

# La faune des moustiques du Cambodge

## I. — *Anophelinae* (Diptera, Culicidae)

Jean-Marie KLEIN\*

### RÉSUMÉ.

Dans la première partie de ce travail sur la faune des moustiques du Cambodge, l'auteur passe en revue le genre *Anopheles*, dont 37 espèces sont actuellement connues dans le pays ; la liste faunistique est commentée du point de vue écologique et épidémiologique. Deux tableaux résument les récoltes d'environ 28 000 anophèles, effectuées sur homme, sur bovidés et au piège lumineux par l'auteur, principalement dans la région de Phnom-Penh, dans les forêts centrales et méridionales et sur le littoral.

Les résultats de 583 tests des précipitines, effectués à l'Institut Pasteur du Cambodge et appliqués à quelques espèces anophéliennes communes dans les grandes plaines rizicoles, sont présentés ; des réactions positives pour le sang humain ont été obtenues avec *aconitus*, *campestris* et *vagus*.

Suivant leur répartition écologique, les *Anophèles* du Cambodge ont été classés en 4 groupes d'espèces, qui sont liées respectivement : 1. aux plaines rizicoles (13) ; 2. aux forêts dégradées, envahies par l'agriculture et l'élevage (8) ; 3. aux forêts denses (11) ; 4. au littoral (3).

Pratiquement toutes les espèces sont agressives pour l'homme, surtout en l'absence de bétail ; mais une douzaine d'espèces sont plus particulièrement anthropophiles. Parmi celles-ci se trouvent les vecteurs du paludisme au Cambodge : ce sont *balabacensis* et *minimus*, et occasionnellement *maculatus* en zone forestière et *sundaicus* sur le littoral. Dans les grandes plaines rizicoles, généralement libres de paludisme, *aconitus* est l'espèce la plus susceptible de jouer le rôle de vecteur saisonnier occasionnel.

MOTS CLÉS : *Anophelinae* — préférences trophiques — écologie — paludisme — Cambodge.

### ABSTRACT.

In the first part of this work on the mosquito fauna of Cambodia, the author reviews the genus *Anopheles*, of which 37 species are known presently in the country ; the faunal list is commented from an ecological and epidemiological point of view. Two tables summarize the collections of about 28.000 *Anopheles*, which were carried out by the author, on man, on cattle and with light traps, mainly in the Phnom-Penh area, in the central and southern forests and on the coast.

The results of 583 precipitin tests, carried out at the Institut Pasteur of Cambodia and applied to some common anopheline species in the main rice-field plains, are presented ; positive reactions were obtained for human blood with *aconitus*, *campestris* and *vagus*.

According to their ecological distribution, the *Anopheles* of Cambodia were classified in 4 groups of species, which are respectively related to: 1. the rice-field plains (13); 2. the degraded forests, invaded by agriculture and breeding of cattle (8); 3. the jungle forests (11); 4. the coastal area (3).

Nearly all the species bite man, above all when cattle is absent; but a dozen of them are more particularly anthropophilic. Among these are the vectors of malaria in Cambodia: *balabacensis* and *minimus* and occasionally *maculatus* in the forest area and *sundaicus* in the coastal area. In the main rice-field plains generally free of malaria, *aconitus* is the species the more liable to be a seasonal and occasional vector.

KEY WORDS: *Anophelinae* — trophic preference — ecology — malaria — Cambodia.

\* Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., S.S.C., 70-74, route d'Aulnay, 93140, Bondy, France.

INTRODUCTION.

Nos connaissances faunistiques et écologiques sur les moustiques du Cambodge ont progressé considérablement au cours des vingt dernières années, grâce aux recherches entreprises depuis 1955 par l'O.M.S. sur le paludisme (Rapports O.M.S. non publiés, 1955-1973, Büttiker et Beales, 1964) et aux travaux virologiques, menés à l'Institut Pasteur du Cambodge à partir de 1963 (Chastel et Rageau, 1966; Jolly *et al.*, 1970) auxquels nous avons participé de 1966 à 1970.

La liste faunistique des moustiques du pays a pu ainsi être portée d'une dizaine d'espèces à plus de 200. Actuellement cette faune est relativement bien connue dans les grandes vallées centrales du Mékong et du Grand Lac Tonlé Sap; elle l'est beaucoup moins dans les régions forestières périphériques, qui occupent environ 90 000 km<sup>2</sup>, c'est-à-dire environ la moitié des surfaces du pays. Les forêts ont été peu prospectées, du fait de l'insécurité qui y régnait ces dernières années. Il ne fait pas de doute qu'elles comportent les biotopes les plus intéressants du point de vue faunistique et écologique.

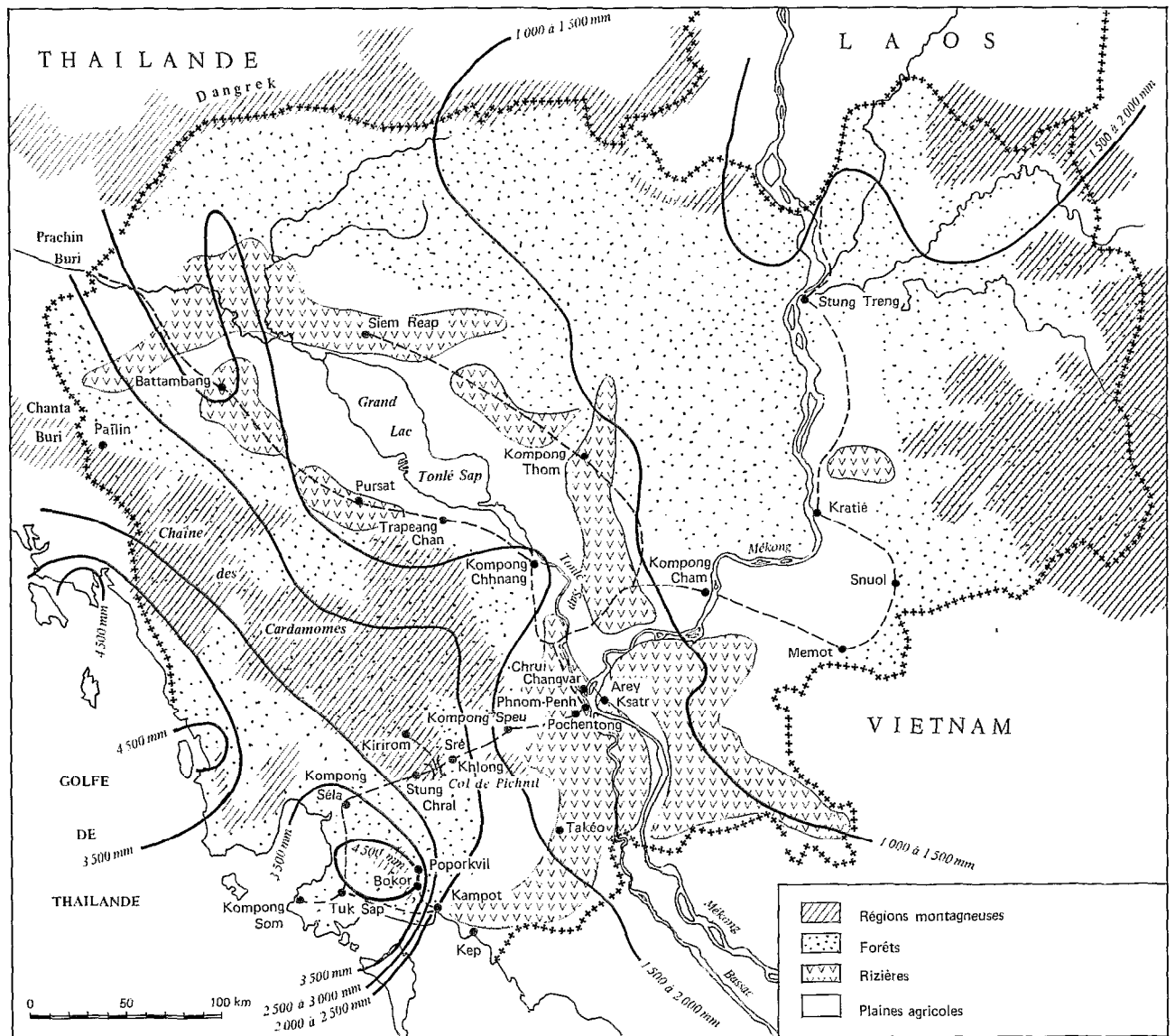


FIG. 1. — Carte du Cambodge.

Le milieu cambodgien a été traité par Delvert (1961) en ce qui concerne la grande plaine centrale et par Rollet (1952), Schmid (1962) et Pfeffer (1969) en ce qui concerne les régions forestières, plus particulièrement du Cambodge oriental. Les travaux de Tixier (1965, 1968 a) et de Dy Phon (1968) sont relatifs aux forêts humides du Cambodge méridional, en particulier aux forêts du Bokor et du Kirirom, où nous avons réalisé une partie de nos récoltes de moustiques. En ce qui concerne le climat de moussons du Cambodge, on dispose des travaux de Khiou-Bonthonne (1965) et de Tixier (1965 b). Une carte géographique du Cambodge, où figurent les lieux de nos récoltes, les isohyètes et les grandes zones écologiques, est présentée en fig. 1.

Dans cette première partie, qui concerne les Anophélins du Cambodge, nous donnons ci-dessous, après l'historique de leur étude faunistique, une liste commentée des espèces actuellement connues. Deux tableaux résument la majeure partie de nos récoltes, qui comportent environ 28 000 anophèles ; le premier concerne des récoltes effectuées dans la région de Phnom-Penh, sur homme et sur bovins, dans les maisons et au piège lumineux, de façon irrégulière de 1967 à 1969. Cette région fait partie de la grande plaine rizicole centrale,

qui est pratiquement libre de paludisme. Le deuxième tableau concerne des récoltes effectuées dans différentes régions forestières du Cambodge, sur homme et sur bovins, en saison sèche, de décembre à avril 1969 et 1970 : a) à Trapéang Chan (Province de Kompong Chhnang), dans une forêt claire et dégradée, qui est intermédiaire entre la forêt dense des collines et la vallée rizicole du Tonlé Sap ; c'est une zone hypodémique de paludisme ; b) à Stung Chral (Province de Kompong Speu), où la forêt dense et humide entoure une petite vallée à cultures sèches et à élevage de bovins ; c'est une zone hyperendémique de paludisme ; c) à Tuk Sap et Kompong Som (Province de Kampot), le premier lieu étant à quelques km du littoral et le second sur le bord de mer, en zone mésoendémique de paludisme. De plus, des récoltes ont été effectuées en saison des pluies, d'octobre à novembre 1969, à Stung Chhay, près de Kompong Séla (Province de Koh Kong), dans une forêt humide dégradée, pénétrée par les cultures sèches.

Dans un troisième tableau figurent les résultats de tests des précipitines, appliqués à quelques espèces d'Anophèles communes, pour l'étude des préférences trophiques ; ces résultats comportent les tests effectués par Jolly *et al.* (1970), auxquels nous avons ajouté

TABLEAU I. — Importance relative des différentes espèces d'anophèles — en % — récoltées dans la région de Phnom-Penh, de 1967 à 1969.\*

Espèces	Récoltes			
	sur Homme	dans les maisons et dépendances	sur Bovidés	au piège lumineux
<i>(Anopheles)</i>				
<i>argyropus</i>	1,0	3,3	0,7	4,3
<i>campestris</i>	2,5	2,0	0,9	4,5
<i>nigerrimus</i>	0,9	0,5	1,2	2,0
<i>peditaeniatus</i>	0,6	0,2	0,5	1,6
<i>pursati</i>	0,02	0,01	0,7	4,2
<i>sinensis</i>	7,5	4,2	12,9	17,2
<i>(Cellia)</i>				
<i>aconitus</i>	2,5	3,3	4,4	5,3
<i>annularis</i>	4,1	2,3	4,2	7,1
<i>kochi</i>	0,02	0,03	0,2	0,01
<i>philippinensis</i>	6,0	4,6	3,9	15,0
<i>ramsayi</i>	0,6	1,7	0,8	7,6
<i>tesselatus</i>	0,7	0,9	0,8	6,3
<i>vagus</i>	73,5	76,9	68,8	24,8
Total				
en %	99,9	99,9	100	99,9
examinés	13.750	3.625	5.512	605

\* Récoltes irrégulières durant toute l'année ; les plus abondantes, de novembre à mars, à la fin de la saison des pluies et au début de la saison sèche.

TABLEAU II. — Importance relative des différentes espèces d'anophèles — en % — récoltées sur l'Homme et les Bovidés, dans des régions forestières du Cambodge central et méridional, en 1969 et 1970.\*

Espèces	Récoltes sur Homme					sur Bovidés		
	Trapéang Chan	Stung Chral	Stung Chhay	Tuk Sap	Kompong Som	Trapéang Chan	Stung Chral	Tuk Sap
( <i>Anopheles</i> )								
<i>argyropus</i>	0,3	—	—	—	—	3,2	—	2,0
<i>barbirostris</i>	2,2	33,2	—	38,5	13,0	—	3,1	0,3
<i>barbumbrosus</i>	—	0,9	—	—	—	—	—	—
<i>bengalensis</i>	—	5,5	3,0	1,7	0,9	—	—	—
<i>bezaï</i>	—	—	—	7,3	—	—	—	2,9
<i>campestris</i>	19,8	3,7	0,3	1,1	—	2,6	—	—
<i>crawfordi</i>	—	—	1,2	0,6	0,9	—	—	0,6
<i>hodgkini</i>	—	0,9	—	—	—	—	—	—
<i>interruptus</i>	—	1,8	—	0,6	—	—	—	—
<i>letifer</i>	3,8	6,4	6,4	46,1	20,4	—	—	2,9
<i>nigerrimus</i>	2,4	—	—	—	1,7	2,2	13,8	1,2
<i>nitidus</i>	43,8	—	6,2	1,7	0,9	22,4	4,3	5,0
<i>peditaeniatus</i>	1,0	—	—	—	0,9	4,4	2,9	—
<i>separatus</i>	1,0	0,9	—	0,6	0,9	—	0,4	1,7
<i>sinensis</i>	3,4	—	1,2	—	—	8,9	—	—
<i>gr. hyrcanus</i> indét.	5,5	—	—	1,1	—	7,3	3,2	0,6
( <i>Cellia</i> )								
<i>aconitus</i>	—	—	—	—	—	0,3	0,1	—
<i>annularis</i>	10,6	0,9	1,6	—	—	26,6	19,3	—
<i>balabacensis</i>	—	12,8	—	0,6	—	—	—	—
<i>jeyporiensis</i>	0,7	—	—	—	—	0,1	—	—
<i>karwari</i>	—	12,8	62,3	—	—	0,7	19,3	1,7
<i>kochi</i>	—	—	0,3	—	—	0,1	1,8	1,2
<i>maculatus</i>	—	8,3	0,2	—	—	—	1,7	—
<i>minimus</i>	—	0,9	—	—	—	—	—	—
<i>pampanai</i>	—	11,0	—	—	—	—	0,8	—
<i>philippinensis</i>	5,1	—	3,5	—	—	16,4	10,5	—
<i>subpictus</i>	—	—	0,9	—	5,2	—	10,1	79,2
<i>sundaicus</i>	—	—	—	—	54,3	—	0,1	0,3
<i>tesselatus</i>	—	—	2,3	—	0,9	0,1	5,4	—
<i>vagus</i>	0,3	—	10,6	—	—	4,7	3,2	0,3
Total en %	99,9	100	100	99,9	100	100	100	99,9
examinés	292	109	565	178	116	1 769	716	342

\* *Trapéang Chan*, Province de Kompong Chhnang, en bordure de la vallée rizicole centrale; récoltes en janvier 1970. *Stung Chral*, Province de Kompong Speu, en bordure des forêts denses humides dans les collines de la Chaîne de l'Eléphant, alt. 400 à 600 m; récoltes en février et mars 1970. *Stung Chhay*, Province de Koh Kong, en bordure de forêts dégradées, sur de petites collines, alt. 50 à 150 m, à environ 30 km du bord de mer; récoltes en octobre et novembre 1969. *Tuk Sap*, Province de Kampot, en forêt dégradée, à proximité de la mer; récoltes en décembre 1969 et mars 1970. *Kompong Som*, ex-Sihanoukville, en forêt dense du bord de mer; récoltes en mars 1970.

268 nouvelles épreuves, effectuées par les mêmes auteurs à l'Institut Pasteur du Cambodge.

#### HISTORIQUE.

La première référence bibliographique relative aux *Anophelinae* du Cambodge est celle de Laveran (1902).

Cet auteur décrit deux espèces de la région forestière de Pursat (Province de Kompong Chhnang), *Anopheles pursati* n. sp. et *A. martini* n. sp.; cette dernière a été identifiée à *barbirostris* par Reid (1947, 1962).

Treillard (1932) cite du Cambodge oriental *A. minimus*, *aconitus* et une espèce du groupe *hyrcanus*; à cette époque Morin (1930) avait prouvé par des dissec-

tions systématiques le rôle de *minimus* comme vecteur du paludisme en Indochine méridional. D'autre part, Mesnard *et al.* (1932) reconnaissent *A. ludlowi* — synonyme de *sundaicus* — à la base navale de Réam (Province de Kampot), comme le vecteur du paludisme dans la zone littorale.

Dans la même région littorale, Toumanoff (1936) enregistre *A. subpictus* et par ailleurs, il cite une récolte d'*A. maculatus* de la région de Païlin (Province de Battambang). Au Cambodge oriental, Toumanoff (1937) enregistre toute une série d'espèces : *fuliginosus* — synonyme d'*annularis* — *jeyporiensis*, *karwari*, *kochi*, *philippinensis*, *maculipalpis* — synonyme de *splendidus* — *tesselatus*, *vagus* et *aitkenii* à l'état larvaire, dont on peut rapporter l'identification à *bengalensis* ou à *insulaeflorum*.

Farinaud (1938) récolte *A. interruptus* dans la région de Krek (Province de Kompong Cham) et identifie *A. sinensis* dans celle de Phnom-Penh (Province de Kandal) (cité par Legendre, 1937).

Gouliouras *et al.* (Rapport O.M.S., 1957 non publié) sont les premiers à reconnaître *A. balabacensis* comme le principal vecteur du paludisme dans les forêts cambodgiennes et en particulier dans la région de Snuol (Province de Kratié), où se situait la zone pilote O.M.S.

Büttiker et Beales (1959) décrivent une nouvelle espèce des régions de Snuol et de Kampot, *A. pampanai* n. sp., qui était confondue jusque là avec *minimus*. Les mêmes auteurs (1964) publient une révision des Anophèles du Cambodge, qui comporte deux espèces supplémentaires dans la liste faunistique : *A. hodgkini* et *peditaeniatus*; trois autres espèces sont identifiées avec réserves : *A. campestris*, *crawfordi* et *indiensis*, cette dernière étant synonyme de *nitidus*. Dans cette liste, deux espèces sont incluses, *A. fluviatilis* et *indefinitus*, dont l'existence au Cambodge reste à prouver.

Parmi les identifications d'Anophèles de la région de Phnom-Penh, que Chastel et Rageau (1966) font figurer dans leur travail de recherches virologiques chez les moustiques, il convient de rapporter *A. jamesii* et *sundaicus*, qui n'existent pas dans la plaine centrale, respectivement à *philippinensis* et à *tesselatus*; par ailleurs leur identification de *barbirostris* se rapporte à *campestris*, au moins en majeure partie.

Dans une note sur les préférences trophiques des moustiques du Cambodge (Jolly *et al.*, 1970), nous avons cité *A. ramsayi* en premier lieu de la région de Phnom-Penh. Par ailleurs, dans une liste faunistique préliminaire (Harrison et Klein, 1975), nous avons donné de nouvelles identifications d'Anophèles, qui concernent huit espèces, à savoir : *A. argyropus*, *baezai*, *barbumbrosus*, *nigerrimus*, *separatus*, *letifer*, *roperi* et *whartoni*. Les trois dernières ont été reconnues dans nos collections par Harrison, au cours d'une révision du sous-genre *Ano-*

*pheles* de Thaïlande (Harrison et Scanlon, 1975). Elles avaient été identifiées à *umbrosus*, espèce déjà citée de Réam par Ménard *et al.* (1932) et du Mont Bokor par Moreau (1936), alors qu'elle s'avère être inexistante dans le pays.

Nous disposons actuellement pour l'identification des Anophèles du Cambodge, outre les clés déjà anciennes de Büttiker et Beales (1964), des mises au point récentes concernant les faunes des moustiques de Thaïlande et de Malaisie, publiées par Peyton et Scanlon (1966), Reid (1968), Rattarithikul et Harrison (1973) et par Harrison et Scanlon (1975). D'autres travaux plus anciens sont également fondamentaux, en particulier ceux de Christophers (1933), Toumanoff (1936), Covell (1944) et Bonne-Wepster et Swellengrebel (1953).

## LISTE COMMENTÉE.

### Sous-genre *Anopheles* Meigen, 1818.

1. *Anopheles (Anopheles) argyropus* (Swellengrebel), 1914.

Espèce zoophile, commune mais peu abondante partout où le bétail est présent; signalée en premier lieu dans un rapport du Ministère de la Santé Publique du Cambodge et de l'O.M.S. (1963, non publié), sans données précises. Dans nos récoltes, elle représente 1 à 3 % des Anophèles obtenus sur homme et sur bovins dans les régions rizicoles (Phnom-Penh, Kompong Chhnang), souvent davantage au piège lumineux. Larves, assez communes dans les rizières.

2. *Anopheles (Anopheles) baezai* Gater, 1933.

Espèce littorale, que nous récoltons à Tuk Sap (Province de Kampot), sur homme, sur bovins et dans les abris d'animaux; elle représente 7 % des Anophèles agressifs pour l'homme, en mars 1970, piquant au crépuscule (de 16 à 19 heures) et aussi au lever du jour (5-6 heures). Larves, dans les eaux saumâtres.

3. *Anopheles (Anopheles) barbirostris* Van der Wulp, 1884.

Décrit par Laveran (1902) de la région de Pursat (Province de Kompong Chhnang), sous le nom d'*A. martini*, dont la synonymie avec *barbirostris* est établie par Reid (1947, 1962); identifié dans la région de Phnom-Penh par Farinaud (*in* Legendre, 1937), puis du Cambodge oriental par Toumanoff (1937) et des Provinces de Kratié et de Kampot par Büttiker et Beales (1958, non publié; 1964; et *in* Reid, 1962).

Espèce zoophile abondante dans les zones de forêts dégradées, qui sont pénétrées par l'agriculture et l'élevage. Elle y constitue une espèce très agressive pour l'homme ; ainsi à Stung Chral (Province de Kompong Speu) et à Tuk Sap (Province de Kampot), elle représente 35 % environ des Anophèles que nous récoltons sur nous-même.

Elle est présente aussi dans les vallées rizicoles centrales où toutes les collines isolées dans la plaine en buttes-témoins (phnom) sont couvertes de forêts dégradées. Au niveau des rizières, elle est remplacée par *campestris*, dont elle est souvent difficile à distinguer à l'état adulte.

Nous l'avons récoltée sur homme en particulier à Mémot (Province de Kompong Cham) ; à Sré Khlung, Kirirom, Stung Chral (Province de Kompong Speu) ; au Bokor, à Poporkvil, Tuk Sap, Kompong Som (Province de Kampot).

Larves, dans les flaques, fossés et nappes d'eau à forte végétation et bien ensoleillées.

#### 4. *Anopheles (Anopheles) barbumbrosus* Strickland et Chowdhury, 1927.

Espèce liée à la forêt dense et humide, relativement rare ; récoltée sur nous-même au Kirirom et à Stung Chral (Province de Kompong Speu), au Bokor et à Poporkvil, à une altitude de 800-900 m (Province de Kampot), piquant au crépuscule, entre 18 et 19 heures. Larves, récoltées dans les flaques le long des torrents forestiers, Kirirom.

#### 5. *Anopheles (Anopheles) bengalensis* Puri, 1930.

Espèce la plus commune du groupe *aitkenii*, que Toumanoff (1937) identifie sous ce dernier nom du Cambodge oriental. Nous identifions des larves, sur lesquelles repose actuellement la détermination précise de l'espèce, des creux de rochers et flaques forestières, à Stung Chral, au Kirirom et au Bokor. Par extension, nous attribuons à *bengalensis* les adultes agressifs pour l'homme, appartenant au groupe *aitkenii* (*insulaeflorum* mise à part), piquant durant la journée en forêt dense, dans les mêmes sites, ainsi que dans les forêts de Kompong Sela et de Kompong Som.

#### 6. *Anopheles (Anopheles) campestris* Reid, 1962.

Espèce anthropophile, commune dans les vallées rizicoles. Signalée en premier lieu par Büttiker et Beales (1964) de Kampot, en particulier par deux femelles, qui ont été identifiées par Reid (1962), mais sans certitude ; la distinction avec *barbirostris* est souvent difficile à l'état adulte.

Nous récoltons *campestris* dans la région de Phnom-Penh (Chruï Changvar, Arey Ksatr, Oudong), de Kompong Chhnang, Kompong Cham et de Siem Réap.

Nous constatons l'agressivité de l'espèce pour l'homme sous bois en bordure de rizières, durant les heures de la journée et le début de la nuit, à Trapéang Chan (Prov. de Kompong Chhnang), en janvier 1970 : au cours de 550 heures de récoltes continues, il y a des piqûres à toutes les heures entre 5 et 24 heures, avec des sommets modérés vers 9-12 heures et 16-17 heures ; les piqûres sont rares entre 19 et 24 heures et font défaut de 0 à 5 heures.

Nous n'avons malheureusement pas étudié le cycle d'agressivité à l'intérieur des maisons. On sait, qu'en Malaisie, *campestris* est reconnu comme très anthropophile, endophile et endophage, piquant durant la nuit de 18 à 6 heures (Reid, 1962, Moorhouse et Chooi, 1964, Chow, 1970).

Larves, dans les rizières, fossés et grandes flaques.

#### 7. *Anopheles (Anopheles) crawfordi* Reid, 1953.

Identifié avec réserves par Büttiker et Beales (1964) et sans mention de lieu. Nos récoltes, sur homme et sur Bovidés proviennent des bordures de forêts denses des collines du Kirirom (Prov. de Kompong Speu), de Kompong Sela (Prov. de Koh Kong) et du littoral (Kompong Som). L'espèce est relativement peu abondante et pique le jour.

Larves, dans les flaques et fossés en bordure de forêt (Barrage du Kirirom, forêt de Stung Chral).

#### 8. *Anopheles (Anopheles) hodgkini* Reid, 1962.

Enregistré par Büttiker et Beales (1964), dont les spécimens sont cités de Snuol, Province de Kratié, in Reid (1962). Espèce peu abondante, que nous récoltons sur nous-même dans la forêt de Stung Chral et dans la forêt littorale de Kompong Som, piquant le soir, après le crépuscule (20-21 h) et au lever du jour (6 h). Larves, dans les flaques, le long des ruisseaux forestiers.

#### 9. *Anopheles (Anopheles) insulaeflorum* Swellengrebel et Swellengrebel-de Graaf, 1919.

Espèce forestière apparemment rare ; une récolte larvaire de la région de Pailin est signalée dans un rapport O.M.S. (Chow, 1960 non publié) ; nous-même récoltons des larves dans la forêt de Kirirom, en février 1968, dans les flaques le long des torrents. On sait que dans les pays voisins, au Vietnam et en Thaïlande, *insulaeflorum* est largement répandu, mais également peu abondant (Harrison et Scanlon, 1975).

10. *Anopheles (Anopheles) interruptus* Puri, 1929.

Espèce forestière assez rare, signalée par Farinaud (1938) de Krek (Province de Kompong Cham) et par Büttiker et Beales (1958) de Snuol (Province de Kratié). Nos récoltes se résument à une dizaine de femelles, provenant des forêts de Stung Chral et de Kompong Som, de la végétation basse et sur homme; elle pique durant les heures de la journée (6-18 h). Des larves ont été obtenues dans un piège en bambou, forêt du Kirirom.

11. *Anopheles (Anopheles) leitifer* Sandosham, 1944.

Espèce forestière très anthropophile, particulièrement abondante dans les régions littorales et sublittorales;

On peut rapporter à cette espèce les identifications de *umbrosus* faites par Ménard *et al.* (1932) des forêts de Réam et par Moreau (1936) du Bokor (Province de Kampot). Il en est de même des identifications d'*umbrosus* figurant à côté de celle de *leitifer* dans les rapports O.M.S. de Lachance (1963, non publié) et dans la liste faunistique du Ministère de la S.P. du Cambodge et de l'O.M.S. (1963, non publié).

La première mention de *leitifer* figure dans un rapport O.M.S. de Lachance (1962, non publié), qui enregistre des captures nocturnes à Sré Ambel (Province de Koh Kong): 75 spécimens récoltés à l'intérieur donnent une moyenne de 9,3 piqûres par heure et par homme et 54 autres à l'extérieur donnent une moyenne de 7.

Nous-même avons noté la fréquence des piqûres dans les forêts denses proches du littoral, à Kompong Som et Tuk Sap, en janvier-mars 1970, au cours de 404 heures de captures: le maximum de fréquence à cette époque de saison sèche est de 7 piqûres par heure et par homme et se situe au début de la nuit (19-21 heures); les piqûres se poursuivent durant toutes les heures du jour comme de la nuit à une fréquence de 1 à 3 par heure et par homme.

Dans les forêts plus distantes du littoral, à Kompong Séla, Kirirom et Kompong Chhnang, l'abondance de *leitifer* est beaucoup moindre. Sur les bovins, nous ne l'avons récolté qu'à Tuk Sap.

Larves, dans les creux de rochers des lits de ruisseaux forestiers, Stung Chral, Col de Pichnil (Province de Kompong Speu) et Stung Treng.

L'abondance de *A. leitifer* dans les forêts du Cambodge méridional nous incite à rappeler le rôle pathogène de cette espèce dans d'autres pays du Sud-est asiatique, en particulier en Malaisie, où elle est vectrice du paludisme humain et de la filariose à *Wuchereria bancrofti*, ainsi que vectrice naturelle de *Plasmodium trugili* (Hodgkin, 1950; Wharton *et al.*, 1963 a et b).

12. *Anopheles (Anopheles) nigerrimus* Giles, 1900.

Espèce zoophile, souvent difficile à distinguer de *sinensis*, commune dans les vallées rizicoles sur le bétail et dans ses abris, mais généralement peu abondante; signalée sans mention de récoltes dans les rapports O.M.S. (Lachance, 1963, non publié).

Nous la récoltons sur le bétail, sur la végétation basse autour des troupeaux, sur l'homme et dans les maisons, ainsi qu'au piège lumineux à Chruï Changvar et Arey Ksatr (Province de Kandal, Phnom-Penh), à Trapéang Chan (Province de Kompong Chhnang), à Santuc (Province de Kompong Cham), à Siem Réap, Takéo et Stung Chral.

Larves, dans les rizières, fossés et grandes flaques herbeuses.

13. *Anopheles (Anopheles) nitidus* Harrison, Scanlon et Reid, 1973.

Espèce assez anthropophile, qui affectionne les bordures de forêts et les forêts dégradées, pénétrées par l'homme et le bétail. Signalée par Büttiker et Beales (1964) mais avec réserves et sans mention de récolte.

Nous la récoltons abondamment sur homme en bordure de forêt et de rizière à Trapéang Chan (Province de Kompong Chhnang), plus rarement dans les forêts de collines de Stung Chhay (Province de Koh Kong), ainsi que dans celles de Stung Chral, Tuk Sap, Kompong Som et Poporkvil. Elle semble absente des grandes vallées rizicoles.

Elle pique du lever du jour à la tombée de la nuit, avec des sommets dans la matinée vers 10-11 h et dans l'après-midi vers 15-17 h.

Larves, dans les flaques et traces de pas d'animaux en forêt dégradée.

14. *Anopheles (Anopheles) peditaeniatus* (Leicester), 1908.

Espèce zoophile, commune dans les vallées rizicoles, mais peu abondante; signalée par Büttiker et Beales (1964) sans mention de localité.

Nous la récoltons sur le bétail, sur homme, dans les maisons et au piège lumineux dans les régions de Phnom-Penh, Kompong Chhnang et sur le littoral à Kompong Som.

Larves, dans les rizières et les flaques herbeuses.

15. *Anopheles (Anopheles) pursati* Laveran, 1902.

Décrit de la région de Pursat (Province de Kompong Chhnang), mis en synonymie avec *nigerrimus* (Reid, 1947 et 1953) puis revalidé (Reid, 1963); signalé sous

l'identification de *lesteri* dans les rapports O.M.S., en particulier par Lachance (1963, non publié).

Espèce zoophile des vallées rizicoles, peu abondante sauf dans les récoltes au piège lumineux, en particulier dans la région de Phnom-Penh; nous la récoltons exceptionnellement sur homme dans une rizière à Popel (Province de Takéo) et quelques rares spécimens autour de Phnom-Penh.

Larves, dans les fossés herbeux. Arey Ksatr et Pochentong (banlieue de Phnom-Penh).

16. *Anopheles (Anopheles) roperi* Reid, 1950.

Espèce forestière probablement assez rare, facilement confondue avec *letifer*. Dans nos collections, deux spécimens femelles, récoltés en forêt dense, l'un sur homme, piquant vers 14 h, Kirirrom, mars 1969, l'autre au repos dans un creux de rocher, au km 14 de la route de Kampot au Bokor, décembre 1969.

17. *Anopheles (Anopheles) separatus* (Leicester), 1908.

Espèce forestière, peu fréquente; signalée dans les rapports O.M.S. (Lachance, 1963, non publié) et dans la liste faunistique du Ministère de la S.P. du Cam-

bodge et de l'O.M.S. (1963, non publié), sans mention de récolte.

Nous la récoltons sur homme, sur bovins et sur la végétation basse environnante dans les forêts littorales de Kompong Som et de Tuk Sap, plus rarement en bordure de forêt dense à Stung Chral ou de forêt claire à Trapéang Chan. Elle pique dans la journée et surtout au crépuscule, de 15 à 19 h.

Larves, non récoltées.

18. *Anopheles (Anopheles) sinensis* Wiedemann, 1828.

Espèce zoophile très commune dans les vallées rizicoles, où elle est la plus abondante des espèces du groupe *hyrcanus*. Identifiée en premier lieu par Laveran (1902) de la région de Pursat (Province de Kompong Chhnang) (*in* Reid, 1947, sans certitude) et par Farinaud de celle de Phnom-Penh (*in* Legendre, 1937); signalée, sans référence de récolte, par Foote et Cook (1959) comme vecteur occasionnel du paludisme au Cambodge.

Dans les rizières de la région de Phnom-Penh, *sinensis* est très abondant; l'espèce représente 7 % de nos récoltes sur homme, 13 % sur le bétail, 17 % au piège lumineux; 4,5 % des récoltes faites dans les maisons et leurs

TABLEAU III. — Résultats de tests des précipitines en milieu gélifié (d'après Jolly, Klein, Audebaud et Salain, 1970 et données supplémentaires obtenues par les mêmes auteurs de 1968 à 1970), appliqués à quelques espèces d'anophèles de la région de Phnom-Penh, récoltés à l'intérieur ou à l'extérieur des maisons.

Espèces	Lieu de récolte	Nombre de réactions positives	Origine des repas sanguins						
			Bovidés	Homme	Chien	Porc	Oiseaux	Bovidés + Oiseaux	
								Oiseaux	Porc
<i>(Anopheles) campestris</i>	Intérieur	1	—	—	1	—	—	—	—
	Extérieur	14	12	1	—	1	—	—	—
<i>sinensis</i>	Intérieur	15	15	—	—	—	—	—	—
	Extérieur	148	131	—	—	14	—	—	1
<i>(Cellia) aconitus</i>	Intérieur	4	3	—	—	1	—	—	—
	Extérieur	48	44	1	—	1	1	1	—
<i>annularis</i>	Intérieur	7	7	—	—	—	—	—	—
	Extérieur	34	33	—	—	—	1	—	—
<i>philippinensis</i>	Intérieur	4	4	—	—	—	—	—	—
	Extérieur	15	14	—	—	—	1	—	—
<i>tesselatus</i>	Intérieur	5	5	—	—	—	—	—	—
	Extérieur	25	21	—	—	4	—	—	—
<i>vagus</i>	Intérieur	68	66	1	—	—	1	—	—
	Extérieur	195	185	1	—	1	6	2	—

dépendances au début de la nuit. Elle pique au crépuscule et durant la nuit, surtout à l'extérieur; durant le jour, elle est absente dans les habitations.

Le test des précipitines (tabl. III) montre que la grande majorité de *sinensis* se nourrit sur les Bovidés, environ 10 % sur les porcs, dans un cas sur le chien, dans un autre sur oiseau, probablement sur la volaille.

Dans les régions agricoles forestières, *sinensis* est plus rare et dans la forêt dense, il est absent; nous l'avons enregistré à Stung Chral, Kompong Séla, Stung Chhay, Tuk Sap et Kompong Som, sur homme et sur le bétail.

Larves, dans les rizières, les grandes flaques herbeuses et les fossés, tous les gîtes étant bien ensoleillés.

19. *Anopheles (Anopheles) whartoni* Reid, 1963.

Espèce forestière relativement rare, facilement confondue avec *letifer*; 4 femelles dans nos collections, provenant de Trapéang Chan, Stung Chral et Kirirom, piquant l'homme en forêt aux heures de la journée (6 à 16 h).

Sous-genre *Cellia* Theobald, 1902.

20. *Anopheles (Cellia) aconitus* Dönitz, 1902.

Espèce zoophile commune dans les vallées rizicoles, mais en général peu abondante. Signalée du Cambodge oriental par Treillard (1932) et Toumanoff (1937) et de la région de Phnom-Penh par Farinaud (*in* Legendre, 1937).

Elle est bien représentée dans nos récoltes de la région de Phnom-Penh: 4 % de nos récoltes d'anophèles sur le bétail et 2 % sur l'homme; elle est plus rare dans les régions forestières et absente dans les forêts denses.

Cette espèce est la plus susceptible de jouer le rôle de vecteur dans la transmission du paludisme occasionnel ou saisonnier, qui se manifeste en saison sèche dans les vallées du Mékong et du Tonlé Sap sous forme de cas sporadiques; ces vallées centrales sont en général indemnes de paludisme par suite de l'absence des vecteurs confirmés que sont *A. minimus* et *balabacensis*. En effet, dans les pays voisins, *aconitus* a été reconnu naturellement infecté de paludisme, aussi bien en Thaïlande dans la plaine rizicole de Bangkok (Gould *et al.*, 1967) que dans les grandes plaines du Vietnam méridional (Mesnard et Morin, 1931; Toumanoff, 1936; Genevray *et al.*, 1937).

Larves, dans les rizières, flaques et fossés herbeux et ensoleillés.

21. *Anopheles (Cellia) annularis* Van der Wulp, 1884.

Espèce zoophile commune et relativement abondante dans les vallées rizicoles; signalée en premier lieu par

Toumanoff (1937) sous le nom de *fuliginosus* du Cambodge oriental.

Nous la trouvons particulièrement abondante au niveau des rizières dans la région de Kompong Chhnang, où elle constitue 26 % de nos récoltes sur les bovidés et 10 % sur l'homme; sur le bétail, elle est également abondante en zone forestière.

Larves, dans les rizières, fossés herbeux.

22. *Anopheles (Cellia) balabacensis* Baisas, 1936.

Espèce forestière très anthropophile, endo- et exophage, commune dans les forêts denses humides. Connue des anciens auteurs sous le nom de *leucosphyrus*, trouvée infectée de paludisme en Indochine en premier lieu par Toumanoff (1936, p. 284), elle est enregistrée plus précisément au Cambodge et trouvée naturellement infectée par les chercheurs de l'O.M.S. (Gouliouras *et al.*, 1957, non publié) dans les régions de Snuol (Province de Kratié) et de Pailin (Province de Battambang).

Nous-même l'avons récoltée dans les forêts du Kirirom, du Bokor, de Stung Chral et à Poporkvil.

Eyles *et al.* (1964) notent dans la région de Pailin que *balabacensis* est facilement attiré par l'appât humain au sol ou par l'appât simien dans le feuillage, mais beaucoup moins par l'espèce bovine. Néanmoins, Chow (1970) obtient 68 % de résultats positifs pour le sang bovin et 32 % pour le sang humain au cours de 94 tests des précipitines appliqués aux récoltes provenant de cases expérimentales appâtées avec l'homme et le veau. Dans ces cases expérimentales 90 % des spécimens sont récoltés fraîchement gorgés au piège de fenêtre, ce qui démontre une forte exophilie. Le taux de piqûres observé par cet auteur sur l'homme à l'intérieur, terrasses ouvertes comprises et à l'extérieur des cases, est de 2 : 1 en faveur de l'intérieur.

Le maximum d'abondance de *balabacensis* se situe en saison des pluies, surtout en septembre-octobre. Le sommet dans le cycle d'agressivité a été observé après minuit (02-03 h) par Eyles *et al.* (1964), comme l'ont observé Scanlon et Sandhinand (1965) en Thaïlande. Néanmoins, dans ce dernier pays, d'autres auteurs, tels que Gould (*in* Scanlon, Reid *et al.*, 1968), Wilkinson *et al.*, 1970 et Moorhouse (*in* Sloof et Verdrager, 1972, non publié) situent le maximum de piqûres peu après le crépuscule: c'est le cas également dans nos observations au Cambodge, du moins au sol.

Nous enregistrons la fréquence des piqûres dans la forêt dense de Stung Chral en saison sèche, en février 1970. Au cours de 542 heures de captures continues sur homme, le maximum de piqûres se situe au crépuscule et au début de la nuit: 17 piqûres ont été totalisées de 18 à 21 h, 2 entre 22 et 23 h et une seule au

cours de la journée entre 15 et 16 h. En même temps, on note dans la voûte forestière, à une hauteur de 23 m, que le maximum de piqûres se situe vers minuit : on enregistre 2 piqûres par heure de 22 à 01 h et une seule par heure de 19 à 22 h, sans autre capture au cours de 112 heures d'observations continues. Par ailleurs, aucune récolte de *balabacensis* n'a été obtenue sur les bovidés de la vallée déforestée adjacente, sur lesquels plus de 700 autres anophèles ont été récoltés.

*A. balabacensis* représente au Cambodge, comme dans les pays voisins, le principal vecteur du paludisme en zone forestière. Les taux d'infection sporozoïtique observés par Eyles *et al.* (1964) dans la région de Pailin sont très élevés : 6,2 % au niveau des villages et 1,7 % dans la forêt dense. Près de 9 000 dissections ont été effectuées par l'O.M.S. au Cambodge de 1957 à 1968, avec des taux d'infection sporozoïtique allant de 0,6 à 2,8 % et atteignant exceptionnellement 7,6 % (Sloof et Verdrager, 1972, non publié). Le taux moyen indiqué par Chow (1970) pour 3 217 dissections effectuées au cours du projet O.M.S. de 1957 à 1963 est de 1,52 %.

Nous avons récolté des larves le long des ruisseaux et torrents forestiers au Kirirom, au Bokor, à Poporkvil, Stung Chral, Pailin.

### 23. *Anopheles (Cellia) fluviatilis* James, 1902.

Signalé sans mention de récolte par Büttiker et Beales (1958 non publié, 1964). Néanmoins, son existence au Cambodge est douteuse, de même qu'elle l'est en Thaïlande, selon les travaux de Scanlon, Peyton *et al.*, 1968 et de Rattarithikul et Harrison, 1973.

### 24. *Anopheles (Cellia) indefinitus* (Ludlow), 1904.

Signalé sans mention de récolte par Büttiker et Beales (1964) sous le nom de *subpictus* var. *indefinitus*.

Cet anophèle a été élevé au rang d'espèce par Reid (1966) et son existence au Cambodge devra être confirmée, comme c'est le cas également en Thaïlande (Rattarithikul et Harrison, 1973).

### 25. *Anopheles (Cellia) jeyporiensis* James, 1902.

Espèce anthropophile relativement peu abondante. Signalée du Cambodge oriental par Toumanoff (1937) et connue des anciens auteurs sous le nom de *jeyporiensis* var. *candidiensis* Koizumi, 1924. Rattarithikul et Harrison (1973) la considèrent provisoirement comme synonyme de la forme nominale, en attendant une révision taxonomique.

Büttiker et Beales (1958, non publié) la récoltent dans un creux de terrain sur une berge de rivière dans la région de Snuol. Nous-même en récoltons quelques

spécimens sur les bœufs et 2 autres sur l'homme, dans une rizière, à Trapéang Chan (Kompong-Chhnang), piquant entre 18 et 20 h.

Rappelons que *jeyporiensis* a été trouvé infecté au Vietnam à un taux sporozoïtique de 0,8 % lors du projet O.M.S. en 1960, au cours de plus de 12 000 dissections (Chow, 1970).

### 26. *Anopheles (Cellia) karwari* (James), 1903.

Espèce assez anthropophile, commune et abondante dans les régions forestières pénétrées par l'activité humaine. Signalée du Cambodge oriental par Toumanoff (1937) et des régions de Snuol et de Kampot par Büttiker et Beales (1958, non publié), par d'abondantes récoltes sur les buffles.

Nous la trouvons très abondante dans les bordures forestières de Stung Chral et de Stung Chhay, sur bovidés et sur homme, piquant surtout au crépuscule de 17 à 20 heures ; elle est par contre rare dans la vallée rizicole de Phnom-Penh, où nous ne récoltons que quelques spécimens à Arey Ksatr et Oudong.

Larves, dans les flaques forestières, Stung Chral.

### 27. *Anopheles (Cellia) kochi* Dönitz, 1901.

Espèce nettement zoophile, fréquente mais peu abondante dans les plaines agricoles, ainsi que dans les zones forestières. Signalée par Toumanoff (1937) du Cambodge oriental, ainsi que par Büttiker et Beales (1958, non publié) des régions de Snuol et de Kampot sur buffles. Bruce-Chwatt et Göckel (1960) ont soumis des spécimens cambodgiens au test des précipitines sans résultat positif pour le sang humain.

Outre nos récoltes sur les bovins dans les plaines, les forêts dégradées ou près du littoral, nous ne capturons que quelques spécimens sur homme, en particulier à Chruï Changvar et à Stung Chhay.

Larves, dans les rizières, fossés, ornières.

### 28. *Anopheles (Cellia) maculatus* Theobald, 1901.

Espèce forestière zoophile assez commune dans les forêts dégradées, pénétrées par le bétail. Signalée par Toumanoff (1936) de Pailin ; dans la même région, Eyles *et al.* (1964) notent sa nette zoophilie. Récoltée aussi par Büttiker et Beales (1958, non publié) de la région de Snuol sur les buffles et au repos dans les creux d'arbres, les cavités de terrain et de termitières ainsi que dans les broussailles. Ces derniers auteurs citent aussi des récoltes de *maculatus willmori* James, 1903, une sous-espèce qui a été mise en synonymie avec la forme nominale par Reid (1968). Des tests des précipitines ont

été effectués par Bruce-Chwatt et Göckel (1960) sur des lots de *maculatus* provenant en partie du Cambodge, et donnant 0,4 % de résultats positifs pour le sang humain.

Nos récoltes proviennent des régions forestières à élevage de Stung Chral et de Stung Chhay, sur les bovidés et au piège lumineux; par ailleurs nous avons récolté une dizaine de femelles piquant l'homme, surtout de 18 à 19 heures, mais aussi jusqu'à 1 heure, en forêt dense de Stung Chral, en février 1970.

*A. maculatus* est suspecté de jouer au Cambodge en milieu forestier un rôle de vecteur secondaire du paludisme, en particulier en saison sèche lorsque *balabacensis* est rare ou absent. A l'appui de cette hypothèse, il faut signaler 1 cas d'infection oocystique détecté par Cervone *et al.* (1963, non publié) au cours de 103 dissections et un autre cas d'infection sporozoïtique enregistré en septembre 1963 par les équipes O.M.S. (Chow, 1963, non publié).

Larves, dans les creux de rochers et flaques le long des ruisseaux en forêt, Stung Chral, Kirirom, Stung Treng.

29. *Anopheles (Cellia) minimus* Theobald, 1901.

Espèce forestière très anthropophile commune dans les régions agricoles en milieu forestier. Signalée en premier lieu par Treillard (1932) du Cambodge oriental.

Büttiker et Beales (1958, non publié) récoltent de nombreux spécimens sur les berges de rivières, dans les creux d'arbres et dans les bambouseraies de la région de Snuol. Selon Chow (1970) l'abondance de *minimus* au Cambodge présente deux sommets annuels, de novembre à janvier et de mai à juillet.

Des tests des précipitines ont été effectués par Toumanoff (1936), Bruce-Chwatt et Göckel (1960) et Bruce-Chwatt *et al.* (1966), qui ont prouvé sa nette anthropophilie, mai aussi son attraction par le gros bétail : ainsi, dans les récoltes provenant des étables à buffles 60 % se sont nourris sur ces animaux et 40 % sur homme, alors que dans les habitations 93 % des spécimens contiennent du sang humain ; en l'absence de gros bétail, comme c'est le cas dans les plantations du Cambodge oriental, tous les spécimens sont gorgés de sang humain (Toumanoff, 1936).

*A. minimus* représente la principale espèce vectrice de paludisme dans les régions agricoles bordées de forêts. Son endophilie a permis de la contrôler efficacement au moyen des traitements par insecticides de contact de l'intérieur des maisons, en particulier dans la zone pilote O.M.S. de Snuol (Pull, 1969, non publié ; Sloof et Verdrager, 1972, non publié) ; ce contrôle n'a toutefois pas été suivi de l'interruption de la transmission, puisqu'il n'atteignait pas *balabacensis*, l'espèce vectrice exophile.

Nos récoltes de *minimus*, effectuées en saison sèche, se résument à quelques spécimens capturés au piège lumi-

neux dans la forêt de Pailin et sur homme dans celle de Stung Chral. Des larves ont été récoltées en bordure des ruisseaux des mêmes forêts.

30. *Anopheles (Cellia) pampanai* Büttiker et Beales, 1959.

Espèce forestière anthropophile, décrite des régions de Snuol et de Kampot.

Au cours de nos captures horaires continues sur homme dans la forêt dense de Stung Chral en février 1970, nous en récoltons 12 spécimens, piquant entre 18 et 20 heures ; 6 autres sont récoltés sur les bovidés dans la zone déforestée voisine, de 18 à 22 heures et au lever du jour entre 4 et 6 heures ; en outre, quelques-uns sont récoltés au repos dans les creux de rochers, dans la forêt du Kirirom.

Larves, dans les flaques résiduelles de petits ruisseaux forestiers, Stung Chral, avril 1968.

31. *Anopheles (Cellia) philippinensis* Ludlow, 1902.

Espèce zoophile, commune dans les vallées rizicoles et en tous lieux d'élevage ; inscrite dans la faune du pays par Toumanoff (1937) du Cambodge oriental.

Elle est abondante dans nos récoltes des régions de Phnom-Penh, de Kompong Chhnang, ainsi que dans les régions forestières à proximité du bétail ; en forêt dense, elle est absente.

Larves, dans les rizières, flaques et fossés herbeux.

32. *Anopheles (Cellia) ramsayi* Covell, 1927.

Espèce zoophile des plaines rizicoles, relativement rare. Dans la région de Phnom-Penh, nous la récoltons durant tous les mois de l'année, sur le bétail ou au piège lumineux, rarement sur l'homme.

33. *Anopheles (Cellia) splendidus* Koizumi, 1920.

Espèce zoophile, apparemment rare. Signalée sous le nom de *maculipalpis* du Cambodge oriental par Toumanoff (1937) et récoltée sur les buffles dans la région de Snuol par Büttiker et Beales (1958, non publié ; 1964).

34. *Anopheles (Cellia) subpictus* Grassi, 1899.

Espèce zoophile littorale, signalée par Toumanoff (1936) de Réam et de Kep (Province de Kampot) ; abondamment récoltée sur les bovidés de la région de Kampot par Büttiker et Beales (1958, non publié).

Dans nos récoltes, elle représente 80 % des Anophèles prélevés sur les bovidés à Tuk Sap à proximité du littoral et 10 % à Stung Chral à 80 km à vol d'oiseau de la

côte ; elle existe également dans les plaines centrales, où on la détecte incidemment grâce à ses caractères palpaires, parmi les récoltes de *vagus*, espèce morphologiquement très proche.

Sur le littoral, à Kompong Som, nous avons noté son agressivité pour l'homme, les femelles piquant entre 18 et 21 heures et représentant 5 % des Anophèles récoltés sur homme.

Larves, dans les eaux saumâtres littorales et sublittorales.

### 35. *Anopheles (Cellia) sundaicus* (Rodenwaldt), 1925.

Reconnu par Mesnard *et al.* (1932), Treillard (1934) et Toumanoff (1936) à Réam (Province de Kampot), comme le vecteur du paludisme en zone littorale.

Le taux d'infection sporozoïtique enregistré par l'O.M.S. en 1964 au cours de 777 dissections est de 0,4 % (Chow, 1970).

Nous récoltons cette espèce sur la plage de Kompong Som et dans la forêt dense du bord de mer jusqu'à une profondeur de quelques centaines de mètres ; à plus grande distance, elle devient rare et à quelques kilomètres exceptionnelle ; notons qu'un spécimen a été récolté dans l'abri des bœufs à Stung Chral, à 80 km à vol d'oiseau de la côte.

La fréquence des piqûres sur la plage en mars 1970, alors que les gîtes larvaires sont dans la région sous contrôle insecticide — manifestement de façon incomplète — est de 1 à 2 par heure et par homme ; selon Pull (1969, non publié) ; cette fréquence était avant les traitements de 3 à 20.

Au cours de 87 heures de récoltes continues, nous observons que l'agressivité est maximale entre 20 et 24 heures et qu'elle se poursuit durant toute la nuit jusqu'à 8 heures dans la matinée.

A proximité des gîtes larvaires, l'agressivité se manifeste intensément à l'intérieur des maisons comme à l'extérieur, bien que *sundaicus* soit reconnu comme essentiellement exophage et plus particulièrement au Cambodge, où le rapport de fréquence des piqûres extérieures-intérieures est de 2,5 à 1, selon Chow (1970).

La densité est maximale en saison sèche, en février-mars ; elle diminue en saison des pluies, probablement par suite du lavage des gîtes larvaires par les pluies qui sont abondantes sur le littoral (3 500 mm par an).

Larves, abondantes dans les flaques d'eau saumâtre le long des plages sablonneuses, Kompong Som.

### 36. *Anopheles (Cellia) tessellatus* Theobald, 1901.

Espèce zoophile, commune mais peu abondante dans les plaines rizicoles et dans toutes les régions d'élevage.

Signalée du Cambodge oriental par Toumanoff (1937) et des régions de Snuol et de Kampot par Büttiker et Beales (1958, non publié).

Nous la récoltons dans les régions de Phnom-Penh, dans les régions forestières et littorales, sur le bétail, au piège lumineux et rarement sur l'homme.

Larves, dans les rizières et fossés herbeux.

### 37. *Anopheles (Cellia) vagus* Dönitz, 1902.

Espèce zoophile la plus commune et la plus abondante dans toutes les régions agricoles. Signalée de la région de Phnom-Penh par Farinaud (*in* Léger, 1937) et du Cambodge oriental par Toumanoff (1937).

Elle représente la grande majorité des Anophèles que nous récoltons dans la région de Phnom-Penh ; sur homme, leur proportion est de 73 %. Néanmoins, les résultats positifs avec le sang humain, dans nos tests des précipitines, ne sont que de 1,5 % pour des récoltes provenant des maisons ou des abris et de 0,5 % de l'extérieur ; environ 4 % se nourrissent sur les oiseaux, très probablement la volaille. Rappelons que Bruce-Chwatt et Göckel (1960) ont obtenu 0,3 % de résultats positifs pour le sang humain au cours de 882 tests sur des spécimens provenant du Cambodge et de l'Indonésie.

Larves, abondantes dans toutes les flaques exposées au soleil, les ornières, traces de pas en particulier.

Cette liste comprend donc actuellement 37 espèces, dont 19 du sous-genre *Anopheles* et 18 du sous-genre *Cellia*. Parmi ces dernières, 2 sont douteuses : *fluviatilis* et *indefinitus*. Par contre, 5 autres espèces, non encore enregistrées au Cambodge, peuvent être considérées comme faisant sûrement partie de la faune du pays. Leur répartition en Thaïlande comprend des provinces frontalières adjacentes au Cambodge, où le milieu écologique est sans discontinuité entre les deux pays. Ce sont en premier lieu trois espèces du groupe *aitkenii* : *aberrans* Harrison et Scanlon, 1975 ; *palmaris* (Rodenwaldt), 1926 et *tigerti* Scanlon et Peyton, 1967. Par ailleurs, une espèce du groupe *culiciformis* : *sintonoides* Ho, 1938, qui est également bien connue au Vietnam (Reid, 1968) ; enfin *A. (C.) jamesii* Theobald, 1901, qui figure abondamment dans les récoltes faites dans les provinces thaïlandaises de Chantaburi et de Chon Buri, voisines du Cambodge (Scanlon et Sandhinand, 1965 ; Scanlon *et al.*, 1968).

## RÉPARTITION ÉCOLOGIQUE.

Les Anophèles du Cambodge peuvent être classés *grosso modo* en quatre groupes écologiques :

### 1. Les espèces des plaines rizicoles.

Les espèces les plus communes et les plus abondantes sont liées aux eaux d'irrigation et d'inondation des plaines agricoles, où la grande forêt est absente. Ces plaines occupent les grandes vallées centrales traversées par le Mékong et le Tonlé Sap, s'étendant sur environ la moitié des surfaces du pays.

Les disponibilités en gîtes larvaires y sont très abondantes surtout en saison des pluies, et les hôtes à sang chaud, bétail et population humaine, s'y trouvent à forte densité. Les espèces, qui sont liées à ce milieu, ont une large répartition géographique, car ces conditions écologiques favorables se retrouvent dans la plupart des pays du Sud-est asiatique. Parmi les plus abondantes se trouvent *vagus*, *sinensis* et *campestris* et à un degré moindre *aconitus*, *annularis* et *philippinensis*. D'autres sont moins communes, telles que *peditaeniatus*, *nigerrimus*, *argyropus*, *pursati*, *tesselatus*; enfin, *kochi* et *ramsayi* sont les plus rares.

### 2. Les espèces des forêts dégradées.

Ce sont des espèces liées aux forêts clairsemées, qui sont pénétrées par l'agriculture et l'élevage, ou aux bordures de grandes forêts. Les gîtes larvaires y sont représentés par des eaux ombragées, courantes et claires dans les collines, stagnantes en saison des pluies en forêt et aux endroits où se manifeste l'activité humaine ou animale: le bétail toujours présent fait des incursions en forêt; la population humaine, à faible densité, est soumise à l'impaludation due essentiellement à *minimumus* et, lorsque la grande forêt est proche, à *balabacensis*.

Dans ce milieu, on rencontre surtout *barbirostris* et *nitidus*, qui ont une large répartition géographique dans le Sud-est asiatique, puis *karwari*, *crawfordi*, *jeyporiensis* et *maculatus*, à centre de répartition malais et indonésien, et *minimumus* à répartition surtout continentale.

### 3. Les espèces des forêts denses.

Ces espèces sont liées à la forêt dense humide recouvrant les collines et les montagnes, où l'homme est pratiquement absent; les grands animaux y sont représentés par les éléphants, les carnaassiers, les cerfs et les singes. Par ailleurs les gîtes larvaires disponibles y sont variés: eaux claires courantes des torrents, creux de rochers, ruisseaux et eaux stagnantes, creux d'arbres et phytotelmes innombrables.

Parmi ces espèces, on trouve *barbumbrosus*, *bengalensis* et *insulaeflorum*, à large répartition géographique, *hodgkini*, *letifer*, *roperi*, *separatus* et *whartoni*, qui ont

une répartition à centre malais et indonésien; *balabacensis*, vecteur du paludisme en milieu forestier, a une répartition surtout continentale; enfin, *interruptus* et *pampanai*, qui sont pratiquement restreints à la Péninsule indochinoise.

### 4. Les espèces littorales.

Trois espèces sont liées aux eaux saumâtres du littoral: *baezai*, *sundaicus* et à un moindre degré *subpictus*; elles ont une large répartition géographique dans le Sud-est asiatique. *A. sundaicus*, le vecteur du paludisme en zone littorale, n'est abondant que par places et sur une bande très étroite sur le bord de mer; par contre, *subpictus* est plus largement réparti à l'intérieur des terres et apparaît même dans les plaines centrales.

## ANTHROPOPHILIE ET RÔLE VECTEUR.

Pratiquement toutes les espèces d'Anophèles passées en revue sont aptes à piquer l'homme, mais certaines d'entre elles sont plus particulièrement anthropophiles.

Dans les vallées rizicoles, *A. vagus* est l'espèce prédominante et, bien que zoophile, elle est l'Anophèle le plus fréquemment récolté sur l'homme; *sinensis*, *philippinensis*, *annularis* et *aconitus* sont également des espèces abondantes et zoophiles; en l'absence de bétail, elles sont relativement agressives pour l'homme; par contre, *campestris* est reconnu comme étant plus nettement anthropophile.

Dans ce milieu écologique des plaines, où les eaux vives et claires, ainsi que les forêts denses, font défaut, les principales espèces vectrices du paludisme au Cambodge, *minimumus* et *balabacensis*, sont absentes; il n'y a donc habituellement pas de transmission paludéenne dans les vallées rizicoles du Mékong et du Tonlé Sap. Néanmoins, par analogie avec la situation épidémiologique existant dans des plaines semblables des pays voisins, de la Thaïlande et du Vietnam, il est probable que *aconitus* y joue un rôle de vecteur saisonnier du paludisme.

Dans les régions forestières pénétrées par l'activité humaine, les espèces les plus anthropophiles sont *barbirostris*, *nitidus*, *karwari*, *pampanai*, ainsi que les deux principaux vecteurs du paludisme au Cambodge, *minimumus* et *balabacensis*. Quelques rares observations d'infection plasmodiale chez *maculatus* permettent de suspecter cette espèce d'un rôle vecteur accessoire, bien qu'elle soit très zoophile.

Alors que *minimumus* a pu être efficacement contrôlé grâce à son endophilie, *balabacensis* est resté hors d'atteinte de nos moyens de lutte actuels, du fait de son exophilie et de sa liaison écologique avec la forêt dense.

Dans la forêt de jungle, outre *balabacensis*, les espèces les plus anthropophiles sont *letifer* et une espèce du groupe *aikenii*, probablement *bengalensis*.

En zone littorale, les espèces les plus agressives pour l'homme sont *subpictus* en milieu agricole, *letifer* en milieu forestier et *sundaicus* en bordure de mer.

Le vecteur du paludisme sur le littoral et dans les îles côtières, *sundaicus*, pourra sans doute être efficacement contrôlé par les traitements insecticides, puisque ses gîtes larvaires sont bien localisés et qu'il n'existe encore aucune résistance aux insecticides chez les Anophèles du Cambodge.

#### REMERCIEMENTS.

Notre gratitude va en premier lieu à nos collaborateurs et amis cambodgiens de l'Institut Pasteur du Cambodge, qui ont participé avec le plus grand dévouement à ce travail.

Nous devons notre gratitude à nos collègues de cet Institut, MM. les Dr. G. Audebaud et J.J. Salaiün, grâce auxquels nous pouvons présenter les résultats des tests des précipitines.

Nous remercions également le personnel de l'O.M.S. à Genève, ainsi que MM. G. Quelennec et J.H. Pull de cet organisme, qui nous ont amicalement aidé dans nos recherches bibliographiques.

Enfin, nous devons nos remerciements à nos collègues et amis du Centre O.R.S.T.O.M. de Bondy, MM. J. Mouchet, J. Rageau et R. Taufflieb, qui ont bien voulu relire et corriger notre manuscrit.

Manuscrit reçu au Service des Publications le 13 octobre 1976

#### BIBLIOGRAPHIE

- BONNE-WEPSTER (J.) et SWELLENGREBEL (N.H.), 1953. — The Anopheline mosquitoes of the Indo-Australian Region. De Bussy, Edit., Amsterdam, 504 p.
- BRUCE-CHWATT (L.J.), GARRET-JONES (C.) et WEITZ (B.), 1966. — Ten year's study (1955-1964) of host selection by anopheline mosquitoes. *Bull. O.M.S.*, 35 : 405-439.
- BRUCE-CHWATT (L.J.) et GOCKEL (C.W.), 1960. — A study of the blood feeding of *Anopheles* mosquitoes through precipitin tests. *Bull. O.M.S.*, 22 (6) : 685-720.
- BUTTIKER (W.), 1958. — Sur la présence au Cambodge d'*Anopheles annandalei interruptus* Puri (1929). *Acta Tropica*, 15 (4) : 356-357.
- BUTTIKER (W.) et BEALES (P.), 1958. — Rapport sur l'activité entomologique de l'Equipe consultative d'Eradication du Paludisme n° 3, Cambodge, février-juin 1958. *Rapport O.M.S.*, Genève, 33 p., non publié.
- BUTTIKER (W.) et BEALES (P.), 1959. — *Anopheles pampanae*, a new species of mosquito from Cambodia. *Acta Tropica*, 16 (1) : 63-69 et 288.
- BUTTIKER (W.) et BEALES (P.), 1964 (1965). — Keys to the anopheline mosquitoes of Cambodia, with reference to species occurring in some neighbouring territories. *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 37 : 191-214.
- CERVONE (L.), KEO PHAN, LACHANCE (F.), PASCAL (P.) et NATALI (A.), 1963. — Rapport sur le Programme de pré-éradication du paludisme au Cambodge. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- CHEONG (W.H.), WARREN (McW.), OMAR (A.H.) et MAHADEVAN (S.), 1965. — *Anopheles balabacensis balabacensis* identified as a vector of simian malaria in Malaysia. *Science*, 150 : 1314-1315.
- CHOW (C.Y.), 1960. — Rapport sur une visite au Cambodge. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- CHOW (C.Y.), 1963. — Report on a field visit to Cambodia. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- CHOW (C.Y.), 1968. — Report on a field visit to Cambodia. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- CHOW (C.Y.), 1970. — Bionomics of malaria vectors in the Western Pacific Region. *S.E. As. J. trop. Med. Publ. Hlth.*, 1 (1) : 40-57.
- CHRISTOPHERS (S.R.), 1933. — The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Diptera. 4. Family *Culicidae*, Tribe *Anophelini*. Taylor and Francis, Edit., London, 371 p.
- COVELL (G.), 1944. — Notes on the distribution, breeding places, adult habits and relation to malaria of the anopheline mosquitoes of India and the Far East. *J. Mal. Inst. India*, 5 : 399-434.
- DELVERT (J.), 1961. — Le paysan cambodgien. Mouton, Edit., Paris, 740 p.
- DY PHON, 1968. — Végétation et flore du plateau de Kirirom et de ses environs. *Ann. Fac. Sc.. Phnom-Penh*, 1 : 117-172.
- EYLES (D.E.), WHARTON (R.H.), CHEONG (W.H.) et McWARREN (W.), 1964. — Studies on malaria and *Anopheles balabacensis* in Cambodia. *Bull. O.M.S.*, 30 (2) : 7-21.
- FARINAUD (M.E.), 1938. — Sur la présence en Indochine méridionale d'une espèce anophélienne sylvatique, *A. annandalei*. *Bull. Soc. Path. exot.*, 3 : 390-393.
- FOOTE (R.H.) et COOK (D.R.), 1959. — Mosquitoes of medical importance. *U.S. Dept. Agric. Handb.*, 152 : 1-158.
- GENEVRAJ (J.), TOUMANOFF (C.) et TRY (H.T.), 1937. — Etude préliminaire d'un foyer de paludisme épidémique dans une localité du delta tonkinois. *Bull. Soc. Med. Chir. Indoch.*, 15 : 1138-1155.

- GOULD (D.J.), ESAH (S.) et PRANITH (U.), 1967. — Relation of *Anopheles aconitus* to malaria in the central plain of Thailand. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 61 (3) : 441-442.
- GOULIOURAS (A. Th.), PULL (J.H.) et KEO PHANN, 1957. — Rapports mensuels de l'Equipe antipaludique O.M.S. au Cambodge. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- HARRISON (B.A.) et KLEIN (J.M.), 1975. — A revised list of the *Anopheles* of Cambodia. *Mosq. System.*, 7 (1) : 9-12.
- HARRISON (B.A.) et SCANLON (J.E.), 1975. — The subgenus *Anopheles* in Thailand (*Diptera, Culicidae*). *Contr. Am. Ent. Inst.*, 12 (1) : 1-307.
- HODGKIN (E.P.), 1950. — The *Anopheles umbrosus* group (*Diptera, Culicidae*). Part 2. Biology and transmission of malaria. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 101 : 319-334.
- JOLLY (M.), KLEIN (J.M.), AUDEBAUD (G.) et SALAÛN (J.J.), 1970. — Une technique de précipitation en milieu gélifié pour l'identification des repas sanguins d'arthropodes. Application préliminaire aux moustiques de la région de Phnom-Penh (Cambodge). *Med. Trop.*, 30 (2) : 236-247.
- KHIU BŒNTHONN, 1965. — Le climat du Cambodge. *Min. Trav. Publ. Météorologie, Phnom-Penh*, 241 p.
- LACHANCE (F.), 1962. — Rapport O.M.S.; Entomologie, *O.M.S.*, Genève, non publié.
- LACHANCE (F.), 1963. — Rapport sur le progrès de la prééradication du paludisme au Cambodge; Entomologie. *O.M.S.*, Genève, non publié.
- LAVERAN (A.), 1902. — Sur les *Culicidae* du Cambodge. *C.R. Soc. Biol., Paris*, 54 : 906-908.
- LEGENDE (F.), 1937. — Première enquête d'ensemble sur l'endémicité palustre au Cambodge. *An. Méd. Pharm. Col.*, 35 : 964-975.
- LEICESTER (G.F.), 1908. — The *Culicidae* of Malaya. *Stud. Inst. Med. Res. F.M.S.*, 3 : 18-261.
- MESNARD (J.) et MORIN (H.), 1931. — Réceptivité naturelle de *A. (Myzomyia) aconitus* Dön. à l'infection par l'hématozoaire en Cochinchine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 24 (7) : 554-556.
- MESNARD (J.), ROBIN (L.A.) et TREILLARD (J.), 1932. — Enquête malarologique à Réam. *Bull. Soc. Méd. Chir. Indoch.*, 3 : 275-287 et *Arch. Inst. Pasteur Indoch.*, (1933) 18 : 287.
- MINISTÈRE SANTÉ PUBLIQUE, ROYAUME DU CAMBODGE et O.M.S., 1963. — Le Paludisme au Cambodge. Addendum au Plan d'opération pour un programme de pré-éradication du paludisme au Cambodge. Entomologie, Faune anophélienne, p. 11. *Ministère Santé Publique*, Phnom-Penh, et *O.M.S.*, Genève, non publié.
- MOORHOUSE (D.E.) et CHOOI (C.K.), 1964. — Notes on the bionomics of *Anopheles campestris* Reid and on its disappearance following house-spraying with residual insecticides. *Med. J. Malaya*, 18 (3) : 184-192.
- MOREAU (P.), 1936. — Le paludisme au Cambodge. *Bull. Soc. Med. Chir. Indoch.*, 27 : 582-586.
- MORIN (H.G.S.), 1930. — Note sur le développement d'une campagne anti-palustre en Cochinchine. *Annales Institut Pasteur*, 45 : 641.
- PEYTON (E.L.) et SCANLON (J.E.), 1966. — Illustrated key to the female *Anopheles* mosquitoes in Thailand. *Applied Sc. Res. Corpor. Thailand*, Bangkok, 47 p.
- PFEFFER (P.), 1969. — Considérations sur l'écologie des forêts claires du Cambodge oriental. *La Terre et la Vie*, Paris, 23 (1) : 3-24.
- PULL (J.H.), 1969. — Causes d'échecs de la lutte antipaludique au Cambodge. *Rapport O.M.S.*, Genève, non publié.
- RATTANARITHIKUL (R.) et HARRISON (B.A.), 1973. — An illustrated key to the *Anopheles* larvae of Thailand. *U.S. Army Med. Comp. SEATO*, Bangkok, 14 p., 42 pl.
- REID (J.A.), 1947. — Type specimens of *Culicidae* described by Laveran (*Diptera, Culicidae*). *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, 16 : 86-91.
- REID (J.A.), 1953. — The *Anopheles hyrcanus* group in Southeast Asia (*Diptera, Culicidae*). *Bull. ent. Res.*, 44 : 5-76.
- REID (J.A.), 1962. — The *Anopheles barbirostris* group (*Diptera, Culicidae*). *Ibid.*, 53 : 1-57.
- REID (J.A.), 1963. — Notes on *Anopheles* mosquitoes from Malaya, with descriptions of three new species. *Ann. trop. Med. Parasitol.*, 57 : 97-116.
- REID (J.A.), 1965. — A revision of the *Anopheles aitkenii* group in Malaya and Borneo. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 59 : 106-125.
- REID (J.A.), 1966. — A note on *Anopheles subpictus* Grassi and *A. indefinitus* Ludlow (*Diptera, Culicidae*). *J. med. Ent.*, 3 : 327-331.
- REID (J.A.), 1968. — Anopheline mosquitoes of Malaya and Borneo. *Stud. Inst. Med. Res. Malaya*, 31 : 1-520.
- ROLLET (B.), 1952. — Etudes sur les forêts claires du Sud Indochinois. *Centre Rech. Sci. Techn.* Saigon, 249 p.
- SCANLON (J.E.), PEYTON (E.L.) et GOULD (D.J.), 1968. — An annotated checklist of the *Anopheles* of Thailand. *Thai Natl. Sci. Pap. Fauna Ser.*, 2 : 1-35.
- SCANLON (J.E.), REID (J.A.) et CHEONG (W.H.), 1968. — Ecology of *Anopheles* vectors of malaria in the Oriental Region. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. VI, n° 3-4 : 237-246.

- SCANLON (J.E.) et SANDHINAND (U.), 1965. — The distribution and biology of *Anopheles balabacensis* in Thailand (*Diptera, Culicidae*). *J. med. Ent.*, 2 : 61-69.
- SCHMID (M.), 1962. — Contribution à la connaissance de la végétation du Vietnam. Le massif sud-annamitique et les régions limitrophes. *Mém. ORSTOM*, Paris, 74 : 1-243.
- SLOOF (R.) et VERDRAGER (J.), 1972. — *Anopheles balabacensis balabacensis* Baisas, 1936 and malaria transmission in South eastern areas of Asia. *O.M.S.*, Genève, *Mal.* 72.765, non publ.
- TIXIER (M.P.), 1968a. — La végétation orophile de l'Asie du Sud-Est. Le Bokor et sa « forêt enchantée ». *Science et Nature*, Paris, 88 : 15-24.
- TIXIER (M.P.), 1968b. — Contribution à l'étude des climats de moussons en Asie du Sud-Est. *Ann. Fac. Sci. Phnom-Penh*, 1 : 69-95.
- TOUMANOFF (C.), 1936. — L'Anophélisme en Extrême-Orient. *Coll. Soc. Path. exot.*, Masson Edit., Paris, 434 p.
- TOUMANOFF (C.), 1937. — Contribution à l'étude de la fréquence saisonnière des diverses espèces anophéliennes sur les hauts-plateaux d'Annam et dans la basse et moyenne région de la Cochinchine et du Cambodge. *Bull. Soc. Med. Chir. Indoch.*, 28 : 970-980.
- TREILLARD (J.), 1932. — Répartition annuelle de *Myzomyia minima*, *M. aconita* et *A. hyrcanus*, anophèles porteurs de *Plasmodium* malariens en Cochinchine et au Cambodge oriental. *Bull. Soc. Path. exot.*, 25 (8) : 920-928.
- TREILLARD (J.), 1934. — *Pseudomyzomyia ludlovi* en Indochine méridionale; variétés, biologie et pouvoir pathogène. *Bull. Soc. Path. exot.*, 27 (6) : 554-559.
- WHARTON (R.H.), EYLES (D.E.), WARREN (W.), MOORHOUSE (D.E.) et SANDOSHAM (A.A.), 1963. — Investigations leading to the identification of members of the *Anopheles umbrosus* group, as probable vectors of mouse deer malaria. *Bull. O.M.S.*, 29 : 357-374.
- WHARTON (R.H.), LAING (A.B.G.) et CHEONG (W.H.), 1963. — Studies on the distribution and transmission of malaria and filariasis among aborigenes in Malaya. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 57 : 235-254.
- WILKINSON (R.N.), MILLER (T.A.) et ESAH (S.). — Anthropophilic mosquitoes in central Thailand with notes on *Anopheles balabacensis* Baisas and malaria. *Mosq. News*, 30 : 146-148.