, 1918, 81, 493-495.
- Muirhead-Thomson R. C. M. : Studies on the breeding places and control of *Anopheles gambiae* and *A. gambiae* var. *melas* in coastal district of Sierra Leone. *Bull. Entomol. Res.*, 1945, 45, 185-252.
- Randriamanantena D. : Anophèles et rizières à Madagascar. *Bull. Acad. Malgache*, 1979 (1977), 55, 155-171.
- Service M. W. : Mortalities of immature stages of species B of the *Anopheles gambiae* complex in Kenya: comparison between rice fields and temporary pools, identification of predators and effect of insecticidal spraying. *J. Med. Entomol.*, 1977, 13, 535-545.
- Severini C., Fontenille D., Ramiakajato M. R. : Importance d'*Anopheles funestus* dans la transmission du paludisme au hameau de Mahitsy, à Tananarive, Madagascar. *Bull. Path. Exot.*, 1990a, 83, 114-116.
- Severini C., Fontenille D., Ramiakajato M. R. : Etude préliminaire sur la transmission du paludisme en fin de saison des pluies à Mahitsy près de Tananarive. *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, 1990b, 57, 323-334.