Zeitschrift: Acta Tropica

Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)

Band: 45 (1988)

Heft: 4

Artikel: Etude écologique des "Culicidae" adultes et larvaires dans une rizière en Vallée du Kou, Burkina Faso

Autor: Robert, V. / Ouari, B. / Ouedraogo, V.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-314093

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Acta Tropica 45, 351–359 (1988)

[1] Entomologistes médicaux, Antenne ORSTOM du Centre Muraz, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
[2] Technicien entomologiste ORSTOM, même adresse
[3] Infirmier spécialiste OCCGE, même adresse
[4] Adresse actuelle: OCEAC, B.P. 288, Yaoundé, Cameroun

Etude écologique des *Culicidae* adultes et larvaires dans une rizière en Vallée du Kou, Burkina Faso

V. ROBERT[1], B. OUARI[2], V. OUEDRAOGO[3], P. CARNEVALE[1, 4]

Summary

Title: Ecological study of adult and larval *Culicidae* in a rice field of the Kou Valley, Burkina Faso

An entomological survey based on collections of human bait mosquitoes and of mosquito larvae was carried out through one year in a rice-field, the Kou Valley of southwest Burkina Faso. Each year, in this irrigated rice field there are two crops of rice, one during the dry season and another during the wet one. Between the two rice cycles irrigation is interrupted and the rice field becomes dry. The rice crop cycle moves through several stages, all of which have positive or negative effects on the development of the larvae of most abundant mosquitoes species. Rice cultivation does not explain however entirely the ecology of mosquito populations. Two main limiting factors for mosquito development are highlighted: the season with two periods (1. dry, 2. wet) and the rice cultivation with three periods (1. start of the flooding, growing rice transplantation and tillering, 2. rice heading and flowering, 3. rice maturation and harvest).

The development of a majority of mosquito species depends strictly on rice growth: (i) *Anopheles gambiae* s.1. uses the whole rice field during the first period of rice cultivation until growing rice protects the larval breeding places from solar radiation. It is the most frequent mosquito (53% of the man-biting mosquitoes caught). 5% of its larvae are parasitized with a fungus *Coelomomyces* sp., (ii) *A. pharoensis* has its maximum density during the second period of rice cultivation, as *Culex* gr. *decens;* both seem to succeed better in the dry season, contrary to all other anophelines, (iii) *A. coustani* profits by the third period when the pH of the breeding places becomes basic. The succession of these three anophelines seems to be generally apparent in African rice fields.

Correspondance: Pierre Carnevale, OCEAC, B.P. 288, Yaoundé, Cameroun

Other mosquitoes species above all depend on the season: (i) *A. funestus* represents only 1% of man-biting mosquitoes caught and is not found at larval stages. Its maximum density is observed at the end of the wet season, as is also normal in the surrounding areas. It is quite possible that adults of this species are issued from larval breeding places outside of the rice fields, (ii) *Mansonia africana* and *M. uniformis* get an advantage during the wet season especially at its end when the rice is mature, (iii) *Culex* genus get an advantage during the dry season. *C. poicilipes, C. univittatus* and *C. antennatus* have a maximum density at the third period of rice cultivation. *C. quinquefasciatus* population is constant.

Key words: rice field; mosquito ecology; *Anopheles gambiae; A. pharoensis; A. coustani; A. funestus;* Burkina Faso; West Africa.

Introduction

Les rizières constituent habituellement des biotopes très favorables à de nombreuses espèces culicidiennes (Surtees, 1970). Ceci a été vérifié par Chandler et Highton au Kenya (1975) et par Snow en Gambie (1983) qui ont aussi observé que les productions maximales de chacune des différentes espèces culicidiennes se succèdent selon une chronologie dépendante de la riziculture. Nous avons cherché à savoir si ces observations se vérifiaient dans la rizière de la Vallée du Kou au Burkina Faso.

Les moustiques agressifs pour l'homme dans le sud-ouest du Burkina Faso ont déjà fait l'objet d'études (Hamon, 1963). Les vecteurs majeurs des paludismes et de la filariose de Bancroft sont *Anopheles gambiae* et *A. funestus* (Hamon et al., 1956).

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude appartient à la marge méridionale des savanes soudaniennes. Le climat se caractérise par une saison pluvieuse de mai à octobre avec un maximum de précipitation en août et une saison sèche de novembre à avril; la moyenne annuelle des précipitations est 1000 mm.

La zone de la Vallée du Kou a été aménagée vers 1970 (Carnevale et Robert, 1987) et couvre 1000 hectares d'un seul tenant à 30 km au nord de Bobo-Dioulasso dans le sud-ouest du Burkina Faso. Quelques 12000 personnes vivent de la riziculture et habitent dans sept villages implantés soit à l'intérieur de la rizière soit à sa périphérie immédiate. Les riziculteurs appartiennent tous à la même coopérative agricole dont la direction décide du calendrier de culture et gère l'apport en eau pour l'irrigation. Deux cycles annuels de riziculture se déroulent (Robert et al., 1985): l'un en saison pluvieuse où le repiquage des jeunes pousses a lieu en août et où la récolte des épis mûrs a lieu en décembre, l'autre en saison sèche entre février et juin. L'irrigation se fait grâce à un petit barrage sur une rivière permanente (le Kou) et un réseau d'amenée et de distribution de l'eau. Entre deux cycles de culture l'irrigation est stoppée et la rizière asséchée.

Méthodes entomologiques

L'étude des stades imaginaux s'est déroulée de février à décembre 1984 dans un village du centre de la rizière, VK 4 (prononcé «Vallée du Kou numéro 4») et a été basée sur la collecte des moustiques agressifs pour l'homme, la nuit, à l'intérieur des maisons. 24 nuits de capture sur sujets humains ont été organisées de 20 h à 06 h, deux nuits consécutives toutes les quatre semaines, avec quatre captureurs par nuit, soit au total 96 hommes-nuits.

L'étude des stades larvaires s'est déroulée de mai 1984 à mai 1985 avec une interruption en décembre et janvier lors de l'assèchement de la rizière. Le même récolteur de larves de moustiques a prospecté le matin durant toute l'étude dans les mêmes collections d'eau choisis pour leurs représentativités: des casiers de riziculture, des canaux principaux en ciment et secondaires en terre pour la circulation de l'eau, une mare naturelle permanente et une rivière semi-permanente dans l'enceinte du périmètre rizicole. Les larves récoltées à la louche ou directement à la pipette ont été fixées et éclaircies dans du lactophénol puis montées entre lame et lamelle dans du PVA. La détermination spécifique a été effectuée sur des critères morphologiques et la présence éventuelle de spores de champignon parasite dans les larves a été notée. La température des collections d'eau a été notée systématiquement. En 1985 le pH de l'eau a été mesuré sur le terrain avec un appareil portable.

Résultats

Les moustiques adultes

Un total de 6804 moustiques appartenant à quatre genres, a été capturé sur sujets humains.

Le genre *Anopheles* est représenté par cinq espèces et correspond à 76,5% des captures.

Les individus endophiles du complexe *Anopheles gambiae* de ce village appartiennent pour plus de 95% à l'espèce *A. gambiae* et le reste à *A. arabiensis* (Robert et al., à paraître). Ce complexe représente à lui seul 53% des moustiques capturés. Il existe deux maxima annuels de densité d'*A. gambiae* s.l. (Tab. 1): l'un en saison sèche, lors de la mise en eau de la rizière, lors du repiquage des semis de riz et lors de la montaison des jeunes pousses; l'autre, quantitativement supérieur, en saison pluvieuse, lors des même phases de culture du riz. La densité d'*A. gambiae* s.l. est plus élevée en saison pluvieuse (68% des effectifs de l'espèce) qu'en saison sèche.

A. pharoensis est la seconde espèce la mieux représentée avec 20% des moustiques capturés. Il présente, comme *A. gambiae,* deux maxima de densité qui suivent dans le temps ceux de ce dernier, lors de l'épiaison du riz; contrairement à *A. gambiae* le pic de saison sèche est plus important que celui de saison pluvieuse.

A. coustani présente presque toute l'année une densité très faible sauf en mai et fin-octobre où 92% des effectifs de cette espèce sont observés. Ces maxima de densité correspondent aux phases de maturation de l'épi de riz et à la récolte alors que le casier à riz est en cours d'assèchement; le pic de saison sèche est moins important que celui de saison pluvieuse.

A. funestus est très faiblement représenté pendant toute l'année mais présente un pic de densité à la fin de la saison pluvieuse.

Tableau 1. Nombre d'imagos des principaux *Anopheles, Mansonia* et *Culex* agressifs pour l'homme en 1984 dans un village de rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso

	Mois/Jours												
	f 21+22	m 20+21	a 18+19	m 15+16	j 12+13	j 10+11	a 7+8	s 3+4	2+3	o 30+31	n 27+28	d 26+27	Total
A. gambiae	296	**359**	86	214	226	455	635	**650**	417	209	33	3	3583
A. pharoensis	4	162	**431**	226	37	27	4	37	**264**	125	9	3	1329
A. coustani	3	0	6	**64**	1	1	0	0	4	**122**	2	0	203
A. funestus	1	0	1	3	2	2	0	0	0	**48**	31	1	89
A. nili	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	6
M. uniformis + *M. africana*	0	2	4	96	41	130	32	22	61	**532**	106	3	1029
C. poïcilipes	0	4	59	**212**	8	3	0	1	12	13	0	0	312
C. univittatus	9	1	0	**46**	1	0	3	0	0	0	3	2	65
C. antennatus	4	2	1	**41**	0	0	0	0	0	0	0	0	48
C. quinquefasciatus	24	10	23	17	9	11	14	3	3	2	2	2	120
Cycle du riz	repiquage		épiaison		récolte			repiquage		épiaison		récolte	
Saison	sèche					pluvieuse						sèche	

Six *A. nili* ont été capturés, tous pendant la saison pluvieuse.

Le genre *Mansonia* est observé avec *M. uniformis* et *M. africana* dont les dynamiques de population sont très comparables. *M. uniformis* représente 38% du genre *Mansonia* et *M. africana* 62%. Ces deux espèces représentent 15% des moustiques capturés. Elles sont observées toute l'année mais surtout en saison pluvieuse (60% des effectifs). Un seul maximum de densité existe en fin de saison pluvieuse.

Le genre *Culex* représente 8% de la capture. Il est surtout bien représenté en saison sèche. *C. poïcilipes, C. univittatus* et *C. antennatus* présentent un maximum de densité lors de la phase de maturation du riz, en saison sèche (Tab. 1). Par contre *C. quinquefasciatus* est rencontré toute l'année et ne présente pas de pic de densité, ses effectifs sont notables et stables de février à août et très faibles de septembre à décembre.

Enfin seulement 20 individus du genre *Aedes* sont observés, uniquement en saison pluvieuse. Les espèces *Ae. fowleri, Ae. luteocephalus* et *Ae. aegypti* ont été rencontrées et représentent 0,5% des captures. Ce genre est certainement sous-représenté à cause des captures qui ont débuté à 20 heures soit après le classique pic crépusculaire d'agressivité.

Les stades larvaires de moustiques

Un total de 2961 larves de moustique a été collecté, monté et déterminé à la suite de 88 collectes. Les trois genres *Anopheles, Culex* et *Aedes* ont été collectés.

Les larves du genre *Anopheles* avec 1973 larves représentent 67% du total.

A. gambiae s.l., comme dans l'étude des moustiques adultes est le mieux représenté avec 1144 exemplaires (39% des effectifs totaux). Les larves de ce complexe ont été rencontrées dans tous les types de gîte mais sont plus fréquentes dans les casiers à riz repiqué (39% des larves de l'espèce), les casiers à riz récolté en cours d'assèchement (21%) et les canaux en terre (27%). *A. gambiae* s.l. a été le seul à présenter des parasites: 5% des larves collectées ont été trouvées porteuses de spores de champignon du genre *Coelomomyces* et d'espèces non déterminées mais pouvant appartenir à celles déjà rencontrées dans la région chez *A. gambiae* (Coz, 1973). La proportion de larves parasitées n'est pas liée à un type particulier de gîte. Ces larves parasitées n'ont pas été observées en juin et juillet (Tab. 2).

A. coustani avec 428 larves (19% du total des larves) est numériquement la seconde espèce d'anophèle. Ses larves sont rencontrées principalement dans les casiers à riz avec épis en cours de maturation ou déjà mûrs (72% des larves de l'espèce) et les canaux en terre (21%).

A. pharoensis est rencontré à 345 exemplaires et représente 14% du total des larves; il est observé dans tous les types de gîtes mais surtout dans les casiers à riz avant que l'épi ne soit achevé (69% des larves de l'espèce).

La succession observée des maxima de densité de larves de ces trois principales espèces anopheliennes (Tab. 3) corrobore les observations faites sur les

Tableau 2. Nombre de larves d'*Anopheles gambiae* s.1. collectées et porteuses de spores de *Coelomomyces* sp. de mai 1984 à mai 1985 dans la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso

	Mois													
	m	j	j	a	s	o	n	d	j	f	m	a	m	Total
Collectées	0	185	169	293	169	68	53	–	–	39	149	14	5	1144
Parasitées	0	0	0	35 (12%)	18 (11%)	1 (1%)	0	–	–	0	5 (3%)	0	0	59 (5,2%)
Cycle du riz		récolte		repiquage		épiaison		récolte		repiquage		épiaison		
Saison			pluvieuse						sèche					

Tableau 3. Nombre de larves collectés par collecte, pour les espèces les plus fréquentes, de mai 1984 à mai 1985 dans la rizière de la Vallée du Kou, Burkina Faso

	Mois													
	m	j	j	a	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j
Nombre de collectes	1	13	15	14	12	10	4	0	0	2	8	3	6	0
A. gambiae	0	14,2	11,3	**20,9**	14,1	6,8	13,2	–	–	19,5	**18,6**	4,7	0,8	–
A. pharoensis	1	2,6	1,8	2,6	**12,2**	3,2	2,5	–	–	0,5	2,2	**5,7**	3,8	–
A. coustani	1	1,8	0,5	0,5	1,3	**23,5**	14,2	–	–	0	0,4	3,7	**11,2**	–
C. gr. decens	0	3,1	7,7	11,9	**13,3**	5,5	3,2	–	–	7,5	14,1	**27**	5,2	–
Cycle du riz		repiquage			épiaison			récolte			repiquage		épiaison	récolte
Saison			pluvieuse					sèche						

populations imaginales; pour ces espèces le pic de saison pluvieuse est supérieur à celui de saison sèche.

A. rufipes a été collecté à 43 exemplaires, *A. squamosus* à 12 et *A. nili* à 1.

Le genre *Culex* avec 882 larves représente 30% du total des larves capturées. Les *Culex* du groupe *decens* avec 790 larves représentent 90% des larves de ce genre et 28% du total des larves. Les larves de *C.* gr. *decens* sont rencontrées dans tous les types de gîtes, 60% proviennent des casiers à riz récemment repiqué ou récolté. *C. poïcilipes* a été collecté à 37 exemplaires avec un maximum en mai, *C. telesilla* a été collecté à 20 exemplaires, *C. univittatus* à 14, *C. annulioris* à 9, *C. quinquefasciatus* à 5, *C. guiarti* à 3, *C. perfuscus* à 2 et *C. tigripes* à 2.

Le genre *Aedes* est représenté par deux espèces rencontrées uniquement entre juin et août: *Ae. fowleri* avec 12 larves et *Ae. hirsutus* avec 94 larves; ce genre correspond à 4% du total des larves.

Les gîtes larvaires les plus productifs sont les casiers à riz (70% du total des larves) et les canaux d'écoulement et de distribution (29%). La mare et la rivière naturelles a seulement procuré 1% des larves. Les casiers à riz récemment repiqué procurent le plus de larve (55% des larves collectées en casier) et les casiers à riz mûr, le moins (16%); les casiers où le riz est soit récolté soit à repiquer produisent 27% des larves et les parties de casier aménagées en pépinière 2%. Les canaux en terre sont les plus productifs (79%); ceux cimentés, où le débit est plus important, sont les moins productifs (21%).

Les températures des collections d'eau varient entre 21° (la mare en mars) et 38° (un casier à riz repiqué en septembre). La température moyenne pour chacun des différents types de gîte est 28° en août. Elle est maximale en mai (29°) et octobre (29°) et minimale en mars (25°).

58 mesures de pH ont été effectuées. Les pH des collections d'eau varient entre 5,01 et 7,75. La moyenne sur 20 mesures dans des casiers à riz récemment repiqué est 7,06 (variance = 0,73); la moyenne sur 18 mesures dans des casiers à riz proche de la maturité est 6,31 (variance = 0,33). Le pH moyen dans des canaux en terre est 6,31, dans des canaux en ciment 7,07 et dans la mare 6,26.

Discussion

Deux facteurs limitants des populations culicidiennes dans la rizière de la Vallée du Kou sont clairement mis en évidence par notre étude des stades imaginaux et larvaires: la saison et la culture du riz. Le cycle des saisons délimite principalement deux périodes: une sèche et une pluvieuse; le cycle de la culture du riz délimite trois périodes: la mise en eau et le repiquage, la montaison et l'épiaison, la maturité et la récolte. Les différentes espèces culicidiennes ne sont pas également sensibles au jeu combiné de ces différentes composantes de leurs biotopes.

Toutes les espèces de moustique rencontrées sont dépendantes du facteur «saison»; le genre *Culex* et *A. pharoensis* sont avantagés en saison sèche, les autres espèces du genre *Anopheles* et les genres *Mansonia* et *Aedes* sont avantagés en saison des pluies.

Il est bien évident que le facteur «culture du riz» n'intervient pas sur les espèces dont la rizière ne constitue pas un gîte larvaire; c'est probablement le cas d'*A. funestus,* défavorisé dans ce périmètre rizicole, qui présente un classique maximum de densité en fin de saison pluvieuse. Cette espèce n'a pas été collectée aux stades larvaires dans la rizière et ne représente que 1% des imagos capturés alors qu'elle est abondante dans la savane avoisinante (Robert et al., 1985); aussi est-il probable que les imagos capturés proviennent de gîtes larvaires extérieurs à la rizière. C'est aussi le cas de *C. quinquefasciatus* dont la densité imaginale est notable et stable pendant toute la saison sèche alors qu'il n'a été collecté aux stades larvaires qu'à 5 exemplaires.

Les espèces à stades larvaires habituellement rencontrés dans la rizière sont nettement dépendantes du cycle du riz:

- *A. gambiae* s.l. bénéficie grandement de la riziculture en particulier lors de la mise en eau des casiers et du repiquage alors que les conditions d'ensoleillement sont favorables et grâce à sa faculté de coloniser rapidement toute nouvelle collection d'eau adéquate (Mouchet, 1962). C'est le vecteur majeur du paludisme humain dans cette rizière (Robert et al., 1985). La température des gîtes semble favorable; Armstrong et Bransky-Williams (1961) obtiennent en insectarium un rendement optimal de leur élevage à 26,5°. C'est vraisemblablement la réduction de l'ensoleillement, due à la montaison du riz, qui réduit la densité larvaire de cette espèce.
- *A. pharoensis* lui succède pendant la phase de montaison et d'épiaison puis décline après. La cause du déclin de cette espèce n'est pas identifiée mais il est possible que la diminution du pH des gîtes larvaires soit impliquée, révélant une modification physico-chimique de l'eau avec un accroissement probable de la quantité de matières organiques. *A. pharoensis* qui est une espèce bien adaptée aux zones sèches, sahélienne et même prédésertique (Gillies et De Meillon, 1968) est aussi plus avantagé dans la rizière de la Vallée du Kou en saison sèche qu'en saison pluvieuse; l'étude des stades imaginaux dont la méthode employée est plus fiable pour apprécier une densité relative que la méthode utilisée dans l'étude de stades larvaires, montre une densité de mars à mai double de celle observée en septembre et octobre (Tab. 1).
- *A. coustani* lui succède avec une réussite certaine pendant la brève période de maturité du riz et la récolte qui a lieu alors que les casiers sont asséchés.

L'influence des caractéristiques physico-chimiques des gîtes larvaires sur la colonisation par différentes espèces culicidiennes a déjà été notée (Doby et Mouchet, 1957; Mogi et al., 1986); en particulier le pH semble jouer un rôle dans le contrôle du développement larvaire (De Alwis et Munasinghe, 1971), les larves de *C. quinquefasciatus* se développant à pH basique dans des eaux riches

en matières organiques et les larves d'anophèle à pH acide dans des eaux bien oxygénées (Rageau et Adam, 1952).

Nos observations correspondent à celles de Chandler et Highton (loc. cit.) et surtout de Snow (loc. cit.) et il semble bien que la succession d'*A. gambiae* puis d'*A. pharoensis* puis d'*A. coustani* soit de règle dans les rizières africaines. Cette succession est occasionnée par la modification des caractéristiques des gîtes larvaires liée au cycle du riz; ceci en saison sèche comme en saison pluvieuse. En particulier dans le contexte de l'aménagement des terres rendues disponibles par suite du succès de la lutte contre l'onchocercose, ces informations sur la bioécologie des différentes espèces anophéliennes constituent un préalable indispensable à l'élaboration de toute lutte anti-vectorielle dans la sous-région ouest-africaine.

Armstrong J. A., Branksy-Williams W. R.: The maintenance of a colony of *Anopheles gambiae* with observations on the effects of changes of temperature. Bull. Org. mond. Santé *24*, 427–435 (1961).

Carnevale P., Robert V.: Introduction of irrigation in Burkina Faso and its effect on malaria transmission. In: Effects of agricultural development on vector-borne diseases. Rapport FAO: AGL/MISC/12/87, 57–67 (1987).

Chandler J. A., Highton R. B.: The succession of mosquito species in rice fields in the Kisumu area of Kenya, and their possible control. Bull. ent. Res. *65*, 295–302 (1975).

Coz J.: Contribition à l'étude du parasitisme des anophèles Ouest-africain: *Mermithidae* et *Coelomomyces*. Cah. ORSTOM Sér. Ent. méd. Parasit. *11*, 237–241 (1973).

De Alwis R. E., Munasinghe C. H.: Hydrogen-ion concentration in breeding habitats of *Culex pipiens fatigans* (Wied.) and associated mosquitoes. Bull. Org. mond. Santé *45*, 853–854 (1971).

Doby J. M., Mouchet J.: Ecologie larvaire de quelques espèces de culicidés dans la région de Yaoundé, Sud-Cameroun. Bull. Soc. Path. exot. *50*, 945–957 (1957).

Gillies M. T., De Meillon B.: The *Anophelinae* of Africa South of the Sahara. South African Institute for Medical Research n° 54, Johannesbourg, p. 343 (1968).

Hamon J.: Les moustiques anthropophiles de la région de Bobo-Dioulasso (Rép. de Haute Volta). Cycles d'agressivité et variations saisonnières. Ann. Soc. Entomol. *132*, 85–144 (1963).

Hamon J., Adam J. P., Grjebine A.: Observation sur la répartition et le comportement des anophèles de l'Afrique Equatoriale française, du Cameroun et de l'Afrique Occidentale. Bull. Org. mond. Santé *15*, 549–591 (1956).

Mogi M., Okasawa T., Miyagi I., Sucharit S., Tumrasvin W., Deesin T., Khamboonruang C.: Development and survival of anopheline immatures in rice fields in northern Thailand. J. med. Entomol. *23*, 244–250 (1986).

Mouchet J.: Influence des fleuves sur la biologie d'*Anopheles gambiae* pendant la saison sèche dans le Sud-Cameroun. Bull. Soc. Path. exot. *55*, 1163–1171 (1962).

Rageau J., Adam J. P.: *Culicinae* du Cameroun. Ann. Parasit. hum. comp. *27*, 610–635 (1952).

Robert V., Gazin P., Boudin C., Molez J. F., Ouedraogo V., Carnevale P.: La transmission du paludisme en zone de savane et en zone rizicole de la région de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Ann. Soc. belge Méd. trop. *65*, Suppl. 2, 201–214 (1985).

Snow W. F.: Mosquito production and species succession from an area of irrigated rice fields in The Gambia, West Africa. J. trop. Med. Hyg. *86*, 237–245 (1983).

Surtees G.: Effects of irrigation on mosquito populations and mosquito-borne diseases in man, with particular reference to rice fields extension. Int. J. environm. Stud. *1*, 35–42 (1970).