

M. H. HOLSTEIN, Dr ès Sc.

*Chargé de recherches
de l'Office de la Recherche scientifique Outre-Mer, Paris*

**BIOLOGIE
D'ANOPHELES GAMBIAE**

Recherches en Afrique-Occidentale Française

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

PALAIS DES NATIONS

GENÈVE

1952

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Avant-propos	9
Introduction	11
Chapitre 1. Données climatologiques et géographiques	13
Afrique-Occidentale Française	13
Haute-Volta	15
Cercle de Bobo-Dioulasso	18
Chapitre 2. Méthodes utilisées dans les recherches	20
Récolte et transport	21
Elevage	24
Techniques de dissection	26
Détermination du sang ingéré, par la méthode des précipitines	29
Montage et conservation du matériel	32
Etude des gîtes larvaires	32
Chapitre 3. Morphologie d' <i>Anopheles gambiae</i> — Type et variations	35
Adulte	35
Œuf	42
Larve	44
Nymphe	49
Chapitre 4. Biologie des premiers stades	52
Gîtes larvaires	52
Cycle œuf-adulte	65
Résistance à divers agents physiques	69
Chapitre 5. Biologie des adultes	80
Cycle d'activité nocturne et agressivité	80
Fluctuations des populations de <i>gambiae</i>	87
Diapause des femelles adultes	99
Chapitre 6. Rôle de <i>A. gambiae</i> dans la transmission du paludisme	113
Chapitre 7. Races et variétés de <i>A. gambiae</i> — Anthropophilie et zoophilie	122
Etude de <i>A. gambiae</i> var. <i>melas</i>	122
Populations anthropophiles et zoophiles de <i>A. gambiae</i>	127
Conclusions	144
Annexes	
Annexe 1. Distribution géographique de <i>A. gambiae</i>	148
Annexe 2. Indices sporozoïtiques de <i>A. gambiae</i> dans diverses régions de l'Afrique et au Brésil	156
Annexe 3. Clef de détermination des anophèles communs en Afrique-Occidentale Française	158
Résumé	162
Bibliographie	167

NOTE

Les travaux publiés dans la Série de Monographies de l'Organisation Mondiale de la Santé n'engagent que leurs auteurs.

Le manuscrit de cette monographie a été reçu par l'Organisation Mondiale de la Santé en juillet 1951.

TABLEAUX

	Pages
I. Températures maximums et minimums (°C), en avril et en septembre, dans diverses stations	17
II. Durée (en jours) des divers stades du cycle œuf-adulte dans la nature et en laboratoire	66
III. Durée du cycle œuf-adulte dans l'eau à diverses températures	68
IV. Durée du cycle œuf-adulte dans les gîtes « inorganiques » et « organiques »	69
V. Résistance des œufs à la dessiccation sur divers substratums	73
VI. Résistance limite des œufs sur divers substratums, en fonction de l'humidité relative	74
VII. Résistance des larves après dessiccation sur divers substratums	75
VIII. Influence de la salinité de l'eau sur l'éclosion des œufs	77
IX. Influence de la salinité de l'eau sur la nymphose	78
X. Résistance limite des œufs et des larves à divers agents physiques	78
XI. Captures de <i>gambiae</i> , précipitations et humidité relative à Bobo-Dioulasso, mai-septembre 1949	93
XII. Captures de <i>gambiae</i> , précipitations et humidité relative à Bobo-Dioulasso, mai-septembre 1950	93
XIII. Distribution des températures minimums quotidiennes à Bobo-Dioulasso, novembre-février 1948/49 et 1949/50	101
XIV. Observations relatives à la biologie de diverses femelles élevées en laboratoire	105
XV. Indices d'infestation de <i>gambiae</i> dans diverses localités de l'AOF	114
XVI. Indices d'infestation de <i>gambiae</i> dans le Cercle de Bobo-Dioulasso	114
XVII. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés à la Station 1	115
XVIII. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés à la Station 2	116
XIX. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés à la Station 3	116
XX. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés à la Station 4	117
XXI. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés à la Station 5	117
XXII. Indices sporozoïtiques des <i>gambiae</i> et <i>funestus</i> capturés dans les cinq stations	119
XXIII. Indices d'infestation moyenne par case, pour <i>A. gambiae</i> et <i>A. funestus</i> , dans les Stations 1 et 5	120
XXIV. Distribution de l'indice maxillaire des <i>gambiae</i> femelles	129
XXV. Armement maxillaire dans diverses populations de <i>gambiae</i>	131

	Pages
XXVI. Résultats des réactions de précipitation effectuées avec diverses populations de <i>gambiae</i>	133
XXVII. Préférences trophiques en fonction de l'armement maxillaire chez les <i>gambiae</i> multidentés (zoophilie)	134
XXVIII. Préférences trophiques en fonction de l'armement maxillaire chez les <i>gambiae</i> paucidentés (anthropophilie)	135
XXIX. Relation entre l'indice maxillaire et la teneur du gîte en matières organiques.	136
XXX. Distribution de l'indice maxillaire dans certaines populations des deux types de gîtes	137
XXXI. Captures de <i>gambiae</i> effectuées hors des habitations	141

FIGURES

1. Carte de l'Afrique occidentale	14
2. Carte de la Haute-Volta	16
3. Température, humidité relative et précipitations à Bobo-Dioulasso, 1949-1950	18
4. Stations de capture dans le Cercle de Bobo-Dioulasso	24
5. Femelle type de <i>A. gambiae</i>	36
6. Caractères morphologiques de <i>A. gambiae</i> adulte	37
7. Variations des ailes	39
8. Œufs — Caractères morphologiques des larves au IV ^e stade	43
9. Soies des larves au IV ^e stade	45
10. Soies dorsales des nymphes	49
11. Activité de <i>gambiae</i> selon les heures	83
12. Prédominance de <i>gambiae</i> (Station 4)	87
13. Prédominance de <i>gambiae</i> , avec accroissement de <i>funestus</i> durant la saison sèche (Station 1)	88
14. Prédominance de <i>funestus</i> (Gueckédou, Guinée Française)	89
15. Alternance saisonnière de <i>gambiae</i> et de <i>funestus</i> (Station 5)	90
16. Captures de <i>gambiae</i> et précipitations (Station 1)	94
17. Indice de densité par case pour <i>A. gambiae</i> (Station 1)	95
18. Indices sporozoïtiques de <i>A. gambiae</i> et de <i>A. funestus</i> (Stations 1 et 5)	118
19. Indices sporozoïtiques de <i>A. gambiae</i> (Stations 2, 3 et 4)	118
20. Caractères morphologiques de <i>A. gambiae</i> var. <i>melas</i>	123
21. Caractères morphologiques pour la détermination des <i>A. gambiae</i> adultes	159
22. Caractères morphologiques pour la détermination des larves de <i>A. gambiae</i>	161

AVANT-PROPOS

Le travail que nous présentons ici expose les résultats des recherches que nous avons effectuées durant deux années en Afrique-Occidentale Française (AOF), et plus particulièrement en Haute-Volta, au cours d'un séjour en tant que Chargé de recherches de l'Office de la Recherche scientifique Outre-Mer, dont nous tenons à remercier le Directeur, le Professeur R. Combes, Membre de l'Institut, pour les facilités qu'il nous a accordées et les moyens qu'il a mis à notre disposition.

Notre travail a été grandement facilité par l'organisation du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie de l'Afrique-Occidentale Française, dont nous avons dirigé le Laboratoire d'Entomologie pendant plus d'une année. Outre des laboratoires bien équipés à Bobo-Dioulasso, le Service général possède, dans tous les territoires de la Fédération, des « secteurs » groupant un ou plusieurs cercles administratifs et dirigés chacun par un médecin-chef. Il nous a donc été des plus facile de recueillir auprès des médecins-chefs, que nous remercions de leur amicale et féconde collaboration, de précieux renseignements touchant la faune anophélienne de leurs secteurs.

Notre vive gratitude est due au Médecin-Général Le Rouzic, Directeur général de la Santé publique en AOF, et au Médecin-Colonel Jonchère, Directeur du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie de l'Afrique-Occidentale Française, pour l'aide matérielle et les encouragements qu'ils nous ont prodigués dans l'accomplissement de notre travail au laboratoire et dans l'organisation des tournées de prospection qui nous ont amené à parcourir la Haute-Volta, la Côte d'Ivoire, le Soudan et une partie de la Guinée. Ces tournées ont été rendues fructueuses par l'assistance dévouée de nos infirmiers-entomologistes : Alexandre Ouédraogo, Tamboula Konadé et François Kaboré, que nous remercions ici.

Nos recherches n'auraient pu être menées à bien sans une formation spéciale, et il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre reconnaissance à M^{lle} Odette Tuzet, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, qui nous a ouvert le vaste champ de la biologie générale, à M. R. Paulian, dont l'enseignement, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, a pu nous convaincre que la science entomologique, loin d'être ingrate, était une science vivante et passionnante, enfin au Professeur E. Roubaud, Membre de l'Institut, qui, suivant pas à pas notre travail, nous a permis, grâce aux directives et aux conseils judicieux et amicaux qu'il ne nous a pas ménagés, de présenter ici les résultats de nos recherches.

Nous devons au Pharmacien-Colonel Gasq et au Pharmacien-Commandant Monnet, Directeurs du Laboratoire de Chimie du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie de l'Afrique-Occidentale Française, une reconnaissance spéciale pour les nombreuses analyses d'échantillons d'eau dont ils se sont chargés sans ménager leur temps.

Nous remercions le Médecin-Capitaine Lapeyssonnie pour sa collaboration amicale dans la longue et délicate préparation des sérums précipitants.

Notre gratitude va aux Directeurs locaux de la Santé publique de la Haute-Volta, de la Côte d'Ivoire, du Soudan et de la Guinée, tant pour leur accueil que pour les renseignements qu'ils nous ont fournis, ainsi qu'aux Médecins-Chefs des Services d'Hygiène des localités que nous avons visitées.

Aux Directeurs des Services médicaux de la Gambie Britannique, du Sierra-Leone, de la Côte de l'Or et de la Nigeria, nous exprimons notre vive gratitude pour les précieux documents qu'ils nous ont aimablement fait parvenir.

Au D^r L. J. Bruce-Chwatt, Directeur du Malaria Service, Medical Department, Nigeria, nous devons une reconnaissance toute particulière pour l'amabilité avec laquelle il a mis à notre disposition son expérience, sa documentation et son laboratoire.

Nos vifs remerciements vont à notre ami R. Doret, Administrateur des Territoires d'Outre-Mer, qui nous a ouvert les archives du Cercle de Bobo-Dioulasso et nous a fait bien souvent profiter, sur le terrain, de ses connaissances de la région.

Enfin, nous n'oublions pas notre équipe de « boys-moustiques », dont la tâche quotidienne a grandement contribué à l'élaboration de ce travail.

31 mai 1951

INTRODUCTION

De toutes les grandes endémies tropicales, le paludisme est certainement celle dont les répercussions sur la mortalité et l'économie sont les plus graves. Macdonald,²²¹ étudiant son incidence sur la répartition des populations et leurs mouvements, sur l'agriculture, l'industrie et les transports, sur l'éducation et le bien-être social, arrive à la conclusion que le paludisme figure, à juste titre, parmi les préoccupations majeures des médecins et des hygiénistes en Afrique. Si l'on consulte les statistiques, on constate que le paludisme a pris, au cours des dernières décennies, une importance grandissante. Vogel & Riou³⁷⁶ citent 276.225 hospitalisés pour 1937 en AOF; ce chiffre augmente encore en 1939 (Le Gall²⁰³), puis, d'après les tableaux statistiques de la Direction du Service de Santé colonial, atteint 355.502 en 1941 et 577.876 en 1945. En 1948, du fait de la mise en train de vastes campagnes antipaludiques, le nombre des personnes hospitalisées retombe à 346.080. Selon Le Gall,²⁰⁴ 26 % des malades traités à Madagascar de 1936 à 1940 sont impaludés, et, en 1936, le paludisme est responsable de 14,3 % de la mortalité générale. En AOF, il représente 10,94 % de la morbidité générale chez les seuls Européens en 1941. Ce dernier chiffre, mentionné par Le Gall,²⁰⁵ montre bien l'importance primordiale du paludisme en AOF, d'autant plus que les chiffres cités sont bien en dessous de la vérité; il faut, en effet, tenir compte que les statistiques hospitalières ne concernent qu'une partie limitée de la population, principalement celle des grandes villes et des agglomérations de moyenne importance, et que le rapport entre la population citadine et la population rurale est de 1 à 17. Par ailleurs, le paludisme est un mal si courant que l'Africain, en brousse surtout, ne juge pas utile de venir le faire traiter dans une formation hospitalière ou un dispensaire, et les décès non contrôlés dus au paludisme sont fréquents.

Il est bien évident que la prophylaxie médicamenteuse ne parviendra pas, à elle seule, à diminuer notablement le degré de l'endémie paludéenne et qu'elle devra s'accompagner d'une lutte intense contre les vecteurs. Mais cette lutte, pour être efficace, devra se fonder sur une connaissance très précise de la biologie des anophèles en cause, et plus précisément de la biologie du vecteur majeur du paludisme en Afrique noire: *Anopheles gambiae*. Or, il faut bien admettre que, si de très nombreuses études ont été faites, depuis la découverte du rôle vecteur de *A. gambiae* par Ross en 1899, sur le comportement de cet anophèle, elles ne se rapportent en général pas aux territoires français. S'il a été recensé dans toutes les localités de l'AOF où il a été recherché, *A. gambiae* n'a cependant pas fait

l'objet de travaux approfondis, à l'exception de quelques recherches localisées au Soudan Français sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir plus loin.

Cette lacune était d'autant plus intéressante à combler que les nombreuses publications consacrées à la biologie de *A. gambiae* apportent des renseignements très souvent contradictoires ; elles font état de résultats si dissemblables que plusieurs auteurs ont envisagé la séparation de l'espèce en races ou variétés. S'il est évident qu'une espèce anophélienne peut avoir un comportement différent en plusieurs points de son aire de répartition, en fonction des variations climatiques qui affectent divers secteurs de cette aire, il n'en demeure pas moins que des différences de comportement enregistrées dans des conditions climatiques extrêmement dissemblables, mais se retrouvant identiques sous ces diverses conditions, permettent de penser que l'on a affaire à une espèce présentant des variétés raciales.

Notre travail avait donc un double but : approfondir les points de la biologie de *A. gambiae* qui présentent un intérêt certain dans la lutte contre le paludisme au moyen des insecticides modernes ; rechercher et vérifier l'existence possible de races ou de variétés. Nous espérons que les résultats de nos recherches, exposés ici, contribueront à éclaircir les divergences qui se sont manifestées jusqu'à présent et, surtout, à faciliter la tâche de ceux sur qui repose le lourd fardeau qui consiste à combattre, à défaut de pouvoir supprimer, l'infection paludéenne en AOF. Souhaitons que ces résultats démontrent, une fois de plus, l'importance capitale que l'on doit attacher à une étude attentive de la biologie de l'anophèle vecteur avant de se lancer dans de vastes campagnes antianophéliennes ; en effet, si ces dernières ne sont fondées que sur les résultats enregistrés dans d'autres régions du globe — résultats, il faut le reconnaître, souvent spectaculaires —, elles risquent fort d'être vouées à des échecs retentissants et d'empêcher ainsi de nouvelles campagnes entreprises sur la foi d'enquêtes entomologiques valables.

CHAPITRE 1

DONNÉES CLIMATOLOGIQUES ET GÉOGRAPHIQUES

Il nous a paru indispensable d'accompagner cette étude de renseignements climatiques sur l'Afrique occidentale en général et, plus particulièrement, sur la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta), dans laquelle nos recherches ont été principalement effectuées (fig. 1). Ils permettront de mieux comprendre certains aspects du comportement de *A. gambiae*, d'une part, et les difficultés que l'on rencontre dans le travail de laboratoire, d'autre part.

Afrique-Occidentale Française

On peut, selon Richard-Molard,²⁸⁰ diviser les climats de l'Afrique-Occidentale Française (AOF) en trois grands types :

1) *Climats équatoriaux guinéens*. Ils correspondent aux régions comprises au sud d'une ligne sinueuse qui coupe la côte dans le sud du Sierra-Leone ou au Libéria, écorne le sud-est de la Guinée Française et passe à proximité de Dabakala (Côte d'Ivoire) et de Savalou (Dahomey). Le temps y est toujours humide, et les températures varient peu autour d'une moyenne de 28°C. Deux saisons des pluies, une grande de mars à juillet et une petite de septembre à novembre, sont séparées par une courte saison sèche qui n'est elle-même pas exempte de précipitations. L'harmattan, exceptionnel, se manifeste entre Lomé (Togo) et le Bas-Dahomey, où il atteint souvent la côte pendant la saison fraîche. Il y a plusieurs variations locales à distinguer :

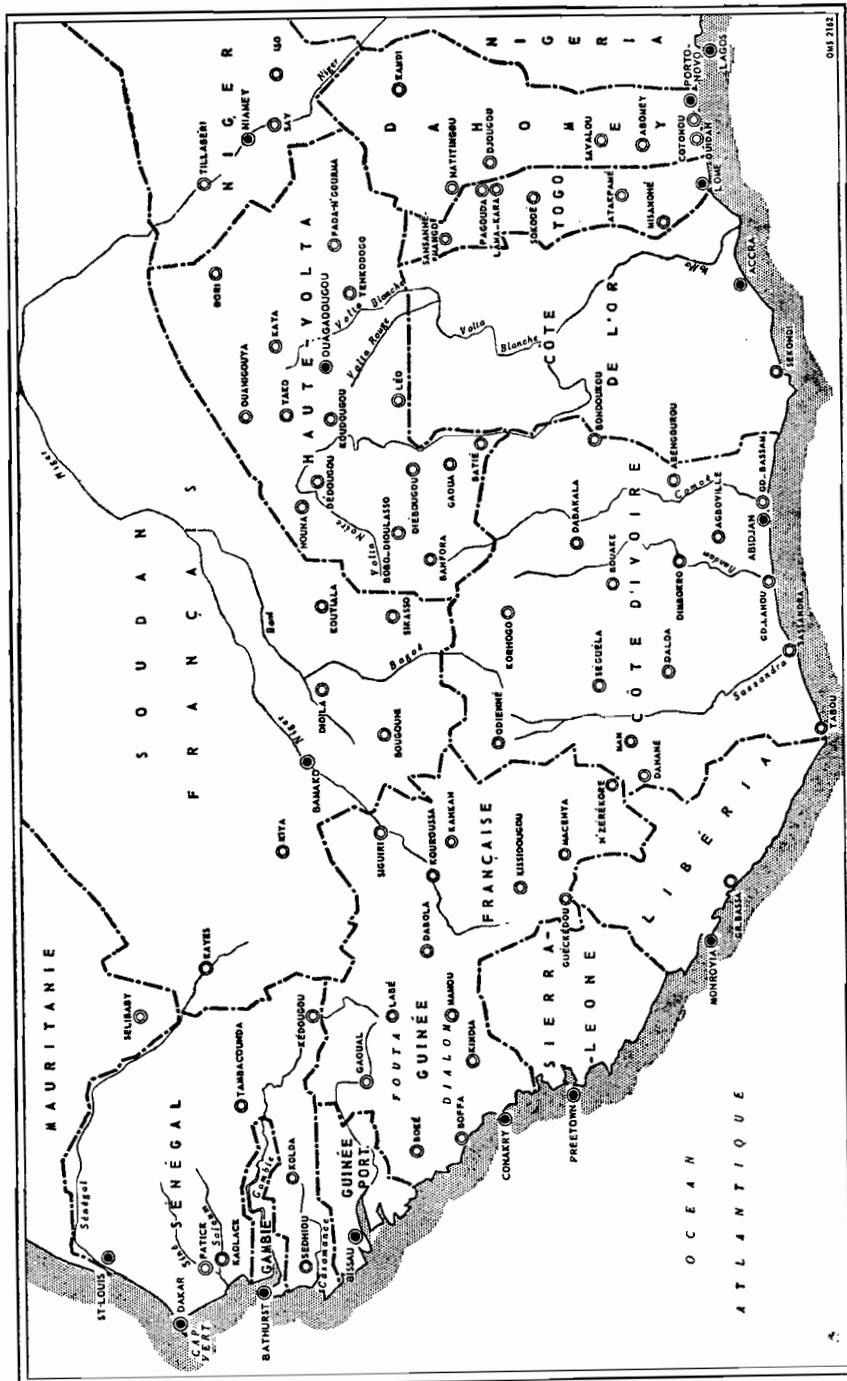
— A l'ouest, les pluies atteignent 2 mètres par an, et la grande saison sèche est tempérée par les brises de mer. C'est le climat de la forêt équatoriale guinéenne (par opposition à gabonaise, congolaise, etc.).

— A l'est, la quantité de pluie s'abaisse jusqu'à moins de 800 mm (Lomé), et la grande saison sèche est plus longue et plus rigoureuse.

— Enfin, dans le centre de la Côte d'Ivoire, autour de Bouaké, les pluies sont moins abondantes (1.186 mm à Bouaké) et l'harmattan se fait sentir davantage.

2) *Climats tropicaux soudaniens*. Plus au nord, les climats de l'Afrique occidentale ne comportent plus qu'une seule saison des pluies, l'hivernage, dont la durée est de sept mois au sud pour diminuer progressivement vers le nord. La saison sèche, longue et rigoureuse, mérite véritablement son

FIG. 1. CARTE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE



nom, la moyenne des pluies, en janvier et février au moins, étant nulle. L'harmattan, suivant la latitude, souffle de quatre à sept mois. Ainsi, pendant de longs mois, les pays tropicaux soudaniens souffrent d'une période de sécheresse complète et torride qui ne permet à la forêt équatoriale d'exister que le long des cours d'eau sous forme de galeries forestières. On peut subdiviser les climats tropicaux soudaniens en climats régionaux :

— Le climat *sub-guinéen*, qui règne sur la lisière littorale, des « Rivières du Sud » du Sierra-Leone à l'embouchure du Siné et du Saloum. Il y a une seule saison des pluies, d'avril-mai à fin novembre dans le sud, de juin à octobre dans le nord (Casamance), et une saison sèche. Les températures sont stabilisées autour de 27°C, et les montagnes littorales sont la cause de formidables averses (4.290 mm à Conakry).

— Le climat *foutanien*, qui règne sur le Fouta-Djalon au-dessus de 700-800 mètres. La quantité des pluies va de 1.500 mm sur le versant oriental à 2.500 mm sur le versant exposé à la mousson. L'harmattan sévit avec rigueur et la saison sèche va de novembre à avril-mai.

— Le climat *sud-soudanien*, au sud de l'isohyète de 1.000 mm, se distingue par des pluies abondantes pendant l'hivernage, qui dure de la fin avril à la fin octobre, avec maximum en juillet-août ou août-septembre. L'harmattan règne, en saison sèche, pendant au moins quatre mois. En saison sèche également s'observent les variations nyctémérales de température les plus accusées.

— Le climat *nord-soudanien* suit le même rythme, mais la saison des pluies est plus courte (trois mois et demi à cinq mois) et les précipitations très irrégulières. L'harmattan souffle pendant six mois et élève considérablement la température en fin de saison sèche.

— Les climats *sahéliens* sont des climats de transition entre les climats de l'Afrique noire, chauds et pluvieux, et le climat saharien. Les précipitations restent en dessous de 500-600 mm. L'alizé continental se fait régulièrement sentir en janvier et provoque des froids déjà vifs.

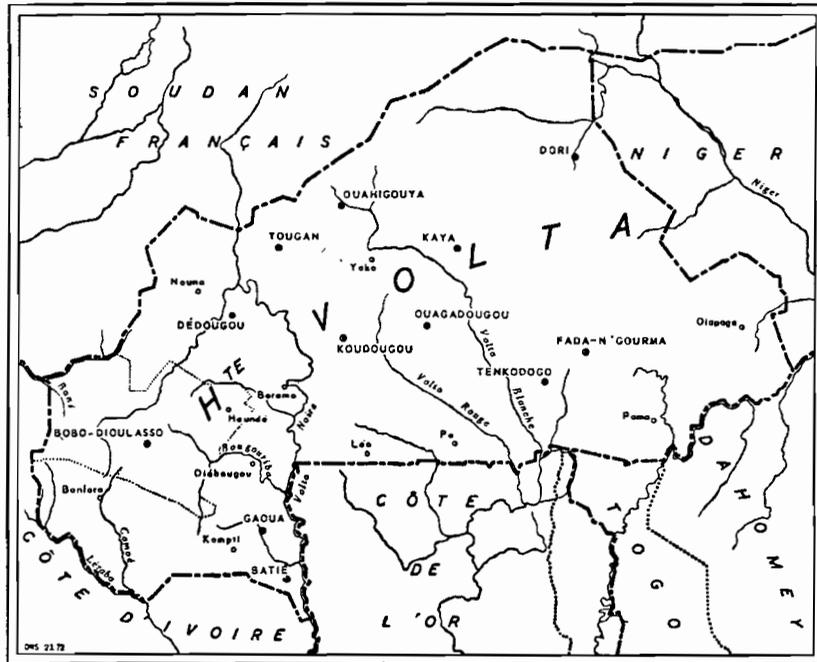
3) *Climat sub-canarien*. Il englobe la bordure atlantique du Cap Vert à la Mauritanie. Les pluies ne dépassent pas en général 500 mm, et il existe deux saisons bien marquées, mais avec une saison sèche prolongée. Les vents de l'Océan provenant de l'anticyclone des Açores se superposent au courant froid dit des Canaries et soufflent de décembre à fin mai.

Haute-Volta

La Haute-Volta présente les deux types de climats soudaniens à saison des pluies unique présentant son maximum d'intensité en août-septembre. La saison sèche s'étend de novembre à mai ; l'harmattan souffle violemment durant quatre à six mois.

La durée de l'hivernage diminue vers l'est et vers le nord et n'est plus que d'environ trois mois à Dori, alors qu'elle est de cinq mois à Gaoua. Dans cette dernière localité, la quantité des précipitations, établie sur dix années d'observations,⁶ s'élève à 1.222,6 mm, contre 501,5 mm à Dori; mais le régime des tornades peut faire varier cette quantité dans de notables proportions d'une année à l'autre, parfois dans la proportion de 1 à 4.

FIG. 2. CARTE DE LA HAUTE-VOLTA



Pour quelques localités mentionnées dans la figure 2, les moyennes des précipitations annuelles sont les suivantes :

Banfara	1.265,5 mm
Bobo-Dioulasso	1.177,7 mm
Boromo	1.141,8 mm
Dédougou	1.033,1 mm
Diébougou	1.130,3 mm
Dori	501,5 mm
Fada-N'Gourma	833,1 mm
Gaoua	1.222,6 mm
Houndé	1.033,5 mm
Kaya	692,1 mm
Koudougou	816,6 mm

Ouagadougou	881,3 mm
Ouahigouya	741,6 mm
Tenkodogo	1.131,2 mm

On comprend, dès lors, que pendant la saison sèche, très longue, la plus grande partie des rivières et ruisseaux soient asséchés; seuls demeurent, mais avec un débit fortement diminué, les grands cours d'eau tels que la Volta Noire, la Volta Rouge, la Volta Blanche (et leurs grands affluents), la Léraba, la Comoé et le Bani.

Si la température annuelle moyenne varie peu dans l'ensemble du pays (26,35°C à Bobo-Dioulasso, 27,39°C à Gaoua, 27,91°C à Dori, 28,47°C à Ouahigouya, 28,59°C à Fada-N'Gourma, 29,75°C à Ouagadougou), on observe de grandes variations dans les températures absolues, particulièrement pendant la saison sèche. Le tableau I montre les différences entre la température maximum et la température minimum pendant les mois d'avril (saison sèche) et de septembre (hivernage) pour différentes stations.

TABLEAU I. TEMPÉRATURES MAXIMUMS ET MINIMUMS (°C), EN AVRIL ET EN SEPTEMBRE, DANS DIVERSES STATIONS

Stations	Avril		Septembre	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Bobo-Dioulasso	38,2	22,3	31,0	20,4
Dori	42,5	22,7	34,7	21,7
Fada-N'Gourma	43,1	25,0	33,2	20,7
Gaoua	36,9	24,1	30,3	21,4
Ouagadougou	41,6	24,3	33,5	21,1
Ouahigouya	41,1	24,9	33,2	22,2

Les températures extrêmes enregistrées pendant la saison sèche ont été :

à Bobo-Dioulasso	11,0°C et 46,0°C
à Dori	5,7°C et 45,8°C
à Fada-N'Gourma	7,4°C et 47,9°C
à Gaoua	15,0°C et 42,0°C
à Ouagadougou	8,9°C et 45,5°C
à Ouahigouya	8,0°C et 44,8°C

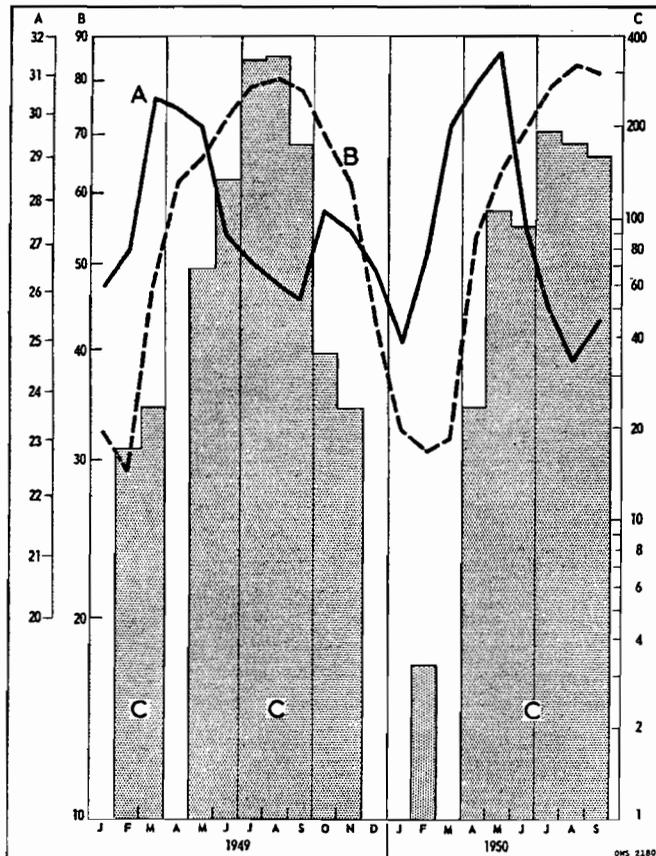
L'humidité relative accuse également des variations considérables entre les mois d'hivernage et les mois de la saison sèche : elle oscille aux alentours de 85 % en septembre pour tomber aux environs de 30 % en janvier.

Ce sont les deux facteurs combinés : température et humidité relative, qui imprimeront à la biologie de l'anophèle des caractères bien particuliers, surtout durant la saison sèche, le facteur précipitations n'intervenant que pour en régler les variations saisonnières.

Cercle de Bobo-Dioulasso

Le Cercle de Bobo-Dioulasso affecte la forme d'un quadrilatère limité au nord par les Cercles de Dédougou (Haute-Volta) et de Koutiala (Soudan), à l'ouest par le Cercle de Sikasso (Soudan), au nord-est et à l'est par les Cercles de Ouagadougou (Haute-Volta) et de Gaoua (Haute-Volta), au sud, enfin, par le Cercle de Kong (Côte d'Ivoire), dont il est séparé par la Léraba. Sa superficie est d'environ 40.000 km². Il forme un plateau à reliefs peu accentués et dont les points culminants, situés dans le massif du Tagouara, ne dépassent pas 600 mètres.

FIG. 3. TEMPÉRATURE, HUMIDITÉ RELATIVE ET PRÉCIPITATIONS A BOBO-DIOULASSO, 1949-1950
Echelle logarithmique



A = Température moyenne (°C) B = Humidité relative moyenne (%) C = Pluies (mm)

Chacun des côtés du quadrilatère appartient à un bassin hydrographique : celui de la Léraba au sud, celui du Bougouriba à l'est, le bassin de la Volta Noire au nord, et celui de la Bagoé (qui relève du Cercle de Sikasso) à l'ouest.

Administrativement, le Cercle de Bobo-Dioulasso comprend trois Subdivisions : Banfora, Bobo-Dioulasso et Houndé. Le recensement de 1949 a donné une population de 290.000 habitants environ, ainsi répartis :

Subdivision de Banfora	130.000
Subdivision de Bobo-Dioulasso	127.000
Subdivision de Houndé	33.000

L'ensemble du Cercle est soumis au climat de type sud-soudanien, et seule la région de Banfora présente quelques particularités : degré hygrométrique plus élevé en saison sèche, précipitations plus abondantes. Nous avons vu précédemment les caractéristiques de ce climat. La quantité des pluies pour 1949 a été de 1.150,9 mm, chiffre peu différent de la moyenne calculée sur dix années : 1.177,7 mm.

Les chiffres moyens de la température et de l'humidité, pour l'année 1949, sont les suivants :

Température moyenne	27,52°C
Température maximum	33,77°C
Température minimum	20,06°C
Humidité relative	59,7 %
Humidité maximum	78,0 %
Humidité minimum	41,9 %

Cependant, les chiffres varient parfois considérablement d'une année à l'autre, ainsi que le montre la figure 3 pour la période de janvier 1949 à septembre 1950.

CHAPITRE 2

MÉTHODES UTILISÉES DANS LES RECHERCHES

Nous nous sommes efforcé d'uniformiser, dans la mesure du possible, nos méthodes de travail dans les prospections anophéliennes que nous avons eu l'occasion d'effectuer dans les différents territoires de l'Afrique occidentale ; cela, dans le but de pouvoir valablement comparer les résultats enregistrés à la suite d'enquêtes éloignées tant dans l'espace que dans le temps. Nous avons, dans ce but, adopté un certain nombre de techniques dont quelques-unes présentaient l'avantage de pouvoir être utilisées aussi bien dans la nature qu'en laboratoire. Au cours de nos prospections, nous nous sommes attaché à recueillir le maximum de données concernant aussi bien les adultes que les premiers stades des anophèles, en considérant que les captures des seuls adultes ne pouvaient donner qu'une indication toute relative sur la faune d'une localité. *A. gambiae* a été recherché partout, aussi bien dans les cases habitées que dans les cases vides et abandonnées, les parcs à bétail, les porcheries, les buissons, les puits et tous endroits qui pouvaient lui servir de refuge. Et, ainsi que l'a recommandé Schwetz,³¹⁷ après avoir soigneusement recherché les gîtes larvaires, nous avons procédé sur place, pendant le voyage ou en laboratoire, à l'élevage des premiers stades récoltés ; non sans pertes, évidemment, lorsque ces élevages étaient pratiqués en camionnette, sur de longs parcours de « tôle ondulée ». Ces élevages n'avaient d'autre but que de compléter les résultats fournis par les captures d'adultes et de recueillir tous les stades — de l'œuf ou de la larve à l'adulte — des anophèles, en particulier de *A. gambiae*, afin d'en étudier au laboratoire les variations morphologiques.

Au cours de nos enquêtes, nous avons réuni le maximum de renseignements sur les localités dans lesquelles nous nous rendions : renseignements géographiques, démographiques, sanitaires. Dans la majorité des cas, nous nous livrions à une prospection paludologique au cours de laquelle nous examinions les enfants de 1 à 14 ans et établissions l'indice splénique et les indices hématiques (plasmodique et gamétique). Enfin, une carte (ou un rapide schéma coté) était dressée, sur laquelle étaient notés les points de capture des adultes et l'emplacement des gîtes.

Récolte et transport

Œufs, larves et nymphes

Les œufs flottant à la surface des eaux étaient recueillis dans de petites cuvettes à pansements en émail blanc ; balayés avec un petit morceau de papier filtre auquel ils adhéraient, ils étaient alors transportés jusqu'au laboratoire dans un petit tube en verre dont le fond était garni d'une boule de coton humide ; le morceau de papier filtre portait, au crayon, le numéro du gîte et la date de la récolte.

Nous n'avons pas utilisé, pour la récolte des larves et des nymphes, de filets de mousseline ou de filets de type Aubé, mais simplement un assortiment varié de plateaux à pansements et de louches de cuisine en émail blanc ; l'usage du plateau à pansements, qui déprime puis entraîne la surface du gîte, est à recommander et rend de grands services notamment lorsqu'il s'agit de rechercher les larves et nymphes dans un gîte à végétation abondante et, surtout, le long des berges d'une rivière ou d'un marigot. Les louches ont été employées principalement dans les petits gîtes, tels que les empreintes de pas humains ou de pieds d'animaux, flaques de pluie, et, d'une façon générale, partout où la faible profondeur du gîte interdisait l'usage du plateau.

Pour la recherche des larves et nymphes dans les puits, un seau et une longue corde suffisaient généralement.

Lorsque le point du gîte que nous désirions sonder se trouvait à quelque distance du bord, dans le cas de marécages par exemple, nous utilisions une louche au manche de laquelle était fixé solidement un long bambou.

Pour les trous d'arbres, nous épuisions l'eau du gîte avec une cuillère d'abord, puis avec un compte-gouttes constitué par une longue pipette. De même pour les trous de crabes et les trous de rats.

Les larves et nymphes récoltées, après avoir été triées, dans le plateau ou dans la louche, avec un compte-gouttes, étaient placées dans des flacons à large tubulure, à moitié emplis d'eau et dont le bouchon était traversé par un tube capillaire ; des morceaux d'algues, ou simplement de feuilles, étaient déposés dans les flacons de façon que les larves puissent s'y accrocher et résister aux secousses du transport. A chaque gîte prospecté était affecté un flacon portant un numéro. Lorsque nous voulions obtenir des élevages individuels, chaque larve ou chaque nymphe était placée dans un petit tube de 70×12 mm, bouché avec un morceau de coton cardé et contenant une brindille de bois destinée à faciliter l'émergence de l'adulte. Les tubes, numérotés, étaient assemblés sur un porte-tubes en bois pouvant contenir une soixantaine de tubes.

Adultes

Deux procédés sont également utilisés pour la capture des adultes, qui présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients : la capture à la main et la capture au pyrèthre (« flit-catching »). La capture à la main, dans laquelle on utilise des tubes à essais, se pratique de la façon suivante : l'anophèle étant repéré, on approche doucement un tube dans l'ouverture duquel on l'emprisonne ; l'anophèle étant pris, on obture le tube avec un morceau de coton cardé que l'on pousse vers le fond du tube en même temps que le moustique ; on recommence alors l'opération et l'on arrive ainsi à loger 5 ou 6 anophèles dans le même tube, chacun d'eux étant isolé des autres par une couche de coton. Certains entomologistes utilisent également des appareils à poire ou à aspiration buccale, mais ceux-ci nécessitent le transvasement des moustiques dans des tubes et risquent d'amener le manipulateur à abîmer les exemplaires capturés.

Pour effectuer les captures au pyrèthre, on ferme hermétiquement la pièce où l'on veut récolter les anophèles et l'on pulvérise partout, au moyen d'un petit appareil de pulvérisation du type « Flit », un mélange à base de pyrèthre. Les anophèles sont alors recueillis sur un drap blanc tenu aux quatre coins par des aides. Il convient également de rechercher ceux qui ont pu tomber à terre. Il est bien évident que ce procédé de capture ne pourra être utilisé que dans les locaux d'habitation et deviendra totalement inopérant si l'on cherche à recueillir des anophèles dans des refuges en plein air ou dans des abris à animaux tels que les parcs à bœufs. Mais, dans les locaux d'habitation, il est manifeste que cette technique donne de meilleurs résultats que la capture à la main. En effet, Ribbands,²⁷⁶ au Sierra-Leone, a pu constater que, dans des cases cependant spécialement construites pour faciliter la capture à la main, 28 % des anophèles (*A. gambiae* et *A. funestus*) échappaient et que ce procédé ne permettait pas d'étudier valablement les fluctuations journalières des anophèles. De même, Vincke,³⁷³ effectuant, après capture à la main, des contrôles par pulvérisations, a observé que, sur 5.148 anophèles recueillis, 26,4 % échappaient à la première méthode. Symes & Hadaway,³⁵¹ de leur côté, en Nouvelle-Guinée, ont capturé trois fois plus d'anophèles, dans les locaux non traités au DDT, par la méthode des pulvérisations que par la capture à la main (133,5 contre 46,5) ; dans les locaux traités, la différence était encore plus nette : 2,8 contre 0,4. Plus récemment, Davidson,⁷³ étudiant les diverses méthodes de capture, a montré que la méthode par pulvérisations donne toujours un chiffre supérieur à celui que fournissent les autres techniques.

Cependant, le traitement au pyrèthre exerce un effet répulsif net sur les anophèles, effet qui a même été utilisé par Ribbands²⁷⁸ dans des cases expérimentales pour n'attirer dans ces pièges que les femelles affamées en

quête de nourriture et éloigner celles qui n'auraient vu dans ces cases qu'un lieu de repos. Il deviendra donc hasardeux de se baser sur des captures quotidiennes faites au pyrèthre dans les mêmes cases, car les chiffres des captures effectuées après la première pulvérisation seront faussés par cet effet répulsif. Nous en avons fait l'expérience nous-même dans les environs de Bobo-Dioulasso en analysant, pendant cinq jours consécutifs, les captures effectuées dans cinq cases au moyen de pulvérisations quotidiennes de pyrèthre, et dans cinq cases où le pyrèthre ne fut employé que le premier jour. En tenant compte du fait que la capture à la main laissait de côté 30 % de la population anophélienne des cases et en établissant la densité hypothétique de cette population, nous avons pu observer que 23 % des anophèles étaient soumis à l'effet répulsif du pyrèthre. En conséquence, nous n'avons utilisé le mode de capture par pulvérisation qu'au cours d'enquêtes anophéliennes rapides, dans des localités où nous ne procédions qu'à une séance de capture d'adultes.

Bien que la récolte à la main ne fournisse que des données relatives sur la faune d'une localité, de nombreux entomologistes ont employé ce procédé à l'exclusion de tout autre, tels Haddow,¹⁴³ au Kenya, ou Hocking,¹⁶⁰ qui, notant que 50 % des anophèles échappent à la capture, préfère cette méthode pour évaluer les effets de la lutte antianophélienne par l'emploi des insecticides à effet rémanent. C'est à cette méthode que nous avons fait le plus largement appel, d'autant plus que les résultats que nous attendions de nos captures de *gambiae* n'exigeaient pas une évaluation exacte de la population anophélienne.

En dehors des captures pratiquées au cours de nos enquêtes et prospections, nous nous sommes basé sur les *gambiae* capturés dans les cinq stations de capture indiquées dans la figure 4.

Station 1 : Bobo-Dioulasso

Dans cette station, nous avons continué le travail qui avait été commencé par notre camarade Vilain³⁷² en mai 1948 : chaque semaine, dix quartiers de la ville étaient visités, chacun, par trois « boys-moustiques » pendant trois heures. Chaque quartier de la ville a fait ainsi l'objet de prospections hebdomadaires à partir de mai 1948 ; mais nous n'avons tenu compte que des résultats enregistrés à compter d'août 1949, date à laquelle nous avons noté le nombre d'habitations visitées et le nombre d'habitations où les recherches avaient été positives.

Station 2 : Koua (kilomètre 5 sur la route Bobo-Ouagadougou)

Captures mensuelles de janvier 1949 à juin 1950. Le nombre de cases prospectées et celui des « boys-moustiques » ont été relevés.

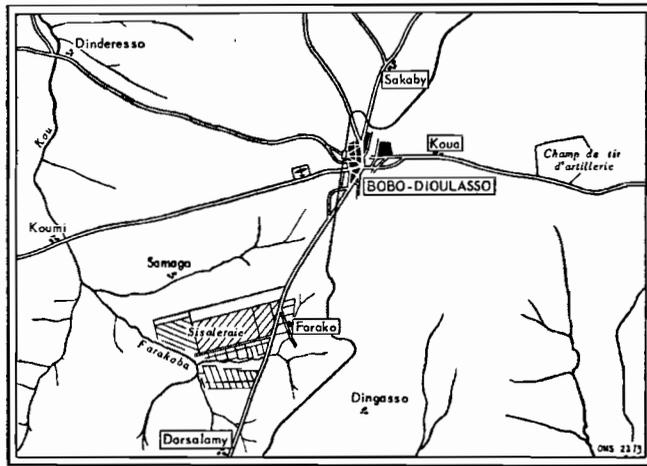
Station 3 : Sakaby (kilomètre 8 sur la route Bobo-Dédougou)

Captures mensuelles de janvier 1949 à juin 1950. Mêmes remarques que pour la station 2.

Station 4 : Darsalamy (kilomètre 18 sur la route Bobo-Banfara)

Captures mensuelles de janvier 1949 à juin 1950. Mêmes remarques que pour la station 2.

FIG. 4. STATIONS DE CAPTURE DANS LE CERCLE DE BOBO-DIOULASSO



□ = Station de capture

Station 5 : Sisaleraie du Farako (kilomètre 12 sur la route Bobo-Banfora)

Captures mensuelles de janvier 1949 à juin 1950, dans les cases d'habitation d'une part, dans des cases non occupées à demi détruites d'autre part. Mêmes remarques que pour les stations précédentes.

Outre les variations saisonnières de *gambiae* et les variations dans le temps de l'indice sporozoïtique, les captures dans ces cinq stations nous ont permis d'établir, pour cet anophèle :

- 1) l'indice de densité par case (IDC) =
$$\frac{\text{Nombre de } gambiae \text{ capturés}}{\text{Nombre de cases visitées}}$$
- 2) l'indice d'infection moyenne (IIM) =
$$\frac{\text{Indice de densité par case} \times \text{Indice sporozoïtique}}{100}$$

Elevage

En laboratoire

Nous avons utilisé, pour nos élevages de *A. gambiae*, soit les œufs récoltés dans les gîtes, soit les œufs déposés par des femelles déjà en élevage. Dans ces deux cas, les œufs, ramassés à la surface d'un morceau de papier filtre, étaient placés dans un petit cristalliseur de 10 cm de diamètre contenant de l'eau de robinet. Dès leur éclosion, les larves étaient recueillies à l'aide d'un compte-gouttes et transportées, par lots de 10 à

20, dans d'autres cristalliseurs contenant la même eau, mais additionnée soit de poudre de biscuit, soit de poudre provenant du grattage de l'écorce des arbres. Lorsque les larves à élever provenaient de récoltes effectuées au cours de prospections, l'élevage était fait dans l'eau même du gîte, avec ou sans nourriture supplémentaire.

Dès la nymphose, chaque nymphe était isolée dans un petit tube de 70×12 mm contenant un peu d'eau et une brindille de bois pour faciliter l'émergence de l'adulte ; un morceau de coton cardé fermait le tube. L'adulte éclos était transporté dans une cage de Roubaud de 15×5×8 cm placée au-dessus d'un tube de Borrel rempli d'eau.

Pendant toute la durée de l'élevage, la température de l'eau était notée, ainsi que la température et le degré hygrométrique du laboratoire, enregistrés sur un thermo-hygromètre. Nous avons pu ainsi nous assurer que, pendant l'hivernage, l'écart entre la température de l'eau des cristalliseurs et la température du laboratoire était sensiblement nul et n'atteignait pas 1°C ; mais, pendant la saison sèche, l'écart pouvait dépasser 3°C.

En ce qui concerne l'élevage de *gambiae* s'étendant à plusieurs générations, la technique suivie a été un peu différente, en ce sens que les femelles et les mâles éclos étaient transportés dans de grandes cages de tulle à moustiquaire de 40×20×20 cm, de façon à obtenir l'accouplement ; les femelles fécondées étaient ensuite isolées dans des cages de 15×5×8 cm. L'humidité était assurée par le dépôt, dans la cage, d'un couvercle de tube de Borrel rempli d'eau, à la surface de laquelle était placé un petit rond de papier filtre où la femelle pouvait déposer ses œufs. Si nous avons pu obtenir plusieurs générations de *gambiae* au laboratoire pendant l'hivernage, il n'en a pas été de même pendant la saison sèche. Les variations de la température extérieure et du degré hygrométrique étaient telles qu'il nous était pratiquement impossible de conserver les adultes plus de deux à trois jours après l'émergence. Nous avons été alors contraint d'installer nos élevages dans une des pièces de notre habitation, afin de pouvoir surveiller constamment et leur assurer des conditions thermiques et hygrométriques satisfaisantes. Mais nous devons mentionner que nous n'avons pu que rarement dépasser la quatrième génération, ne réussissant pas mieux, en cela, que De Meillon (communication personnelle, 1950) ; dans la Nigeria, par ailleurs, Bruce-Chwatt (communication personnelle, 1950) ne dépasse la quatrième génération qu'en introduisant dans les cages d'élevage de nouvelles femelles. Sautet³¹⁰ signale l'élevage facile de *gambiae* à Marseille, pendant l'été, dans des cages de 40×50×40 cm, mais ne donne pas le nombre de générations obtenues ; et Mathis,²³⁴ qui a obtenu cinq générations à Dakar, entre le 29 avril et le 14 juillet (fin de la saison sèche et début de l'hivernage), ne signale pas si l'élevage a été arrêté ou s'est éteint de lui-même. MacGregor²²⁴ a obtenu la fécondation des femelles en cage à l'Ile Maurice, mais il ne donne pas de détails sur le

sort de leur descendance. Il ne semble pas douteux que les difficultés d'élevage résident dans les conditions microclimatiques que l'on peut assurer ; *A. gambiae* vit et se reproduit très bien en captivité, même en espace réduit, ce qui en fait une espèce sténogame ; il n'y a pas de vol nuptial. L'alimentation des femelles a été très facile ; nous l'avons assurée nous-même sur notre bras et avons pu constater que *gambiae* pouvait faire un repas de sang quotidien. Hocking & MacInnes¹⁸² ont noté cette faculté, mais en signalant que ce rythme quotidien semblait inhiber la ponte, bien qu'une femelle nourrie pendant onze jours successifs ait montré deux cycles ovariens complets. Nous n'avons, pour notre part, rien remarqué de semblable sinon que, souvent, la veille de la ponte, les femelles refusaient de piquer. De toute façon, il ne nous a pas été donné d'observer cette irrégularité dans l'alimentation en captivité signalée par Barber & Olinger.¹⁸

Dans la nature

Afin de vérifier la durée du cycle dans les gîtes eux-mêmes, nous avons sélectionné, dans la forêt primaire de Kou, à une vingtaine de kilomètres de Bobo-Dioulasso, un certain nombre de gîtes dont les caractères physiques et chimiques ont été notés. Chaque gîte a été couvert d'une armature de fil de laiton sur laquelle était cousue de la toile à moustiquaire, puis abandonné pendant huit jours. Après ce temps, toutes les larves et nymphes ont été recueillies, ainsi que les adultes qui avaient pu éclore. Après quelques jours, une nouvelle visite permettait de récolter les larves provenant des œufs déposés par les adultes éclos la semaine précédente. Les gîtes, redevenus vierges, étaient alorsensemencés avec des œufs provenant de femelles en élevage au laboratoire. Au cours de visites quotidiennes successives, nous notions, pour chaque gîte, l'apparition des larves, puis des nymphes, enfin des adultes, qui étaient alors capturés.

Techniques de dissection

Détermination de l'indice maxillaire

Les travaux de Roubaud,²⁹⁰ puis de Roubaud et al.,^{295-298, 300} ont montré l'importance extrême qu'il convenait d'attacher à l'étude de l'indice maxillaire des anophèles en Europe et en Extrême-Orient, pour établir leurs préférences trophiques et, partant, une prophylaxie antipaludique efficace.

Roubaud²⁹⁰ a insisté sur la nécessité de pratiquer les examens des maxilles de façon uniforme ; en effet, « très souvent il y a une inégalité marquée entre chacune des scies de la même paire maxillaire, chez un même moustique ; ... souvent, aussi, les dents extrêmes sont peu apparentes et difficiles à mettre en évidence ; enfin, ... fréquemment la hampe

des maxilles présente, au voisinage de la scie, des aspérités dentiformes » (page 561). Nous n'avons donc compté, dans nos numérations, que les dents maxillaires nettes, apparaissant comme des denticules à teinte plus sombre sur la scie.

L'ensemble des pièces buccales, après avoir été séparé de la tête de l'anophèle, est porté sur une lame dans une goutte de lactophénol ; l'ébullition rapide à la flamme d'une lampe à alcool dissocie les différentes pièces, et l'on recouvre d'une lamelle avec une nouvelle goutte de lactophénol. On place la lame sur la platine du microscope, où l'on repère les maxilles avec un faible grossissement. Puis, sous immersion à 1/12, on compte le nombre de dents de chaque scie maxillaire ; le nombre total, divisé par deux, donne l'indice maxillaire individuel. L'indice global d'une population est établi en faisant la moyenne arithmétique de tous les indices individuels.

Nous avons constamment employé cette méthode¹⁶⁸ en AOF, aussi bien en brousse qu'au laboratoire.

Détermination des indices sporozoïtique et oocystique

La mise en évidence du rôle vecteur de *A. gambiae* dans une localité donnée ou à une époque donnée de l'année ne peut se faire qu'en disséquant les femelles capturées, afin de rechercher les hématozoaires du paludisme dans les glandes salivaires (sporozoïtes) et dans l'estomac (oocystes).

La femelle doit être tuée, de préférence après qu'elle a digéré le sang dont elle s'est nourrie, soit par les vapeurs d'éther, de xylol ou de chloroforme, soit plus simplement par la fumée de tabac. Elle est ensuite placée sur une lame dans une goutte d'eau physiologique, la lame étant disposée sur la platine d'une loupe binoculaire.

Nous avons suivi, pour l'isolement de l'estomac et des glandes salivaires, la technique indiquée par Russell, West & Manwell.³⁰⁸

a) Isolement de l'estomac

Après avoir enlevé les ailes et les pattes, on place l'insecte sur le dos, puis, à l'aide de fines aiguilles, on fait deux encoches dans le tégument entre les segments abdominaux V et VI.

En maintenant le thorax avec une aiguille montée, on tire doucement avec une autre aiguille la partie terminale des segments abdominaux, entraînant ainsi l'intestin avec les tubes de Malpighi, puis l'estomac et l'œsophage.

On sépare l'estomac et on le dépose sur une autre lame dans une goutte d'eau physiologique. On recouvre d'une lamelle et l'on examine au microscope. On reconnaît facilement les oocystes, arrondis, légèrement opaques

et pigmentés ; dans les oocystes âgés, on remarque des stries nombreuses qui représentent les sporozoïtes en formation ; en pressant sur la lamelle, on fait éclater la paroi de l'oocyste qui libère les sporozoïtes.

b) Isolement des glandes salivaires

On pose une aiguille montée sur la tête de l'anophèle, que l'on maintient, et l'on exerce sur le thorax de petites tractions vers l'abdomen. Les glandes sont chassées du thorax et restent attachées par leurs conduits aux tissus de la tête.

On les isole et on les place sur une lame dans une goutte d'eau physiologique. Après dilacération, on recouvre d'une lamelle et l'on examine au microscope pour rechercher les sporozoïtes, qui se présentent comme des corps fins et allongés en forme de banane ou de croissant.

Les oocystes et les sporozoïtes se colorent facilement au Giemsa après fixation à l'alcool méthylique.

Examen de l'hypopygium mâle et du pharynx femelle

Il nous a semblé intéressant, en étudiant les races biologiques de *A. gambiae*, de voir si des modifications pouvaient être constatées dans deux caractères importants de la systématique anophélienne : l'hypopygium mâle et le pharynx femelle.

A cet effet, nous avons disséqué plusieurs centaines d'anophèles en adoptant des techniques simples qui permettent un grand rendement.

a) Hypopygium

On sectionne les derniers segments de l'abdomen et on les laisse macérer quelques jours à froid (ou quelques minutes à chaud) dans le liquide de Gater N° 1, fixateur et éclaircissant :

Eau distillée	37 ml
Hydrate de chloral	57 g
Acide acétique cristallisable	6 g

On les porte ensuite, sur une lame, dans une goutte de liquide de Gater N° 2, liquide de montage :

Eau distillée	10 ml
Gomme arabique	8 g
Hydrate de chloral	74 g
Sirop de glucose	5 g
Acide acétique cristallisable	3 g

On dissèque les pièces sur la platine d'une loupe binoculaire ou d'un microscope, puis l'on recouvre d'une lamelle.

b) Pharynx

Barraud & Covell^{19, 20} ont démontré que l'armature pharyngienne des femelles d'anophélins était un caractère de détermination spécifique, et Sinton & Covell³³⁴ ont utilisé ce caractère pour la séparation des sous-genres, groupes et espèces. Il nous a paru que l'étude du pharynx de *gambiae* pouvait présenter quelque intérêt dans les recherches que nous avons entreprises sur les races biologiques de cet anophèle.

Nous avons modifié la technique originale de Sinton & Covell³³⁴ et procédé de la façon suivante :

La tête, séparée du corps, est déposée dans une coupelle avec quelques gouttes de lactophénol, et l'on procède aux opérations suivantes : ébullition pendant 10 à 15 minutes, puis coloration à la fuchsine basique à chaud pendant 5 minutes. La tête est transportée dans le liquide de Gater N° 1, où elle demeure 15 à 30 minutes, puis elle est déposée sur une lame dans une goutte de liquide de Gater N° 2 et disséquée sur la platine d'une loupe binoculaire. L'armature pharyngienne isolée est transportée alors sur une lame dans une goutte de liquide de Gater N° 2 et recouverte d'une lamelle. Les différents éléments de l'armature peuvent être séparés en exerçant des pressions sur la lamelle au moyen de fines aiguilles ou en la déplaçant dans divers sens.

Détermination du sang ingéré, par la méthode des précipitines

Après Grassi (1922) (cité par Missiroli & Hackett,²⁴³ page 13), qui entreprit l'étude des préférences alimentaires des anophèles par le test des précipitines, de nombreux chercheurs se sont attachés à déterminer spécifiquement le sang que contenait l'estomac des anophèles capturés dans des régions ou des localités données. Il était, en effet, de première importance, avant de se lancer dans de vastes campagnes de lutte contre le paludisme, de vérifier quelles étaient les espèces anophéliennes qui se nourrissaient sur l'homme et étaient ainsi aptes à transmettre les hématozoaires du paludisme. C'est de l'indice d'anthropophilie, établi par l'étude de l'armement maxillaire et des préférences alimentaires, que devait dépendre l'orientation de la prophylaxie.

King & Bull¹⁸⁸ ont utilisé la méthode des précipitines sur *A. quadrimaculatus*, montrant que 39 % des femelles étaient gorgées de sang humain. Davis & Shannon⁷⁶ ont établi un indice d'anthropophilie de 50 % chez *A. pseudopunctipennis* en Argentine. Walch & Sardjito³⁷⁷ ont montré, aux Indes Néerlandaises, que, si *A. rossii* et *A. aconitus* étaient trouvés dans les habitations, ils étaient par contre principalement gorgés de sang de buffle. Laurel¹⁹⁵ a établi, aux Philippines, que plus de 90 % des *A. minimus* capturés de jour étaient gorgés de sang de bœuf ; en Cochinchine, Mesnard

& Toumanoff²⁴¹ ont montré que cette espèce se nourrit presque exclusivement de sang humain. Boyd & Aris⁴³ ont signalé, à la Jamaïque, que 42,3 % des *A. vestipennis* et 50 % des *A. albimanus* réagissaient de façon positive à l'antisérum humain. Vargas, Casis & Earle³⁶⁸ ont étudié les préférences alimentaires de *A. punctipennis*, vecteur dans les régions de rizières du Mexique. Kligler & Liebman,¹⁹¹ capturant *A. elutus*, *A. superpictus* et *A. sergenti* dans des étables, ont établi que ces anophèles contenaient tous du sang d'animaux.

L'intérêt de la méthode des précipitines est de démontrer que certains anophèles peuvent s'alimenter sur les animaux entourant l'homme. Roberts & O'Sullivan²⁸¹ ont en effet établi que *A. punctulatus farauti*, vecteur en Nouvelle-Guinée, ne réagissait positivement que dans 9 % des cas à l'antisérum humain; ils citent Atherton & Lemerle, qui ont constaté que, sur 88 exemplaires de cette espèce, 19 % s'étaient nourris sur l'homme, 47 % sur le chien, 33 % sur le porc et 1 % sur le chat. D'autre part, cette méthode a permis de mettre en évidence que des espèces se nourrissant habituellement sur des animaux peuvent, si les facilités leur en sont offertes, piquer l'homme, ainsi que l'ont démontré Bang & Simpson¹³ pour *A. walkeri*.

Toumanoff³⁵⁸ a établi, en Extrême-Orient, les rapports qui existaient entre les préférences alimentaires et le rôle vecteur chez *A. minimus* et *A. jeyporiensis*; il a montré que, dans les localités très impaludées, ces deux anophèles étaient presque toujours gorgés uniquement de sang humain. *A. aconitus*, espèce vectrice secondaire, était trouvé plus souvent gorgé de sang humain, mais la présence de sang animal pouvait être mise en évidence plus fréquemment que chez les espèces précédentes. Senior White³⁷⁹ a établi, de même, un rapport entre l'indice d'anthropophilie et l'indice d'infestation chez *A. culicifacies*, *A. fluviatilis*, *A. varuna*, *A. minimus* et *A. annularis*; avec Ghosh et Rao,³⁸⁰ il a envisagé l'existence de races biologiques chez *A. varuna*, en tenant compte des différences entre les populations exophiles et endophiles, d'une part, et entre les indices d'anthropophilie et d'infestation, d'autre part.

En Afrique noire, relativement peu de recherches ont été faites sur les préférences alimentaires de *A. gambiae*: au Kenya, Symes,^{349, 350} Kauntze & Symes;¹⁸⁵ en Ethiopie, Corradetti;⁶⁶ au Soudan Français, Sautet & Marneffe.³¹³ Nous en étudierons plus loin les résultats.

Nous avons préparé nos sérums précipitants, en collaboration avec le Médecin-Capitaine Lapeyssonnie, Directeur du Centre d'Etudes des Trypanosomiasés africaines, suivant la méthode dite « au glucose » que nous avons précédemment décrite.¹⁶³

Nous avons injecté à nos lapins, par voie intraveineuse, 6,5 ml de sérum en trois fois: 3 ml, puis 2 ml, et enfin 1,5 ml. L'intervalle entre les injections était de trois jours et, deux heures avant chaque injection de

sérum, nous injections à l'animal 10 ml d'une solution de glucose à 10 % en eau physiologique à 0,85 % de ClNa.

Nous avons ainsi obtenu des sérums précipitants qui, au contrôle, se sont montrés actifs avec des dilutions de l'antigène allant jusqu'à 1/10.000. Les antisérums préparés ont été les suivants: anti-homme, anti-bœuf, anti-porc, anti-antilope (*Cephalophus* sp.). Le problème du sérum anti-antilope se posait, car il existe dans la région de Bobo-Dioulasso un grand nombre d'antilopes très diverses, et nous n'avions pas la possibilité de préparer des antisérums avec le sang de chacune d'elles, *Redunca*, *Tragelaphus*, *Hippotragus*, *Ourebia*, *Bubalus*, etc. Mais nous avons pu constater, en prélevant du sang chaque fois que nous en avons eu la possibilité au cours de parties de chasse, qu'il se produisait, entre les diverses espèces, des réactions de parenté et que, avec le seul antisérum préparé à partir du sang de *Cephalophus*, nous pouvions déterminer si le sang ingéré par les *gambiae* était ou non du sang d'antilope, à condition toutefois que la lecture de la réaction ne soit faite qu'après 30 minutes au moins.

Les précipito-réactions ont été effectuées soit sur le contenu stomacal frais, soit, dans la plupart des cas, sur le sang prélevé dans l'estomac et conservé sur papier filtre en tubes à essais numérotés. Par ailleurs, nous avons pratiqué un certain nombre de réactions sur des anophèles qui nous avaient été envoyés de territoires éloignés de la Haute-Volta: la masse compacte et dure de l'estomac gorgé était alors pilée au mortier et diluée avec du sérum physiologique; le sang recueilli était absorbé sur papier filtre. Afin de vérifier si nous pouvions nous fier aux réactions données par cette dernière méthode, nous avons conservé pendant un certain temps des *gambiae* gorgés en laboratoire de sang humain, puis tués, et nous avons pratiqué ensuite la réaction des précipitines sur l'estomac broyé: aucune différence n'a pu être mise en évidence en comparant avec les précipito-réactions effectuées sur le contenu stomacal frais.

Nous avons utilisé, pour le test même, la méthode décrite par Uhlenhuth & Weidanz.³⁶⁴ A l'aide de pipettes Pasteur, on prélève dans une ampoule quelques gouttes d'antisérum; chaque pipette est ensuite fermée à la flamme. On verse alors sur l'antisérum, au moyen d'une autre pipette, quelques gouttes de la dilution d'extrait de sang, en ayant soin de les faire couler le long de la paroi de la pipette contenant l'antisérum (de façon à éviter un mélange brusque qui fausserait la lecture du résultat). La pipette contenant les deux liquides superposés est placée sur un support spécialement conçu à cet effet. Il suffit d'attendre le moment où apparaîtra un anneau de précipité au point de contact de l'antisérum et de l'extrait.

Nous n'avons pas tenu compte des réactions où l'anneau ne se formait pas et était remplacé par un trouble accusé et par des réactions lisibles seulement après 60 minutes. N'ont donc été pris en considération, dans l'interprétation des résultats, que les anneaux de précipité lisibles avant 60 minutes.

Montage et conservation du matériel

Les œufs, légèrement colorés à la fuchsine basique à chaud, ont été montés entre lame et lamelle dans le liquide de Gater N° 2.

Les larves et nymphes vivantes ont été montées directement dans le liquide de Gater N° 2 entre lame et lamelle, cette dernière étant surélevée par quatre morceaux de lamelle disposés aux quatre coins.

Les dépouilles larvaires et nymphales, placées quelques heures dans l'alcool à 70°, ont été laissées de 24 à 48 heures dans le liquide de Gater N° 1 avant d'être montées entre lame et lamelle dans le liquide de Gater N° 2.

Nous avons essayé un certain nombre de formules de liquides de montage, mais c'est à celui de Gater que nous avons donné en fin de compte la préférence, en prenant soin, cependant, pendant la saison sèche, de modifier sa formule comme suit :

Eau distillée	25 ml
Gomme arabique	8 g
Hydrate de chloral	74 g
Sirop de glucose	5 g
Acide acétique cristallisable	5 g

ceci afin d'éviter une dessiccation trop rapide entraînant la cristallisation du liquide de montage et la perte des préparations, ainsi que nous l'avons expérimenté à nos dépens. Il convient, en outre, pendant la saison sèche, de ralentir encore la dessiccation en plaçant les préparations sur un support métallique au-dessus d'un cristalliseur plein d'eau, le tout étant coiffé d'une boîte en bois ou en carton.

Les œufs, larves et nymphes non montés ont été conservés dans de l'alcool à 70° auquel étaient ajoutées quelques gouttes de glycérol.

Les adultes ont été conservés dans l'alcool à 70° additionné de quelques gouttes de glycérol, ou à sec ; dans ce dernier cas, ils étaient soit piqués avec de minuscules épingles à la face inférieure du bouchon dans un petit tube en verre, soit simplement déposés entre deux couches de coton cardé dans un tube en verre.

Etude des gîtes larvaires

L'étude des gîtes larvaires de *A. gambiae* présente un intérêt tout particulier en raison de la présence de cet anophèle dans tous les points d'eau susceptibles d'offrir aux femelles des lieux de ponte. Toute prophylaxie antipaludique fondée sur la lutte contre les premiers stades doit nécessairement comprendre l'étude détaillée des conditions dans lesquelles

gambiae se reproduira. Nous avons donc, au cours de nos prospections, attaché une importance primordiale à recenser les types de gîtes dans lesquels *gambiae* se rencontrait et à noter toutes leurs caractéristiques. Afin d'uniformiser la lecture des résultats, nous avons fait imprimer, avec l'accord du Directeur du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie de l'Afrique-Occidentale Française, des fiches de gîtes larvaires contenant toutes les indications qui pouvaient être utiles. Les renseignements recueillis étaient les suivants :

Nature du gîte : flaque de pluie, marécage, bord de ruisseau, puits, etc.
Substratum : argile, grès, sable, etc.

Végétation : verticale, horizontale, mousses, algues, etc.

Faune : *Culicidae* — *Culex* sp., *Aedes* sp., *Taeniorhynchus* sp., espèces anophéliennes. Autres insectes.

Données concernant l'élevage des larves et nymphes récoltées.

pH du gîte : la mesure du pH a été faite à l'aide de la trousse colorimétrique Prolabo.

Température du gîte : autant que possible, la température a été prise à des heures différentes de la journée.

En outre, deux dosages importants ont été pratiqués dans l'eau des gîtes :

1) le dosage du ClNa dans les gîtes des régions maritimes, afin de vérifier la présence de *A. gambiae* var. *melas* ;

2) le dosage des matières organiques en dissolution, en milieu acide, destiné à déterminer le taux des matières organiques provenant de la décomposition de la flore.

Dosage du ClNa

A 100 ml d'eau du gîte on ajoute environ 0,10 g de carbonate de chaux précipité pur et trois ou quatre gouttes d'une solution de chromate neutre de potassium à 10%. Dans ce mélange, on introduit, à l'aide d'une burette graduée, du nitrate d'argent N/100 jusqu'à changement de teinte (que l'on apprécie par comparaison avec un mélange dans les mêmes proportions d'eau pure, de carbonate de chaux et de chromate de potassium). Le nombre de millilitres nécessaires, multiplié par 0,00585, donne, exprimée en grammes de ClNa, la quantité de chlorures contenue dans un litre d'eau.

Dosage des matières organiques

On prend deux fioles coniques, l'une de 500 ml, l'autre de 250 ml. On introduit dans la première 200 ml d'eau du gîte préalablement filtrée et 20 ml d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{3}$, dans la seconde 100 ml de la même eau et 10 ml d'acide. On ajoute ensuite dans chaque fiole, à l'aide d'une pipette jaugée, 10 ml de solution titrée de permanganate de potassium. Les deux mélanges sont portés à ébullition pendant dix minutes exactement, puis abandonnés au refroidissement pendant une demi-heure. Après quoi, on verse dans chaque fiole 10 ml d'une solution de sulfate de fer ammoniacal :

sulfate de fer ammoniacal	10 g
acide sulfurique pur	10 g
eau distillée q.s.p.	1.000 ml

La décoloration doit être complète, sinon il faut ajouter encore 5 ou 10 ml de la solution ferreuse. On revient immédiatement à la teinte rose faible en laissant tomber, à l'aide d'une burette graduée, la solution de permanganate titrée.

La différence entre les volumes de permanganate employés dans l'épreuve de 200 ml et dans celle de 100 ml respectivement, exprimée en millilitres, représente, en milligrammes, l'oxygène emprunté au permanganate par litre d'eau.

CHAPITRE 3

MORPHOLOGIE D'ANOPHELES GAMBIAE

TYPE ET VARIATIONS

Nous énumérons ci-après les premiers travaux originaux dans lesquels ont été décrits les différents types et variétés d'*Anopheles gambiae*, originaire de la Gambie britannique.

Anopheles gambiae Giles 1902 :

A handbook of the gnats or mosquitoes, giving the anatomy and life history of the Culicidae, 2nd ed., 1902, London, p. 511

Anopheles costalis Giles (nec Loew) 1900 :

Mem. Lpool Sch. trop. Med. 1900, No. 2, p. 49

Anopheles gracilis Dönitz 1902 :

Z. Hyg. InfektKr. 1902, 41, p. 76

Anopheles merus Dönitz 1902 :

Z. Hyg. InfektKr. 1902, 41, p. 77

Anopheles gambiensis Giles 1903 :

Mem. Lpool Sch. trop. Med. 1903, No. 10, App., p. 2

Anopheles costalis var. *melas* Theobald 1903 :

Mem. Lpool Sch. trop. Med. 1903, No. 10, App., p. 11

Anopheles arabiensis Patton 1905 :

J. Bombay nat. Hist. Soc. 1905, 16, p. 625

Pyretophorus quadriannulatus Theobald 1911 :

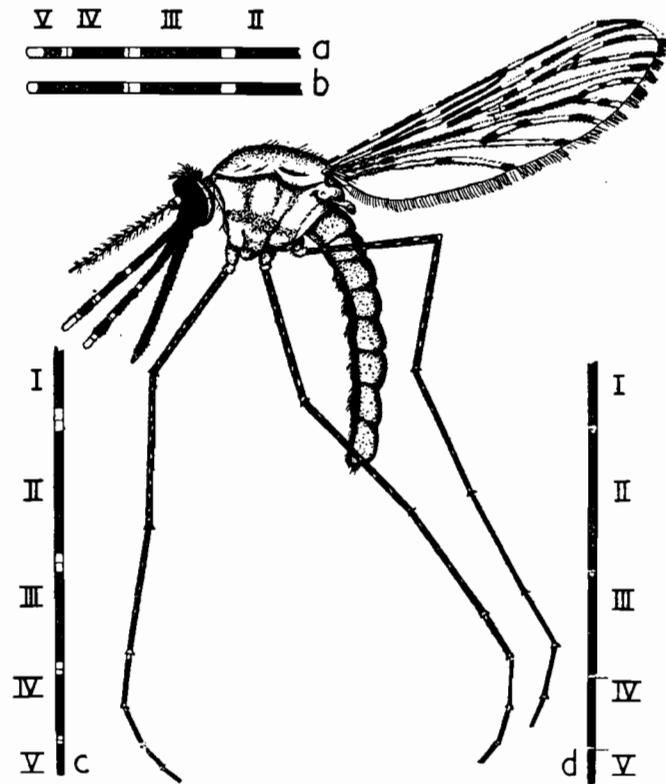
Union Sud-Africaine, Division of Veterinary Research, *First report*, 1911, Pretoria, p. 244

Adulte

Type

La figure 5 représente un exemplaire-type de *A. gambiae* femelle adulte. Certains caractères morphologiques sont reproduits à la figure 6. On trouvera des descriptions de cet insecte par Evans,¹⁰⁸ Soper & Wilson,³³⁷ De Meillon.⁸⁸

FIG. 5. FEMELLE TYPE DE A. GAMBIAE



- a = Type de palpe quadrimaculé
 b = Type de palpe à trois bandes, anormal, à bande apicale très réduite
 c = Articles du tarse antérieur
 d = Articles du tarse postérieur

Longueur de l'aile : 2,40-4,30 mm.

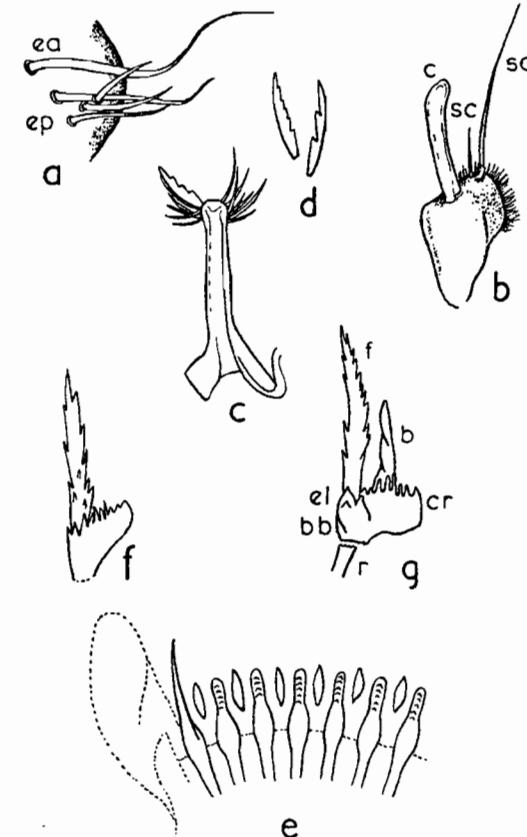
Tête

Ecailles pâles, généralement blanches mais, dans quelques exemplaires, légèrement jaunâtres sur la partie postérieure. Touffe frontale longue, bien développée.

Antennes : Ecailles claires sur le torus et la partie interne du I^{er} article, parfois sur les II^e et III^e articles.

Palpes femelles : Minces avec trois bandes pâles ; la bande apicale, large, couvre la totalité du V^e article et l'apex du IV^e ; la bande médiane, large de moins de la moitié de la précédente, englobe l'extrême base du

FIG. 6. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DE A. GAMBIAE ADULTE



- a - d = Hypopygium mâle
 e - g = Armature pharyngienne femelle
- a = Epines du coxite
 ea Epine accessoire
 ep Epines parabasales
 b = Harpagone
 c « Club » (massue, processus spatulé)
 sa Soie apicale
 sc Soie complémentaire
 c = Phallosome
 d = Folioles de l'extrémité du phallosome
- e = Vue antérieure de l'armature en place
 f = Cône isolé
 g = Cône et baguette, vue latérale (d'après Bruce-Chwatt⁴⁹)
 b Baguette
 bb Bulbe
 cr Crête
 el Epines latérales du bulbe
 f Filament
 r Racine

IV^e article et l'apex du III^e ; la bande basale, de la même dimension que la médiane, couvre l'apex du II^e article.

Palpes mâles : Massue (« club ») principalement pâle, avec une bande noire au milieu et près de la base ; III^e article pâle à l'apex ; articulation entre les II^e et III^e articles pâle.

Pharynx femelle : L'armature pharyngienne, en vue dorso-ventrale, montre une double rangée de 12-18 dents : cônes et baguettes (« rods ») formant une barre pharyngienne incurvée.

Les stries bucco-pharyngiennes (« post-armature ridges » de Christophers) apparaissent, en section optique, comme des rangées d'étroites rides se chevauchant, de chacune desquelles se projettent vers l'arrière des processus en forme de soies longues et bien développées.

Les cônes (35-38 μ) montrent un bulbe basal à crête postérieure, dont la racine, tubulaire, se projette dans la paroi ventrale du pharynx. Le sommet du bulbe, d'où se détache un filament long et plat (23-26 μ), montre deux épines latérales proéminentes. En vue latérale, les cônes montrent le bord supérieur de la crête avec 6 à 8 denticulations profondes. Les filaments portent, latéralement et sur la partie postérieure, de nombreux spicules.

Les baguettes, plus courtes que les cônes (14-16 μ), ont une base ovulaire dissimulée entre les cônes. La partie apicale, étroite et effilée, présente parfois une ou deux dentelures en forme de pli.

Thorax

Tégument habituellement brun clair, variant du grisâtre au brun à reflets orangés, sans taches nettement marquées. Le mésonotum présente une bande médiane et deux bandes longitudinales paramédianes sombres. Ecailles médianes crème ou jaunâtres, pointues et de petite taille, plus larges et arrondies latéralement ; lobes pronotaux antérieurs couverts d'écailles ; 3 à 6 soies spiraculaires.

Pattes : Fémurs, tibias et I^{er} article du tarse mouchetés d'écailles crème ou jaunâtres, formant des taches plus ou moins nombreuses suivant les exemplaires examinés, surtout aux pattes antérieures et médianes. Fémurs des pattes antérieures et médianes avec une tache ou un anneau pâle près de la base. Apex des tibias pâle.

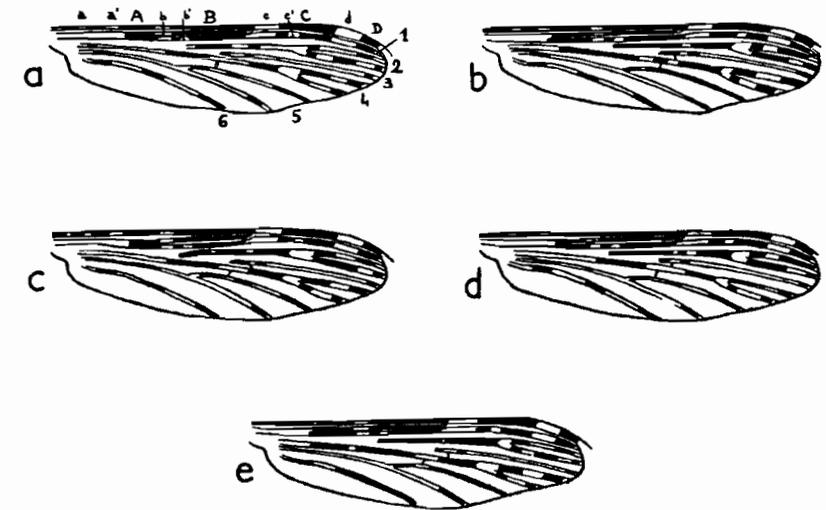
Tarse antérieur : Anneaux clairs très nets couvrant les extrémités basales et apicales des articles I, II et III. Anneau clair basal, et parfois apical, sur l'article IV ; article V sombre, présentant rarement quelques écailles claires à l'apex.

Tarse moyen : Identique au précédent, mais les anneaux clairs des articles I, II et III sont plus étroits. Un anneau clair basal sur l'article IV ; article V entièrement sombre.

Tarse postérieur : Anneaux clairs très étroits mais nets à la partie apicale des articles I à IV ; article V habituellement entièrement sombre.

Ailes : Taches pâles formées d'écailles blanc crème ou jaunâtres. La disposition la plus fréquente des taches pâles et des aires foncées est représentée dans la figure 7, a.

FIG. 7. VARIATIONS DES AILES



- a = Schéma le plus fréquent
 a Tache basale de la base de la costa
 a' Tache distale de la base de la costa
 b Tache du secteur
 b' Tache accessoire du secteur
 c Tache sous-costale
 c' Tache pâle de la 3^e aire sombre de la nervure 1
 d Tache subapicale
 A, B, C, D 1^{re}, 2^e, 3^e et 4^e aires sombres principales de la costa et de la nervure 1
 1, 2, 3, 4, 5, 6 Nervures 1 à 6
 b = Forme mélanique décrite par Evans ¹⁹⁶
 c = Exemplaire Bamako 123
 d = Exemplaire Sikasso 67
 e = Exemplaire Abidjan 89

Costa : Elle montre quatre aires sombres principales. La partie basale présente deux interruptions pâles.

Nervure 1 : Interruption pâle dans la troisième aire sombre ; deuxième aire sombre avec une interruption basale et une interruption subapicale.

Nervure 2 : A racine principalement pâle, à l'exception d'une large aire sombre sub-basale ; branche supérieure avec deux aires sombres très variables ; branche inférieure plus stable.

Nervure 3 : Principalement pâle avec une tache apicale et deux taches, basale et sub-basale.

Nervure 4 : A racine présentant deux aires noires, l'une médiane, l'autre à la séparation des deux branches ; branches à ornementation stable : une tache basale, une tache subapicale.

Nervure 5 : A racine pâle, à l'exception d'une aire sombre sub-basale ; branche supérieure à trois taches sombres : basale, médiane et subapicale ; branche inférieure à tache sombre subapicale.

Nervure 6 : Avec habituellement trois taches sombres peu étendues.

Frange alaire : Avec des taches pâles à la terminaison des nervures 3 à 6.

Abdomen

Tégument brun clair, souvent jaunâtre, paraissant plus foncé, presque noir, chez les femelles gorgées. Surfaces dorsale et ventrale recouvertes de poils jaunâtres. Les sternites présentent des taches submédianes claires sur les II^e-VII^e segments, quelques écailles claires sur le VIII^e et, parfois, le IX^e segment. Cerques femelles avec des poils sombres et des écailles sombres et pâles.

Hypopygium mâle : Coxite (lobe basal, premier article des forcipules, basistyle ou pièce latérale) allongé, relativement étroit et portant sur sa face externe des écailles et de longs poils. Il montre, sur la moitié basale de sa surface interne, un groupe de cinq fortes soies ou épines : quatre épines parabasales et une épine accessoire (épine interne), plus longue et plus recourbée, insérée plus haut que les quatre autres.

Le deuxième article des forcipules, le style (« clasper » ou dististyle), continue le coxite ; étroit et allongé, il se recourbe en dedans et s'épaissit dans son quart terminal, où il montre une petite soie latérale. A son extrémité apparaît, sous forme d'un ongle chitinisé, un rudiment du troisième article.

A la base du coxite se différencie un lobe, l'harpagone (gonapophyse), dont le bord antéro-externe porte des épines réunies en une massue (« club » ou processus spatulé). A côté de la massue se trouve une longue soie : la soie apicale, qui en est séparée par une ou deux soies complémentaires plus courtes.

Entre la base des coxites se trouve le phallosome (pénis, mésosome ou ædeagus), médian, dans la base duquel pénètrent les conduits éjaculateurs. Il porte, de chaque côté de son ouverture distale, un certain nombre d'appendices (de 5 à 8 paires) : les folioles, à bord interne denticulé ; leur longueur varie de 42,5 μ à 52,5 μ .

Variations

Ailes

De très nombreuses variations individuelles affectent *A. gambiae*, notamment en ce qui concerne l'ornementation des pattes et la distribution des aires foncées et pâles sur les ailes (voir fig. 7). Cependant, d'après

Evans,¹⁰⁸ les exemplaires de l'Est africain montrent une tendance à la disparition de l'interruption pâle sur la troisième aire sombre de la nervure 1, et Christophers & Chand⁶¹ notent que les aires pâles sont plus développées chez les exemplaires de l'Est africain que chez ceux de l'Ouest. Nous n'avons, pour notre part, jamais rencontré d'exemplaires albinoïdes tels qu'en décrit Evans. Par contre, nous avons eu souvent l'occasion de voir des formes plus ou moins mélaniques. Evans a décrit, au Sierra-Leone, une forme caractérisée par l'extension des aires sombres sur la racine de la nervure 2, la racine de la nervure 4 et la branche supérieure de la nervure 5. Nous donnerons ici les variations les plus nettes que nous avons pu mettre en évidence.

Exemplaire Bamako 123. Extension de l'aire sombre à la racine de la costa ; réduction de la tache pâle basale de la base de la costa ; coalescence des aires sombres basales de la branche inférieure de la nervure 2 ; extension des aires sombres sur la racine de 2.

Exemplaire Sikasso 67. Coalescence des aires sombres basales de la branche inférieure de la nervure 2 et extension des aires sombres sur la racine de 2.

Exemplaire Abidjan 89. Réduction de la tache pâle distale de la base de la costa et disparition de la tache pâle basale ; extension de la première aire sombre sur la sous-costale et la nervure 1 ; extension des aires sombres sur la racine de 2, la racine de 4 et la branche supérieure de 5 ; coalescence des aires sombres médiane et apicale sur la nervure 6.

Pattes

De très grandes variations affectent l'extension des mouchetures sur les fémurs, tibias et tarses antérieurs ; de même, l'annelure des tarses, principalement postérieurs, est très variable. De Burca & Yusaf⁷⁸ ont signalé, sur leur forme albinoïde d'Erythrée, la grande extension des taches pâles sur les pattes postérieures ; nous avons rencontré de très nombreux exemplaires qui présentaient des pattes postérieures dont les mouchetures et les annelures étaient à peu près identiques à celles des pattes antérieures, mais qui ne montraient pas d'autres caractères morphologiques différents de ceux du *gambiae* typique.

Palpes

Il est, par contre, intéressant de noter les variations affectant les palpes des femelles : le caractère de la quadriannelure des palpes a été abandonné dans la détermination de la variété *melas*, car, outre son inconstance, il a été noté chez des femelles provenant de gîtes d'eau douce à l'intérieur des terres. Nous avons mis ce caractère en évidence dans 12,3 % des *gambiae* types provenant de la Basse Côte d'Ivoire, de la Guinée et de la

Casamance. A Bamako, 4,0 % des exemplaires étaient à palpes quadri-annelés. A Darsalamy, près de Bobo-Dioulasso, des femelles provenant de larves et nymphes en élevage présentaient ce caractère dans 9,0 % des cas.

Dans tous les cas, ces *gambiae* provenaient de ce que nous appelons les gîtes « organiques », ou étaient récoltés à proximité de tels gîtes, avec *A. funestus*, *A. rufipes* ou *A. pharoensis*.

Dans les régions côtières de l'Afrique occidentale, nous avons capturé, à plusieurs reprises, des *gambiae* types dont la bande pâle apicale des palpes, très réduite, ne couvre que l'apex du V^e article.

Œuf

Type

La figure 8, a, représente un œuf normal, décrit par Annett, Dutton & Elliott⁹ dans la Nigeria, Evans¹⁰⁸ dans la Nigeria et au Libéria, Gibbins¹³³ dans l'Ouganda, Patton²⁶¹ à Aden, De Meillon⁸¹ dans l'Union Sud-Africaine, Deane & Causey⁷⁷ au Brésil, da Cruz Ferreira¹¹³ aux Iles du Cap-Vert.

Fortement convexe au-dessous et concave, presque droit, au-dessus, il présente une extrémité antérieure plus large que la postérieure. Les flotteurs sont formés de 25 à 30 plis. La bordure striée (« frill »), étroite mais s'étendant sur toute la longueur de l'œuf, délimite une surface elliptique plus étroite postérieurement qu'antérieurement et rétrécie dans sa partie médiane. La surface, ventrale et dorsale, est ornée d'une trame polygonale, bien visible sur les exemplaires frais. La trame est formée par la juxtaposition d'aires polygonales de petits monticules, séparées par des parois de monticules plus larges.

Longueur : 0,47-0,48 mm

Largeur : 0,16 mm

Longueur des flotteurs : 0,30 mm

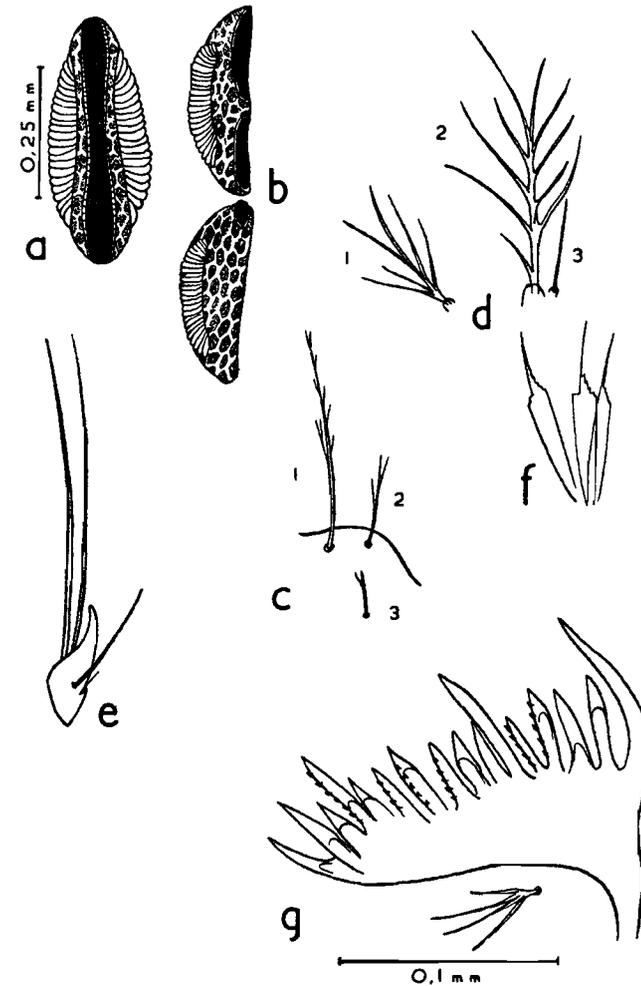
Deane & Causey⁷⁷ donnent, pour les exemplaires du Brésil, les dimensions suivantes :

Longueur : 0,48-0,52 mm

Largeur : 0,19-0,22 mm

Da Cruz Ferreira¹¹³ mentionne les différences de longueur existant entre les exemplaires frais (0,49 mm) et les exemplaires montés entre lame et lamelle (0,57 mm).

FIG. 8. ŒUFS — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DES LARVES AU IV^e STADE



- a = Œuf normal
 b = Œufs anormaux (d'après Soper & Wilson²²⁷)
 c = Soies clypéales
 1 antéro-interne
 2 antéro-externe
 3 postérieure
 d = Soies dorsales prothoraciques antérieures
 1 interne
 2 moyenne
 3 externe
 e = Soies mésothoraciques
 f = Soies palmées abdominales : folioles du segment V
 g = Peigne du segment VIII

Variations

De Meillon⁸¹ a observé, dans l'Union Sud-Africaine, un lot d'œufs dans lesquels la trame polygonale était absente. Bruce-Chwatt (communication personnelle, 1950) et le Malaria Service de la Nigeria²⁵⁶ rapportent l'observation, faite à plusieurs reprises à Lagos, d'œufs anormaux à exochorion recouvrant toute la surface. Deane & Causey⁷⁷ ont décrit un certain nombre d'œufs anormaux obtenus en laboratoire ; plusieurs stades ont pu être constatés jusqu'à l'oblitération presque complète de la surface dorsale par l'exochorion ; les auteurs ont montré que le pourcentage des œufs anormaux pouvait être élevé en maintenant les femelles fécondées pendant trois jours ou plus à la glacière à 10-13°C. La figure 8, b, représente des œufs anormaux, d'après Soper & Wilson.³³⁷

Type Larve

Longueur : 5-6 mm

Tête

Taches pigmentaires fronto-clypéales : Très variables, parfois réduites à quelques petites taches, parfois très accusées avec une zone transversale foncée dans la moitié antérieure et des taches noires derrière les soies frontales.

Soies clypéales : 1) *Antéro-internes*, largement séparées à la base (la distance entre les points d'insertion des soies est égale environ à 1/3 de la longueur des soies), fines, finement arborescentes ou avec des branches latérales nettes parfois composées et disposées principalement sur la moitié apicale ; leur longueur est de 1/3 à 2/5 de celle du fronto-clypéus. 2) *Antéro-externes*, simples, bifides, ou avec 3 ou 4 branches ; de 1/3 à plus de la moitié des soies antéro-internes. 3) *Postérieures*, plus fines et plus courtes que les soies antéro-externes ; simples ou avec 1 à 3 branches (fig. 8, c).

Soie post-frontale (soie occipitale ou soie suturale interne de Senevet) : Simple ou bifide.

Antenne : Avec des spicules courts et peu visibles, principalement dans la moitié basale ; soie antennaire courte et simple, placée environ au tiers de la longueur de l'antenne à partir de la base.

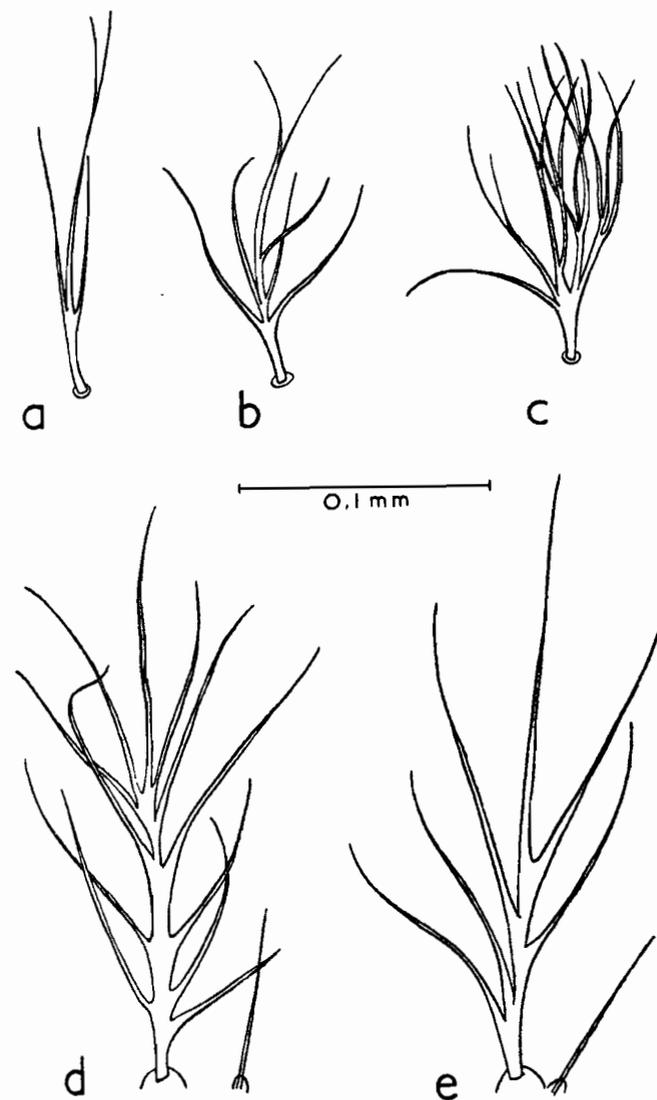
Mentum : Avec 9 dents, les deux subapicales, de longueur variable, déterminant sa forme générale.

Thorax

Soies prothoraciques antérieures submédianes (« shoulder hairs ») : Peu développées. Les bases des soies interne et médiane sont largement

séparées, celle de la soie interne sans tubercule nettement chitinisé, celle de la soie externe avec un tubercule réduit. La soie interne présente de 4 à 14 branches, la soie médiane de 6 à 12, la soie externe est simple.

FIG. 9. SOIES DES LARVES AU IV^e STADE



a, b, c = Soies dorsales prothoraciques antérieures internes (4 à 14 branches)
d, e = Soies dorsales prothoraciques antérieures moyennes (6 à 12 branches) et externes

Soie palmée (soie métathoracique I de Senevet) : Représentée par une courte soie à 2-4 branches.

Soies pleurales

— *prothoraciques* : 1) dorsale antérieure, forte, à nombreuses ramifications plus longues et plus fournies à l'extrémité (fig. 8, d, et 9) ; 2) ventrales antérieure et postérieure, longues et simples ; 3) dorsale postérieure, égale à la moitié des deux précédentes, simple, bifide ou à trois branches.

— *mésothoraciques* : 1) dorsales antérieures, longues et simples ; 2) ventrale postérieure, courte et simple ; 3) épine basale forte, courbe et effilée. (Fig. 8, e)

— *métathoraciques* : 1) dorsale antérieure, longue, forte et ramifiée ; 2) ventrale antérieure, longue et simple ; 3) ventrale postérieure, courte, simple ou bifide.

Abdomen

Soies palmées

Segment I : Rudimentaire, présentant de 7 à 12 folioles lancéolées sans filament différencié.

Segment II : De 11 à 13 folioles plus ou moins différenciées.

Segments III-VII : Soies bien développées avec 14 à 18 folioles de 0,7 à 1,2 mm. Les folioles se rétrécissent après « l'épaule » en un filament pouvant atteindre la moitié de la longueur de la foliole. Entre le filament et l'épaule, les côtés de la foliole sont le plus souvent découpés en dents de scie (fig. 8, f).

Plaques dorsales : Modérément développées, avec une plaque accessoire ; sur le segment V, la plaque est égale au plus à la moitié de la distance entre les bases des soies palmées ; sur le segment VI, elle est égale ou légèrement supérieure à cette distance.

Soie du tergite X (« saddle hair ») : Simple.

Peigne du segment VIII : Irrégulier, avec 4-5 longues dents alternant avec quatre groupes de 1-6 dents plus courtes, ces dernières plus ou moins garnies de spicules ; la relation entre les dents courtes et les dents longues varie de 3/7 à 3/4 (fig. 8, g).

Variations

Coloration

La coloration des larves est sujette à de grandes variations. Le plus généralement, les jeunes larves sont noires et présentent une collerette

claire, presque blanche, très nette, alors que les larves adultes sont brun clair ou grisâtres, sans ornementation apparente. MacGregor²²⁵ signale la blancheur des larves recueillies dans les trous de rochers coralliens, et Hopkins (cité par Evans,¹⁰⁸ p. 307) note en avoir occasionnellement récolté de couleur rouge brique en Ouganda. Nous avons trouvé des larves de couleur rouille à Bamako, dans des gîtes très chargés en fer et recouverts d'une mince pellicule d'oxyde. A plusieurs reprises, au cours de nos prospections, nous avons pu récolter des larves de couleur vert clair, et nous pensons que, dans tous les cas, la coloration inhabituelle est due soit à la nature de l'alimentation, soit à l'ingestion, avec les particules alimentaires, de composants chimiques colorés.

Mélanisme

La question du mélanisme est plus délicate à résoudre. Gibbins¹³⁴ a décrit, de l'Ouganda, des larves mélaniques à fronto-clypéus très pigmenté, et Jepson, Moutia & Courtois¹⁷⁸ ont trouvé, à l'île Maurice, des larves mélaniques se rapprochant de celles décrites par Gibbins. Les auteurs ont pu mettre en évidence qu'il n'y avait aucune corrélation entre le degré de mélanisme d'une part et le pH et la salinité d'autre part. En effet, une proportion de 85 % de mélanisme était constatée dans des gîtes à salinité très différente : 0,4 et 19,1 g de ClNa par litre ; dans deux gîtes à pH identique (8,3), les proportions de mélanisme étaient respectivement de 85,0 % et 14,3 %. Les auteurs ont attiré l'attention sur le fait que les hauts pourcentages de mélanisme se rencontraient dans les gîtes à température élevée, avoisinant 40°C.

Nos propres observations nous ont montré que le mélanisme n'était lié ni à la salinité, ni au pH, ni à la température. A Grand-Bassam (Côte d'Ivoire), dans deux gîtes pratiquement identiques — trous dans le sable au bord de la lagune —, dont la salinité correspondait à 0,051 et 0,062 g de ClNa par litre, le pH était de 7,8 et la température de 36,8°C et 37,5°C, nous trouvions, en décembre 1948, des larves de *gambiae* chez lesquelles le taux du mélanisme était respectivement de 4 % et de 100 %.

Dans les territoires irrigués dépendant de l'Office du Niger (Soudan), un trou d'emprunt (trou à argile) à proximité de Kokry — salinité nulle, pH de 6,5 et température de 41,2°C —, nous donnait, en mai 1949, des larves de *gambiae* typiques à coloration beige clair ; d'autre part, à Darsalamy (Haute-Volta), nous trouvions 12 % de mélanisme chez des larves récoltées dans un gîte dont la salinité était nulle, le pH de 7,0 et la température de 28°C.

Soies

Les variations, signalées par Evans,¹⁰⁸ affectant les soies clypéales antérieures nous paraissent surtout individuelles. Au cours de l'examen de

plusieurs centaines de larves en provenance de la Côte d'Ivoire, de la Guinée, de la Haute-Volta, du Sénégal et du Soudan, nous n'avons pu délimiter géographiquement ces variations.

Par contre, le nombre de branches des soies prothoraciques antérieures submédianes et la répartition des dents courtes sur le peigne du segment VIII nous ont paru faire l'objet de variations géographiques à signaler :

Soies prothoraciques (fig. 9). Le nombre de branches des soies interne et médiane est plus élevé chez les exemplaires récoltés en Basse Côte d'Ivoire que chez ceux recueillis en Haute-Volta. En Côte d'Ivoire, notamment à Abidjan, Bingerville et Grand-Bassam, le nombre de branches de la soie interne varie de 8 à 14, celui de la soie médiane de 9 à 12, alors qu'en Haute-Volta, à Bobo-Dioulasso, Dédougou, Gaoua et Koudougou, les nombres correspondants sont de 4 à 11 branches et de 6 à 10 branches respectivement. En faisant la moyenne du nombre de branches par soie, on obtient les chiffres suivants :

	<i>Soie interne</i>	<i>Soie médiane</i>
Côte d'Ivoire	12	10
Haute-Volta	9	7

Peigne du segment VIII

Nous avons relevé des différences nettes entre les peignes des *gambiae* provenant de la côte sénégalaise et ceux des *gambiae* des autres territoires de l'AOF. Ces différences portent sur le nombre des dents courtes contenues dans les groupes de ces dents séparés par les 4-5 dents longues.

Après avoir noté le nombre de dents dans chacun de ces groupes et réparti ceux-ci en six catégories (selon qu'ils comprenaient de 1 à 6 dents), nous avons déterminé la proportion de chaque catégorie dans l'ensemble des groupes. Nous avons pu constater ainsi que les exemplaires de la côte sénégalaise montrent un pourcentage beaucoup plus élevé de groupes de 3 dents, alors que les exemplaires des autres territoires possèdent à peu près le même nombre de groupes de 1, de 2 et de 3 dents, et peu ou pas de groupes de 6 dents.

Groupes comprenant :

	<i>Côte sénégalaise</i>	<i>Autres territoires</i>
1 dent	12,6 %	29,1 %
2 dents	15,6 %	21,9 %
3 dents	40,7 %	28,1 %
4 dents	15,6 %	12,5 %
5 dents	9,4 %	7,4 %
6 dents	6,1 %	1,0 %

Nymphe

Type.

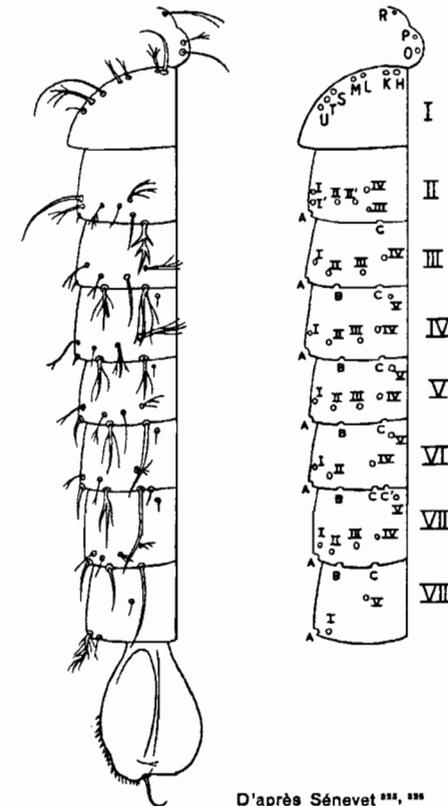
La figure 10 indique la disposition des soies dorsales d'après Sénevet.^{325, 326}

Epine A

Segment VIII : Longue d'environ la moitié du segment ; tige centrale allongée et sinueuse avec 6 ou 7 soies latérales et un bouquet terminal de 2 ou 3 soies.

Segments VII-V : Mince, recourbée, à extrémité effilée ; sur VII, égale à la moitié du segment VIII ; sur VI, à 2/5 du segment VII ; sur V, à 1/4 du segment VI.

FIG. 10. SOIES DORSALES DES NYMPHES



D'après Sénevet^{325, 326}

Segment IV : Très réduite, à extrémité mousse, égale à 1/10 du segment V.

Segments III et II : Réduite à un petit tubercule mousse.

Soie B

Segments VII-V : Environ 2/3 du segment suivant le segment d'insertion ; simple sur le segment VII, avec 3 ou 4 branches bien développées et, parfois, 1 ou 2 fines branches supplémentaires sur les segments VI et V.

Segment IV : 3-4 branches.

Segment III : 4-6 branches.

Soie C

Segments VII-V : Aussi longue ou plus longue que le segment suivant le segment d'insertion ; simple.

Segment IV : 2/3 du segment V ; 3-4 branches.

Segment III : 2/3 du segment IV ; 4 branches.

Segment II : La moitié du segment III ; 4-6 branches.

Soie C'

Segment VI : 1/4 environ de la soie C ; simple ou bifide.

Soie IV

Segments VII et VI : Courte ; 3 branches.

Segment V : Moyenne ; 3-4 branches.

Segment IV : 4 branches longues.

Segments III et II : 3-6 branches longues.

Soie III

Segments VII et VI : Courte ; 2-3 branches.

Segment V : Longue et simple.

Segment IV : 4-5 branches assez longues.

Segments III et II : Forte et longue, simple.

Nageoires

Bord externe présentant, à partir de la moitié environ et jusque vers le dernier cinquième, des épines de plus en plus longues et fines, dirigées vers l'arrière, où elles sont peu à peu remplacées par une frange de poils fins.

Soie terminale longue, recourbée en crosse, et pointue.

Soie accessoire simple, bifurquée ou trifurquée ; égale à environ la moitié de la précédente.

Trompe respiratoire

Méat bien développé, largement ouvert, mesurant du tiers à la moitié de la longueur de la trompe.

Variations

Extrêmement faibles, elles ne semblent affecter, d'après Evans,¹⁰⁸ que la longueur de certaines soies — soie C surtout — et de l'épine A. Les exemplaires que nous avons examinés en provenance des divers territoires de l'AOF étaient pratiquement tous identiques.

Les descriptions données par Wesché³⁷⁸ et par Sénevet³²⁵ semblent s'appliquer à la grande majorité des nymphes.

CHAPITRE 4

BIOLOGIE DES PREMIERS STADES

Gîtes larvaires

Etude critique des données des différents auteurs — Diversité des gîtes

De très nombreuses études des gîtes larvaires de *A. gambiae* ont été faites sur toute l'étendue de son aire de répartition, en particulier dans les territoires suivants :

Brésil	Barber ¹⁴ (1940), Shannon & de Andrade ³⁸⁸ (1940)
Congo Belge (Stanleyville)	Vincke & Parent ³⁷⁵ (1944)
Côte d'Ivoire	Bernet ²⁸ (1948-1950)
Egypte	Shousha ³²⁹ (1948)
Gabon	Galliard ¹¹⁸ (1932)
Ile Maurice	Kirk ¹⁹⁰ (1937), Jepson, Moutia & Courtois ¹⁷⁸ (1947)
Kenya	Symes ³⁴⁹ (1932), Wiseman, Symes, McMahon & Teesdale ³⁸⁷ (1939), Symes ³⁵⁰ (1940-1941)
Libéria	Barber, Rice & Brown ¹⁸ (1932)
Madagascar	Monier ²⁴⁴ (1937), Doucet ⁹⁴ (1949)
Mozambique	De Meillon ⁸⁷ (1941)
Nyassaland	Lamborn ¹⁹³ (1925)
Ouganda	Hancock ¹⁴⁹ (1934), Haddow, Gillett & Highton ¹⁴⁷ (1947)
Rhodésie du Nord	De Meillon ⁸⁴ (1937)
Rhodésie du Sud	Leeson ²⁰⁰ (1931)
Sierra-Leone	Blacklock & Evans ³¹ (1926), Muirhead-Thomson ²⁴⁶ (1945)
Somalie	Bagster Wilson & Notley ³⁸⁵ (1943)
Soudan Anglo-Egyptien	Bedford ²⁵ (1936)
Tanganyika	Bagster Wilson ³⁸¹ (1936)
Union Sud-Africaine	Ingram & De Meillon ¹⁷⁴ (1927-1929)

La diversité extraordinaire des gîtes décrits pouvait faire écrire à Symes :

« Une liste des types d'eaux et des conditions dans lesquelles se développe ou peut se développer *A. gambiae* occuperait une place considérable. Il est plus facile peut-être de définir les types d'eaux dans lesquelles il ne se développera pas. En résumé, ceux-ci sont :

- 1) les eaux fortement ombragées ;
- 2) les eaux à courant rapide ;
- 3) les eaux très « sales », telles qu'on en rencontre dans quelques mares partiellement asséchées en août et septembre ; et
- 4) les eaux très alcalines et/ou polluées. » (Page 445)

C'est là une définition générale, préférable, nous semble-t-il, à celle donnée par Evans¹⁰⁸ et qui établit que *A. gambiae*, dans la plus grande partie de son aire de distribution, gîte de façon caractéristique dans les petites collections d'eau (« a small pool-breeder »), ses gîtes étant presque toujours exposés, au moins partiellement, à la lumière directe du soleil.

En effet, si l'on trouve très souvent les larves de *gambiae* dans les petites collections d'eau naturelles, partiellement ou complètement exposées au soleil, on les récolte maintes fois dans des gîtes totalement différents.

C'est ainsi que Hopkins¹⁷⁰ a mis en évidence la présence des larves dans des mares de marécages herbeux, dans l'Ouganda, à plusieurs centaines de mètres de la rive ; Melville, Bagster Wilson, Glasgow & Hocking,²³⁹ à Gota (Ethiopie), à 1.080 mètres d'altitude, ont fait des récoltes dans des anses de ruisseaux à eau courante ; au Brésil, où *gambiae* se reproduisait typiquement dans les petites flaques ensoleillées, Causey, Penido & Deane⁶⁰ ont mentionné sa présence dans des puits remplis d'algues, des mares herbeuses et, une fois, dans un fossé d'irrigation couvert de *Pistia stratiotes*. Sicé & Vaucel³³³ ont donné, pour Brazzaville, la fréquence relative des différents gîtes d'anophélinés au voisinage des villages indigènes :

	Nombre de gîtes
Eaux stagnantes	10
Marais	6
Habitations européennes	2
Gîtes inconnus	5

L'analyse de plus de 3.000 collections d'eau nous a montré, ainsi que nous l'avons souligné par ailleurs,¹⁶⁶ l'absence de gîtes préférentiels pour *gambiae*. Afin de faciliter la présentation des résultats de nos observations, nous avons classé les gîtes en un certain nombre de types :

Petites flaques d'eau stagnante, soit flaques de pluie, soit flaques résiduelles dans les lits des ruisseaux et rivières, ensoleillées et dépourvues de végétation

Mares et collections d'eau claire, ensoleillées partiellement, à végétation abondante

Mares et collections d'eau recouvertes de *Pistia stratiotes*

Rizières cultivées

Drains et fossés, à eau stagnante, boueuse ; trous d'emprunt à « banco » ;^a ornières

Marécages herbeux couverts de végétation

Puits.

^a Le « banco » est une terre argileuse utilisée pour la construction des cases indigènes et, parfois, des habitations européennes.

La présence de *gambiae* dans chaque type de gîte ressort des chiffres suivants :

	Nombre de gîtes	Nombre de gîtes positifs	%
Petites flaques d'eau stagnante	930	480	51,6
Mares et collections d'eau claire	504	322	63,9
Collections d'eau à <i>Pistia</i>	85	29	34,1
Rizières	47	11	23,4
Drains et fossés	427	358	83,8
Marécages herbeux	480	233	48,5
Puits	1.214	132	10,9

Nous voyons ainsi qu'il est difficile d'attribuer à *gambiae* un type de gîte net et que cet anophèle est apte à se reproduire dans à peu près n'importe quel type d'eau si l'opportunité s'en présente ; on peut admettre cependant une légère préférence pour les petites collections d'eau ensoleillées, mais sans en conclure qu'elles représentent le gîte caractéristique de cet anophèle.

Les chiffres qu'a donnés Monier²⁴⁴ en 1937, pour Madagascar, reproduits ci-après, sont à cet égard beaucoup plus éloquents et montrent que *gambiae* se développe parfaitement dans des conditions très éloignées des conditions « classiques ».

	Pourcentage de gîtes infestés	
	District d'Ivato	District de Tananarive
Rizières cultivées	20,0	47,0
Rizières incultes	4,2	7,8
Drains d'eau courante	10,0	6,6
Ruisseaux, rivières (eau courante)	0	0
Petites flaques (eau stagnante)	6,6	14,0
Mares et collections d'eau stagnante	3,0	6,1
Gîtes domestiques	0	0

Gîtes exceptionnels

Cette faculté que possède *A. gambiae* d'adopter des gîtes d'une très grande diversité entraîne la découverte de lieux de ponte exceptionnels qui, malgré leur caractère inhabituel, méritent d'être signalés, car ils constituent des foyers de développement anophélien dont il faut tenir compte au cours d'une campagne antipaludique dirigée contre les stades larvaires.

C'est ainsi que des larves ont été trouvées dans des trous de rochers (Hermitte¹⁵⁶), dans des trous de rochers coralliens (Aders;⁵ Wiseman, Symes, McMahon & Teesdale³⁸⁷), dans des trous d'arbres (Macfie & Ingram;²²³ Dunn;⁹⁶ Bagster Wilson³⁸¹), dans des souches de bananiers (Garnham¹²¹), dans les aisselles de feuilles de bananiers (Bagster Wilson³⁸¹).

Dalziel,⁷² à Accra (Côte de l'Or), a trouvé que 7,3 % des moustiques récoltés dans les trous de crabes étaient des *gambiae*, et Dunn⁹⁶ a obtenu 26 *gambiae* sur 4.536 moustiques éclos de larves et nymphes récoltées dans de tels trous, à Lagos. Garnham¹²¹ signale la présence de larves dans l'eau croupie d'une fosse de latrines, et Blacklock & Evans³¹ et Aders,³ dans de l'eau riche en matières en putréfaction. Le cas extrême d'un gîte exceptionnel semble être celui décrit par De Meillon⁸⁶ qui, au Mozambique, a découvert des larves dans de l'eau de pluie conservée, dans l'obscurité la plus complète, dans deux grandes citernes souterraines, fermées et bétonnées.

De Meillon⁸⁸ explique la présence de *gambiae* dans les gîtes inhabituels par deux facteurs : 1) l'absence de gîtes autres que ceux-ci, et il donne alors l'exemple des larves trouvées dans des puits (nous y reviendrons plus loin) ; 2) le débordement sur d'autres gîtes en cas de développement considérable dans les gîtes habituels, débordement qui expliquerait la présence de *gambiae* dans des eaux fortement ombragées (Causey, Deane & Deane,⁵⁸ au Brésil), dans des marécages (Vincke & Parent,³⁷⁵ à Stanleyville), et sur des îles couvertes de végétation et submergées (Parent & Demoulin,²⁶⁰ à Yangambi, Congo Belge). Si, dans quelques cas particuliers, il est possible d'avancer cette dernière hypothèse, nous ne pensons pas qu'elle soit une explication suffisante à la présence des larves et nymphes de *gambiae* dans de tels gîtes. Nous avons eu la possibilité de constater, à plusieurs reprises, la présence de *gambiae* dans des gîtes inhabituels à côté de gîtes parfaitement classiques ; c'est ainsi qu'à Bouaké (Côte d'Ivoire), en décembre 1948, nous avons récolté un grand nombre de premiers stades de cet anophèle dans des plans d'eau entièrement couverts de lemnaées et servant à l'arrosage de cultures indigènes familiales, alors que, à quelques mètres, des trous d'emprunt à banco nous en donnaient un nombre moins important. Il semble indiqué de conclure que, à moins que le gîte possible ne présente des caractères physico-chimiques impropres au développement larvaire, *gambiae* est capable de déposer ses œufs dans n'importe quel type d'eau. Nous l'avons trouvé, pour notre part, dans des conditions « inhabituelles », mais en nombre suffisant pour écarter l'hypothèse de Hopkins (rapportée par Evans,¹⁰⁸ page 314), selon laquelle la présence de larves en de telles conditions serait due au dépôt accidentel d'un œuf par une femelle au repos : dans une chasse d'eau à Abidjan (Côte d'Ivoire), en décembre 1948 ; dans des anfractuosités de troncs de fromagers (Joyeux¹⁸¹ fit la même observation en Guinée) et de ficus dans les environs de Bobo-Dioulasso, en 1949 ; dans des troncs évidés d'arbres abattus, à Dubréka (Guinée), en octobre 1949 ; dans les auges d'une porcherie désaffectée, près de Sikasso (Soudan), en avril 1949 ; et dans des trous dans des rochers gréseux, en brousse, entre Bobo-Dioulasso et Sikasso, en avril 1949.

Gîtes créés par l'homme

Dans l'étude des gîtes à *gambiae*, un fait essentiel, sur lequel sont d'accord les entomologistes, est à retenir : la pullulation de cet anophèle est étroitement liée à toute activité humaine. Cette pullulation entraîne un haut degré d'endémicité paludéenne, de sorte que l'augmentation des cas de paludisme est souvent, dans une localité ou une région, en corrélation directe avec l'intensification de travaux agricoles ou tout simplement avec l'accroissement de la population, pour une raison ou une autre.

King¹⁸⁷ a divisé les types de gîtes anophéliens causés par l'homme en deux catégories générales :

- 1) les collections d'eau, évitables, dues au manque de soins, à l'indifférence ou à l'ignorance ;
- 2) les collections d'eau associées inévitablement aux travaux agricoles ou à d'autres exigences humaines.

Causey, Deane & Deane⁵⁸ avancent que l'invasion du Brésil par *A. gambiae* a été facilitée par le fait que la plupart des gîtes où il a pu se développer étaient des gîtes résultant d'une activité humaine. De son côté, Anderson⁷ a signalé l'importance primordiale, dans la Nigeria, de tels gîtes. Déjà en 1906, Le Moal,²¹³ étudiant la succession des gîtes à Conakry (Guinée Française), montrait que les gîtes créés par l'homme étaient les facteurs principaux de la pullulation anophélienne ; en effet, des *gambiae* étaient observés dans les gîtes mentionnés ci-après :

- 1) toute l'année : puits, bassins d'ornement des jardins de la ville ;
- 2) pendant la saison des pluies : excavations des arbres et des rochers, récipients vides inutilisés ;
- 3) en début et en fin d'hivernage : ouvrages établis pour l'écoulement des eaux (aqueducs, égouts, ruisseaux) ;
- 4) pendant la période des fortes pluies (juillet à septembre) : dépressions du sol, naturelles ou artificielles (marais, dépressions des rues, fossés).

On peut ranger dans la première catégorie de King les récipients artificiels domestiques (Joyeux¹⁸¹), les tonneaux (Graham¹⁴⁰), les réservoirs en ciment, les jarres (Wiseman, Symes, McMahon & Teesdale³⁸⁷) — bien qu'Ingram & De Meillon¹⁷⁴ aient signalé que *gambiae* se trouve rarement dans les collections artificielles telles que les jarres en terre. Stephens & Christophers³³⁸ ont trouvé des larves, à Freetown (Sierra-Leone), dans des creux de rocaïlles artificielles ; Le Moal,²¹² une fois, dans les gouttières du toit d'une habitation ; d'Anfreville,⁸ dans des canaris (jarres indigènes en terre cuite) à Saint-Louis (Sénégal) ; Sautet,³¹⁰ dans des châteaux d'eau, des cuves et des réservoirs dans le Sahel ; Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet,³¹⁴ dans des canaris, des bassins d'ornement, des trous provenant

du prélèvement de terre ocreuse servant à la décoration des murs. Nous avons récolté œufs, larves et nymphes surtout dans des canaris, des récipients domestiques, des boîtes de conserves vides, des amas de ferraille, et, en une occasion, dans un canari contenant de la teinture indigo. Tous ces gîtes sont faciles à contrôler et leur disparition dépend tant de la bonne volonté des habitants que du bon fonctionnement du service d'hygiène local.

La deuxième catégorie de King est beaucoup plus intéressante, car elle concerne, en somme, tout le développement économique d'une région donnée, et nous envisagerons plusieurs aspects de l'accroissement des gîtes à *gambiae* en fonction du travail humain.

Un des aspects les plus importants est, à coup sûr, l'extension que prend en Afrique la culture du riz, sur des territoires de plus en plus vastes. Des épidémies de paludisme dues à la riziculture ont été maintes fois signalées en Amérique, en Chine, en Espagne, aux Indes Néerlandaises, en Italie, au Portugal et, malgré son introduction relativement récente, en Afrique.

Dès 1918, Legendre²⁰⁶ attirait l'attention sur les rizières en culture près de Tananarive (Madagascar), et mentionnait la présence de très nombreuses larves aussi bien dans les champs en terrasses que dans les plaines irriguées par des canaux. Couvy,⁷¹ en 1925, écrivait : « En ce qui concerne la constitution des gîtes à anophèles, on peut prétendre, sans paradoxe, que l'homme a été le principal artisan du fléau. » Il concluait, de son étude sur Madagascar, que les rizières constituaient une des causes principales d'insalubrité. Monier,²⁴⁴ en 1937, établissait que les rizières comptaient parmi les principaux facteurs de la pullulation des anophèles et que les rizières cultivées, plus que les rizières incultes, hébergeaient un très grand nombre de larves de *gambiae*. Doucet,⁹⁴ plus récemment, les accusait d'abriter toutes les espèces d'anophèles de l'île de façon assez homogène.

Grainger¹⁴¹ a rapporté la présence, dans une rizière, près de Kisumu (Kenya), de *gambiae* en nombre considérable ; de même, De Meillon⁸⁷ au Mozambique. En Gambie (Cap Sainte-Marie et Bakau), Bruce-Chwatt⁵¹ a noté la diminution du nombre de larves à la fin de la pousse ; Sautet³¹⁰ avait remarqué ce phénomène de la raréfaction des larves dans les rizières déjà hautes et pensait que les œufs de *gambiae* venaient, par capillarité, se déposer à la surface des tiges, où ils se desséchaient. Russell & Rao,³⁰⁵ constatant un fait identique, concluaient que la disparition de *A. culicifacies*, après que les plants avaient atteint une certaine hauteur, pouvait être expliquée par le fait que ces plants forment une barrière contre les insectes pendant leur vol de ponte et empêchent ainsi les œufs d'être déposés. Mais les observations de Muirhead-Thomson²⁴⁶ au Sierra-Leone semblent montrer que tel n'est pas le cas pour *gambiae*. Nous avons pu prospecter un certain nombre de rizières à des époques différentes de l'année et suivre

le développement de cet anophèle pendant la pousse des plants de riz. Nous avons observé une diminution du nombre des larves de *gambiae* en fin de pousse, peu avant la récolte, mais cette diminution s'accompagnait dans tous les cas de l'augmentation du nombre des larves d'autres anophèles : *A. pharoensis*, *A. squamosus*, principalement, *A. funestus* et *A. rufipes*, souvent. On ne peut donc considérer que ce qui serait barrière pour *gambiae* ne le fût pas pour les autres espèces. D'autre part, en fin de pousse, on assiste à un accroissement très net du nombre de *gambiae* dans les canaux d'irrigation et les flaques entourant les rizières. Dans ces conditions, il est difficile de penser que la pousse du riz entraîne un abaissement, même temporaire, du nombre des *gambiae*. Bien au contraire, il est possible d'affirmer que, partout où la riziculture a été entreprise, *gambiae* s'est développé. Si, en certaines régions, telles que les terres irriguées du Niger par exemple, la mise en culture de vastes terres n'a pas été suivie d'épidémies de paludisme ou, simplement, d'une augmentation du degré d'endémie, la raison en est qu'un contrôle médical sérieux y a été institué et que la lutte contre le paludisme par la quinine ou par les médicaments synthétiques y a été intensifiée. Il n'en est pas de même dans certains Cercles que nous avons visités, où la culture du riz, essentiellement familiale, s'est accompagnée d'une augmentation du nombre de cas de paludisme, l'accroissement de la population de *gambiae* n'ayant entraîné aucune tentative de lutte.

La culture du riz n'est pas la seule en cause ; d'une façon générale, on trouve des larves de *gambiae* dans tous les champs cultivés, les drains, les canaux d'arrosage. Nous avons signalé la présence de *gambiae* dans des terrains de culture installés, à Bamako (Soudan), dans les dépressions en bordure du Niger.¹⁶⁵ Partout où les travaux de culture ou de jardinage entraînent la stagnation de l'eau pendant un temps suffisant pour que le développement des larves et nymphes puisse s'accomplir, *gambiae* est présent. Hancock¹⁴⁹ a montré que c'était la mise en valeur du marécage de Namanve, près de Kampala (Ouganda), qui avait provoqué l'apparition de *gambiae*, qui en était auparavant absent.

Mulligan & Afridi²⁵² ont exposé les dangers résultant, dans l'Inde, de l'exécution de grands travaux (bâtiments, routes, voies ferrées, barrages, mise en valeur de terrains, etc.) ; le problème est le même en Afrique. La présence de *gambiae* a été signalée dans des wagonnets Decauville (Le Moal,²¹² à Abidjan ; Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet,³¹⁴ en Mauritanie) et dans les aménagements d'élevages expérimentaux de poissons en Rhodésie du Nord (Pielou²⁶²). Nous avons récolté des larves et nymphes dans les trous d'emprunt ayant servi à la construction de routes, de digues (dans la région de Markala, à Sansanding et Kokry, au Soudan ; à Grand-Bassam, en Côte d'Ivoire) ; dans les fossés et caniveaux dans les grandes agglomérations (à Abidjan, Bamako, Ouagadougou) ; dans les carcasses

d'automobiles (à Abidjan), les chalands, péniches, canots en construction ou en cours de destruction (à Ségou et Mopti, sur le Niger). Un gîte à *gambiae* important est constitué par les travaux de drainage mal conçus ou entrepris de façon défectueuse, ainsi que nous l'avons constaté à Bamako.

Il existe, en Basse Côte d'Ivoire, un problème assez particulier que pose la création involontaire par l'homme de certains gîtes à *gambiae* : celui des entrepôts de billes de bois à ciel ouvert. Les billes de bois provenant de diverses essences abattues et débitées dans la forêt au nord d'Abidjan sont rassemblées en radeaux sur les fleuves se jetant dans le Golfe de Guinée et, plus particulièrement, sur le plus important d'entre eux, la Comoé. Les radeaux sont ainsi acheminés par voie d'eau jusqu'à Grand-Bassam, d'où les billes sont embarquées, par le wharf, sur les cargos. Mais, entre leur arrivée à Grand-Bassam et leur départ sur cargo, les billes sont entreposées en plein air sur les terrains situés en bordure de la lagune, parfois pendant un temps assez long. L'eau de pluie ruisselant sur les billes vient former sur le sol, entre elles, des mares de faible profondeur, situées complètement ou presque complètement à l'ombre, dans lesquelles *gambiae* pullule.

Un type de gîte étroitement lié à la présence de l'homme et très souvent inévitable doit retenir, dans toute agglomération, l'attention du paludologiste : celui que constituent les puits. Son existence est signalée depuis longtemps, mais il ne semble pas qu'on lui ait accordé toute l'importance qu'il mérite. Le Moal,²¹² en 1906, a trouvé des larves à Conakry, Grand-Bassam et Bamako ; Leger,²⁰⁹ à Dakar, et Legendre,²⁰⁷ dans plusieurs localités de la Haute-Volta. Patton²⁶¹ a mentionné la présence de *gambiae* dans des puits profonds à Aden, De Meillon⁸⁶ au Mozambique. A Accra (Côte de l'Or), Dalziel⁷² a trouvé que 13,2 % des puits renfermaient des *gambiae*, mais, d'un autre côté, Wiseman, Symes, McMahon & Teesdale³⁸⁷ n'ont récolté cet anophèle que dans 18 des 1.242 puits examinés, soit dans 1,4 % des cas. Nous avons vu précédemment (page 55) que De Meillon pensait que la présence de *gambiae* dans des puits profonds était due à l'absence de tout autre gîte.⁸⁸ C'est probablement le cas pour les observations rapportées par Patton²⁶¹ et par De Meillon,⁸⁶ mais les observations que nous avons pu faire en Afrique occidentale nous conduisent à envisager la question de façon toute différente.

On trouve pratiquement des puits dans toute l'Afrique : puits ouverts à même le sol, non couverts, parfois entourés d'un petit remblai. Dans les régions littorales ils sont peu profonds, car la proximité de la nappe d'eau en rend faciles le creusement et l'approvisionnement, mais dans les zones de savanes la nappe phréatique est souvent très profonde, difficile à atteindre, et les puits atteignent parfois une vingtaine de mètres. Chaque concession possède le sien ; Le Gac, Seite & Combescot de Marsaguet²⁰² ont pu en dénombrer plus de 2.000 à Ouagadougou, dont la moitié

hébergeaient des larves. La présence d'un grand nombre de puits ne signifie pas nécessairement qu'ils sont la seule source d'eau dans une localité ; mais, en Haute-Volta et au Soudan, ce sont souvent les domestiques et les gens de condition inférieure qui vont puiser de l'eau dans les marigots, et le chef de famille assied sa position sociale par la possession d'un puits dans sa concession.

Pendant la saison sèche, les puits demeurent pratiquement les seuls points d'eau dans lesquels *gambiae* pourra déposer ses œufs ; c'est ainsi qu'à Tiogo, Batié et Darsalamy, nous avons pu expliquer l'importance des captures d'adultes par la présence, dans de nombreux puits, d'une grande quantité de larves et de nymphes. A Tiogo, par exemple, en février 1949, 7 puits sur 19 visités, soit 36,8 %, hébergeaient des larves et nymphes de *gambiae* (sur les 7 positifs, 4 donnaient asile, en outre, à *A. rufipes*) ; en novembre de la même année, de nombreuses larves étaient récoltées dans le marigot, à sec lors de notre précédente visite, et 3 puits sur 11, soit 27,3 %, contenaient des *gambiae*. Les puits, dans ce cas, étaient encore fréquentés, alors que des gîtes plus facilement accessibles étaient à la disposition de l'anophèle. Nous avons pu faire des constatations identiques à Ouagadougou, lors de l'hivernage de 1949, en capturant des premiers stades de *gambiae* dans des puits, à proximité de la vaste étendue d'eau du barrage dans laquelle nous pouvions faire d'importantes récoltes.

Dans l'ensemble de nos prospections en saison sèche et en hivernage, 1.214 puits ont été visités, dont 132 (10,9 %) abritaient des *gambiae*. Dans 19 cas, *A. gambiae* cohabitait avec *A. rufipes*, et dans 37 cas avec *A. nili*.

L'utilisation des puits entraîne la formation de gîtes autres que les puits eux-mêmes : le sol est piétiné autour d'eux et les empreintes de pieds se remplissent d'eau de pluie ou d'eau renversée des seaux tirés des puits ; la présence de bœufs ou de porcs dans la concession multiplie les empreintes et provoque la formation d'une zone de petites mares favorables au développement de *gambiae* ; on retrouve d'ailleurs ce genre de gîte au bord des marigots ou des étendues d'eau fréquentées par l'homme ou les animaux.

L'épuisement d'un puits ou d'autres causes telles que la stérilité du sol (provoquée par des feux de brousse abusifs, un déboisement trop rapide ou les méthodes défectueuses de la culture indigène) conduisent des familles entières à émigrer vers de nouvelles nappes d'eau ou vers des champs vierges à défricher. Leur premier soin est la construction de cases pour lesquelles des briques sont fabriquées en puisant la terre argileuse du sol ; ainsi se forment des trous d'emprunt, quelquefois vastes, mais le plus souvent mesurant deux à trois mètres de diamètre. Ces trous se remplissent d'eau, soit par infiltration, soit dès les premières précipitations, et constituent alors des gîtes extrêmement riches en *gambiae*. Ainsi, à Abengourou (Côte d'Ivoire), nous trouvions, en mars 1949, des milliers de

larves et de nymphes dans un quartier de la ville en extension, toutes rassemblées dans les trous d'emprunt ; cette pullulation s'accompagnait d'une haute densité anophélienne dans les habitations voisines, soit 8,7 *gambiae* par case. Nous pouvons dire que nous avons trouvé des trous d'emprunt colonisés par *gambiae* dans toutes les localités que nous avons visitées ; *gambiae* ne se trouvait pas dans des trous contenant des collections de *Pistia stratiotes* anciennes ni dans les trous accusant la présence d'une couche de limonite à la surface du sol — trous à faible épaisseur d'eau formant un gîte comparable à ceux décrits par Wolfs³⁸⁸ pour Coquilhatville (Congo Belge). Bruce-Chwatt⁵⁰ a montré que la population anophélienne des trous d'emprunt variait, dans le nord de la Nigeria, de la saison sèche à l'hivernage : il trouvait, en saison sèche, *gambiae* et *funestus* avec dominance nette de *gambiae* ; en hivernage, l'importance de *gambiae* par rapport à *funestus* diminuait et *pharoensis* et *coustani* venaient compléter la faune.

On peut rapprocher de ce type de gîte un gîte assez localisé, décrit par Schwetz & Baumann,³²⁰ et constitué par les trous et les tranchées creusés dans les « flats », vallons où l'on exploite l'or alluvionnaire dans la région de Mongbwalu (Congo Belge).

Conditions physiques et chimiques des gîtes

Des essais de classification des gîtes larvaires anophéliens ont été tentés dans divers pays, soit sur la base de la constitution chimique (Rudolfs & Lackey,³⁰⁴ Unti^{365, 366}) ou physico-chimique (Beattie²⁸³) des eaux, soit d'après les caractères de leur végétation (Hess & Hall¹⁵⁷) ou de leur microflore (Frohne¹¹⁶). Il ne semble pas que l'on soit arrivé, dans ce domaine, à un résultat intéressant.

En Afrique, les conditions physiques et, à un moindre degré, les conditions chimiques des gîtes à *A. gambiae* ont été relativement bien étudiées.

Dans la Côte de l'Or, Pomeroy²⁶⁷ a trouvé *A. gambiae* dans des eaux à pH variant de 4,0 à 8,5 et a établi que, dans des conditions d'expérience, cette espèce préfère les eaux à pH compris entre 4,0 et 7,8 ou les eaux nettement alcalines à pH égal à 10,0. Symes³⁴⁹ a donné, pour Nairobi (Kenya), les limites de 7,2 et 8,4 avec une moyenne de 7,6, alors que Hancock¹⁴⁸ et Gibbins¹³⁴ donnent, pour l'Ouganda, les chiffres respectifs de 5,6 à 7,1 et de 6,0 à 7,2. Hancock souligne que *gambiae* semble éviter les eaux plus acides lorsque cette acidité s'accompagne d'une forte teneur en matières organiques. Par ailleurs, Jepson, Moutia & Courtois,¹⁷⁸ dans l'île Maurice, enregistrant des pH de 7,0 à 8,6, pensent que la neutralité ou une légère acidité seraient l'explication de l'absence de *gambiae* dans certaines zones. De son côté, da Cruz Ferreira,¹¹³ aux îles du Cap-Vert, avance que le pH optimum se situerait aux environs de 8,0-8,5.

Nous avons, pour notre part, trouvé *gambiae* dans des eaux dont le pH variait de 5,8 à 9,0. Nous avons pu noter que les eaux acides fournissaient des quantités moindres de larves et nymphes et que le pH optimum se situait aux environs de 7,8.

Température

La température de l'eau des gîtes a donné lieu à des notations très diverses. Symes³⁴⁹ a trouvé, dans le District de Trans-Nzoia (Kenya), des températures allant de 17,4°C à 23,5°C. A Madagascar, Monier²⁴⁴ a noté des moyennes de 15 à 18°C, et Doucet⁹⁴ de 21 à 29°C. La température maximum que *gambiae* puisse supporter sans dommage a été établie par Jepson et al.,¹⁷⁸ qui donnent le chiffre de 41°C. Par contre, la limite inférieure, dans la nature, n'a pas été mentionnée : Leeson²⁰⁰ a signalé la disparition de *gambiae*, en Rhodésie du Sud, lorsque la température de l'air (minimum absolu) descendait au-dessous de 4,4°C.

Il nous est difficile de tirer des conclusions des mesures de température que nous avons faites ; dans leur ensemble, les températures enregistrées se situaient entre 20°C et 30°C. Extrêmement variables, dans une même saison, d'un gîte à l'autre et, dans un gîte donné, à différentes heures de la journée, ces mesures ne permettent pas de déterminer la température optimum pour *gambiae*. La seule constatation qui nous paraît intéressante est la découverte que nous avons faite de larves et nymphes, à proximité de Kokry (Soudan) en saison sèche (mai 1949), dans des chambres d'emprunt à faible profondeur d'eau dont les températures variaient entre 40,5 et 41,8°C.

Teneur en matières organiques

Swellengrebel, Annecke & De Meillon,³⁴⁴ Hopkins^{168, 169} et Hancock¹⁴⁹ ont signalé l'absence de *gambiae* dans les collections d'eau à taux de matières organiques élevé. Cette observation a été utilisée par certains auteurs comme méthode « naturelle » de lutte, pour empêcher le développement de l'anophèle. Hancock,¹⁴⁸ en 1930, et Hopkins,¹⁶⁸ en 1933, avaient entravé le développement de *gambiae* en ajoutant à l'eau des gîtes des herbes coupées ou des gadoues, mais Harvey & Symes,¹⁵¹ étudiant le taux d'oxygène dans les eaux naturelles au Kenya, montraient qu'il n'existait aucune corrélation entre un haut pourcentage de matières organiques et l'absence de larves.

L'inexistence de rapports entre les caractères physiques ou chimiques des gîtes et la présence de *gambiae* a rendu à priori arbitraire toute classification basée sur ces caractères. Aussi aucune tentative n'a-t-elle été faite de classer les gîtes anophéliens d'après les différences de pH ou de température, par exemple.

Classification des gîtes selon divers auteurs

Deux auteurs ont tenté de systématiser les gîtes anophéliens en se basant soit sur leur emplacement soit sur leurs caractéristiques extérieures.

Schwetz³¹⁷ a classé ces gîtes, d'après ses observations congolaises, en cinq catégories :

- 1) Gîtes artificiels : divers ustensiles.
- 2) Gîtes naturels : gîtes à eau stagnante, mais claire et facilement renouvelable et plus ou moins à l'ombre (bords des lacs, étangs, grands marais et même rivières et ruisseaux).
- 3) Gîtes semi-naturels : collections d'eau stagnante se trouvant à même le sol, comme sous 2, mais difficilement renouvelable (comme les gîtes artificiels) et, partant, eau trouble et même parfois plus ou moins polluée (anciennes briqueteries, trous à argile, caniveaux, ornières).
- 4) Gîtes spéciaux : surtout feuilles d'arbres tombées et creux des arbres.
- 5) Gîtes naturels, comme sous 2, mais riches en plantes aquatiques (papyrus, pisties, nénuphars, convolvulus, etc.).

D'après Schwetz, *A. gambiae* se récolte dans les gîtes 1, 2 et, principalement, 3. Les gîtes 5 n'abriteraient que le groupe *Taeniorhynchus-Mansonioides* et, comme anophèles, surtout *A. pharoensis* et *A. squamosus*.

Il ne nous paraît pas que, dans la pratique de la lutte antianophélienne, cette classification soit à retenir :

— On récolte très souvent *gambiae* dans les gîtes 5, particulièrement lorsque les collections d'eau sont envahies par *Pistia stratiotes*. Les mêmes mesures de contrôle des premiers stades seront vraisemblablement utilisées dans les gîtes 2 et 5.

— Les gîtes semi-naturels 3, une fois envahis par la végétation (pisties ou cératophylles le plus souvent, dans le cas des trous à argile ou trous d'emprunt), n'entreraient plus dans aucune des catégories citées.

— Les gîtes spéciaux 4 hébergent souvent *gambiae*, comme nous l'avons vu précédemment.

Bernet,²⁸ étudiant les gîtes anophéliens de la Côte d'Ivoire, a donné une classification qui tient compte de leur origine et fait une large part à ceux dont l'homme est responsable :

- 1) Gîtes domestiques : « gîtes situés dans la concession ou immédiatement autour » (amas de ferraille, récipients abandonnés, bassins en ciment, réservoirs d'eau, trous d'arbres, puits, empreintes et flaques).

2) Gîtes dus à l'activité de l'homme : « l'activité de l'homme est la cause de leur origine et de leur développement dans le présent comme dans l'avenir » ; « la base de la formation du gîte est le sol » (travaux de terrassement, travaux d'agriculture, routes, fossés).

3) Gîtes artificiels de civilisation : « la base de leur formation est un matériau travaillé par l'homme : bois, fer et surtout ciment » (embarcations, chalands, systèmes d'évacuation et d'écoulement des eaux, bornes-fontaines, fuites des canalisations de distribution d'eau, puits communs à plusieurs concessions).

4) Gîtes naturels : « se constituant dans la nature sans l'intervention de l'homme, auxquels il convient cependant d'adjoindre ceux que crée l'homme par les travaux réalisés dans ces gîtes ». Ils se subdivisent en :

a) gîtes dus à l'eau de pluie (gîtes des cuirasses latéritiques, creux des rochers, insertion des feuilles, noix de coco, marécages créés par les eaux de ruissellement) ;

b) gîtes dus aux eaux souterraines (sources, ruisseaux et marécages provenant des sources, zones d'infiltration peuplées par *Pistia stratiotes*) ;

c) gîtes dus aux travaux de culture exécutés dans les gîtes naturels préexistants (cultures maraîchères, rizières, cressonnières, drains et canaux d'irrigation dans ces gîtes).

Si cette classification est intéressante du fait qu'elle place au premier plan le rôle joué par l'homme dans la constitution des gîtes, elle nous paraît cependant particulièrement confuse. Les catégories 1, 2 et 3 ainsi que le groupe c de la catégorie 4 sont caractérisés par la présence de l'homme. Nous ne voyons, quant à nous, aucune différence dans les résultats des travaux d'agriculture effectués sur un sol préalablement sec ou dans un gîte préexistant ; dans le premier cas, *gambiae* sera introduit là où il n'y avait pas d'anophèle ; dans le second cas, la modification du gîte par la culture entraînera celle de la composition de la faune anophélienne, et *gambiae* prédominera alors sur les autres espèces.

D'autre part, les puits des concessions constituent le même type de gîte que les puits de village, communs à plusieurs concessions et situés dans le village ou à l'extérieur. Il est arbitraire de séparer ces deux sortes de points d'eau. Il en est de même des trous d'arbres ou insertions des feuilles qui, dans la concession ou en brousse, offrent les mêmes caractéristiques.

La critique importante que l'on peut, à notre avis, formuler contre cette classification, c'est qu'elle ne tient pas compte d'une différence essentielle dans la caractéristique des gîtes : la présence ou l'absence de végétation, facteur essentiel de la composition de la faune anophélienne.

Classification proposée

Nous avons proposé une classification basée sur la présence ou l'absence de végétation dans les gîtes, en insistant sur les différences de faune anophélienne que l'on pouvait rencontrer dans l'un ou l'autre cas.¹⁶⁴ Le dosage des matières organiques d'origine végétale en milieu acide, pratiqué sur plusieurs centaines de gîtes, nous permet d'étayer notre première argumentation et de classer les gîtes à *A. gambiae* en deux catégories principales :

1) *Gîtes organiques* : gîtes présentant, soit partiellement soit sur toute leur surface, une végétation verticale ou horizontale ou les deux réunies. Le plus souvent, mais parfois en l'absence de végétation horizontale ou verticale, ils abritent une végétation submergée d'algues, de mousses, etc. Le taux de matières organiques, après filtration, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre, dépasse 1,25. *A. gambiae*, qui est rarement la seule espèce anophélienne, est associé principalement à *A. funestus*, *A. pharoensis*, *A. coustani*, *A. squamosus*, *A. rufipes*.

2) *Gîtes inorganiques* : gîtes caractérisés par l'absence de toute végétation vivante ou en décomposition. Le taux de matières organiques est inférieur à 1,25 mg d'oxygène par litre. *A. gambiae* est pratiquement le seul anophèle représenté ; il est cependant accompagné parfois de *A. rufipes* ou de *A. nili*.

Les deux catégories de gîtes se rencontrent aussi bien dans les villes et villages et à leur proximité qu'en brousse. On doit cependant noter que les gîtes organiques sont beaucoup moins fréquents dans les agglomérations, car les besoins en eau amènent les populations à préserver les collections qu'elles utilisent de toute colonisation végétale. D'autre part, la mise en culture de zones marécageuses à proximité des agglomérations transforme la nature des gîtes par le désherbage et le drainage.

Nous verrons au chapitre 7 (page 135) l'importance de cette classification des gîtes larvaires dans la différenciation des races de *gambiae* en zoophiles et anthropophiles.

Cycle œuf-adulte

Durée du cycle d'après différents auteurs

La durée du cycle de l'œuf à l'adulte, chez *A. gambiae*, a fait l'objet de nombreuses expériences en raison de l'importance que présente sa connaissance exacte lorsqu'il s'agit d'établir le rythme des opérations dans la lutte antilarvaire.

Si l'on admet généralement que la durée de ce cycle est en moyenne de 7 à 10 jours, il faut reconnaître que les résultats avancés par la plupart des auteurs présentent de grandes différences, dues aux conditions diverses dans lesquelles les expériences ou les observations ont été faites. La durée la plus courte a été enregistrée au Brésil, par Causey, Deane & Deane,⁵⁸ qui donnent les temps de 4 jours 22 heures pour le stade larvaire et de 19 heures pour le stade nymphal; la plus longue est vraisemblablement celle qu'a observée Symes³⁵⁰ à Nairobi, soit 33 jours de l'œuf à l'adulte. Entre ces données extrêmes, de très nombreux chiffres ont été avancés, dont la plupart sont difficiles à interpréter correctement, car les conditions — telles que la température, par exemple — dans lesquelles ils ont été obtenus font défaut. MacGregor²²⁵ donne une durée moyenne de 15 jours environ, dans des conditions favorables, alors que Barber & Olinger¹⁶ indiquent 7 à 8 jours à Lagos. Au Kenya, selon Symes,³⁵⁰ qui se basait sur des observations effectuées de 1935 à 1938, la durée moyenne du développement de *gambiae* était de 18 jours, le minimum étant de 12 jours (mars 1935) et le maximum de 33 jours (mai-juin 1938). Garnham¹²⁴ établit que le cycle, égal à 11 jours à Kisumu, augmente avec l'altitude et varie, à 1.950 mètres, de 20 jours (mai) à 24 jours (juin-août) et 27 jours (septembre). Au Brésil, Causey, Deane & Deane⁵⁸ ont montré que le cycle de l'œuf à la nymphe pouvait durer de 7 à 27 jours et le stade nymphal de 19 heures à 5 jours.

Observations personnelles en laboratoire et dans la nature

Nous avons procédé à un certain nombre d'expériences pour étudier le cycle de *A. gambiae*, en laboratoire d'une part, dans la nature d'autre part, suivant la technique que nous avons décrite aux pages 24-26. On trouvera dans le tableau II les résultats de ces expériences.

TABLEAU II. DURÉE (EN JOURS) DES DIVERS STADES DU CYCLE ŒUF-ADULTE DANS LA NATURE ET EN LABORATOIRE

Lot N°	Ponte-éclosion		Stade larvaire		Stade nymphal		Cycle total	
	Nature	Laboratoire	Nature	Laboratoire	Nature	Laboratoire	Nature	Laboratoire
53	1	1	6	9	1	1	8	11
34 b	1	1	8	11	1	2	10	14
49 b	1	1	8	14	1	1	10	16
55 c	1	1	11	13	1	2	13	16
51 a	1	1	13	19	2	2	16	22
Moyenne							11,4	15,8

Les œufs utilisés provenaient de femelles élevées en laboratoire, et l'eau servant à l'étude du cycle en laboratoire était recueillie dans le gîte même où devait s'effectuer le développement dans la nature.

Nous avons pu observer des différences constantes entre les deux séries d'expériences, attribuables aux variations nyctémérales de la température dans le laboratoire, qui plaçaient les élevages dans des conditions défavorables, et à l'évaporation plus rapide qui modifiait la teneur en matières organiques de l'eau.

Ces chiffres sont peu différents de ceux donnés par da Cruz Ferreira:¹¹³

	Dans la nature (jours)	En laboratoire (jours)
Ponte-éclosion	2	2-3
Stade larvaire	6-10	11-13
Stade nymphal	1-2	2
Durée du cycle	9-14	15-18
Moyenne	11,5	16,5

Cet auteur estime également que les variations de température interviennent, en laboratoire, pour ralentir le cycle, mais il suppose l'intervention du facteur de l'insolation dans les gîtes naturels, ainsi d'ailleurs que l'estime Evans.¹⁰⁸ Mais le degré d'insolation d'un gîte entraîne, en définitive, des variations de température de l'eau.

Influence de la température des gîtes

Il nous a paru alors qu'il était intéressant de mesurer la durée du cycle œuf-adulte en fonction de la température de l'eau. A cet effet, la température moyenne a été établie en prenant la moyenne des températures notées à 7, 11, 15 et 19 heures.

Nous avons constaté que, dans des eaux identiques quant au pH et au taux des matières organiques, la durée du cycle variait en sens inverse de la température.

Les résultats, résumés dans le tableau III, permettent d'envisager une température optimum de développement située aux environs de 25-26°C. Au-dessous de cette température, le cycle de *gambiae* est ralenti à tel point que Jepson, Moutia & Courtois,¹⁷⁸ établissant la courbe hypothétique du développement de cet anophèle en fonction de la température à l'Ile Maurice, notent qu'il peut se prolonger bien au-delà d'un mois à une température de très peu inférieure à 18-19°C.

D'après nos observations, le cycle dure en moyenne 8,2 jours aux températures supérieures à 26°C, alors qu'il atteint la moyenne de 13,2 jours lorsque la température s'abaisse en dessous de 25°C. Aux

**TABLEAU III. DURÉE DU CYCLE ŒUF-ADULTE DANS L'EAU
A DIVERSES TEMPÉRATURES**

Date	Lot N°	Nombre d'œufs	Température moyenne (°C)	Durée du cycle (jours)
Juin 1949	38	50	28,4	9
		72	30,7	7
	55 a	45	33,7	8
		48	21,9	14
		50	23,5	12
Juillet 1949	54 d	60	25,4	10
		35	27,2	11
		33	26,8	10
	55 d	35	28,9	8
		62	28,4	9
		40	31,3	6
Septembre 1949	81	30	32,7	7
		48	22,1	16
		55	24,6	11
		42	28,2	9
Octobre 1949	78 b	64	21,9	13
		56	25,5	10
		58	27,5	8

températures de 25-26°C, le développement de *gambiae* s'effectue en 10 jours. Ce dernier chiffre se rapproche de celui donné par Mathis²³⁴ qui, effectuant ses élevages à Dakar à la température moyenne de 24-26°C, notait pour les divers stades du développement :

Ponte-éclosion	36-40 heures
Stade larvaire	5-8 jours
Stade nymphal	24 heures

Les différences observées dans le cycle permettent, par ailleurs, d'expliquer les chiffres donnés par Ethès pour le Soudan Français : en octobre,¹⁰⁶ la durée du cycle de *gambiae* s'établissait, dans un gîte naturel, de la façon suivante :

Ponte-éclosion	1 jour
Stade larvaire	12 jours
Stade nymphal	1 jour

alors que, de juillet à décembre,¹⁰⁷ dans des conditions expérimentales données (bassin de 25 cm à moitié rempli de terre, ensoleillé), l'auteur indiquait comme durée :

Ponte-éclosion	1 jour
Stade larvaire	6 jours
Stade nymphal	1 jour

Il est probable que, dans les conditions de l'expérience, la température plus élevée a permis de noter un cycle plus court que dans le cas du gîte naturel.

Influence de la teneur du gîte en matières organiques

La teneur de l'eau du gîte en matières organiques d'origine végétale est un facteur susceptible de modifier la durée du cycle œuf-adulte de *gambiae*. Les observations que nous avons pu faire dans des gîtes naturels (voir tableau IV) nous ont permis de constater que l'augmentation du taux de matières organiques ralentissait le développement larvaire de *gambiae*. Alors que, dans les gîtes que nous avons appelés « inorganiques », le cycle est d'une durée moyenne de 9 jours, il est prolongé jusqu'à 15,2 jours (moyenne) dans les gîtes « organiques ».

**TABLEAU IV. DURÉE DU CYCLE ŒUF-ADULTE DANS LES GITES
« INORGANIQUE » ET « ORGANIQUE »**

Date	Lot N°	Nombre d'œufs		Oxygène par litre (mg)		Durée du cycle (jours)	
		Gîtes « inorganiques »	Gîtes « organiques »	Gîtes « inorganiques »	Gîtes « organiques »	Gîtes « inorganiques »	Gîtes « organiques »
Octobre 1949	63	33	40	0,98	1,61	11	14
	78 a	45	45	0,12	1,83	7	16
	82	30	35	0,45	1,46	8	13
	72 b	32	30	0,25	2,09	8	17
Novembre 1949	71 a	45	47	0,62	1,39	10	12
	78 c	48	50	1,03	2,41	9	20
	97	35	38	1,18	1,32	10	12
	103 a	42	40	0,74	1,56	9	18

Les facteurs « température » et « taux de matières organiques » interviennent donc dans des sens opposés pour raccourcir ou allonger le temps de développement de l'anophèle. Le cycle le plus court sera noté dans les gîtes à température élevée et à taux de matières organiques nettement inférieur à 1,25 mg d'oxygène absorbé par litre : flaques de pluie dépourvues de végétation, par exemple, en début d'hivernage.

Résistance à divers agents physiques
Résistance aux hautes et aux basses températures

Les limites de la résistance des larves de *A. gambiae* à la température ont été peu étudiées, et les seuls chiffres précis que l'on possède sont ceux donnés par Jepson et al.,¹⁷⁸ qui ont montré que 25 % des larves de *gambiae* placées une heure dans de l'eau à 42°C pouvaient se développer, et qu'un traitement pendant deux heures à cette température entraînait la mort de toutes les larves. D'autre part, ces auteurs ont constaté que tout développement cessait à 16,5°C.

Nous avons repris ces expériences en exposant des lots de 25 larves à des températures différentes et en notant le taux de mortalité — celui-ci

étant de 17 % dans un lot témoin à 26°C après 24 heures. Les chiffres obtenus ont été les suivants :

Température de l'eau (°C)	Durée de l'expérience (heures)	Mortalité (%)
41	6	16
41	12	28
41,5	6	16
41,5	12	24
42	6	44
42	12	72
42,5	2	64
42,5	6	100
43	1	80
43	3	100
43,5	1	84
43,5	1 ½	100

Nous avons ainsi vérifié que *gambiae* se développait normalement dans une eau maintenue pendant 12 heures, à l'étuve, à 41,5°C, le taux de mortalité n'atteignant que 24 %. Par contre, au-dessus de 41,5°C, le taux augmentait rapidement et était égal à 100 % pour les larves placées 1 ½ heure à 43,5°C.

Il semble que, dans la nature, la résistance à la chaleur soit plus accusée qu'en laboratoire : nous avons signalé la présence de larves adultes dans un gîte dont la température était de 41,8°C. Mackerras & Lemerle²⁸⁸ ont démontré ce fait chez *A. punctulatus*, qui accomplit son cycle dans la nature à 40°C mais présente une mortalité de 100 % en laboratoire à 37°C.

Nous avons éprouvé la résistance des œufs et des larves aux basses températures en plaçant des lots de 25 unités pendant des temps variables au réfrigérateur à +7°C et dans une boîte à glace à +15°C. Les œufs étaient déposés sur un morceau de papier filtre humide, les larves dans un petit cristalliseur de 10 cm de diamètre contenant de l'eau sur 5 cm de hauteur.

Les résultats enregistrés indiquent que les basses températures ne sont pas une entrave au développement ultérieur de l'œuf :

Température (°C)	Durée de l'exposition (jours)	Éclosions (%)
6,6	1	92
	1 ½	92
	2	84
	3	88
	4	84
	5	92
	6	88
	7	80
	8	84

Les chiffres ci-après montrent en revanche que la mortalité chez les larves atteignait 100 % après une exposition de 36 heures à 15°C ou une exposition de 12 heures à 7°C :

Température de l'eau (°C)	Durée de l'expérience (heures)	Mortalité (%)
7	1	20
	3	20
	6	44
	9	92
	12	100
15	1	20
	3	16
	6	20
	9	24
	12	36
	18	40
	24	64
	30	96
	33	96
	36	100

Résistance à la dessiccation

Œufs

La persistance de *A. gambiae* tout au long de l'année dans certaines régions, et, plus particulièrement, l'apparition souvent massive d'adultes au début de la saison des pluies dans des zones où *gambiae* semble disparaître complètement pendant la saison sèche, pouvaient amener à penser que l'anophèle assurait sa descendance en traversant la saison défavorable sous forme d'œufs résistant à la dessiccation, comme c'est le cas pour *A. walkeri* (Bang, Quinby & Simpson,¹² et Hurlbut¹⁷²), *A. albimanus*, *A. tarsimaculatus* (Stone & Reynolds³⁴¹).

Mais les différents auteurs qui ont étudié cette résistance chez *gambiae* donnent des résultats d'expériences qui invalident cette hypothèse.

Gebert¹²⁸ a montré, à l'Ile Maurice, que 25 % seulement des œufs de *gambiae* étaient viables 24 à 48 heures après l'assèchement des bassins dans lesquels ils avaient été placés, quelques-uns après 72 heures encore, mais qu'aucune éclosion ne se produisait au-delà de 72 heures. De Oliveira Castro²⁵⁸ a constaté qu'aucune éclosion n'intervenait dans des lots d'œufs exposés de 7 jours à un mois, sur papier filtre humide, à la température et à l'humidité moyenne du laboratoire ; alors qu'à Ceara (Brésil) (dans : Soper & Wilson³³⁷), 12 % des œufs sont éclos après avoir été placés 10 jours sur papier filtre humide à la température du laboratoire. Deane & Causey⁷⁷ ont établi les différences de résistance dans le sable humide et dans le sable en train de sécher. Dans la première série d'expériences, les pourcentages d'éclosions étaient respectivement de 36, 27 et 8 pour les œufs

conservés durant 8, 10 et 12 jours sur sable humide ; le pourcentage d'éclosions était inférieur à 1 lorsque la durée de conservation était de 14, 16 et 18 jours. Dans la deuxième série d'expériences, pour des temps de conservation de 8, 10, 12 et 18 jours sur sable en train de sécher, les pourcentages d'éclosions étaient respectivement de 75, 58, 26 et 1. Mais Deane & Causey⁷⁷ ont montré que les œufs résistants étaient morphologiquement distincts des œufs normaux et pouvaient être obtenus à volonté, expérimentalement, en soumettant les femelles fécondées et gorgées à des températures de 10 à 13°C pendant 3 jours ou plus. Jusqu'à présent, rien de semblable n'a été constaté en Afrique. La limite absolue de la résistance à la dessiccation des œufs de *gambiae*, sans différenciation morphologique possible, a été établie par le Malaria Service de la Nigeria :²⁵⁶ 5 jours sur papier filtre sec dans une humidité relative moyenne de 86 %.

Nous avons procédé, avant d'avoir connaissance de ce dernier chiffre, à un certain nombre d'expériences en vue de déterminer cette limite dans des conditions différentes. Les œufs, provenant de pontes obtenues en laboratoire, étaient déposés sur du sable latéritique sec, ou de l'argile humide, ou encore sur du papier filtre humide, dans des boîtes de Petri ouvertes, laissées à la température et à l'humidité du laboratoire. Chaque jour, un lot de 18 à 35 de ces œufs était immergé, avec la boîte de Petri, dans un cristalliseur empli d'eau. Le lendemain de l'immersion, le nombre de larves primaires était compté de façon à établir le pourcentage d'éclosions après un stade de dessiccation donné.

Le tableau V résume quelques-unes de nos observations les plus caractéristiques, en particulier celles qui se rapportent aux pourcentages d'humidité relative les plus faibles et les plus élevés.

On peut conclure de ces données que la résistance des œufs de *gambiae* à la dessiccation dépend du substratum d'une part et de l'humidité relative d'autre part. Elle est beaucoup plus courte sur substratum sec que sur substratum humide : 4,1 jours contre 12,4 jours.

Sur substratum sec, l'humidité relative moyenne ne semble jouer aucun rôle et son augmentation n'entraîne pas une résistance de plus longue durée. Par contre, sur substratum humide, une humidité relative moyenne élevée est accompagnée d'une résistance à la dessiccation plus grande. Le seuil d'humidité relative paraît se situer aux environs de 67 %.

La limite absolue de la résistance des œufs de *gambiae* à la dessiccation est de :

- 4 jours sur sable latéritique sec, quelle que soit l'humidité ;
- 5 jours sur papier filtre sec, avec 82,9 % d'humidité ;
- 14 jours sur papier filtre humide, avec 78,5 % d'humidité ;
- 16 jours sur argile humide, avec 83,0 % d'humidité.

TABLEAU V. RÉSISTANCE DES ŒUFS A LA DESSICCATION SUR DIVERS SUBSTRATUMS

Substratum	Date du dépôt	Humidité relative moyenne (%)	Température moyenne (°C)	Durée de la dessiccation (jours)	Nombre d'œufs	Eclussions	
						Nombre	Pourcentage
Sable latéritique sec	28.1.49	30,4	27,63	1	25	23	92
				2	25	24	96
				3	20	9	45
				4	20	1	5
				5	25	0	0
	5.9.49	82,6	25,14	1	18	17	94,4
				2	20	18	90,0
				3	30	11	36,7
				4	28	1	3,6
				5	26	0	0
Papier filtre sec	28.1.49	31,4	27,94	1	66	63	95,5
				2	55	42	76,4
				3	56	24	42,9
				4	58	6	10,3
				5	60	0	0
	8.8.49	82,9	24,76	1	42	40	95,2
				2	48	43	89,6
				3	40	23	57,5
				4	48	9	18,7
				5	53	4	7,5
				6	50	0	0
				Papier filtre humide	8.9.49	78,5	25,80
4	42	39	92,9				
6	55	37	67,3				
8	38	16	42,1				
10	40	9	22,5				
3.3.50	24,7	28,50	12		45	4	8,9
			14		56	2	3,6
			15		48	0	0
			4		55	47	85,5
			6		52	42	80,8
			8		60	22	36,7
			10		62	4	6,5
			12		60	1	1,7
Argile humide	20.1.49	33,9	27,01	4	25	23	92,0
				6	26	21	80,8
				8	28	11	39,3
				10	26	4	15,4
				12	30	1	3,3
	16.8.49	83,0	24,85	13	31	1	3,2
				14	28	0	0
				4	40	38	95,0
				8	55	32	58,2
				10	45	15	33,3
				12	52	8	15,4
				14	40	5	12,5
				15	60	2	3,3
				16	52	1	1,9
				17	32	0	0

Le tableau VI résume les divers degrés de résistance sur les substratums utilisés, en fonction de l'humidité relative moyenne.

On ne peut, connaissant les possibilités de résistance des œufs de *gambiae*, envisager qu'ils puissent traverser les rigueurs de la saison sèche.

En revanche, les observations précédentes permettent de conclure que, dans les régions à faibles précipitations annuelles, les gîtes à *gambiae* pourront être, sans dommage, asséchés si le laps de temps entre deux chutes de pluie consécutives est voisin de 14 jours. Ce n'est pas la quantité annuelle des précipitations qui réglera la potentialité des gîtes à *gambiae*, mais le rythme des pluies. La quantité des précipitations n'interviendra que dans la multiplication des gîtes et, partant, dans l'importance relative de l'anophélisme domiciliaire.

**TABEAU VI. RÉSISTANCE LIMITE DES ŒUFS
SUR DIVERS SUBSTRATUMS, EN FONCTION DE L'HUMIDITÉ RELATIVE**

Substratum	Humidité relative moyenne (%)	Limite de la résistance (jours)
Sable latéritique sec	30,4	4
	30,7	4
	73,9	4
	82,6	4
Papier filtre sec	31,4	4
	67,5	4
	82,9	5
Papier filtre humide	24,7	12
	40,3	11
	67,2	12
	78,5	14
Argile humide	33,9	13
	60,3	10
	63,6	10
	67,3	14
	83,0	16

Larves et nymphes

La résistance des larves et des nymphes n'est en rien comparable à celle des œufs.

De Meillon⁸⁰ a montré que les larves de *gambiae*, au Transvaal, ne survivaient pas plus de 6 jours, sur papier filtre humide, à la température du laboratoire, et que leur résistance était inférieure à 24 heures sur de la boue en train de sécher. Muirhead-Thomson,²⁴⁶ à Freetown (Sierra-Leone), a constaté que la boue humide restant au fond des flaques en train de s'assécher permettait la survie des jeunes larves pendant deux jours ; cet auteur remarquait, par ailleurs, que les larves adultes étaient les plus résistantes, et que les nymphes (c'est là la seule notation que l'on possède à ce sujet) pouvaient donner naissance aux adultes lorsqu'elles étaient conservées sur boue humide.

Nous avons procédé à quelques expériences en laboratoire en vue de préciser cette résistance des larves et des nymphes à la dessiccation dans diverses conditions : sur argile humide, sur papier filtre humide, sur papier filtre sec, sur coupelle de verre sèche.

Nous avons pu constater que les résultats enregistrés sur argile humide et sur papier filtre humide sont comparables, de même que ceux notés sur papier filtre sec et sur coupelle sèche. De très grandes variations ont été cependant observées dans des lots de larves exposées à des conditions identiques, variations non imputables à la température ou à l'humidité relative. Ainsi, deux lots de larves au même stade (stade IV), maintenues sur papier filtre humide, à une température et une humidité identiques, montraient, au troisième jour de l'expérience, des taux de mortalité de 91,4% et de 18,7% respectivement.

**TABEAU VII. RÉSISTANCE DES LARVES APRÈS DESSICCATION
SUR DIVERS SUBSTRATUMS**

Substratum	Durée de la dessiccation	Nombre de larves	Nymphes obtenues	
			Nombre	Pourcentage
Coupelle sèche	4 heures	91	1	1,1
	8 »	88	1	1,1
	10 »	92	0	0
Papier filtre sec	4 heures	88	2	2,3
	8 »	82	1	1,2
	10 »	90	1	1,1
	12 »	81	0	0
Papier filtre humide	1 jour	62	59	95,2
	2 jours	72	59	81,9
	3 »	67	19	28,4
	4 »	74	7	9,5
	5 »	72	0	0
Argile humide	1 jour	83	81	97,6
	2 jours	68	55	80,9
	3 »	71	23	32,4
	4 »	70	8	11,4
	5 »	71	0	0

Dans l'ensemble de nos expériences, la résistance des larves à la dessiccation a été de très courte durée. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau VII, qui montre la proportion de la transformation en nymphes des larves replacées dans l'eau après une période de dessiccation donnée.

En ce qui concerne les nymphes, leur résistance a été appréciée sur papier filtre humide d'une part et sur coupelle de verre sèche d'autre part. Les pourcentages d'émergence d'adultes, quoique variables, sont cependant

significatifs : sur papier filtre humide, 81 % des nymphes ont donné naissance à des adultes, et le stade nymphal a été plus court que dans les conditions normales du développement, soit 22 heures en moyenne contre 26. Sur coupelle de verre sèche, une nymphe sur 128 (soit 0,8 %) a pu se développer, mais le *gambiae* adulte est mort avant d'avoir réussi à extraire de la dépouille plus que son thorax.

Résistance à la salinité

Œufs

Peu de chiffres ont été donnés au sujet de la résistance des œufs de *A. gambiae* à la salinité. Muirhead-Thomson²⁴⁶ a démontré que les femelles de cette espèce déposaient leurs œufs dans des gîtes expérimentaux contenant jusqu'à 38 % d'eau de mer (ce qui correspond à 12,05 g de ClNa par litre), mais il n'a pas indiqué quels étaient le sort des œufs déposés et les pourcentages d'éclosions dans ces gîtes expérimentaux à salinité variable (de 2,20 à 12,05 g de ClNa par litre). Ribbands,²⁷⁴ à Freetown (Sierra-Leone), avait précédemment fait un certain nombre d'expériences précises grâce auxquelles il montrait que 33,3 % des œufs de *gambiae* donnaient des larves lorsqu'ils étaient placés dans une eau de même teneur saline que l'eau de mer, c'est-à-dire contenant 31,7 g de ClNa par litre.

Nous avons repris ces expériences, en laboratoire, sur des pontes obtenues de femelles d'élevage, en plaçant les œufs dans des eaux contenant de 6,6 à 44,0 g de ClNa par litre ; cette salinité correspond à 20,9 % - 138,8 % de celle de l'eau de mer, si l'on adopte pour base des calculs le chiffre de 31,7 g de ClNa par litre qui a été donné par Ribbands,²⁷⁴ d'après un prélèvement d'eau de mer effectué dans le Golfe de Guinée, au large de Lumley Beach.

Nous avons pu constater (voir tableau VIII) que les œufs de *gambiae* pouvaient éclore dans des concentrations de ClNa supérieures à celle de l'eau de mer (9,0 % d'éclosions à 44,0 g de ClNa par litre), mais que les pourcentages d'éclosions diminuaient rapidement pour des concentrations supérieures à 16,9 g par litre. Ces observations montrent que la salinité du gîte ne joue aucun rôle dans le développement de l'œuf de *gambiae*.

Larves

Il est beaucoup plus intéressant de connaître l'action de la salinité sur le comportement ultérieur des larves, car elle est à la base du test biologique utilisé pour différencier *A. gambiae* de sa variété *melas*. De nombreux auteurs ont rapporté la présence de larves de *gambiae* dans des gîtes salés. Dutton,¹⁰⁰ en Gambie, a noté que des larves placées dans de l'eau contenant 75 % d'eau de mer mouraient en 6-8 heures ; une d'entre elles, cependant, est restée vivante et s'est transformée en nymphe trois jours plus tard.

L'auteur récoltait des larves dans des flaques contenant 17,1 g de ClNa par litre. Barber & Olinger,¹⁶ en Nigeria, signalaient la présence de *gambiae* dans de l'eau accusant une teneur de 21,08 g de ClNa ; Pomeroy²⁶⁷ en trouvait, à Takoradi (Côte de l'Or), dans une lagune contenant 36,5 g de ClNa par litre. Gebert¹²⁷ établissait que, dans l'île Maurice, le développement de l'œuf à l'adulte pouvait s'effectuer dans de l'eau de mer pure et que les larves pouvaient être élevées dans des concentrations de ClNa atteignant 46,8 g par litre. Dans la même île, Jepson, Moutia & Courtois¹⁷⁸ trouvaient *A. gambiae* dans des gîtes dont la teneur en ClNa variait entre 0,1 g et 25,7 g par litre, et atteignait exceptionnellement 65 g par litre ; ils signalaient que la variété *melas* n'avait pas été découverte.

TABLEAU VIII. INFLUENCE DE LA SALINITÉ DE L'EAU SUR L'ÉCLOSION DES ŒUFS

Lot N°	Salinité (NaCl) (g/l)	Nombre d'œufs	Éclosions	
			Nombre	Pourcentage
5 b	6,6	96	89	92,7
12 b	8,4	212	196	92,5
6 a	11,0	172	153	89,0
12 d	12,8	77	63	81,8
20 b	14,7	91	55	60,4
7 c	16,9	112	69	61,6
30 a	19,6	162	60	37,0
38 a	24,2	134	33	24,6
42	30,5	160	45	28,1
48	35,5	166	44	26,5
54 a	39,3	158	21	13,3
55 b	44,0	156	14	9,0

Au Brésil, Pinto²⁶⁴ établissait que *gambiae* ne se trouvait pas dans les gîtes salés et que des larves âgées de 3 jours mouraient en 4 heures dans de l'eau contenant 9,51 g de ClNa par litre, tandis que Causey, Deane & Deane⁵⁸ obtenaient le cycle œuf-adulte dans des eaux contenant jusqu'à 10 g de ClNa par litre.

C'est à Ribbands²⁷⁴ que revient le mérite d'avoir étudié la limite de la résistance de *gambiae* à la salinité. Cet auteur a montré que la concentration maximum dans laquelle le cycle œuf-adulte était obtenu correspondait à 11,9 g de ClNa par litre, mais qu'un faible pourcentage de larves au IV^e stade résistaient au passage de l'eau fraîche à des eaux d'une concentration plus élevée : 14 % à 15,85 g de ClNa, et 4 % à 19,02 g de ClNa.

Les expériences de Ribbands prouvent que les observations citées précédemment au sujet de *gambiae* gîtant dans des eaux à forte salinité concernent en réalité la variété *melas*.

Nous rapportons ici nos propres expériences effectuées à 900 km du Golfe de Guinée sur des *gambiae* purement continentaux en élevage au

TABLEAU IX. INFLUENCE DE LA SALINITÉ DE L'EAU SUR LA NYMPHOSE

Salinité (NaCl) (g/l)	Nombre de larves au IV ^e stade	Nymphes obtenues	
		Nombre	Pourcentage
1,10	77	77	100
3,05	83	81	97,6
4,00	79	79	100
6,35	63	62	98,4
8,15	65	63	96,9
9,02	53	50	94,3
10,50	46	41	89,1
11,18	58	37	63,8
12,50	76	36	47,4
12,70	51	22	43,1
13,20	82	24	29,3
14,12	80	17	21,2
14,75	70	14	20,0
15,00	98	17	17,3
16,35	78	1	1,3
17,08	102	0	0
18,25	93	0	0

laboratoire (voir tableau IX). Nos résultats, peu différents de ceux de Ribbands, montrent que les larves au IV^e stade se transforment en nymphes dans la proportion de 20 % dans une concentration de ClNa égale à 14,75 g par litre. La salinité maximum dans laquelle nous avons obtenu la nymphose correspond à 16,35 g de ClNa par litre. Il semble donc que *gambiae* puisse se développer dans des eaux d'une teneur de 16 g de ClNa par litre, de tels gîtes permettant un développement suffisant à l'entretien de la faune. Etant donné que la salinité ne joue pas de rôle appréciable dans l'éclosion de l'œuf et dans l'émergence de l'adulte, c'est durant la phase larvaire qu'elle prendra toute son importance et commandera les mesures à adopter pour lutter contre *A. gambiae* ou *A. gambiae* var. *melas*.

TABLEAU X. RÉSISTANCE LIMITE DES ŒUFS ET DES LARVES A DIVERS AGENTS PHYSIQUES

	Substratum	Température (°C)	Humidité relative (%)	Salinité (ClNa) (g/l)	Résistance limite	Proportion d'individus résistants (%)
Œufs						
Température	Papier filtre sec Argile humide	6,6	82,9	44,0	8 jours	84
Dessiccation					5 »	7,5
Salinité . .					16 »	1,9
Larves						
Température	Papier filtre sec Argile humide	7 15 43,5		16,35	9 heures	8,0
					33 »	4,0
Dessiccation					1 heure	16,0
					10 heures	1,1
Salinité . .					4 jours	11,4
			1,3			

Résultats d'ensemble

La résistance des premiers stades de *gambiae* à divers agents physiques est, en résumé, relativement constante, et cette facilité d'adaptation à des gîtes extrêmement différents rend l'espèce dangereuse et explique la rapidité avec laquelle elle a pu envahir des zones situées en dehors de son aire normale de distribution. Nous avons condensé, dans le tableau X, les résultats de nos expériences relatives à la résistance des œufs et des larves à la température, à la dessiccation et à la salinité.

CHAPITRE 5

BIOLOGIE DES ADULTES

Cycle d'activité nocturne et agressivité

Etude critique des données de la littérature

Selon l'opinion générale, confirmée par de nombreuses observations, l'activité des anophèles se manifeste principalement au crépuscule, la tombée de la nuit étant le moment où leurs piqûres se font le plus fréquentes. Mais ce n'est point le cas pour *A. gambiae*; plusieurs auteurs, sur la foi de recherches précises, l'ont classé dans la catégorie des anophèles à activité principalement nocturne.

Garnham¹²¹ avait montré qu'à Kisumu (Kenya) l'entrée des *gambiae* dans les cases s'effectuait tôt le matin, entre 5 et 6 heures, et Thomson,³⁵⁶ la même année, constatait qu'en Afrique du Sud l'anophèle piquait la nuit, en se posant rarement sur les murs, puis sortait des maisons après s'être nourri. Kerr,¹⁸⁶ dans la Nigeria, a établi, par des captures régulières, que l'activité, essentiellement nocturne, montrait un plus haut degré d'intensité entre 2 heures et 4 heures du matin, fait confirmé au Brésil (Soper & Wilson³³⁷). Hancock & Chorley (cités par Hopkins,¹⁷¹ p. 180) notaient de leur côté, à Lira (Ouganda), que la pointe d'activité s'établissait entre 4 heures et le lever du soleil. Reprenant les observations de Garnham à Kisumu, Haddow¹⁴³ analysait de façon plus précise le cycle d'activité nocturne de *gambiae* et montrait qu'il se décomposait en deux périodes : faible activité de 20 heures à 22 heures, et activité intense de 23 heures à 5 heures, avec une petite pointe à 6 heures. L'auteur trouvait, en outre, une population importante de *gambiae* au repos à 7 heures. Muirhead-Thomson²⁴⁷ confirmait ce cycle en signalant qu'à Lagos peu de femelles se nourrissent avant 22 heures, 90 % des repas de sang ayant lieu après minuit, avec une pointe marquée de l'activité une ou deux heures avant l'aurore, pointe suivie du départ de la plupart des *gambiae* avant le lever du soleil.

Peu de chiffres précis, basés sur des captures régulières au cours de la nuit, ont été donnés pour éclairer de façon satisfaisante l'activité nocturne de *gambiae* dans les cases d'habitation.

Ribbands,²⁷⁶ étudiant à Krabonekrom (Côte de l'Or) la corrélation entre la durée du clair de lune et la pénétration dans les cases de *A. funestus* et *A. gambiae melas*, donne quelques chiffres concernant *A. gambiae*

gambiae, mais en notant que les captures sont trop peu nombreuses pour que des conclusions valables puissent en être tirées. L'auteur cite les chiffres suivants pour le cycle d'activité nocturne :

Captures à :	
20 heures	6 %
22 heures	20 %
24 heures	27 %
6 heures	47 %

Ces chiffres montrent simplement que l'activité, très faible à 20 heures, s'accroît au cours de la nuit, avec un maximum se produisant avant 6 heures. Ils n'étaient pas entièrement confirmés par Hocking & MacInnes¹⁸² qui, près de Taveta (Kenya), donnaient un cycle d'activité un peu différent :

Captures :	
de 20 h. 30 à 22 heures	13,3 %
de 22 heures à 1 heure	30,2 %
de 1 heure à 4 heures	34,2 %
de 4 heures à 6 h. 30	22,3 %

Si les observations relatives au cycle d'entrée dans les habitations sont peu nombreuses et relativement imprécises, il n'en est pas de même des observations faites dans la nature et concernant ce que les auteurs britanniques appellent le « biting cycle » (cycle d'agressivité) de *gambiae*. Ce terme est assez ambigu, car il représente, en réalité, la fréquence horaire des femelles de *gambiae* (ou de tout autre moustique) pénétrant dans un piège donné, que celui-ci soit ou non occupé par un homme ou un animal. Il nous paraît donc préférable d'adopter, pour les observations dans les cases d'habitation ou dans des pièges installés dans la nature, l'expression « cycle d'activité nocturne ».

Haddow,¹⁴⁵ d'après les captures effectuées en forêt et dans des plantations, dans la forêt de la Semliki (Comté de Bwamba, Ouganda), a montré que l'activité de *gambiae* passait par un maximum entre 20 heures et 4 heures pour décroître ensuite rapidement, comme l'indiquent les chiffres ci-après :

Heures GMT	Nombre de femelles capturées	%
16.00-20.00	69	16,8
20.00-24.00	143	34,7
24.00-04.00	146	35,4
04.00-08.00	47	11,4
08.00-12.00	4	1,0
12.00-16.00	3	0,7

Cet auteur a également signalé que l'activité variait dans le même sens que l'humidité relative, et en sens inverse de la température et du défaut de saturation de l'atmosphère. Avec Gillett & Highton, Haddow¹⁴⁷ précisait cette fréquence horaire de *gambiae*, dans la région de Mongiro et Mami-rimiri (forêt de la Semliki), grâce à des captures pratiquées d'heure en heure. Il confirmait ainsi les données précédentes montrant l'accroissement de l'activité au cours de la nuit jusqu'à 4 heures, et prouvait que cet accroissement présentait un maximum entre 2 heures et 4 heures, suivi d'une chute brusque.

Les résultats acquis par Haddow, Gillett & Highton¹⁴⁷ sont groupés ci-après ; ils montrent les captures effectuées de deux en deux heures, de 18 heures à 8 heures, le temps local étant ramené au temps GMT :

Heures GMT	Nombre de femelles capturées	%
18.00-20.00	2.921	10,7
20.00-22.00	3.849	14,0
22.00-24.00	4.435	16,2
24.00-02.00	5.807	21,2
02.00-04.00	8.178	29,9
04.00-06.00	1.857	6,8
06.00-08.00	334	1,2

Plus récemment, Mattingly,²³⁷ à Itowolo (Nigeria du sud), a donné des chiffres peu différents, dans leur ensemble, des chiffres précédents :

Heures GMT	Nombre de femelles capturées	%
18.00-20.00	178	7,3
20.00-22.00	180	7,4
22.00-24.00	334	13,8
24.00-02.00	444	18,3
02.00-04.00	623	25,7
04.00-06.00	604	24,9
06.00-08.00	63	2,6

Les chiffres donnés par Mattingly montrent que l'activité de *gambiae* commence à se développer surtout à partir de 22 heures et présente un maximum entre 2 et 6 heures.

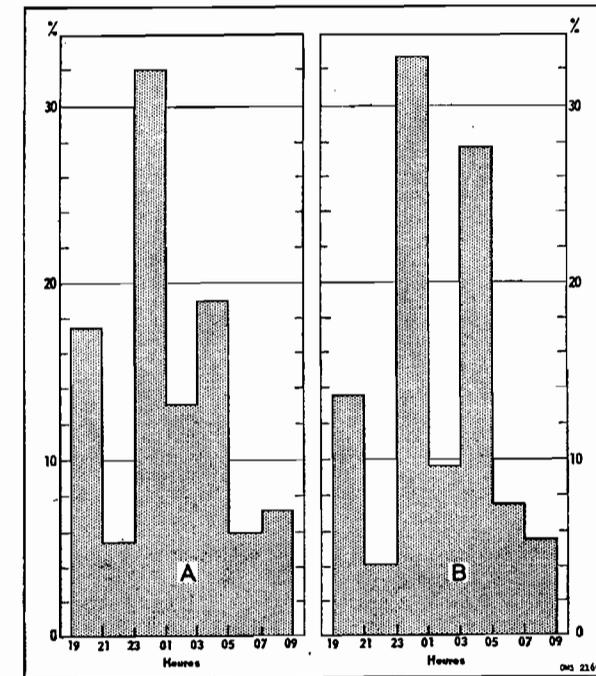
Si l'on examine les résultats donnés par les différents auteurs ayant étudié le cycle d'activité de *gambiae*, on peut remarquer qu'ils sont, en général, comparables : l'activité nocturne de *gambiae* se manifeste entre 18 heures et 20 heures, pour croître au cours de la nuit, atteindre son maximum une ou deux heures avant le lever du soleil, et décroître rapidement ensuite. Elle se rapproche ainsi de celle du groupe *minimus-splendidus* des anophélinés orientaux.²⁵⁹

Observations personnelles dans la région de Bobo-Dioulasso

La rareté des données sur le cycle d'activité de *A. gambiae* dans les cases d'habitation nous a incité à étudier ce cycle dans la région de Bobo-Dioulasso, en nous basant sur sept observations faites à 1½-2 mois d'intervalle, afin d'obtenir une moyenne écartant l'influence des facteurs physiques et de la durée du clair de lune.

Les captures d'anophèles ont été pratiquées avec des tubes à essais, toutes les deux heures, dans des cases indigènes préalablement débarrassées de leur faune culicidienne, puis closes.

FIG. 11. ACTIVITÉ DE GAMBIAE SELON LES HEURES



A = Pénétration dans les cases B = Agressivité en laboratoire

Nous avons pu ainsi constater que la pénétration de *gambiae* commence dès 19 heures, puis se ralentit jusqu'à 23 heures. A ce moment, on note une pointe très nette d'activité suivie d'une autre, plus faible, entre 3 heures et 5 heures. A partir de 5 heures, la pénétration dans les cases

diminue notablement et ne représente plus qu'environ 1/8 de la pénétration totale, ainsi que l'indiquent la figure 11, A, et les chiffres ci-après :

Heures GMT	Nombre de femelles capturées	%
19.00-21.00	70	17,5
21.00-23.00	22	5,5
23.00-01.00	128	32,0
01.00-03.00	52	13,0
03.00-05.00	74	18,5
05.00-07.00	24	6,0
07.00-09.00	30	7,5

Ces résultats sont différents de ceux que nous avons cités précédemment, en ce que le maximum d'activité se situe entre 23 heures et 1 heure au lieu de se manifester généralement plus tard après minuit. Nous ne pensons pas que des différences microclimatiques d'humidité ou de température soient en jeu dans l'explication de ces divergences, car nos sept observations, faites dans des conditions extrêmement diverses d'humidité relative et de température, concordent entre elles. Il faut donc penser qu'un ou des facteurs encore inconnus interviennent pour modifier, des régions de savane aux régions forestières et aux régions côtières, de l'Afrique occidentale à l'Afrique orientale, le cycle d'activité de *gambiae*. La température ne peut être envisagée que comme un facteur capable d'inhiber l'activité nocturne, ainsi que l'a constaté De Meillon⁸⁹ dans le Sud-Ouest Africain. Quant à la diminution de l'intensité lumineuse, son action paraît à peu près identique sur le début du cycle en Haute-Volta, en Ouganda ou dans la Nigeria, comme l'ont, par ailleurs, observé plusieurs auteurs chez les anophèles du Nouveau Monde, *A. quadrimaculatus* en particulier.¹¹⁰

Tout récemment, Bernet³⁰ a signalé que *gambiae*, en AOF, montrait son agressivité particulièrement à 21 h. 30 et que, dans l'île de Gorée, son activité commençait dès 19 heures. Mais l'imprécision des observations — et l'absence de chiffres de captures régulières — les rend inutilisables.

Etude du cycle d'agressivité en laboratoire

Il nous a semblé intéressant de vérifier si le cycle de la pénétration de *gambiae* dans les habitations pouvait être comparé au cycle d'agressivité en laboratoire. Dans ce but, nous avons noté le nombre de femelles d'élevage, tenues à jeun depuis 48 heures, qui venaient piquer un bras humain qui leur était présenté toutes les deux heures, les femelles gorgées étant isolées des autres sitôt après le repas de sang. Voici les résultats que nous avons obtenus :

Heures GMT	Nombre de femelles	%
19.00-21.00	41	13,6
21.00-23.00	12	4,0
23.00-01.00	98	32,6
01.00-03.00	29	9,6
03.00-05.00	82	27,2
05.00-07.00	22	7,3
07.00-09.00	17	5,7

Dans leur ensemble, ces résultats sont comparables à ceux des captures dans les cases indigènes (fig. 11, B). Il y a lieu de noter, cependant, que l'agressivité en laboratoire passe par trois pointes très nettes :

- de 19 heures à 21 heures,
- de 23 heures à 1 heure,
- de 3 heures à 5 heures.

Par ailleurs, on ne retrouve pas, en laboratoire, la période d'activité s'étendant de 1 heure à 5 heures ; la pointe entre 3 et 5 heures est précédée d'une période d'inactivité.

Etude de l'agressivité comparée vis-à-vis de l'homme et des animaux de laboratoire

Une question intéressante, liée à l'observation de l'agressivité en laboratoire, consistait à comparer expérimentalement la faculté de *gambiae* de piquer l'homme et les animaux.

Un certain nombre d'auteurs ont mentionné que *gambiae*, en élevage, se nourrissait relativement facilement sur des animaux (cobaye : De Meillon ;⁸⁵ pigeons : Causey, Deane & Deane ;⁵⁸ jeune porc : De Meillon ;⁸³ roussette : Rodhain & Van den Branden²⁸²), mais aucun d'eux n'a fait d'étude comparative de l'agressivité de cet anophèle, ainsi que Shute & Ungureanu,³³¹ par exemple, l'ont fait pour *A. maculipennis typicus*, *messeeae* et *atroparvus* vis-à-vis de l'homme et du lapin. Mathis²³⁴ a simplement signalé qu'à Dakar *gambiae* préférait l'homme au cobaye, et Sautet³¹⁰ a signalé qu'une femelle sur dix piquait le cobaye. Haddow & Dick,¹⁴⁶ utilisant des pièges, ont montré que *gambiae* attaquait l'homme plus volontiers que le singe.

Nous avons entrepris deux séries d'expériences afin de comparer l'agressivité des femelles à l'égard de l'homme et d'animaux pouvant être utilisés en laboratoire. Dans la première série, nous avons présenté à des *gambiae* femelles à jeun depuis quatre jours, soit un bras humain soit un animal de laboratoire (singe, cobaye, lapin, jeune porc). Le bras humain, le cobaye et le lapin pouvaient être introduits dans la cage d'élevage ; en

ce qui concerne le singe (*Cercocebus* sp.) et le jeune porc, la cage contenant les femelles était fixée sur l'abdomen de l'animal attaché sur une planche à dissection.

Le bras humain et chaque animal utilisé ont été offerts à la piqûre de plusieurs lots totalisant 100 femelles ; nous avons noté le nombre de celles-ci qui étaient gorgées après 5 et 15 minutes :

Source de sang	Pourcentage de femelles gorgées après	
	5 minutes	15 minutes
Homme	81	97
Singe	67	88
Jeune porc	60	85
Cobaye	17	42
Lapin	23	36

Nous avons ainsi constaté que, si l'homme est l'hôte de choix, *gambiae* piquait, dans des proportions impressionnantes, le singe et le jeune porc, mais beaucoup plus difficilement le cobaye et le lapin. Le singe et le porc pourraient donc être utilisés facilement pour entretenir, en laboratoire, des élevages de *gambiae*.

Dans notre deuxième série d'expériences, les cages contenant les *gambiae* étaient posées simultanément à cheval sur un bras humain et sur l'abdomen d'un animal. Nous avons noté le nombre de femelles se gorgeant sur le bras d'une part, sur l'animal d'autre part, et nous avons pu constater qu'un quart environ prenaient leur repas de sang sur le singe ou sur le porc malgré la présence du bras :

Source de sang	Pourcentage de femelles se gorgeant sur	
	l'homme	l'animal
Homme et singe	73	27
Homme et cobaye	92	8
Homme et lapin	89	11
Homme et porc	77	23

Les femelles utilisées pour nos observations sur l'agressivité provenaient d'élevages en laboratoire, et les larves avaient été soumises à des régimes alimentaires différents afin de vérifier si les expériences de Roubaud & Treillard²⁹⁹ — montrant que l'alimentation des larves de *A. maculipennis messeae* avait une influence sur le comportement agressif ultérieur des femelles — étaient applicables à *A. gambiae*. Les lots de larves nourries de façon différente :

- eau du gîte seule
- eau du gîte + poudre d'écorce d'arbre
- eau du gîte + poudre d'os
- eau du gîte + poudre de biscuits

ont donné naissance à des adultes qui ont manifesté des dispositions semblables vis-à-vis de la source de sang qui leur était présentée.

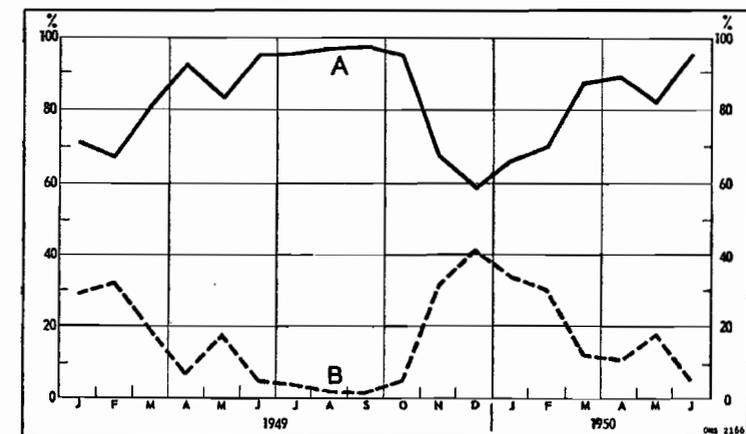
Fluctuations des populations de *gambiae*

Variations saisonnières de *gambiae* et de *funestus*

Les populations de *A. gambiae* subissent, soit dans des régions différentes de l'aire de répartition de cet anophèle, soit dans une même région au cours de l'année, des variations numériques souvent extrêmement importantes et d'autant plus nettes que les saisons, sèche et humide, sont plus tranchées. Il est cependant difficile d'étudier les variations saisonnières de *gambiae* sans les aligner sur celles de *A. funestus*, qui suit étroitement *A. gambiae* dans toute la région éthiopienne, à l'exception de quelques zones où *gambiae* est seul représenté et de quelques régions du Congo Belge où *A. moucheti* le relaie.¹¹¹

Taylor,³⁵² dans la Nigeria, Blacklock & Wilson,³³ sur la côte occidentale d'Afrique, Garnham & Harper,¹²⁵ au Kenya, ont montré que *gambiae* prédominait pendant la saison des pluies puis s'effaçait au profit de *funestus*. Bagster Wilson³⁸¹ a trouvé, au Kenya, que *gambiae* constituait 60 % des anophèles présents pendant les pluies, et que cette proportion tombait ensuite à 30 %. De son côté, Vincke³⁷⁴ a signalé, au Katanga, l'alternance saisonnière *gambiae-funestus*, tout en précisant que, dans certaines localités, *gambiae* pouvait rester abondant pendant la saison sèche. Bruce-Chwatt⁵⁰ a montré qu'à Katsina, dans le nord de la Nigeria, *gambiae* dominait *funestus* toute l'année.

FIG. 12. PRÉDOMINANCE DE GAMBIAE (STATION 4)



A = *A. gambiae*

B = *A. funestus*

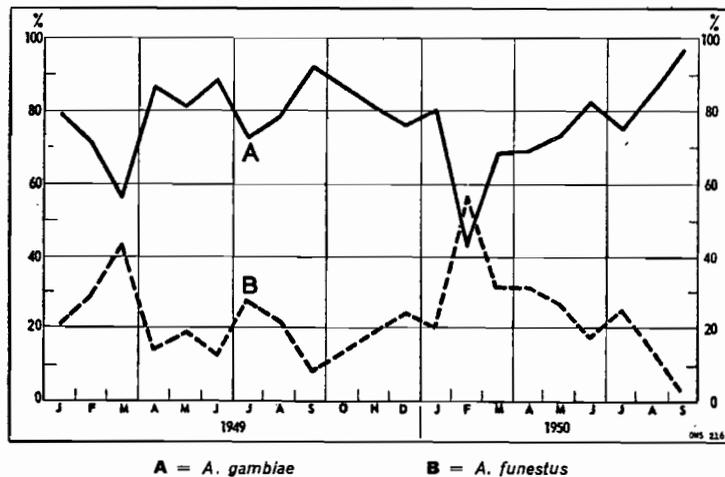
En étudiant les récoltes faites dans les cinq stations de capture situées à Bobo-Dioulasso et dans les environs, d'une part, et les envois réguliers d'anophèles provenant de diverses régions d'AOF, d'autre part, nous avons pu constater¹⁶⁷ que les variations saisonnières de *gambiae* et de *funestus* pouvaient être classées selon les trois schémas suivants :

- 1) cycle à prédominance de *gambiae* toute l'année ;
- 2) cycle à prédominance de *funestus* toute l'année ;
- 3) cycle à alternance saisonnière de *gambiae* et *funestus*.

Cycle à prédominance de *gambiae*

Le pourcentage de présence de *gambiae* est, pendant toute l'année, plus élevé que celui de *funestus*, ainsi que le montre la figure 12. Dans quelques localités, cependant, on peut observer un léger accroissement de la population de *funestus* pendant la saison sèche, mais il est de courte durée (voir fig. 13). Cette prédominance, observée principalement dans les

FIG. 13. PRÉDOMINANCE DE GAMBIAE, AVEC ACCROISSEMENT DE FUNESTUS DURANT LA SAISON SÈCHE (STATION 1)



zones sahéliennes et soudanaises à savane découverte du Soudan et de la Haute-Volta, peut être due à deux facteurs :

- 1) la persistance, pendant toute l'année, de gîtes particuliers favorisant le développement exclusif de *gambiae* : puits (ainsi que nous l'avons constaté dans la station 4 et à Ouagadougou, par exemple), trous d'emprunt (dont nous avons vu de nombreux exemples dans les villages de la vallée moyenne du Niger, et que Bruce-Chwatt⁵⁰ a décrits à Katsina) ;

- 2) la disparition des gîtes pendant la saison sèche, au cours de laquelle on ne trouve plus alors que quelques femelles dans les coins obscurs des habitations où elles passent la saison défavorable.

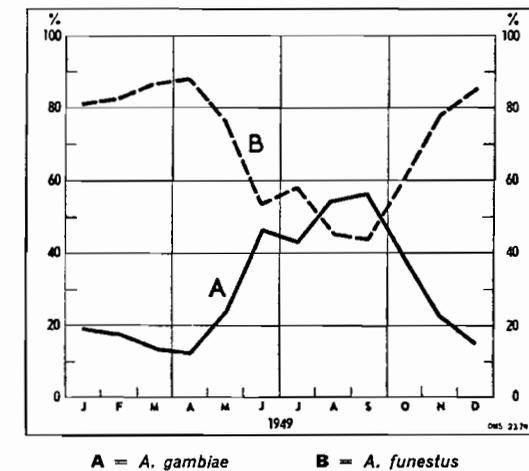
Pendant l'hivernage, la multiplication des gîtes a comme conséquence un développement plus intense des populations de *gambiae*, qui peut présenter alors des pourcentages de présence considérables.

Cycle à prédominance de *funestus*

La prédominance de *funestus* sur *gambiae* est plus généralisée qu'on ne le pense couramment ; elle se manifeste, ailleurs que dans les régions d'altitude, dans une grande partie des régions forestières de la Basse Côte d'Ivoire et de la Basse Guinée, ainsi que dans les zones de savane où les gîtes, entretenus par un réseau orographique permanent ou par des eaux d'infiltration, produisent toute l'année leur faune anophélienne. *Gambiae* montre, pendant l'hivernage, une ascension nette, mais il prend rarement le pas sur *funestus* et, le cas échéant, pour un laps de temps très limité.

Nous donnons dans la figure 14 un exemple de ce cycle.

FIG. 14. PRÉDOMINANCE DE FUNESTUS (GUECKÉDOU, GUINÉE FRANÇAISE)



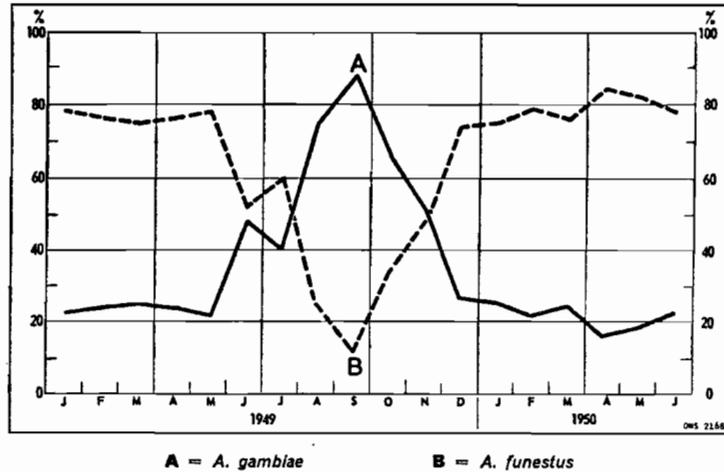
Cycle à alternance saisonnière de *gambiae* et de *funestus*

Alors que la prédominance de l'un ou l'autre de ces anophèles est étroitement liée à la nature des gîtes et aux variations de leur qualité au cours de l'année, le type le plus fréquent de variation des populations anophéliennes, l'inversion saisonnière, paraît en relation plus étroite avec les précipitations.

A. gambiae domine nettement pendant la saison des pluies (voir fig. 15), et son ascension, par rapport à *A. funestus*, débute en juillet pour atteindre son point culminant en septembre, mois à partir duquel la chute est constante. *Funestus* a le pas soit durant la période suivant immédiatement

la saison des pluies, soit pendant toute la saison sèche ; il prend toute son importance au moment où l'évaporation et l'absorption par le sol ont asséché les gîtes à *gambiae* mais n'ont pas eu d'influence sur les siens — les eaux courantes. C'est ainsi que, dans la station 5, *funestus*, présent toute l'année grâce à une rivière à eau courante claire, est dépassé pendant l'hivernage par *gambiae*, dont on trouve les larves dans les flaques

FIG. 15. ALTERNANCE SAISONNIÈRE DE GAMBIAE ET DE FUNESTUS (STATION 5)



de pluie et les trous d'emprunt emplis par les précipitations. C'est la quantité des gîtes qui interviendra pour conditionner l'ascension d'hivernage de *gambiae*.

L'étude des variations saisonnières de *gambiae* est extrêmement importante, et nous verrons plus loin (pages 119-121) l'intérêt qu'il convient de lui attacher en étudiant le rôle que joue l'anophèle dans la transmission du paludisme.

Variations annuelles des populations de *gambiae*

A côté des variations saisonnières, les variations des populations de *gambiae* d'une année à l'autre sont parfois considérables. Il serait logique de penser que ces variations sont liées directement à l'intensité des précipitations et, partant, au nombre de gîtes qu'elles ont créés. Si l'on étudie les chiffres des variations, à Nairobi (Kenya), du nombre des gîtes à *gambiae* et des *gambiae* adultes de 1927 à 1936, donnés par Symes,³⁵⁰ on remarquera que la corrélation est inexistante :

Années	Nombre de gîtes	Nombre de <i>gambiae</i> femelles
1927	39	530
1928	65	670
1929	126	441
1930	624	2.453
1931	338	622
1932	374	1.331
1933	258	1.342
1934	295	2.191
1935	372	1.920
1936 (janvier-mai)	329	1.261

Nous avons pu vérifier, à Bobo-Dioulasso, que le chiffre annuel des *gambiae* capturés ne dépendait pas de l'intensité des précipitations :

Période	Précipitations (en mm)	Nombre de <i>gambiae</i> capturés
Mai-septembre 1948 . . .	861,8	631
» 1949 . . .	1.050,8	1.415
» 1950 . . .	735,5	2.291

Si, de 1948 à 1949, l'augmentation des *gambiae* a été de 124,2 % alors que l'accroissement de la quantité des précipitations n'était que de 21,9 %, par contre, de 1949 à 1950, on constate une élévation de la population de *gambiae* atteignant 61,9 % avec une diminution des précipitations égale à 30 %.

Il nous semble plus intéressant d'étudier, au cours d'une même année, les variations de la population de *gambiae*, sachant que le maximum est atteint à l'époque de l'hivernage.

Etude des populations de *gambiae* en fonction des précipitations

De très nombreux auteurs ont observé la pullulation de *gambiae* au moment de l'hivernage et noté la corrélation qui existait entre les populations et les précipitations : au Sierra-Leone, Gordon, Hicks, Davey & Watson ;¹³⁹ dans la Côte de l'Or, Pomeroy ;²⁶⁷ dans la Nigeria, Barber & Olinger ;¹⁶ au Kenya, Symes,³⁴⁸ Garnham & Harper ;¹²⁵ au Nyassaland, Lamborn ;¹⁹³ en Rhodésie du Sud, Leeson ;²⁰⁰ au Transvaal, De Meillon.⁸⁰ La conclusion générale des observations de ces auteurs est que la courbe de densité saisonnière de *gambiae* coïnciderait avec celle des précipitations.

Cependant, peu d'auteurs ont mentionné que toutes les pluies n'avaient pas la même influence sur cette densité.

Garnham,¹²¹ au Kenya, et Bagster Wilson,³⁸¹ au Tanganyika, ont souligné que seules les fortes pluies jouent un rôle dans la pullulation de *gambiae*. Heisch¹⁵³ a trouvé qu'au Kenya, dans le district de la frontière septentrionale,

le maximum des populations de *gambiae* était atteint après la petite saison des pluies et non après la grande. A Addis-Abéba, Martin²³² n'a trouvé les larves de l'anophèle qu'une quinzaine de jours avant la fin des pluies. Mais certains auteurs ont signalé que le nombre des gîtes donnant naissance à *gambiae* était beaucoup plus élevé au début de la saison des pluies que plus tard, pendant les fortes pluies continues : ainsi Vincke & Parent³⁷⁵ à Stanleyville, Anderson⁷ à Lagos, Henderson¹⁵⁵ au Soudan Anglo-Egyptien. De son côté, Johnson¹⁷⁹ avait remarqué que, dans le nord de la Nigeria, dans des conditions climatiques très voisines de celles de Bobo-Dioulasso, le maximum de *gambiae* était atteint avant les grandes pluies ; la population marquait une diminution pendant les grandes pluies d'août-septembre pour atteindre, un mois après leur cessation, un nouveau clocher suivi d'une chute brutale en novembre, cependant que Vincke,³⁷³ à Elisabethville, mentionne un seul clocher à la fin de la saison des pluies.

Le travail de Haddow¹⁴³ a introduit une notion nouvelle — déjà ébauchée par Symes,³⁵⁰ qui avait établi que le coefficient de corrélation entre les gîtes à *gambiae* et les pluies n'était égal qu'à $0,33 \pm 0,07$. L'auteur, confirmant que la production de *A. gambiae* dépendait des précipitations locales, montrait que le coefficient de corrélation entre les captures mensuelles de cet anophèle et les chutes mensuelles de pluie était trop faible ($0,4 \pm 0,3$) pour être significatif. Il concluait que la corrélation était plus qualitative que quantitative et qu'un seuil de 127 mm de pluie par mois était nécessaire, à Kisumu (Kenya), pour que l'accroissement de la population se produisît ; le seuil dépassé, la population augmentait alors suivant une progression géométrique.

Ribbands²⁷⁵ a critiqué les chiffres mensuels cités par Haddow et a montré que les conclusions de ce dernier ne s'accordent pas avec les résultats qu'il donne. Travaillant avec *A. gambiae melas*, Ribbands aboutit à des conclusions tout à fait opposées qu'il considère valables pour *A. gambiae gambiae*, lequel dépend encore plus étroitement des précipitations que *melas*, dont les populations sont influencées par les marées. L'auteur a montré que l'allure générale de la population était étroitement déterminée par les précipitations, mais que le maximum n'était pas atteint avant 20-30 jours après la précipitation qui l'a déclenché. Bruce-Chwatt⁵³ confirmait cette période d'accalmie de quelques semaines pour la Nigeria. Enfin, Ribbands établissait un coefficient de corrélation de $0,793 \pm 0,064$ entre les précipitations et la population après 24 jours, démontrant ainsi une relation très étroite.

Si nous examinons les résultats hebdomadaires des captures effectuées à Bobo-Dioulasso (voir tableaux XI et XII), nous verrons qu'une augmentation brusque de la population de *gambiae* se produit à la fin d'août et continue en septembre et atteint alors son maximum.

TABLEAU XI. CAPTURES DE GAMBIAE, PRÉCIPITATIONS ET HUMIDITÉ RELATIVE A BOBO-DIOULASSO, MAI - SEPTEMBRE 1949

Période	Nombre de <i>gambiae</i> capturés	Précipitations		Humidité relative (%)
		Durée (jours)	Quantité (mm)	
2-8 mai	6	1	2,7	63,2
9-15 mai	3	1	15,0	82,3
16-22 mai	6	4	39,1	65,4
23-29 mai	1	1	11,2	68,7
30 mai - 5 juin	8	4	36,9	70,5
6-12 juin	9	3	25,7	71,8
13-19 juin	11	4	37,3	70,2
20-26 juin	5	1	1,6	77,0
27 juin - 3 juillet	7	3	8,9	75,4
4-10 juillet	17	3	58,0	75,8
11-17 juillet	15	2	45,1	79,6
18-24 juillet	19	3	50,1	79,0
25-31 juillet	31	5	177,2	81,9
1 ^{er} -7 août	31	2	13,3	81,4
8-14 août	33	3	101,4	82,4
15-21 août	63	5	113,2	83,8
22-28 août	93	6	99,4	85,8
29 août - 4 septembre	159	5	42,1	81,0
5-11 septembre	262	5	61,7	81,4
12-18 septembre	235	3	35,6	78,1
19-25 septembre	237	3	12,4	76,2
26-30 septembre	220	4	62,9	73,4

TABLEAU XII. CAPTURES DE GAMBIAE, PRÉCIPITATIONS ET HUMIDITÉ RELATIVE A BOBO-DIOULASSO, MAI - SEPTEMBRE 1950

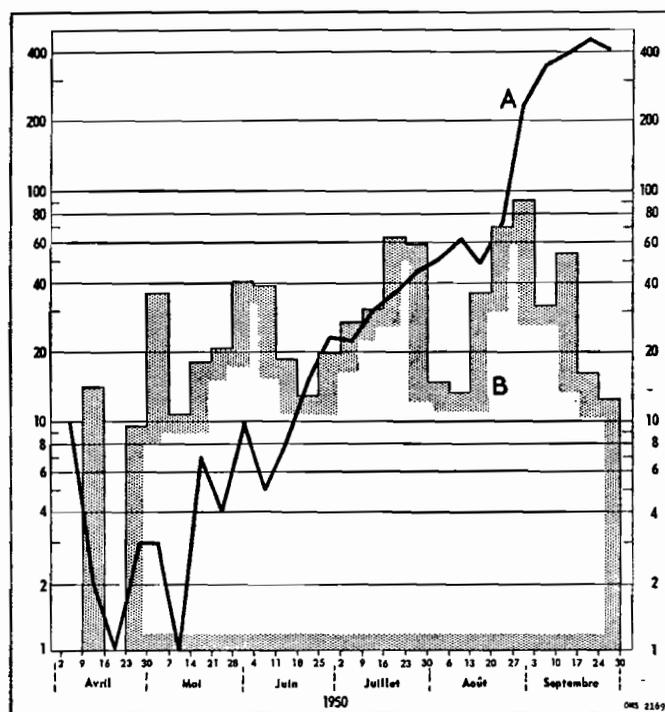
Période	Nombre de <i>gambiae</i> capturés	Précipitations		Humidité relative (%)
		Durée (jours)	Quantité (mm)	
1 ^{er} -7 mai	3	1	36,2	82,7
8-14 mai	1	1	10,5	63,4
15-21 mai	7	2	18,1	71,0
22-28 mai	4	2	20,7	68,6
29 mai - 4 juin	10	4	40,5	69,2
5-11 juin	5	3	38,5	72,2
12-18 juin	8	3	18,5	65,6
19-25 juin	15	3	12,9	73,0
26 juin - 2 juillet	23	3	19,9	70,0
3-9 juillet	22	2	27,2	74,7
10-16 juillet	30	3	30,9	80,0
17-23 juillet	37	4	63,8	78,7
24-30 juillet	44	4	58,7	81,3
31 juillet - 6 août	50	5	14,9	82,3
7-13 août	61	2	13,2	82,2
14-20 août	48	4	36,1	81,9
21-27 août	73	4	70,0	85,8
28 août - 3 septembre	234	6	90,3	83,4
4-10 septembre	349	3	32,1	82,3
11-17 septembre	399	4	53,9	84,5
18-24 septembre	457	3	16,0	76,1
25-30 septembre	410	3	12,6	79,4

En prenant pour base de calcul la moyenne hebdomadaire des captures effectuées pendant les mois de janvier à mai (8,3 en 1949 et 8,4 en 1950), on obtient des taux d'accroissement considérables (3.057 % en 1949,

5.340 % en 1950, lors du maximum) qui donnent une idée de l'augmentation de la population. Mais on constate que cette augmentation intervient plusieurs semaines après le commencement des grandes pluies (voir fig. 16) et qu'il existe, comme l'ont signalé Ribbands et Bruce-Chwatt, un temps mort pendant le début de l'hivernage. Les premières fortes pluies agissent en lavant les gîtes existants, balayant œufs, larves et nymphes, et modifiant leur nourriture. Mais la multiplication des gîtes vient rapidement compenser cette action, et l'on assiste au développement subit de la population de *gambiae*.

FIG. 16. CAPTURES DE GAMBIAE ET PRÉCIPITATIONS (STATION 1)

Echelle logarithmique



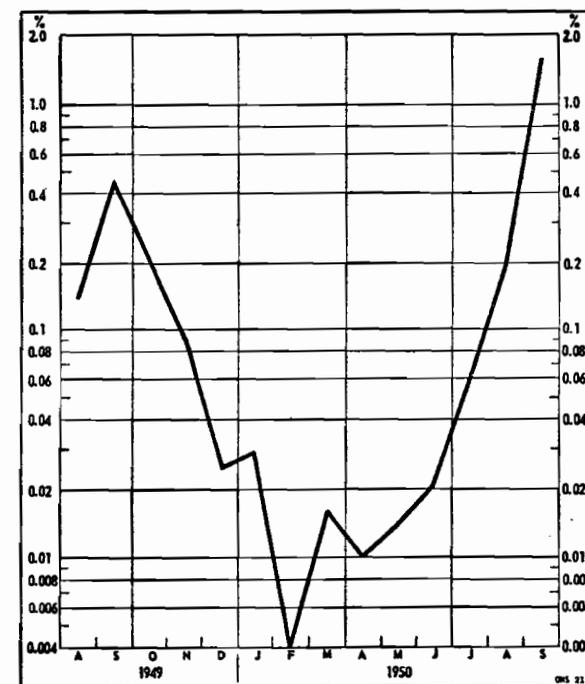
A = Nombre de *gambiae* capturés

B = Pluies (mm)

Il semble, par ailleurs, qu'un facteur important conditionne ce temps mort. Nous verrons plus loin (page 106), en effet, que la réactivation des femelles estivantes se produit lorsqu'un certain taux d'humidité relative (80 %) est maintenu en laboratoire. Or ce taux n'est atteint qu'assez tard au cours de la saison des pluies : dans la semaine du 25 au 31 juillet en

FIG. 17. INDICE DE DENSITÉ PAR CASE POUR *A. GAMBIAE* (STATION 1)

Echelle logarithmique



1949 (81,9 %), dans la semaine du 10 au 16 juillet en 1950, ainsi qu'il est indiqué dans les tableaux XI et XII. On peut donc raisonnablement admettre que ce sont les œufs déposés à ce moment-là par les femelles estivantes qui, en se développant, donneront naissance aux adultes dont les pontes, nombreuses et importantes, vont déclencher l'augmentation notée à la fin d'août. Le temps mort correspond, en fait, à deux cycles adulte-œuf-larve-nymphe-adulte.

On voit encore plus clairement cette croissance de la population de *gambiae* si l'on tient compte, non du chiffre des captures, mais de l'indice de densité par case (fig. 17), plus fidèle que le seul chiffre des *gambiae* capturés ; il passe de 0,004 en février à 1,57 en septembre.

Modes de dispersion et de propagation de *gambiae*

De Meillon,^{88, 90} supposant acquise, dans une région donnée, la disparition complète de *gambiae* pendant la saison sèche, envisage trois

possibilités de dissémination de l'anophèle à partir de zones à gîtes permanents :

- 1) une dispersion progressive ;
- 2) des vols de masse ;
- 3) le transport.

1) Si la dispersion progressive a pu être démontrée en Rhodésie du Sud par Leeson²⁰⁰ et au Transvaal par De Meillon,⁸⁰ rien ne nous permet de penser que ce mode de dissémination se rencontre en Haute-Volta. La capacité de vol de *gambiae*, établie par différents auteurs (Hopkins :¹⁷¹ plus de 3 km ; Adams:² 6,8 km avec vent favorable; da Cruz Ferreira:¹¹³ 7 km), est bien en dessous des distances qu'il aurait à parcourir effectivement dans la plupart des régions à savane découverte. D'autre part, Eyles¹⁰⁹ a montré que la zone de dispersion efficace d'un anophèle est comprise dans un cercle dont le rayon est inférieur à la portée maximum de vol dont il est capable.

2) Aucun exemple de vol de masse n'a pu être donné, malgré l'hypothèse non encore vérifiée de Barber, Rice & Brown,¹⁸ supposant que de tels vols étaient à l'origine des grandes variations locales constatées, au Libéria, dans la densité de *gambiae*.

3) La dissémination passive de *gambiae* par transport a été, par contre, surabondamment prouvée. Ce mode de dispersion a été à l'origine de l'invasion, par l'anophèle, de territoires qui en étaient primitivement exempts : l'île Maurice en 1865, le Brésil en 1930, l'Égypte en 1942. Il pourrait être, un jour, celui de l'introduction de *gambiae* dans l'île de Mahé (Seychelles), où les gîtes virtuels abondent (Harper & Cunningham Van Someren¹⁵⁰).

A. gambiae a été introduit au Brésil par les avisos effectuant le trafic postal de Dakar à Natal en moins de quatre jours. Shannon,^{327bis} lorsqu'il découvrit les premiers *gambiae*, récolta les larves à 500 mètres environ du point d'accostage des avisos. Pinto^{263, 264} a montré que — outre la propagation active suivant les vents dominants — la dissémination de l'espèce à partir de Natal vers l'intérieur et le long de la côte s'est faite par véhicules automobiles et par bateaux ; Soper & Wilson³³⁷ ont mentionné la capture d'adultes à bord de véhicules à la limite de la zone d'invasion de l'anophèle.

L'invasion du Brésil a attiré l'attention sur l'importance que pouvait avoir le transport de *gambiae* par avion à partir des aérodromes africains. Dethier⁹² a démontré l'évidence de ce danger, qu'avaient pressenti Sicé, Sautet & Ethès³³² en 1939, lorsqu'ils ont noté l'arrivée à Marseille, en bon état, de *gambiae* venant du Soudan Français. Au cours de la guerre, des mesures énergiques de lutte entreprises sur les aérodromes d'Afrique¹¹² et

du Brésil ont permis de supprimer pratiquement le risque d'introduction de l'anophèle. De Mendonça & Cerqueira,²⁴⁰ étudiant le nombre de *gambiae* introduits sur les aérodromes brésiliens, montraient qu'il avait passé de 0,17 par avion en 1943 à 0,0006 en 1945.

L'invasion de l'Égypte en 1942, qui causa la mort de 130.000 personnes en 1942 et 1943, s'est effectuée d'une manière différente. Lewis²¹⁴ avait assigné, comme limite septentrionale de l'aire de répartition de *gambiae* au Soudan Anglo-Egyptien, un point situé à 13 km au nord de Ouadi-Halfa et à quelques kilomètres au sud de la frontière égyptienne. L'arrivée de *gambiae* dans la zone de Ouadi-Halfa avait été provoquée par le trafic, augmenté de façon impressionnante par la guerre, sur le Nil à partir de la deuxième cataracte.²¹⁵ Un nombre considérable de bateaux remontaient le fleuve, abritant des *gambiae* adultes. Lewis²¹⁷ trouvait 105 exemplaires de cet anophèle sur un total de 143 culicidés capturés à bord d'un steamer et des péniches qu'il entraînait. La propagation vers le nord, de Ouadi-Halfa à Abou-Simbil, s'effectua à bord des embarcations fluviales.³²⁹ L'éradication que l'on a obtenue le long du Nil a eu pour effet de protéger l'Égypte contre une invasion nouvelle.²¹⁹

À l'intérieur même de son aire normale de répartition, *gambiae* peut coloniser, grâce aux moyens de transport, des régions qui étaient auparavant indemnes. C'est ainsi que De Meillon & Gear⁹¹ considèrent que le paludisme du Witwatersrand a son origine dans l'introduction passive de *gambiae* infectés. De même, on doit considérer comme le résultat d'une propagation passive la présence de *gambiae* dans les zones d'altitude dont il est normalement absent. Le rail et la route sont responsables de la présence de l'espèce à des altitudes dépassant 1.500 mètres, qui a été signalée par les auteurs suivants : Schwetz,³¹⁶ sur les hauts plateaux de la région du Lac Kivu (Congo Belge), à 1.650 mètres ; Schwetz, Baumann & Fort,³²¹ au Lac Bulare (Ruanda-Urundi), à 1.862 mètres ; Jadin & Herman,¹⁷⁶ à Astrida (Ruanda-Urundi), à 1.750 mètres ; Mattingly,²³⁶ au Lac Mohasi (Ruanda-Urundi), à 1.550 mètres ; Martin,²³² à Addis-Abéba, à 2.460 mètres ; Giaquinto-Mira,¹³⁰ à Addis-Abéba à 2.460 mètres ; et Garnham,¹²⁴ sur les flancs du mont Timboroa (Kenya), à 2.550 mètres.

Mais le rail, la route et les voies fluviales sont, en même temps que la cause occasionnelle de la dissémination de *gambiae* hors de son aire normale, des facteurs permanents du transport de l'anophèle à l'intérieur d'une région infestée. Wiseman, Symes, McMahon & Teesdale³⁸⁷ ont trouvé 47 femelles et 1 mâle de *gambiae* au cours de 14 prospections dans les trains arrivant à Mombassa (Kenya). Nous avons pu faire, nous-même, des captures, à Agboville (Côte d'Ivoire) et à Banfora (Haute-Volta), dans des trains de marchandises sur la ligne Abidjan-Niger. Dans ces deux localités, les trains stationnaient parfois plusieurs jours en attendant que le chargement des wagons soit terminé, et ceux-ci constituaient, pour

l'anophèle, un excellent refuge sombre et sans ventilation. A Agboville, 11 femelles de *gambiae* ont été récoltées dans 27 wagons ; à Banfora, 32 femelles et 2 mâles dans 24 wagons.

La présence de *gambiae* dans les trains de cette ligne permet d'expliquer le chiffre important des captures de cet anophèle à Bobo-Dioulasso, dans le quartier de la gare, par rapport à l'ensemble des captures effectuées dans les autres stations de la ville. Pour les six stations de capture en quartier indigène, situées en dehors de la zone des gîtes, les *gambiae* capturés dans la station du quartier de la gare représentent 29,2 % du total des captures à Bobo-Dioulasso, alors que les autres stations donnent les pourcentages de 5,2, 6,2, 12,3, 13,3 et 14,8 (les 19 % restants se partageant entre les deux stations européennes et les deux stations indigènes à proximité du marigot).

La découverte d'exemplaires des premiers stades et d'adultes de *gambiae* à bord de bateaux, canots et pirogues a été signalée depuis fort longtemps. Le Moal²¹² a capturé des adultes sous les voûtes de chalands et d'embarcations à Dakar (Sénégal), à Grand-Lahou et à Grand-Bassam (Côte-d'Ivoire), des larves dans des pirogues contenant de l'eau douce ou saumâtre à Abidjan et à Grand-Lahou. Bousfield⁴¹ a signalé la présence d'adultes sur les bateaux indigènes affectés au transport du bois qui descendent le Nil depuis Khartoum ; l'auteur note que les anophèles envahissent les bateaux pendant la nuit et, après s'être nourris sur l'équipage, se cachent dans la cargaison où ils demeurent jusqu'au moment du déchargement. Des larves de *gambiae* ont été trouvées dans des bateaux et canots à Accra (Côte de l'Or)⁷² et à Freetown (Sierra-Leone),³¹ dans des pirogues à Ségou et des chalands à Diré (Soudan Français).³¹³

Nous avons pu mettre en évidence, à plusieurs reprises, la présence de premiers stades ou d'adultes de *gambiae* dans des embarcations diverses, au cours des prospections que nous avons faites sur les bords du Niger et de ses affluents et sur les bords de la Comoé :

A Bamako, 35 *gambiae* (4 mâles, 31 femelles) étaient capturés en une demi-heure dans les chalands à l'ancre au port, en même temps que des larves et nymphes étaient récoltées dans ceux-ci et dans des pirogues tirées sur la rive.

A Abidjan et à Grand-Bassam, plusieurs centaines de larves et de nymphes ont été trouvées, au cours de recherches pratiquées aux bords de la lagune ou en remontant la Comoé dans des pirogues contenant de l'eau douce ou saumâtre (salinité maximum enregistrée : 1,23 g de ClNa par litre).

A Ségou, 16 *gambiae* (1 mâle, 15 femelles) étaient capturés en une heure à bord de trois pirogues ; celles-ci hébergeaient une faune larvaire anophélienne ainsi constituée : *gambiae*, 88 % ; *funestus*, 8 % ; *rufipes*, 4 %.

De même, à Mopti, 22 femelles étaient trouvées dans quatre barques sur le Niger, et 1 mâle et 8 femelles dans des nattes, roulées sur la rive, qui avaient été transportées sur ces barques ; plusieurs barques et pirogues hébergeaient des larves d'anophèles (*gambiae*, 97 % ; *rufipes*, 3 %).

Sur les bords du Bani, affluent du Niger, entre Ségou et Bla, nous avons récolté 16 adultes (5 mâles, 11 femelles) dans trois tentes de pêcheurs, en paille et bambous, sans pouvoir trouver de gîte larvaire à proximité sinon dans le fond des embarcations de ces pêcheurs nomades, lesquelles recélaient de nombreuses larves et nymphes.

Il est donc évident que les voies de communication constituent un mode de propagation passive de *A. gambiae* d'une région à une autre et peuvent permettre, éventuellement, le peuplement d'une zone indemne grâce à un apport peu important, peut-être, mais susceptible d'accroissement si des gîtes s'y trouvent en nombre suffisant.

Nous ne pensons pas, cependant, que la dispersion passive de *gambiae* puisse expliquer la repopulation de localités ou de régions débarrassées d'anophèles pendant la saison sèche ; cela d'autant plus que, sauf pour certaines contrées de la Rhodésie du Sud et de l'Union Sud-Africaine, la disparition de *gambiae* pendant les mois secs ou froids est loin d'être prouvée, ainsi que le signalent Swellengrebel, Annecke & De Meillon.³⁴⁴ L'idée communément admise, selon laquelle *gambiae* ne se manifeste pas pendant la saison sèche en AOF et les adultes sont introuvables, est due à des recherches insuffisantes, parce que difficiles et souvent infructueuses, il faut le reconnaître. Au cours de 197 prospections que nous avons effectuées en saison sèche, c'est en 7 occasions seulement (3,6 %) qu'aucun anophèle ne fut découvert.

Nous pensons, quant à nous, que le repeuplement par *gambiae* au début de la saison des pluies est dû à la présence pendant la saison sèche de femelles estivantes et à leur réactivation durant l'hivernage.

Diapause des femelles adultes

L'hibernation

Les rigueurs de la saison froide et sèche dans les régions tempérées contraignent les anophèles à hiberner, c'est-à-dire à franchir cette saison à l'état de vie ralentie (diapause). Ils hibernent soit sous la forme d'adulte femelle en état d'arrêt reproducteur (diapause ovarienne), soit sous la forme d'œuf (*A. albimanus*, *A. tarsimaculatus* : Stone & Reynolds ;³⁴¹ *A. walkeri* : Bang, Quinby & Simpson,¹² Hurlbut ;¹⁷² *A. claviger bifurcatus* : Roubaud²⁹³), soit sous la forme larvaire (*A. crucians* : Ross & Roberts ;²⁸⁴ *A. claviger* — dont la diapause hivernale a été l'un des caractères utilisés par Roubaud & Treillard³⁰² pour différencier deux souches de cette espèce).

C'est sous la forme d'insecte ailé que le plus grand nombre d'anophèles traversent la saison défavorable. Pendant longtemps, on a pensé que la ponte survenait régulièrement 4-6 jours après la prise unique de sang. Mais Grassi^{141bis} avait observé, en Italie, que *A. maculipennis* pouvait hiberner selon deux modes : hibernation vraie, et semi-hibernation, dans laquelle les femelles piquaient mais ne pondaient pas. Roubaud,^{289, 291} le premier, a fait remarquer qu'un changement complet pouvait survenir dans le rythme alimentation-ovulation de *A. maculipennis* ; l'auteur estime que la suspension évolutive est indépendante par essence de l'action de la température. De nombreux travaux, dus en particulier aux auteurs hollandais, ont permis de comprendre que les diverses races ou biotypes de *A. maculipennis* présentaient des modes différents d'hibernation.

Chez *A. maculipennis atroparvus*, le phénomène d'hibernation débute par ce que Swellengrebel³⁴³ a appelé « la fixation automnale » : à l'automne, la production des œufs cesse presque complètement et les anophèles « se fixent » soit dans les maisons soit dans les étables, la cessation de l'activité reproductrice n'entraînant pas, pour autant, la disparition du besoin de se nourrir de sang ; ce besoin ne cesse que progressivement au cours de l'hiver. La juxtaposition des deux mécanismes : cessation de l'activité reproductrice et continuation de l'activité nutritive, constitue la discordance gonotrophique (arythmie trophogénique). Lorsque l'activité nutritive est interrompue chez les anophèles hibernants, on a affaire alors au phénomène de la concordance gonotrophique, le plus souvent accompagné de l'hypertrophie du corps adipeux. Swellengrebel & de Buck³⁴⁵ ont basé leur étude de l'épidémiologie du paludisme dans les Pays-Bas sur les différences du cycle gonotrophique chez *A. maculipennis*. Entre autres auteurs, Cambournac & Hill⁵⁷ ont décrit l'état de vie ralentie de *A. maculipennis atroparvus* ; Boyd,⁴² de *A. punctipennis* ; Kligler & Mer,¹⁹² de *A. elutus*, qui, de même que *A. freeborni* en Californie centrale, émigre sur de grandes distances pendant la période précédant l'hibernation.²⁸³

Roubaud^{289, 291} a montré que la suspension de l'activité reproductrice chez *A. maculipennis*, indépendante de l'abaissement de la température, correspond à un état particulier d'asthénie, l'asthénobiose, qui, survenant d'une façon obligatoire au cours d'un certain nombre de générations actives, traduit un phénomène cyclique de fatigue annuelle. L'asthénobiose est caractérisée non seulement par l'arythmie trophogénique, mais aussi par la torpeur que présente l'insecte et l'accumulation de réserves graisseuses ; cet état est surtout développé chez les biotypes qui présentent des phénomènes d'hibernation vraie (*typicus, messeae*). Les recherches de Roubaud & Treillard³⁰¹ ont permis de reconnaître que la graisse peut être développée chez ces espèces hibernantes uniquement par l'alimentation sanguine. L'hibernation vraie n'est cependant pas la règle, et plusieurs auteurs, avec Swellengrebel, admettent que nombre d'anophèles passent la saison

défavorable en état de semi-hibernation. Tel est le cas, par exemple, de *A. hyrcanus sinensis*.³⁵⁹

En ce qui concerne les anophèles de la région éthiopienne, le problème semble se poser de façon un peu différente.

Leeson²⁰⁰ a décrit, en Rhodésie du Sud, l'hibernation de *A. funestus*, dont les femelles, présentant des œufs presque complètement développés, se cachent, en état de torpeur, au plus profond de crevasses naturelles dans la terre ou au milieu de rochers. Ne s'alimentant pas, ces femelles commencent à sortir de leurs refuges lorsque la température augmentait, puis déposaient leur ponte et mouraient peu après. Des recherches patientes avaient été entreprises par l'auteur pour découvrir les refuges susceptibles d'abriter des femelles estivantes de *gambiae*, mais sans succès, et il concluait que *gambiae* disparaissait complètement pendant la saison froide et sèche, ce qu'il est facile d'admettre car le minimum absolu de température se maintient, durant cette saison, entre 2°C et 7°C dans un certain nombre de localités ; cette température est nettement létale pour *gambiae*, d'après ce que nous connaissons de sa résistance.

TABLEAU XIII. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES MINIMUMS QUOTIDIENNES A BOBO-DIOULASSO, NOVEMBRE - FÉVRIER 1948/49 ET 1949/50

Température minimum (°C)	Nombre de jours							
	Novembre		Décembre		Janvier		Février	
	1948	1949	1948	1949	1949	1950	1949	1950
11-12	—	—	—	—	1	—	—	—
12-13	—	—	1	2	1	2	—	—
13-14	1	—	1	6	5	3	5	2
14-15	2	—	3	5	6	3	1	2
15-16	5	—	6	1	3	5	5	1
16-17	6	—	11	7	6	10	2	4
17-18	3	1	1	6	2	4	4	4
18-19	2	3	6	2	3	3	2	4
19-20	5	6	2	1	—	1	3	5
20-21	3	11	—	—	2	—	3	3
21-22	3	5	—	1	2	—	2	2
22-23	—	3	—	—	—	—	1	—
23-24	—	—	—	—	—	—	—	1

Dans les autres régions de l'Afrique, en AOF tout particulièrement, le minimum absolu est beaucoup plus élevé et rarement inférieur à 11°C. A Bobo-Dioulasso, il est de courte durée (voir tableau XIII), et les basses températures ne peuvent, de ce fait, empêcher la vie de l'anophèle adulte.

Recherche des femelles estivantes — Caractère de l'estivation

Plusieurs observations ont été faites sur les formes hibernantes, ou mieux, « estivantes », de *gambiae*.

C'est ainsi que Stephens & Christophers³³⁹ signalent, sur la côte occidentale d'Afrique, la présence d'anophèles estivants, capables de se nourrir régulièrement et montrant, à la dissection, des ovaires remplis d'œufs bien développés. Cependant, ces *gambiae* ne pondent pas si des « mares-témoins » sont établies à proximité des habitations où ils abondent. A la même époque, Dutton & Todd,¹⁰¹ au Congo Belge, tout en notant que leur recherche est difficile, trouvent des femelles de *gambiae* prêtes à pondre, en saison sèche, dans les coins obscurs de chambres abandonnées, les anfractuosités des toits des huttes indigènes, les encoignures obscures; et Hegg,¹⁵² commentant ces découvertes, pense qu'il n'est pas douteux qu'un moustique puisse vivre de cette façon cinq à six mois, ou même davantage, peut-être. En 1922, Noc,²⁵⁷ au Sénégal, signale la présence de femelles estivantes de *gambiae* dans les habitations au moment où la température, en saison sèche, peut atteindre 16°C, et note que leur activité reprend à la saison des pluies. Ce phénomène a été décrit par Galliard,¹¹⁸ qui a constaté dans la savane de la Nyanga (Gabon) un état de vie ralenti qu'il attribue à l'abaissement du degré hygrométrique, les modifications de la température agissant pour déterminer soit la prise d'un repas de sang soit l'acte de ponte. De son côté, Monier²⁴⁴ n'a jamais observé d'hibernation vraie à Madagascar, mais il a rencontré, pendant la saison froide, des femelles à œufs mûrs se cachant dans les recoins des maisons habitées et qui, troublées, pouvaient faire un repas de sang puis déposer leurs œufs. L'auteur mentionne qu'il a réalisé expérimentalement l'hibernation en mettant les femelles en glacière à 4°C, la réactivation se produisant soit à l'air libre soit à l'étuve à 27°C. Nous ne pensons pas qu'il s'agisse là d'une hibernation comparable à celle que l'on rencontre dans la nature, mais d'un ralentissement artificiel de l'activité dû à l'engourdissement provoqué par le froid. En outre, Monier n'a pas mentionné le détail des espèces anophéliennes utilisées dans ses expériences, qui comprenaient *A. gambiae* en même temps que *A. coustani*, *A. funestus* (et var. *imerinensis*) et *A. squamosus*; il semble bien que ce soit *A. coustani* qui ait victorieusement subi l'épreuve de la glacière.

Dans toutes les observations que nous venons de relater, un fait demeure : la présence, pendant la saison sèche, de femelles de *gambiae* montrant des ovaires développés et, ainsi que l'a observé Vincke³⁷³ au Congo Belge, susceptibles de s'alimenter.

Au cours de notre séjour en Haute-Volta, nous avons recherché systématiquement les femelles de *gambiae* pendant la saison sèche (novembre à avril inclusivement). Nous n'avons tenu compte que des prospections effectuées dans des villages ou des points en brousse où aucun gîte n'avait pu être mis en évidence dans un rayon de 3 km à partir du point de capture. Les recherches en brousse ont été fastidieuses et plus souvent infructueuses que couronnées de succès; cependant, nous avons pu récolter 448

A. gambiae (442 femelles et 6 mâles) en divers lieux, comme l'indiquent les chiffres ci-après, qui concernent les femelles :

	Nombre de femelles capturées	%
Cases d'habitation	235	53,2
Cases détruites ou inhabitées	92	20,8
Creux de rochers, anfractuosités du sol	27	6,1
Trous d'arbres	15	3,4
Porcheries couvertes	33	7,5
Clapiers, poulaillers	2	0,4
Parcs à bétail	22	5,0
Puits à sec	16	3,6

Trois des mâles ont été capturés dans des cases habitées, un dans une case détruite, un dans une porcherie et un dans un puits.

Un peu plus de la moitié des insectes (53,2 %) ont été capturés dans des habitations indigènes, où ils se tenaient dans des emplacements assez particuliers, les pattes antérieures seules accrochées au support, les pattes moyennes et postérieures pendant le long de l'abdomen :

	Nombre de femelles capturées	%
Dans la paille de la toiture	171	72,8
Dans les anfractuosités des murs	46	19,6
Sous les lits (« taras »)	13	5,5
Sur les murs et sur divers objets	5	2,1

La majorité d'entre eux se trouvaient dans la paille de la toiture, et la difficulté de leur capture peut être une des raisons pour lesquelles ils échappent habituellement aux investigations.

Dans les cases inhabitées, les emplacements où *gambiae* était récolté étaient sensiblement les mêmes que dans les cases habitées. Dans les cases détruites, les femelles ont été capturées sous les éboulis, sous la paille des toitures affaissées, ou dans les fours désaffectés.

La construction des parcs à bétail en Haute-Volta est assez particulière. Ils sont constitués par des enclos circulaires à ciel ouvert, fermés par des rondins de bois horizontaux maintenus par quelques rondins verticaux; les *gambiae* ont été récoltés entre les rondins situés le plus près du sol. La recherche des anophèles dans les puits a été laborieuse, car ils se tenaient dans les anfractuosités des parois, à des profondeurs notables; nous pouvons donc considérer que le petit nombre de *gambiae* capturés dans ce type de refuge ne représente qu'une faible proportion de ceux qu'il serait possible d'y récolter par une prospection méthodique et complète — si elle était réalisable.

Sur les 235 femelles de *gambiae* trouvées dans les cases d'habitation, 148 (soit 63,0 %) étaient gorgées, tandis que, dans les refuges extérieurs aux habitations, 13 seulement sur 207 (6,3 %) contenaient du sang. Si la possibilité de piquer était donc offerte à ces femelles estivantes, elles manifestaient leur hémophagie.

La dissection de ces femelles capturées en saison sèche a montré que la majorité d'entre elles possédaient des ovaires bien développés, la plupart contenant les œufs formés avec leurs flotteurs (stade V) :

	Stade ovarien		
	I, II, III	IV	V
Femelles capturées dans des cases d'habitation	19	55	108
Pourcentage	10,4	30,2	59,4
Femelles capturées dans d'autres refuges	20	57	81
Pourcentage	12,6	36,1	51,3

En aucun cas l'hypertrophie du corps adipeux n'a pu être constatée.

D'après ces observations dans la nature, on peut conclure que *gambiae* se trouve, en saison sèche, sous forme de femelles estivantes prêtes à pondre et pouvant ou non, suivant les facilités offertes, prendre des repas de sang. Cette forme d'estivation, sans formation de réserves graisseuses, est à mi-chemin entre la concordance et la dissociation gonotrophiques : seule l'activité reproductrice est suspendue ; l'activité nutritive peut être présente ou non.

Estivation en laboratoire

Nous avons étudié, en laboratoire, non sans difficultés, l'estivation des femelles de *A. gambiae* dans des conditions climatiques expérimentales se rapprochant le plus possible de celles qui existent dans la nature : degré hygrométrique légèrement supérieur à celui de l'air ; température, au contraire, inférieure. Ces conditions ont été réalisées dans une pièce de notre habitation, close par des volets à claire-voie, qui présentait les garanties d'obscurité relative et d'abri du vent que les femelles cherchent dans leurs refuges.

Les femelles utilisées provenaient de larves ou de nymphes récoltées dans des gîtes naturels. Mêlées aux mâles pendant 2 à 5 jours et nourries, elles étaient ensuite isolées dans des cages individuelles. Une source de sang, notre bras, leur était dès lors présentée tous les deux jours.

Nous avons soumis à l'expérience 149 femelles : 32 en 1948, 49 en 1949, 68 en 1950 ; 62 sont mortes avant d'avoir pondu. Nous donnons dans le tableau XIV les observations les plus caractéristiques faites à la suite de ces élevages. Elles montrent que la durée de la vie des femelles pendant la

TABLEAU XIV. OBSERVATIONS RELATIVES A LA BIOLOGIE DE DIVERSES FEMELLES ÉLEVÉES EN LABORATOIRE

Femelle N°	Ecllosion	Isolement	Première ponte	Deuxième ponte	Troisième ponte	Mort	Durée de la vie (jours)
2	20.12.48	25.12.48	28.3.49	—	—	4.4.49	105
4	20.12.48	25.12.48	9.4.49	—	—	18.4.49	119
26	5.1.49	9.1.49	28.3.49	1.4.49	—	9.4.49	94
27	5.1.49	9.1.49	3.4.49	19.4.49	25.4.49	1.5.49	116
40	25.1.49	3.2.49	16.4.49	16.5.49	—	22.5.49	117
44	25.1.49	3.2.49	24.5.49	21.6.49	—	26.6.49	152
48	25.1.49	3.2.49	19.6.49	—	—	30.6.49	156
58	25.3.49	27.3.49	21.6.49	—	—	29.6.49	96
61	15.5.49	19.5.49	25.6.49	27.6.49	3.7.49	8.7.49	54
115	3.4.50	7.4.50	5.6.50	19.6.50	—	23.6.50	81
116	3.4.50	7.4.50	20.6.50	—	—	21.6.50	79
124	10.4.50	15.4.50	29.5.50	6.6.50	—	18.6.50	69

saison sèche peut atteindre 156 jours, soit plus de 5 mois, ce qui confirme les observations de Gordon & Davey (communication personnelle à Evans,¹⁰⁸ p. 323), qui concluaient, d'enquêtes menées dans l'île de Pepel, qu'un certain nombre de *gambiae* femelles survivaient à la saison sèche et pouvaient vivre au moins quatre mois.

La durée moyenne de la vie dépend du moment de la saison où les élevages ont été pratiqués, et nous pensons que les deux facteurs : température et humidité relative, jouent un rôle important dans la longévité des femelles.

En effet, si nous groupons nos élevages en deux séries distinctes :

- 1) élevages pratiqués avec des femelles écloses de décembre à mars inclusivement,
- 2) élevages pratiqués avec des femelles écloses d'avril à juin inclusivement,

nous constatons que la durée de la vie est bien supérieure dans la première série (112 jours) que dans la deuxième (87 jours), et qu'elle varie en sens inverse de l'accroissement de l'humidité relative moyenne et de la température moyenne :

Période d'écllosion	Humidité relative moyenne (%)	Température moyenne (°C)	Durée moyenne de la vie (jours)
Décembre - mars	35,1	27,14	112
Avril - juin	63,6	29,51	87

La durée de l'estivation sera donc conditionnée, dans la nature, par l'époque à laquelle elle se déclenchera ; elle sera d'autant plus longue qu'elle se sera produite plus tôt dans la saison sèche.

Nous avons vu (page 104) que, dans la nature, 63,0 % des femelles trouvées dans les habitations, et 6,3 % de celles qui avaient été capturées dans les refuges extérieurs, étaient gorgées. Dans l'ensemble, 281 femelles sur 442, soit 63,6 %, ne s'étaient pas alimentées ; nous avons voulu contrôler expérimentalement si le défaut d'alimentation influait d'une façon ou d'une autre sur la vie ralentie des femelles estivantes.

Dans ce but, nous avons supprimé, pendant des périodes données, toute possibilité d'alimentation sanguine (ou autre) aux femelles de *gambiae* de nos élevages ; nous avons pu constater qu'elles n'étaient en rien affectées par cette carence et que, l'occasion de piquer leur étant offerte après un temps de jeûne, elles se gorgeaient parfaitement.

En 1949, nous avons interrompu, à plusieurs reprises, l'alimentation de nos femelles sans constater, par la suite, aucun dommage. Alors que les *gambiae* étaient habituellement nourries tous les deux jours, les repas sanguins avaient été suspendus une première fois du 24 janvier au 9 février, puis du 22 février au 27 mars, c'est-à-dire pendant 51 jours. Cette interruption de près de deux mois concernait 47 femelles ; à la fin du jeûne, le cours de leur vie ralentie ne paraissait en rien modifié.

En 1950, nous avons repris cette expérience en prolongeant la durée du jeûne au delà de 51 jours. Nous en donnons les résultats ci-après :

1) Cinq femelles ont été soumises à un jeûne de 63 jours (24 avril-25 juin). Une femelle mourait en cours d'expérience, le 2 juin. L'alimentation sanguine reprenait le 26 juin pour les autres, qui déposaient leur ponte : une le 30 juin, deux le 3 juillet, la dernière le 5 juillet.

2) Cinq femelles ont été soumises à un jeûne de 70 jours (24 avril-2 juillet). Deux femelles mouraient respectivement le 22 mai et le 5 juin. Les trois autres femelles reprenaient leur alimentation le 3 juillet et déposaient leur ponte : une le 6 juillet, une le 10 juillet, et la troisième, une première fois le 6 juillet, une deuxième le 9 juillet.

On peut dire, par conséquent, que les femelles estivantes de *gambiae* sont parfaitement capables de demeurer dans leurs refuges pendant la saison sèche sans s'alimenter. En laboratoire, la durée du jeûne peut atteindre 70 jours sans dommage. La subsistance de ces femelles dépourvues de réserves grassieuses s'effectue vraisemblablement aux dépens de la masse nutritive constituée par les œufs.

Conditions de la « réactivation » des femelles estivantes

Nous avons pu remarquer en plusieurs occasions que, si nous déposons dans la cage d'une femelle en élevage, à un moment quelconque de sa vie ralentie, un couvercle de tube de Borrel ou un petit cristalliseur remplis d'eau, elle n'en pondait pas pour autant. Dans la nature, un facteur autre

que la formation d'un gîte devait donc intervenir dans le déclenchement de la ponte. Nous avons pensé qu'il pouvait s'agir des variations de l'humidité relative de l'air extérieur et, dans le but de vérifier cette hypothèse, nous avons fait un certain nombre d'expériences dont nous donnons les observations les plus caractéristiques :

1) Dans la première série d'expériences, le taux d'humidité relative était augmenté par la présence d'un baquet plein d'eau dans la pièce où les élevages étaient en cours ; de plus, des draps maintenus humides étaient accrochés aux persiennes de la pièce, dont le sol était recouvert de sacs de pommes de terre constamment mouillés. Nous dirons que, dans cette série d'expériences, les observations ont été faites « à humidité constante ».

2) Dans la deuxième série d'expériences, nous avons augmenté le taux de l'humidité relative en entourant le bas de chaque cage d'une bande de coton hydrophile saturé d'eau et recouvert de gaze. La bande, disposée le matin, était enlevée le soir, remplacée le lendemain soir, ôtée à nouveau le surlendemain matin, et ce pendant une semaine. Nous appellerons « observations à humidité variable » les observations de cette série.

Observations à humidité constante

Observation N° 1 (décembre 1948-février 1949)

Éclosion : 20 décembre

Isolement : 25 décembre

Humidité relative moyenne entretenue du 26 décembre au 20 janvier : 82,4 %

1^e ponte : 18 janvier — 182 œufs

2^e ponte : 21 janvier — 61 œufs

3^e ponte : 3 février — 112 œufs

4^e ponte : 6 février — 86 œufs

5^e ponte : 8 février — 34 œufs

Mort : 11 février

Observation N° 2 (décembre 1948-janvier 1949)

Éclosion : 20 décembre

Isolement : 25 décembre

Humidité relative moyenne entretenue du 26 décembre au 20 janvier : 82,4 %

1^e ponte : 15 janvier — 64 œufs

2^e ponte : 18 janvier — 212 œufs

3^e ponte : 20 janvier — 103 œufs

4^e ponte : 23 janvier — 77 œufs

Mort : 26 janvier

Observation N° 3 (décembre 1948-mars 1949)

Éclosion : 20 décembre

Isolement : 25 décembre

Humidité relative moyenne entretenue du 26 décembre au 20 janvier : 82,4 %

Ponte : 20 février — 186 œufs

Mort : 24 mars

Observation N° 4 (décembre 1948-janvier 1949)

Ecllosion : 22 décembre

Isolement : 26 décembre

Humidité relative moyenne entretenue du 26 décembre au 20 janvier : 82,4 %

1^o ponte : 1^{er} janvier — 183 œufs2^o ponte : 13 janvier — 79 œufs3^o ponte : 16 janvier — 101 œufs

Mort : 31 janvier

Observation N° 5 (avril-mai 1950)

Ecllosion : 4 avril

Isolement : 8 avril

Humidité relative moyenne entretenue du 17 au 24 avril : 80,8 %

Ponte : 8 mai — 231 œufs

Mort : 15 mai

Observations à humidité variable*Observation N° 1* (janvier-mai 1949)

Ecllosion : 25 janvier

Isolement : 3 février

Humidité relative variable du 7 au 15 février :

7 février	81,4 %
8 »	50,8 %
9 »	32,4 %
10 »	80,6 %
11 »	30,4 %
12 »	82,2 %
13 »	42,6 %
14 »	64,0 %
15 »	34,4 %
Moyenne	55,4 %

1^o ponte : 16 avril — 162 œufs2^o ponte : 16 mai — 70 œufs

Mort : 22 mai

Observation N° 2 (janvier-juin 1949)

Ecllosion : 25 janvier

Isolement : 3 février

Humidité relative variable du 7 au 15 février :

7 février	83,6 %
8 »	51,0 %
9 »	32,8 %
10 »	80,8 %
11 »	30,4 %
12 »	81,6 %
13 »	44,0 %
14 »	73,2 %
15 »	34,6 %
Moyenne	56,9 %

1^o ponte : 24 mai — 198 œufs2^o ponte : 21 juin — 105 œufs

Mort : 26 juin

Observation N° 3 (novembre 1949-mars 1950)

Ecllosion : 12 novembre

Isolement : 16 novembre

Humidité relative variable du 16 au 22 décembre :

16 décembre	80,2 %
17 »	46,8 %
18 »	76,2 %
19 »	83,6 %
20 »	43,8 %
21 »	60,0 %
22 »	46,0 %
Moyenne	62,4 %

1^o ponte : 5 février — 217 œufs2^o ponte : 4 mars — 142 œufs3^o ponte : 12 mars — 96 œufs

Mort : 26 mars

Ainsi, dans la première série d'expériences, l'humidité relative moyenne étant maintenue au-dessus de 80 %, la ponte intervint très rapidement : 6 jours après le début de l'expérience dans le cas le plus rapide (observation N° 4), 56 jours dans le cas le plus lent (observation N° 3). Dans la deuxième série d'expériences, au contraire, la ponte ne se déclencha que longtemps après les variations expérimentales : de 51 (observation N° 3) à 106 jours (observation N° 2) après le début de l'expérience. Elle peut donc être considérée comme indépendante du taux d'humidité relative produit expérimentalement.

Les constatations que nous avons faites sur le début de l'accroissement des populations de *gambiae* en hivernage (voir page 91) et son retard par rapport à la venue des pluies semblent donc trouver leur explication dans cette « réactivation » des femelles estivantes lorsque l'humidité relative moyenne augmente. Les œufs déposés par ces femelles se développeront rapidement dans les gîtes créés par les précipitations, gîtes dont la température élevée et la faible teneur en matières organiques d'origine végétale permettront un cycle œuf-adulte accéléré. C'est la descendance de ces femelles qui assurera la pullulation de *gambiae* constatée en septembre. Les femelles estivantes peuvent être considérées comme entretenant l'espèce pendant la saison défavorable, les femelles d'hivernage la développant au maximum pendant la saison favorable, selon la thèse de Rao²⁷⁰ sur *A. annularis* et *A. culicifacies*.

Comparaison des pontes des femelles estivantes et des femelles d'hivernage

Le nombre de pontes déposées par les anophèles et le nombre d'œufs qu'elles comprennent sont, dans l'ensemble, assez mal connus. Duprée

(cité par Hegg,¹⁶² page 53) estime que le nombre d'œufs déposés par *A. punctipennis* oscille entre 100 et 300. Roubaud²⁹¹ pensait que *A. maculipennis* présentait 3 à 4 générations annuelles ; il a obtenu,²⁹² avec *A. maculipennis fallax*, 6 pontes en 36 jours, avec un total de 1.145 œufs. Shute³³⁰ considère qu'en laboratoire la moitié des femelles de *A. maculipennis atroparvus* donnent 4 pontes. Pour *A. albimanus*, le nombre maximum d'œufs pondus serait voisin du millier ;³⁰³ il atteindrait 350, avec une moyenne de 250 œufs en 2-4 pontes, chez *A. maculipennis atroparvus* au Portugal.⁵⁷ Toumanoff³⁶⁰ a montré que *A. hyrcanus sinensis* pouvait déposer 6-7 pontes en élevage.

Muirhead-Thomson²⁴⁵ signale une différence dans les pontes de *A. minimus* selon qu'elles ont lieu en hiver (82 œufs en moyenne par ponte) ou en été (137 œufs en moyenne). Rajindar Pal²⁶⁸ montre qu'une différence semblable ne se manifeste pas, d'une saison à l'autre, chez *A. culicifacies* (115 œufs et 134 œufs, en moyenne), espèce dont la biologie est très voisine et au sujet de laquelle Russell & Ramachandra Rao³⁰⁶ avaient estimé que les femelles ne déposaient qu'une ponte.

En ce qui concerne *A. gambiae*, Symes³⁵⁰ supposait que les femelles pouvaient déposer 20 pontes. Mais Hocking & MacInnes¹⁶² ont donné le chiffre de 3-4 pontes ; leurs observations ont porté sur 29 lots de femelles qui ont donné, par ponte, un maximum de 325 œufs, un minimum de 80, avec une moyenne de 166,9. Une femelle déposa en 3 jours successifs 117, 45 et 101 œufs, et le maximum observé fut de 917 œufs, répartis, en 4 pontes, sur 15 jours. Gibbins¹³³ avait noté des pontes de 114, 118 et 126 œufs.

Les observations que nous avons effectuées nous amènent à faire une distinction entre les pontes des femelles estivantes et les pontes des femelles d'hivernage (femelles élevées en laboratoire à partir de nymphes récoltées entre le 15 et le 30 septembre) :

Nombre de pontes déposées	Femelles estivantes		Femelles d'hivernage	
	Nombre	%	Nombre	%
1	56	64,4	11	10,5
2	20	23,0	17	16,2
3	5	5,7	31	29,5
4	5	5,7	37	35,2
5	1	1,2	9	8,6

Le nombre moyen de pontes déposées par les femelles estivantes est de 1,6 alors que celui des pontes déposées par les femelles d'hivernage est de 3,2. Les femelles estivantes pondent le plus souvent une fois, parfois deux, rarement plus, alors que les femelles d'hivernage déposent couramment 3 ou 4 pontes.

Le nombre d'œufs déposés varie également selon que l'on considère les unes ou les autres des femelles :

	Femelles estivantes	Femelles d'hivernage
Nombre d'œufs par ponte :		
Moyenne	128,1	206
Minimum	34	71
Maximum	238	280
Nombre d'œufs par femelle :		
Moyenne	142,5	268
Minimum	74	97
Maximum	480	763

Le nombre maximum d'œufs pondus par une femelle estivante a été de 480 en 4 pontes :

1 ^{er} janvier	218
26 »	91
28 »	113
31 »	58

alors que le maximum enregistré chez une femelle d'hivernage a été de 763 en 5 pontes :

13 octobre	245
18 »	193
21 »	117
23 »	101
27 »	107

Le nombre moyen d'œufs déposés par une femelle estivante est de 142,5, contre près du double (268) pour une femelle d'hivernage.

L'intervalle entre les pontes successives est plus court chez les femelles d'hivernage (4 jours en moyenne) que chez les femelles estivantes, qui, lorsqu'elles déposent plusieurs pontes, le font à un rythme moyen de 7 jours d'intervalle ; le temps le plus court observé a été de 48 heures (1^{re} ponte de 158 œufs, 2^e de 43), le plus long de 34 jours (197 et 111 œufs respectivement).

Le nombre de pontes plus élevé et leur succession plus rapide entraîne, pour les femelles d'hivernage, une fatigue qui abrège leur vie. Le fait avait été constaté par James, Nicol & Shute,¹⁷⁷ lesquels avaient noté que les femelles de *A. maculipennis* déposant plusieurs pontes avaient une longévité inférieure à celle des femelles ne pondant qu'une fois, à l'encontre de ce qui avait été décrit par Barber, Komp & Hayne¹⁵ pour la même espèce et pour *A. quadrimaculatus*.

Si nous comparons la longévité, après la dernière ponte, des *gambiae* estivants et des *gambiae* d'hivernage, nous constaterons que la durée

moyenne de la survie est de 8,4 jours (minimum 36 heures, maximum 48 jours) chez les premiers et de 3,5 jours (minimum 24 heures, maximum 17 jours) chez les seconds. Cependant, Annett, Dutton & Elliott⁹ signalent avoir conservé des femelles d'hivernage pendant sept semaines, dans le sud de la Nigeria, avec des repas de sang quotidiens.

L'estivation a donc comme corollaire, allant de pair avec la prolongation de la vie, une résistance plus grande à la fatigue sexuelle. Mais ces problèmes demandent des études complémentaires, notamment en ce qui concerne le facteur qui détermine la résistance et les conditions de survie des femelles pendant les périodes de jeûne.

CHAPITRE 6

RÔLE DE *A. GAMBIAE* DANS LA TRANSMISSION DU PALUDISME

Depuis la mise en évidence du rôle majeur que joue *A. gambiae* dans la transmission du paludisme en Afrique, par Ross en 1899, par Ross, Annett & Austen,²⁸⁷ (qui, à Freetown, trouvaient un indice sporozoïtique de 5,5 % sur 109 exemplaires disséqués), en 1900, et par Stephens & Christophers^{339, 340} (qui, à Lagos, notaient que 3 % des *gambiae* disséqués hébergeaient des sporozoïtes), de très nombreux chiffres relatifs à l'infestation salivaire ou stomacale de l'espèce par les hématozoaires du paludisme ont été publiés. Beaucoup de ces chiffres ne sont pas directement utilisables, l'auteur ne précisant souvent pas s'ils concernent l'indice sporozoïtique, l'indice oocystique ou l'indice d'infestation totale. L'Annexe 2 (page 156) groupe un certain nombre de données intéressantes en ce sens qu'elles montrent, dans les différentes régions de l'aire de répartition de *A. gambiae*, les limites dans lesquelles évolue l'infestation salivaire. Ces limites sont extrêmement larges ; elles vont de 0,2 % — à Nairobi (Kenya)³⁴⁹ — à 30,2 % — à Natal (Brésil)²⁶⁶ — et même à 35,2 % — à Yaoundé (Cameroun sous administration française).³⁷⁰

En ce qui concerne l'Afrique-Occidentale Française, les premiers chiffres relatifs à l'infestation salivaire de *gambiae* que l'on connaisse sont ceux donnés par Bouffard,³⁸ qui a trouvé, au Soudan, les indices sporozoïtiques suivants :

- 15 % à Ségou (août)
- 16 % à Bamako (septembre)
- 18 % à Koulikoro (août)
- 20 % à Kayes (juillet)

Marneffe & Sautet²³¹ n'avaient probablement pas eu connaissance de ces chiffres lorsqu'ils décrivaient la première infestation salivaire de *A. gambiae* pour l'Afrique noire française : 2,7 % à Mopti (Soudan).

A part les indices publiés par Bouffard et par Marneffe & Sautet, aucune mention de l'infestation de *gambiae* par les hématozoaires du paludisme n'a, à notre connaissance, été faite en AOF. Il est probable qu'un certain nombre de rapports de médecins-chefs de circonscriptions médicales ou de services d'hygiène donnent des indications précises sur le

TABLEAU XV. INDICES D'INFESTATION DE GAMBIAE DANS DIVERSES LOCALITÉS DE L'AOF

Localités	Date	Indice sporozoïtique (%)	Indice oocystique (%)	Indice d'infestation totale (%)
Côte d'Ivoire				
Abengourou	Mars 1949	2,6	2,6	4,0
Haute-Volta *				
Gaoua	Mars 1949	2,2	4,5	5,6
Ouagadougou	Février 1949	2,5	5,0	5,0
	Décembre 1949	7,6	—	7,6
Tlolo	Février 1949	5,0	—	5,0
Yakala	Décembre 1949	5,5	—	5,5
Zabré	Décembre 1949	5,0	—	5,0
Soudan Français				
Bords du Bani	Mai 1949	11,1	—	11,1
Mopti	Juin 1949	2,8	5,7	8,5
Ségou	Mai 1949	3,2	9,6	9,6
Sikasso	Avril 1949	4,0	8,1	10,2

* A l'exception du Cercle de Bobo-Dioulasso.

TABLEAU XVI. INDICES D'INFESTATION DE GAMBIAE DANS LE CERCLE DE BOBO-DIOULASSO

Localités	Date	Indice sporozoïtique (%)	Indice oocystique (%)	Indice d'infestation totale (%)
Subdivision de Banfora				
Doua	Avril 1950	0,8	—	0,8
Soubakaniédougou	Mars 1950	12,5	6,2	18,7
Subdivision de Bobo-Dioulasso *				
Dafinso	Juin 1950	2,7	—	2,7
Dindéresso	Juin 1950	6,3	1,3	7,5
Fô	Mars 1950	30,7	3,8	34,5
Karankasso	Août 1949	3,0	—	3,0
Kélesso	Août 1949	8,6	—	8,6
Kouentou	Février 1950	20,0	—	20,0
	Mars 1950	17,0	—	17,0
Koumi	Janvier 1949	16,6	—	16,6
	Juillet 1949	12,5	6,2	18,7
	Juin 1950	11,1	—	11,1
Moani	Juin 1950	13,5	—	13,5
Sagassiamenso	Juin 1950	21,2	—	21,2
Samorogouan	Avril 1950	11,7	2,9	14,6
Séguéré	Mai 1950	11,1	—	11,1
Subdivision de Houndé				
Bouambédougou	Septembre 1949	3,3	—	3,3
	Février 1950	5,2	—	5,2
Koumbia	Juillet 1949	6,6	13,3	13,3
	Septembre 1949	10,0	—	10,0
Ouakuy	Mai 1950	15,0	—	15,0
Pé	Avril 1949	—	6,2	6,2
	Septembre 1949	4,5	—	4,5

* A l'exception des stations de capture.

rôle vecteur de *gambiae* dans les divers territoires de la Fédération, mais il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, d'en prendre connaissance.

Nous avons réuni dans les tableaux XV et XVI un certain nombre de chiffres d'infestation salivaire très variés, que nous avons pu établir grâce à près de 12.000 dissections pratiquées au cours de nos prospections de 1949 et 1950 dans la Haute-Volta, la Côte d'Ivoire et le Soudan Français. Nous y avons joint les indices oocystiques et les indices d'infestation totale, bien qu'ils ne présentent qu'un intérêt relatif.

Nous nous proposons d'étudier, principalement, les résultats des dissections pratiquées sur les *gambiae* récoltés dans nos cinq stations de capture, en les comparant avec ceux fournis par les dissections des *funestus* de ces mêmes stations (voir tableaux XVII à XXI). Nous ne considérerons que les indices sporozoïtiques des anophèles en cause, aucune conclusion valable ne pouvant être tirée de l'examen des indices oocystiques, qui varient le plus souvent d'une manière anarchique.

Une première observation peut être faite à l'analyse de ces tableaux et des figures 18 et 19 : pendant la totalité ou tout au moins une grande partie de la saison sèche, l'infestation sporozoïtique de *gambiae* est nulle ou faible. La figure 18 montre bien ce silence de *gambiae* dans les stations 1 et 5, la figure 19 dans les stations 2, 3 et 4.

TABLEAU XVII. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES GAMBIAE ET FUNESTUS CAPTURÉS A LA STATION 1

Mois	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
1949				
Janvier	24	4,2	5	0
Février	24	0	4	0
Mars	14	0	3	0
Avril	24	0	2	0
Mai	17	0	5	0
Juin	25	4,0	2	0
Juillet	49	12,2	13	7,7
Août	153	9,8	17	17,6
Septembre	532	9,0	38	7,9
Octobre	219	8,7	26	7,7
Novembre	93	4,3	22	0
Décembre	29	6,9	10	0
1950				
Janvier	30	10,0	5	0
Février	5	20,0	8	0
Mars	23	13,0	5	0
Avril	13	0	5	20,0
Mai	18	11,1	4	25,0
Juin	26	7,7	3	0
Juillet	89	20,2	27	3,7
Août	259	16,2	29	3,4
Septembre	1.332	4,7	33	6,1

**TABLEAU XVIII. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES GAMBIAE ET FUNESTUS
CAPTURÉS A LA STATION 2**

Mois	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
1949				
Janvier	27	0	48	0
Février	45	2,2	48	0
Mars	26	0	28	7,1
Avril	22	4,5	20	10,0
Mai	25	0	8	12,5
Juin	31	0	5	0
Juillet	40	17,5	5	0
Août	35	14,3	5	0
Septembre	32	12,5	7	14,3
Octobre	33	9,1	9	11,1
Novembre	11	0	16	12,5
Décembre	5	0	15	13,3
1950				
Janvier	6	0	26	19,2
Février	14	0	31	9,7
Mars	2	0	13	7,7
Avril	7	0	14	7,1
Mai	8	0	21	4,8
Juin	31	29,0	4	0

**TABLEAU XIX. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES GAMBIAE ET FUNESTUS
CAPTURÉS A LA STATION 3**

Mois	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
1949				
Janvier	42	4,8	7	0
Février	28	0	4	0
Mars	30	0	5	0
Avril	18	0	4	0
Mai	10	0	12	8,3
Juin	28	7,1	16	6,2
Juillet	33	24,2	20	10,0
Août	34	38,2	14	28,6
Septembre	19	15,8	15	13,3
Octobre	64	7,8	55	5,5
Novembre	16	6,2	11	0
Décembre	45	8,9	27	7,4
1950				
Janvier	15	20,0	20	30,0
Février	28	10,7	13	15,4
Mars	23	4,3	8	12,5
Avril	65	3,1	13	7,7
Mai	26	3,8	12	8,3
Juin	36	5,6	16	6,2

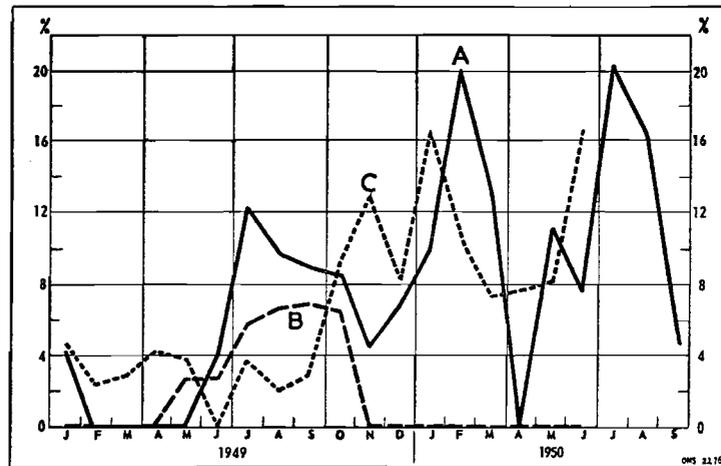
**TABLEAU XX. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES GAMBIAE ET FUNESTUS
CAPTURÉS A LA STATION 4**

Mois	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
1949				
Janvier	29	3,4	13	7,7
Février	39	2,6	16	0
Mars	27	0	7	0
Avril	36	2,8	4	0
Mai	25	4,0	6	0
Juin	31	12,9	2	0
Juillet	48	12,5	3	0
Août	85	14,1	3	0
Septembre	42	9,5	1	0
Octobre	36	5,6	2	0
Novembre	33	6,1	19	10,5
Décembre	24	4,2	18	11,1
1950				
Janvier	18	5,6	15	6,7
Février	30	3,3	15	0
Mars	45	4,4	7	0
Avril	32	3,1	5	0
Mai	30	6,7	6	0
Juin	22	4,5	2	0

**TABLEAU XXI. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES GAMBIAE ET FUNESTUS
CAPTURÉS A LA STATION 5**

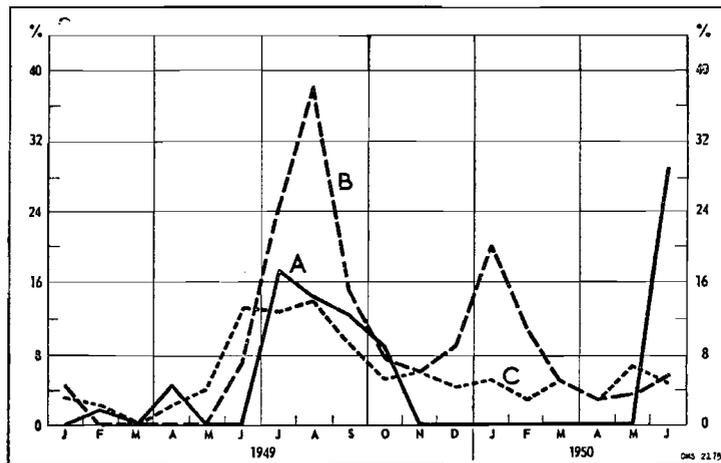
Mois	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
1949				
Janvier	25	0	87	4,6
Février	22	0	85	2,4
Mars	10	0	35	2,9
Avril	25	0	70	4,3
Mai	37	2,7	104	3,8
Juin	40	2,5	49	0
Juillet	34	5,9	80	3,7
Août	106	6,6	46	2,2
Septembre	399	6,8	102	2,9
Octobre	62	6,5	48	8,3
Novembre	15	0	23	13,0
Décembre	13	0	61	8,2
1950				
Janvier	17	0	79	16,5
Février	25	0	120	10,8
Mars	19	0	95	7,4
Avril	11	0	51	7,8
Mai	16	0	84	8,3
Juin	7	0	30	16,7

FIG. 18. INDICES SPOROZOÏTIQUES DE *A. GAMBIAE* ET DE *A. FUNESTUS* (STATIONS 1 ET 5)



A = *A. gambiae* (Station 1) B = *A. gambiae* (Station 5) C = *A. funestus* (Station 5)

FIG. 19. INDICES SPOROZOÏTIQUES DE *A. GAMBIAE* (STATIONS 2, 3 ET 4)



A = Station 2 B = Station 3 C = Station 4

L'augmentation de l'indice sporozoïtique débute généralement en mai-juin pour atteindre un clocher en août. Dans les stations 1 et 3, un second clocher peut être noté en janvier (station 3) ou février (station 1), mais il est très probablement imputable au petit nombre de dissections pratiquées ; on peut en dire autant des hauts pourcentages d'infestation salivaire que l'on peut enregistrer en saison sèche. Le tableau XXII, qui donne les résultats annuels des dissections, montre la différence entre les indices calculés pour toute l'année 1949 (saison sèche + hivernage) et ceux établis pour le premier semestre 1950 (saison sèche).

TABLEAU XXII. INDICES SPOROZOÏTIQUES DES *GAMBIAE* ET *FUNESTUS* CAPTURÉS DANS LES CINQ STATIONS

Station et période	<i>A. gambiae</i>		<i>A. funestus</i>	
	Nombre	Indice sporozoïtique (%)	Nombre	Indice sporozoïtique (%)
Station 1				
Janvier - décembre 1949	1.203	8,0	147	6,1
Janvier - septembre 1950	1.795	7,4	119	5,0
Station 2				
Janvier - décembre 1949	332	6,3	214	5,1
Janvier - juin 1950	68	13,2	109	10,1
Station 3				
Janvier - décembre 1949	367	10,4	190	7,9
Janvier - juin 1950	193	6,2	82	14,6
Station 4				
Janvier - décembre 1949	455	7,7	94	5,3
Janvier - juin 1950	177	4,5	50	2,0
Station 5				
Janvier - décembre 1949	788	5,3	790	4,2
Janvier - juin 1950	95	0	459	10,7
Ensemble des 5 stations	5.473	7,2	2.254	6,7

Si l'on examine les indices sporozoïtiques de *gambiae* et de *funestus* dans les cinq stations de capture (tableaux XVII à XXI) et les indices d'infestation moyenne par case dans les stations 1 et 5 (tableau XXIII), on constatera que deux schémas généraux des variations saisonnières de ces indices peuvent être dégagés :

1) Le rôle vecteur de *funestus* est faible par rapport à celui de *gambiae* (stations 1 et 4). Ce dernier peut montrer, parfois, un indice sporozoïtique inférieur à celui de *funestus* pendant une partie de la saison sèche (station 4),

TABLEAU XXIII. INDICES D'INFESTATION MOYENNE PAR CASE, POUR *A. GAMBIAE* ET *A. FUNESTUS*, DANS LES STATIONS 1 ET 5

Mois	Indices d'infestation moyenne par case			
	Station 1		Station 5	
	<i>A. gambiae</i>	<i>A. funestus</i>	<i>A. gambiae</i>	<i>A. funestus</i>
1949				
Janvier	—	—	0	0,229
Février	—	—	0	0,110
Mars	—	—	0	0,196
Avril	—	—	0	0,235
Mai	—	—	0,051	0,247
Juin	—	—	0,082	0
Juillet	—	—	0,116	0,162
Août	0,0137	0,0028	0,501	0,067
Septembre	0,0405	0,0024	0,312	0
Octobre	0,0172	0,0017	0,128	0,145
Novembre	0,0086	0	0	0,234
Décembre	0,0017	0	0	0,213
1950				
Janvier	0,0029	0	0	0,885
Février	0,0008	0	0	0,561
Mars	0,0028	0	0	0,306
Avril	0	0,0008	0	0,327
Mai	0,0015	0,0007	0	0,589
Juin	0,0015	0	0	0,381
Juillet	0,0183	0,0007	—	—
Août	0,0307	0,0007	—	—
Septembre	0,0720	0,0026	—	—

mais le fait est rare et le schéma des variations saisonnières de l'indice d'infestation suit étroitement celui de la densité anophélienne.

2) Les indices sporozoïtiques des deux anophèles montrent une inversion saisonnière (stations 2 et 5) comparable à l'inversion saisonnière de leurs populations. *Gambiae* domine pendant l'hivernage pour un laps de temps très court, et l'ascension de l'indice sporozoïtique de *funestus* débute avant que se termine le rôle de *gambiae* (station 2). Ou bien, pendant les mois des précipitations, *gambiae* domine *funestus*, qui présente cependant toute l'année un indice sporozoïtique élevé (station 5), ainsi que l'indique la figure 18.

Les observations dans la station 3 illustrent un cas particulier : *gambiae* et *funestus* présentent une égale importance dans la transmission des hématozoaires, ce qui correspond, sauf pendant une courte période de la saison sèche, à un équilibre entre les populations des deux anophèles. Ce type d'équilibre, anormal dans les zones sahélienne et soudanienne, est assez répandu en Afrique orientale, au Tanganyika, par exemple.³²³

L'étude des variations de l'infestation salivaire de *gambiae* et *funestus* permet de conclure que, si *gambiae* est le vecteur majeur du paludisme en AOF, son rôle, dans les régions où l'inversion saisonnière des populations des deux anophèles est la règle, est à peine plus important que celui

de *funestus*. Ce rôle diminuera notablement dans les zones où *funestus* domine, mais, dans les localités où *gambiae* prédomine toute l'année, il sera, malgré tout, peu supérieur à celui de *funestus* ; celui-ci, bien qu'en nombre moins important, présentera souvent un indice sporozoïtique plus élevé.

Etant donné que les variations saisonnières des indices sporozoïtiques suivent celles des populations, on peut considérer qu'elles sont soumises à l'action des mêmes facteurs, c'est-à-dire au rythme des précipitations et, plus encore, au taux d'humidité relative. Vincke & Parent³⁷⁵ ont montré qu'à Stanleyville elles étaient indépendantes de la température.

Ces variations nous inclinent à penser, contrairement à l'opinion de Schwetz,³¹⁵ que *funestus*, en dehors des régions où il est le seul vecteur, est responsable de l'état d'endémie paludéenne moyenne qui règne en AOF. *Gambiae*, sous les mêmes réserves, interviendrait pour déclencher les poussées épidémiques ou entretenir, en des zones limitées, un état d'endémie très élevée ou d'hyperendémie.

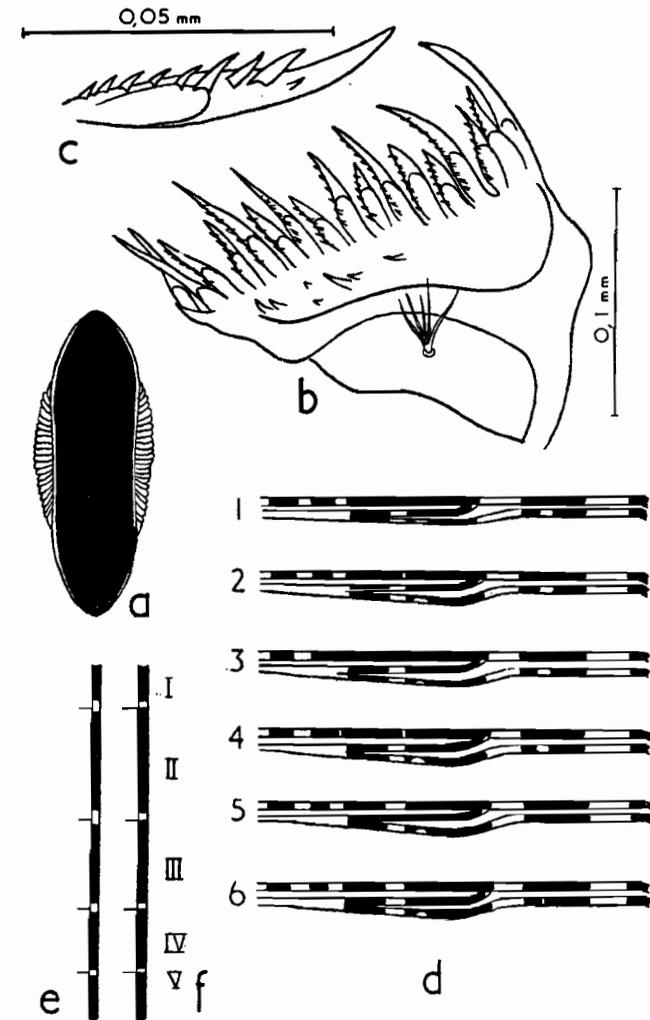
CHAPITRE 7

RACES ET VARIÉTÉS DE *A. GAMBIAE*
ANTHROPHILIE ET ZOOPHILIEEtude de *A. gambiae* var. *melas*Caractères morphologiques — Différences entre *gambiae* et *melas*

Anopheles gambiae est représenté, dans les régions côtières de l'Afrique, par une variété : *A. gambiae melas*. Il est probable que le premier exemplaire décrit par Theobald,³⁵³ en 1903, comme un *gambiae* à tégument sombre, à palpes présentant une bande noire supplémentaire, avec annelure réduite sur les tarsi antérieurs et réduction des taches pâles sur les ailes, appartenait à la variété *melas*. A la même époque, Dutton¹⁰⁰ mentionnait la découverte de larves de *gambiae* dans des gîtes contenant de l'eau de mer. Quoique ces deux observations n'aient pas été reliées entre elles, la plupart des auteurs ont admis, avec Barber & Olinger¹⁶ et avec Evans,¹⁰⁸ que le mélanisme était associé au développement en eau saumâtre, en faisant observer que la forme continentale de *gambiae* ne pouvait survivre dans les gîtes qui avaient donné naissance à *melas*. Cette impossibilité avait été déjà signalée par Le Moal,²¹² qui, ayant trouvé des larves dans des marais dont le degré de salinité était de 24 g de ClNa par litre, à Dakar, avait observé que des larves venant de l'eau douce périssaient lorsqu'elles étaient transportées dans l'eau de ces marais.

En 1944, Ribbands²⁷³ constatait que les larves de *gambiae* et de *melas* montraient une différence nette dans la conformation du peigne du VIII^e segment ; chez les premières, il se composait de groupes de dents inégales dont seules les courtes étaient spiculées, tandis que, chez les secondes, il présentait des dents à peu près égales, toutes spiculées à l'exception parfois des deux dents situées aux extrémités. En même temps, l'auteur²⁷⁴ montrait que, si *gambiae* ne pouvait se développer dans un gîte contenant plus de 11,9 g de ClNa par litre, *melas* complétait son cycle dans un gîte qui en contenait 47,6 g, et qu'il n'y avait aucune corrélation entre le nombre de *melas* montrant la bande noire additionnelle sur les palpes et la salinité de l'eau dans laquelle les anophèles avaient été élevés (70 % des *melas* étaient indiscernables des *gambiae* type 5).

Muirhead-Thomson²⁴⁶ a mis en évidence une différence essentielle entre les œufs de *gambiae* type et ceux de *melas*, ces derniers se signalant par la réduction extrême de l'espace compris entre les flotteurs et la bordure striée (fig. 20, a). L'auteur notait que les œufs déposés par les femelles à

FIG. 20. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DE *A. GAMBIAE* VAR. *MELAS*

- a = Œuf
 b = Peigne du segment VIII, présentant des denticules supplémentaires sur le corps
 c = Dent du peigne, isolée
 d = Variations de l'ornementation alaire
 1 Exemplaire M'Bour 32
 2 Exemplaire M'Bour 59
 3 Exemplaire Dakar 13
 4 Exemplaire Bignona 72
 5 Exemplaire Bignona 114
 6 Exemplaire Conakry 21
 e = Tarse antérieur de *A. gambiae*
 f = Tarse antérieur rencontré chez certains *A. gambiae melas*

palpes quadrimaculés appartenait au type *melas* et concluait que les femelles de *gambiae* qui montraient ce type de palpes étaient, en fait, des *A. gambiae melas*. Sur la foi de ces observations, il proposait d'élever la variété *melas* au rang d'espèce et confirmait son opinion par la constatation de la stérilité des hybrides mâles issus du croisement *gambiae-melas*.²⁴⁹ Mais les croisements réalisés dans la Nigeria montrent que les mâles des générations F_1 ne sont pas stériles, les accouplements entre mâle F_1 et femelle F_1 étant féconds, bien que les œufs déposés n'éclosent pas.²⁵⁶

Le critère des palpes quadrimaculés semble désormais invalidé et n'avoir qu'une importance systématique minime. Nous avons vu précédemment que des *gambiae* purement continentaux pouvaient présenter, en AOF, un pourcentage assez élevé de femelles à palpes à 4 bandes, et Bruce-Chwatt⁵² a signalé le fait pour la Nigeria, en notant par ailleurs que, dans la zone lagunaire de Lagos, la bande noire additionnelle manquait chez 95 % des *melas* identifiés par la conformation des œufs. De même, sur l'ensemble des *melas* que nous avons pu examiner, nous avons constaté que 25 % d'entre eux, en moyenne, montraient les palpes typiques de *gambiae*.

Il semble donc que le caractère différentiel tiré de la morphologie de l'œuf soit le seul qui permette de distinguer les femelles de *gambiae* de celles de *melas*. Mais Bruce-Chwatt,⁴⁹ à Lagos, a trouvé qu'une petite proportion de femelles déposaient des œufs qui étaient d'un type intermédiaire et qui ne pouvaient être attribués ni à l'une ni à l'autre des deux formes. Ces œufs existent dans environ 3 % des pontes et montrent des différences de taille constantes.²⁵⁶

En ce qui concerne les larves, le caractère du peigne du VIII^e segment paraît constant. Les seules variations que nous avons pu noter regardent la denticulation des dents des extrémités, qui sont spiculées ou non, et la présence de denticules supplémentaires sur le corps du peigne (fig. 20, b, c).

Des tentatives pour trouver des caractères morphologiques stables permettant de différencier les adultes n'ont pas été couronnées de succès. Bruce-Chwatt⁴⁸ a montré que l'armature pharyngienne des femelles de la forme type et de la variété était en tout point identique. Les quelques mâles que nous avons pu disséquer présentaient l'hypopygium de *gambiae* type. Nous avons, par contre, observé l'association de certains caractères morphologiques chez des femelles récoltées en Basse Côte d'Ivoire et en Guinée et chez des exemplaires (déterminés par l'examen des œufs après dissection) que nous avons reçus du Sénégal et de la Casamance.

Ces caractères sont les suivants :

1) *Ailes* : extension des aires sombres et réduction correspondante des taches pâles sur la costa, la nervure sous-costale et la première longitudinale (fig. 20, d).

2) *Palpes* : quadrimaculés.

3) *Pattes* : annelure des tarsi antérieurs réduite à la partie apicale des articles (fig. 20, e et f).

L'association des caractères observés dans diverses localités et régions ressort des chiffres suivants, qui indiquent le pourcentage de *gambiae* présentant les caractères mentionnés :

	<i>Ailes</i>	<i>Palpes</i>	<i>Pattes</i>
Bignona (Casamance)	91,8	70,0	83,0
Dakar (Sénégal)		90,0	17,0
M'Bour (Sénégal)		72,5	74,5
Côte d'Ivoire		71,7	28,0
Guinée	14,0	60,0	80,0

Ce sont ainsi les *melas* de Casamance et de Guinée qui sont le plus aisément identifiables. Les exemplaires du Sénégal et de la Côte d'Ivoire n'ont pas présenté de variations notables dans l'ornementation alaire.

On doit cependant se demander si les *melas* montrant à la fois les caractères 1, 2 et 3 ne représentent pas simplement une variété géographique, car l'extension des aires sombres sur la costa a été rencontrée chez quelques femelles dont l'examen des œufs révélait qu'elles appartenaient à l'espèce-type. En revanche, aucun des *gambiae* que nous avons examinés dans les secteurs côtiers n'a montré l'annelure réduite des tarsi antérieurs, caractère qui paraît dévolu à *melas*.

Gîtes larvaires

La préférence de *A. gambiae melas* pour les eaux saumâtres confine l'espèce dans les zones lagunaires et les marécages soumis à l'action des marées, le long de la côte. Signalé dans la Nigeria,^{16, 49} au Sierra-Leone,^{246, 273, 274, 361} et en Gambie,⁵⁶ où son rôle dans la transmission du paludisme est aussi important que celui de *gambiae*, il n'avait pas été, jusqu'ici, découvert dans les territoires français de la côte occidentale d'Afrique. Nous avons pu le mettre en évidence à Dakar, où sa présence était suspectée, à M'Bour (Sénégal) et dans les régions côtières de la Casamance. Par ailleurs, nous avons pu découvrir des gîtes larvaires à Conakry (Guinée) et le long du cordon lagunaire littoral en direction de la Guinée Portugaise, ainsi qu'à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire) : ces gîtes larvaires, le plus souvent caractéristiques en Guinée, sont constitués par les marécages à palétuvier *Avicennia nitida* et à graminée *Paspalum vaginatum*, situés derrière la barrière du palétuvier *Rhizophora racemosa* et touchés par les marées.

Les larves se trouvaient en plus grand nombre dans les marécages à *Paspalum* seul que dans ceux où cette graminée était associée à *Avicennia*.

En Côte d'Ivoire, la zone dans laquelle nous avons trouvé *melas* était constituée par un vaste marécage à *Paspalum* où l'effet des marées était considérablement réduit. Le rôle de *melas* dans la transmission du paludisme semble négligeable dans cette région, car l'espèce est rare, en raison probablement du peu d'étendue des gîtes favorables. Par contre, à Conakry et le long du cordon littoral guinéen, il n'en est pas de même : *melas* peut y être trouvé en grand nombre et être considéré comme responsable d'un état élevé d'endémie paludéenne.

La teneur en CINA des gîtes où *melas* a été découvert s'est montrée très variable : 8,4-27 g par litre, à Conakry ; 0,3-17,2 g le long du cordon littoral guinéen ; 24-53,2 g à Dakar ; 0,1-4,89 g à Grand-Bassam.

Points particuliers de la biologie des adultes

Nous avons capturé ou identifié un plus grand nombre de femelles de *melas* dans les refuges extérieurs que dans les habitations. C'est ainsi qu'en Casamance, par exemple, sur un lot de 48 femelles identifiées par leurs œufs, la répartition des points de capture (novembre 1949) s'établissait ainsi :

Cases d'habitations	17
Cases abandonnées	9
Canaris vides	6
Tronc creux d'un arbre abattu	6
Anfractuosités d'un fromager	5
Végétation entourant un gîte	5

A Dubréka (Guinée Française), un nombre infime de femelles était capturées dans les habitations (7 en 4 heures dans 32 cases), alors que, dans les anfractuosités des arbres, sous des pirogues renversées sur les rives de la Soumba et au milieu de la végétation proche des gîtes, 13 femelles étaient récoltées en 2 heures.

Ces captures traduisent, chez *A. gambiae melas*, une exophilie marquée qui peut expliquer les difficultés rencontrées en recherchant les adultes dans les habitations des villes (Conakry, Dubréka, Grand-Bassam). Cette exophilie s'accompagne d'un indice maxillaire élevé, voisin de 15, soit 15,1 pour la Casamance, et 14,8 pour la Guinée, avec nombre de dents variant de 12 à 19 par maxille isolée et de 12,5 à 18 par paire de maxilles, la répartition s'établissant comme suit :

12,5	2,1 %	15,5	15,4 %
13	1,0 %	16	17,2 %
13,5	6,4 %	16,5	9,6 %
14	10,7 %	17	4,3 %
14,5	9,6 %	17,5	2,1 %
15	20,6 %	18	1,0 %

Ces caractères de l'exophilie et de la multidentification des maxilles laissent supposer une tendance à la zoophilie que les observations que nous avons faites sur la Soumba (7-8 octobre 1949) paraissent confirmer.

A bord d'une embarcation, mouillée à 30 mètres d'une île marécageuse inhabitée, à 900 mètres de l'île de Dofili et du village de Coperaing et à 1.500 mètres de Dubréka, nous capturions, à la lampe, entre 22 h. 30 et 1 heure, après une attente de quelques minutes, 43 femelles très agressives. Récoltées avant qu'elles ne piquent, elles étaient examinées au retour à Dubréka : 19 d'entre elles contenaient déjà du sang dans leur estomac. A l'examen au microscope, un des échantillons de sang montrait des hématies nucléées (oiseau ?) ; les 18 autres contenus stomacaux, conservés sur papier filtre, étaient analysés ultérieurement, à Bobo-Dioulasso, par la méthode des précipitines. Aucune réaction positive n'était enregistrée avec les antisérums dont nous disposions alors — humain, bovin et porcin —, ce qui démontrait ainsi l'alimentation possible de *melas*, dans les îlots inhabités du cordon littoral, sur un animal à déterminer.

Populations anthropophiles et zoophiles de *A. gambiae*

A. gambiae dans les régions inhabitées

Des observations chaque jour plus nombreuses tendent à montrer que le comportement de *A. gambiae* est sujet à de grandes variations qui, souvent, ne peuvent pas être attribuées aux différences climatiques. Considéré habituellement comme un anophèle typiquement endophile (fréquentant les habitations) et anthropophile, *gambiae* manifeste cependant, dans de nombreuses régions, des tendances tout à fait opposées qui permettent de suspecter l'existence de races biologiques au sein de l'espèce. Il est manifeste que *A. gambiae* se trouve dans des zones totalement inhabitées, où les seules possibilités d'alimentation résident dans la présence d'une faune sauvage. Dutton & Todd¹⁰¹ avaient découvert l'espèce en pleine forêt congolaise, loin de toute habitation. Hopkins¹⁷¹ signale que de très nombreux *gambiae* ont pu être capturés dans la vallée inhabitée de Lambwe, dans le sud-ouest du Kenya ; il rapporte l'observation de Chorley qui trouva en pleine brousse, à proximité des gîtes larvaires, des femelles dont la plupart étaient gorgées et pénétraient sous les tentes à 6 h. 30 ou 7 heures. Roubaud (dans Marneffe et al.²³⁰) mentionne avoir été piqué par *gambiae* dans les régions inhabitées de la haute Gambie peuplées seulement de gros gibier. Plus récemment, Haddow¹⁴⁵ a montré que la relation entre les captures de *gambiae* en forêt inhabitée, dans le Comté de Bwamba (Ouganda), et les captures effectuées dans les plantations était de 48 pour 1. Il a pu récolter, avec ses collaborateurs,¹⁴⁷ dans la forêt de

la Semliki, plus de 30.000 exemplaires de l'espèce, qui représentaient 93 % du total des espèces récoltées. Enfin, Bagster Wilson (communication personnelle, 1950) nous a signalé qu'il avait constaté, dans le district de la frontière septentrionale du Kenya, qu'un grand nombre de *gambiae* attaquaient l'homme en des endroits totalement dépourvus d'habitations.

Nous avons là de nombreux exemples de la présence et de l'activité de *gambiae* indépendantes de l'homme, exemples qui laissent supposer que l'espèce peut se maintenir sur la faune locale et permettent de penser que l'on a affaire, dans ces observations, à une race zoophile.

Caractères distinctifs des populations de *gambiae*

Nous avons précédemment exposé¹⁶⁴ les observations qui nous avaient amené, d'après l'examen des populations de *A. gambiae* en provenance de Bamako (Soudan), de Bobo-Dioulasso et de ses environs, à décrire deux races de *gambiae*. Nous nous étions basé sur les différences qu'il était possible d'établir dans un certain nombre de caractères morphologiques (taille, coloration des téguments, armement maxillaire) et biologiques (choix des gîtes larvaires et comportement des adultes).

Des recherches plus complètes nous ont fait abandonner le caractère différentiel de la taille et de la coloration, qui est sujet à des modifications géographiques que l'on ne pouvait attribuer à une différence raciale quelconque, et qui s'est montré trop inconstant pour être valable.

En revanche, ces recherches nous ont permis d'approfondir l'étude de l'armement maxillaire et d'ajouter à nos moyens d'investigation la pratique de la réaction des précipitines. Nous exposerons donc les résultats de l'étude des populations de *gambiae* en fonction de l'armement maxillaire, des préférences trophiques, du choix des gîtes larvaires et du comportement (exophilie-endophilie).

Indice maxillaire

Les études entreprises sur l'indice maxillaire, à la suite des recherches de Roubaud, ont amené celui-ci et ses collaborateurs à préciser le rôle vecteur des anophèles d'Extrême-Orient. Une relation étroite a été démontrée par Roubaud, Toumanoff & Gaschen²⁹⁸ entre l'indice maxillaire et le pouvoir infectant chez *A. hyrcanus sinensis*, *A. vagus*, *A. minimus*, *A. aconitus*, *A. jeyporiensis* et *A. maculatus*; d'autre part, l'indice maxillaire a été utilisé pour la différenciation des deux variétés *sundaica* et *litoralis* de *A. ludlowi*.³⁰⁰

Les espèces montrant un indice maxillaire moyen voisin de 11 (espèces paucidentées) constituaient les seules espèces vectrices du paludisme au Tonkin, alors que les espèces à indice maxillaire élevé (de 14,2 à 15,6),

ou espèces multidentées, ne jouaient qu'un rôle effacé dans la transmission de l'infection malarienne.

Selon les travaux de Roubaud: « Les faunes à zoophilisme indifférencié sont des faunes dont l'index maxillaire est peu élevé, généralement inférieur à 14. Ce sont les faunes les plus dangereuses pour l'homme, au point de vue malariologique ».²⁹⁰ (Page 556)

En Afrique noire, Sautet & Marneffe, après examen de *A. gambiae* du Soudan Français, ont constaté « que l'indice [maxillaire] moyen oscille entre 15 et 17 dents, les chiffres extrêmes étant de 14 et 19 »³¹³ (page 355). Aucune précision sur les conditions de la capture des anophèles n'accompagne cette assertion, qui ne peut ainsi être interprétée. Le seul autre chiffre donné, relatif à des captures dans des habitations humaines, est cité par da Cruz Ferreira,¹¹³ qui attribue à l'espèce un indice maxillaire moyen de 13, mais signale les difficultés rencontrées dans sa détermination.

Les deux observations dont on dispose sont donc contradictoires, la première traduisant, sous toutes réserves, une tendance à la zoophilie, la seconde démontrant une anthropophilie marquée.

TABLEAU XXIV. DISTRIBUTION DE L'INDICE MAXILLAIRE DES GAMBIAE FEMELLES

Indice maxillaire *	<i>Gambiae</i> paucidentés (%)	<i>Gambiae</i> multidentés (%)
10,5	1,7	—
11	1,5	—
11,5	4,7	—
12	3,1	1,4
12,5	4,7	2,8
13	22,2	1,8
13,5	27,0	5,6
14	8,0	8,4
14,5	20,6	15,1
15	4,7	13,4
15,5	1,8	21,7
16	—	11,5
16,5	—	14,7
17	—	—
17,5	—	2,2
18	—	—
18,5	—	1,4

* Nombre de dents par paire de maxilles.

Nos propres recherches nous ont amené à distinguer deux populations de *gambiae* à armement maxillaire distinct (voir tableau XXIV):

1) une population multidentée, à indice maxillaire moyen de 15, le nombre de dents par maxille variant de 12 à 19 et, par paire de maxilles, de 12 à 18,5;

2) une population paucidentée, à indice maxillaire moyen de 13,5, le nombre de dents par maxille variant de 10 à 16 et, par paire de maxilles, de 10,5 à 15,5.

Les *gambiae* multidentés provenaient de captures faites en brousse, à l'écart de toute habitation, soit dans les buissons, trous d'arbres, anfractuosités du sol et sur les berges des rivières, soit sur les moustiquaires que nous installions dans nos tournées de prospection, soit enfin — et nous reviendrons, plus loin, sur l'explication de leur présence — dans des habitations à Bamako et dans les environs de Bobo-Dioulasso, en octobre d'une part, en septembre-octobre d'autre part.

Les *gambiae* paucidentés ont été capturés, dans les principales agglomérations de la Haute-Volta et du Soudan, dans les habitations humaines, les abris animaux et les refuges divers (cases détruites, puits, végétation, trous d'arbres, etc.).

Le tableau XXV donne un résumé des caractéristiques maxillaires de quelques-unes de ces populations, caractéristiques sur lesquelles nous reviendrons en étudiant les préférences trophiques (page 134).

En outre, d'après les captures effectuées au cours de nos prospections ou les envois faits par les médecins-chefs de secteurs du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie, nous avons établi les indices maxillaires de *A. gambiae* pour un certain nombre de localités :

	%		%
Abengourou (Côte d'Ivoire)	12,7	Gaoua (Haute-Volta)	13,8
Bignona (Casamance)	13,5	Kolda (Casamance)	12,8
Bouaké (Côte d'Ivoire)	13,0	Mamou (Guinée)	12,9
Daloa (Côte d'Ivoire)	12,5	Man (Côte d'Ivoire)	13,2
Danané (Côte d'Ivoire)	13,0	N'Zérékoré (Guinée)	13,8
Dédougou (Haute-Volta)	13,4		

Un indice maxillaire élevé ne signifie pas nécessairement une zoophilie franche. Roubaud & Toumanoff ont montré que, chez *A. maculatus*, *A. kochi*, *A. maculipalpis* et *A. philippinensis*, « l'élévation de l'indice maxillaire ... ne traduit pas ... purement et exclusivement les aptitudes zoophiles »²⁹⁷ (pages 837-838).

C'est pourquoi il importait de compléter l'étude de l'armement maxillaire par celle des préférences trophiques déterminées par la méthode des précipitines.

Préférences trophiques

C'est à Davis & Philip⁷⁴ que l'on doit les premières données sur l'alimentation de *gambiae*. Ces auteurs avaient trouvé, en 1931, que 81,9 %

TABLEAU XXV. ARMEMENT MAXILLAIRE DANS DIVERSES POPULATIONS DE GAMBIAE

Popu- lation N°	Date de capture	Lieu de capture		Indice maxil- laire moyen	Nombre de dents	
		Localité	Type		Mini- mum	Maxi- mum
1	Octobre 1948	Bamako	Habitations	15,0	13	18
2	Septembre- octobre 1948	Environs de Bobo- Dioulasso	Habitations	15,5	12	19
3	Décembre 1948	Grand-Bassam	Gîte Bs. 13	15,9	14	19
4	Août 1949	Subdivision de Houndé	En brousse, sur moustiquaire	15,2	13	19
5	Septembre 1949	Subdivision de Bobo-Dioulasso	En brousse	15,0	13	18
6	Septembre 1949	Subdivision de Bobo-Dioulasso	En brousse	14,8	12	17
7	Octobre 1949	Subdivision de Bobo-Dioulasso	En brousse, sur moustiquaire et dans camionnette	15,3	12	18
8	Octobre 1949	Subdivision de Houndé	En brousse	15,1	14	19
9	Mai 1950	Subdivision de Bobo-Dioulasso	En brousse, près de la Volta Noire	14,7	13	18
10	Août 1948- mai 1950	Bobo-Dioulasso	Habitations	13,2	10	16
11	Janvier 1949- juin 1950	Sakaby	Habitations	12,1	10	15
12	Mars 1949- février 1950	Bobo-Dioulasso	Porcheries	13,5	11	16
13	Mai et juillet 1949	Sikasso	Habitations	12,4	10	15
14	Septembre 1949- juin 1950	Cercle de Bobo- Dioulasso	Parcs à bétail	13,8	10	16
15	Février et décembre 1949	Ouagadougou	Habitations	12,0	10	15
16	Février 1949- juin 1950	Haute-Volta	Puits	13,0	10	16
17	Juin 1949- juin 1950	Cercle de Bobo- Dioulasso	Refuges divers	12,8	10	15
18	Mai 1950	Ségou	Habitations et pirogues	13,2	11	16
19	Mai-juin 1950	Subdivisions de Banfora et de Houndé	Parcs à bétail	12,5	10	14

des femelles (154 sur 188) capturées à Lagos contenaient du sang humain, mais ils mentionnaient qu'il n'y avait pas de bétail à proximité. Symes,³⁴⁹ l'année suivante, publiait les résultats de nombreuses expériences effectuées dans plusieurs régions du Kenya ; un résumé en figure ci-dessous :

Districts	Nombre de tests pratiqués	Réactions à l'antisérum humain négatives	Réactions positives
Eldoret	42	11	31
Isiolo	651	69	582
Kakamega	44	5	39
Kisumu	38	20	18
Kitale	65	19	46
Nairobi	104	34	70
South Kavirondo	24	4	20

Cet auteur établissait, d'autre part, que l'espèce est essentiellement anthropophile, ainsi que le montrent les chiffres ci-après :

	Districts	
	Taveta	Trans-Nzoia
Nombre de tests pratiqués	191	290
Tests négatifs	45	49
Tests positifs :		
Homme	125	192
Bœuf	10	7
Chèvre	1	2
Homme + bœuf	6	11
Homme + chèvre	1	23
Homme + bœuf + chèvre	3	6

D'autre part, Kauntze & Symes¹⁸⁵ publiaient les chiffres suivants, provenant de Taveta (Kenya), et montrant que, selon la réaction aux sérums précipitants, dans les habitations où voisinaient le bétail et les indigènes, plus de 70 % des *gambiae* étaient gorgés de sang humain, fait qui témoigne d'un indice d'anthropophilie élevé :

Antisérum	Nombre de tests pratiqués	Tests positifs	
		Nombre	%
Humain	202	142	70,3
Bovin	202	11	5,4
Caprin	56	7	12,5
Humain + bovin	202	7	2,0
Humain + caprin	56	1	1,8

Ces faits furent confirmés plus tard, dans les mêmes conditions, par Gibbins,¹³² en Ouganda, De Meillon,⁸⁶ au Mozambique, et Haddow,¹⁴³ au Kenya. En 1938, Corradetti⁸⁶ trouvait un indice d'anthropophilie de 57,4 % sur les hauts plateaux abyssins, à plus de 1.800 mètres d'altitude. Symes,³⁵⁰ à Nairobi, examinant 1.500 *gambiae* capturés dans les habitations, donnait les chiffres suivants de réaction aux sérums précipitants :

Humain	78 %
Humain + bovin	3 %
Bovin	1,5 %

Sautet & Marneffe,³¹³ trouvant au Soudan Français 55 % de réactions positives à l'antisérum humain, concluaient que, dans ce territoire tout au moins, *gambiae* était nettement anthropophile.

La pratique de la réaction des précipitines, effectuée soit, après la capture, sur le contenu stomacal frais, soit, ultérieurement, sur le sang séché conservé sur papier filtre, nous a permis d'enregistrer les résultats que

TABLEAU XXVI. RÉSULTATS DES RÉACTIONS DE PRÉCIPITATION EFFECTUÉES AVEC DIVERSES POPULATIONS DE GAMBIAE

	<i>Gambiae</i> paucidentés		<i>Gambiae</i> multidentés	
	capturés dans des cases d'habitation	capturés dans des abris à animaux et naturels	capturés en brousse	capturés dans des cases d'habitation
Nombre de tests pratiqués	1.328	314	597	325
Tests négatifs	115	21	177	17
Pourcentage	8,7	6,7	29,6	5,2
Tests positifs avec divers antisérums :				
homme	1.165	261	103	113
Pourcentage	87,7	83,1	17,3	34,8
bœuf	40	11	66	103
Pourcentage	3,0	3,5	11,1	31,7
homme + bœuf	8	—	12	92
Pourcentage	0,6	—	2,0	28,3
porc	—	17	—	—
Pourcentage	—	5,4	—	—
homme + porc	—	4	—	—
Pourcentage	—	1,3	—	—
antilope	—	—	239	—
Pourcentage	—	—	40,0	—
homme + antilope	—	—	—	—
Pourcentage	—	—	—	—

nous résumons dans le tableau XXVI et dans lesquels les populations de *gambiae* sont classées en 4 groupes :

- 1) *gambiae* paucidentés capturés dans des cases d'habitation ;
- 2) *gambiae* paucidentés capturés dans des abris à animaux et dans divers refuges ;
- 3) *gambiae* multidentés capturés en brousse ;
- 4) *gambiae* multidentés capturés dans des cases d'habitation.

Ces données nous permettent de nous rendre compte de l'énorme pourcentage de réactions positives au sérum antihumain que donnent les *gambiae* paucidentés capturés aussi bien dans les cases d'habitation que dans les abris naturels. La présence de *gambiae* dans les parcs à bétail et les porcheries ne signifie pas forcément que l'on se trouve en présence de moustiques zoophiles, puisque 83,1 % des exemplaires capturés dans ces abris animaux sont gorgés de sang humain.

Par ailleurs, un fait intéressant à noter est le pourcentage de réactions positives au sang humain ou au sang de bovidés chez des *gambiae* capturés en brousse ; il s'explique par les passages incessants de troupeaux qui, venus de la vallée moyenne du Niger, traversent la zone soudanaise des

savanes découvertes pour atteindre, accompagnés de leurs bergers, la Basse Côte d'Ivoire et la Guinée moyenne. Bernet²⁸ a signalé les vols de *gambiae* accompagnant, dans des régions désertes, les troupeaux migrants et a attiré l'attention sur le paludisme chez les Peuhls pasteurs.

La mise en évidence de la possibilité, pour *gambiae*, de s'alimenter sur la faune sauvage (antilopes, par exemple) et sur les troupeaux migrants confirme l'hypothèse qu'avait avancée Roubaud (dans Marneffe et al.²⁸) lorsqu'il disait : « Il y aurait lieu de se demander si le *gambiae* n'attaque pas aussi les animaux en condition d'exophilie, comme le fait le *vagus* en Indochine, et si même les peuplements du moustique ne sont pas entretenus par la faune sauvage, en dehors des collectivités humaines. »

Si nous reprenons les populations énumérées précédemment (voir tableau XXV), nous constaterons, à la lecture des tableaux XXVII et XXVIII, que les résultats donnés par l'épreuve des précipitines sur les anophèles qui composent ces populations ne montrent que des différences pratiquement négligeables et peuvent être considérés comme remarquablement constants.

La présence de *gambiae* multidentés à Bamako (population 1) et dans les environs de Bobo-Dioulasso (population 2) peut s'expliquer par la proximité des grands gîtes naturels organiques (dont nous verrons le rôle dans le développement des populations à indice maxillaire élevé), les habitations servant alors de refuges à des anophèles dont près de 32 % contiennent uniquement du sang de bovidés, mais qui peuvent à l'occasion piquer l'homme. D'autre part, nous ne devons pas oublier que ces populations ont été trouvées dans des localités qui sont des lieux de stationnement pour les troupeaux migrants ; on peut donc supposer que le haut pourcentage de réactions positives à l'antisérum bovin est dû à la présence des animaux, mais que les populations anophéliennes, par ailleurs, ont pu suivre ces

TABLEAU XXVII. PRÉFÉRENCES TROPHIQUES EN FONCTION DE L'ARMEMENT MAXILLAIRE CHEZ LES GAMBIAE MULTIDENTÉS (ZOOPHILIE)

Popu- lation N°	Indice maxil- laire moyen	Pourcentage des femelles ayant donné des					tests négatifs
		tests positifs de précipitation avec les antisérums					
		homme	bœuf	homme + bœuf	antilope	homme + antilope	
1	15,0	32,0	28,0	23,0	—	—	17,0
2	15,5	39,3	33,6	18,7	—	—	8,4
4	15,2	—	18,4	—	31,7	—	49,9
5	15,0	12,0	13,9	2,7	48,0	—	23,4
6	14,8	20,0	9,4	6,1	27,4	—	37,1
7	15,3	8,8	12,1	0,9	44,1	—	34,1
8	15,1	10,4	24,0	1,9	29,8	—	33,9
9	14,7	16,8	10,1	1,1	43,0	—	39,0

TABLEAU XXVIII. PRÉFÉRENCES TROPHIQUES EN FONCTION DE L'ARMEMENT MAXILLAIRE CHEZ LES GAMBIAE PAUCIDENTÉS (ANTHROPOPHILIE)

Popu- lation N°	Indice maxillaire moyen	Pourcentage des femelles ayant donné des					tests négatifs
		tests positifs de précipitation avec les antisérums					
		homme	bœuf	homme + bœuf	porc	homme + porc	
10	13,2	91,2	1,4	0,1	—	—	7,3
11	12,1	86,5	4,0	2,5	—	—	7,0
12	13,5	70,8	—	—	17,9	5,2	6,1
13	12,4	75,8	2,8	1,4	—	—	20,0
14	13,8	84,6	12,0	—	—	—	3,4
15	12,0	83,4	1,7	0,8	—	—	14,1
16	13,0	80,6	2,7	—	4,0	—	12,7
17	12,8	72,0	4,8	—	5,2	0,8	17,2
18	13,2	80,8	—	—	—	—	19,2
19	12,5	70,2	19,4	—	—	1,4	9,0

troupeaux dans leur migration et, dans les localités où ils stationnaient, s'orienter vers l'anthropophilie.

Nous pouvons déjà conclure de l'analyse des populations de *gambiae* — sur la base de l'armement maxillaire et des préférences trophiques — que celles-ci peuvent se décomposer en deux types, caractérisés, l'un par une anthropophilie élective s'accompagnant d'une dentition faible, l'autre par un zoophilisme net et une forte dentition.

D'autres caractères permettent encore de mieux différencier les deux types de populations.

Choix des gîtes larvaires

Nous avons noté, dans une énumération précédente (voir tableau XXV), une population de *gambiae* (population 3) qui présentait un indice maxillaire très élevé, égal à 15,9. Ces exemplaires provenaient de l'élevage de larves et de nymphes récoltées, à Grand-Bassam, dans une vieille pirogue abandonnée dans un marécage et contenant de l'eau stagnante recouverte d'une épaisse couche de mousses. Nous avons alors recherché ultérieurement si une relation existait entre les populations paucidentées et multidentées, d'une part, et la qualité des gîtes, d'autre part. Nous avons procédé à l'établissement de l'indice maxillaire de femelles obtenues à partir d'exemplaires des premiers stades élevés dans l'eau des gîtes où ils avaient été récoltés, cette eau étant analysée ; nous avons pu observer une certaine corrélation entre la dentition des *gambiae* et la teneur de l'eau des gîtes en matières organiques dissoutes d'origine végétale (voir tableau XXIX). Les gîtes dont le taux de matières organiques (en milligrammes d'oxygène par litre) était compris entre 1,20 et 2,41 ont donné naissance à des populations dont l'indice maxillaire moyen était égal à 15,0, alors que ceux

TABLEAU XXIX. RELATION ENTRE L'INDICE MAXILLAIRE ET LA TENEUR DU GÎTE EN MATIÈRES ORGANIQUES

Gîte	Teneur du gîte en matières organiques, en milligrammes d'oxygène par litre	Indice maxillaire moyen
Bfn. II	2,41	15,8
Drs. I	2,37	15,9
Kou. IV	2,28	15,3
Fak. II	2,09	14,7
K. XII	2,00	15,4
K. XIV	1,92	13,2
Bb. XIV	1,83	15,2
Sso. III	1,74	15,2
Bb. V	1,61	15,0
Bfn. XI	1,56	14,8
Sak. XVII	1,51	15,2
Drs. IX	1,48	15,0
Fak. VI	1,39	14,8
Nas. III	1,25	15,5
Bfn. IV	1,20	15,2
Bb. XXV	1,18	13,5
Sso. XII	1,10	12,5
Dd. I	1,04	12,8
Kop. II	0,98	13,8
Drs. III	0,87	13,0
Bb. XIII	0,74	13,5
Dd. II	0,68	13,0
Bb. XXIV	0,63	14,9
Kop. VI	0,45	13,5
Sak. XXXI	0,31	13,2
Kou. II	0,20	13,7
Kop. III	0,12	12,0
Nas. VIII	0,02	13,0

dont le taux était compris entre 0,02 et 1,18 nous ont fourni des *gambiae* à indice maxillaire moyen de 13,2. Les indices extrêmes : 12,0 et 15,9 ont été obtenus à partir d'eaux titrant respectivement 0,12 et 2,37 mg. Le tableau XXX montre la distribution des indices maxillaires individuels dans certaines populations des deux types de gîtes.

Nous pouvons donc dire que les populations paucidentées, à orientation anthropophile, se développeront de préférence dans les eaux faiblement chargées en matières organiques d'origine végétale, alors que l'on trouvera plutôt les populations multidentées, axées vers la zoophilie, dans les eaux plus fortement chargées en matières organiques. Cela correspond, en général, à la distribution des gîtes dans la nature, les grands gîtes naturels, riches en matières organiques (marais, marécages), se trouvant le plus souvent loin des agglomérations, alors que les gîtes pauvres en matières organiques pullulent, durant l'hivernage particulièrement, dans les agglomérations et leur voisinage immédiat, du fait des précipitations et de l'activité de l'homme.

Il convient de noter, cependant, la présence de *gambiae* paucidentées dans des eaux à forte teneur en matières organiques (population

K. XIV) et vice versa (population Bb. XXIV). Il est probable que, dans la nature, les populations de *gambiae* n'ont pas toujours le choix de leurs gîtes et que l'on pourra ainsi rencontrer des populations zoophiles entretenues sur des gîtes inorganiques et inversement. Mais, dans l'ensemble, une corrélation nette entre la dentition et la teneur de l'eau des gîtes en matières organiques se dégage des élevages que nous avons pratiqués.

Exophilie et endophilie

Sautet,³¹¹ étudiant l'orientation donnée actuellement à la lutte contre les anophèles adultes, a insisté sur un des problèmes les plus importants qui se posent au paludologue : l'étude de l'exophilie des espèces, c'est-à-dire la faculté qu'elles montrent de passer une partie de leur vie dans des refuges situés en dehors des habitations humaines. Il a constaté que, bien

TABLEAU XXX. DISTRIBUTION DE L'INDICE MAXILLAIRE DANS CERTAINES POPULATIONS DES DEUX TYPES DE GÎTES

Gîte	Teneur du gîte en matières organiques, en milligrammes d'oxygène par litre	Indice maxillaire moyen	Indice maxillaire individuel	Distribution des individus (%)
Kop. III	0,12	12,0	10,5	15,4
			11	11,5
			11,5	23,1
			12	11,5
			12,5	7,7
			13	15,4
			13,5	7,7
Bb. XXIV	0,63	14,9	14	7,7
			12,5	5,4
			13	0
			13,5	16,2
			14	5,4
			14,5	16,2
			15	10,8
K. XIV	1,92	13,2	15,5	21,6
			16	16,2
			16,5	2,7
			17	5,4
			11,5	8,0
			12	4,0
			12,5	20,0
Drs. I	2,37	15,9	13	20,0
			13,5	24,0
			14	8,0
			14,5	4,0
			15	12,0
			14	6,7
			14,5	3,3
Drs. I	2,37	15,9	15	13,3
			15,5	13,3
			16	30,0
			16,5	23,3
			17	6,7
			17,5	3,3

souvent, des anophèles qui se trouvaient être de redoutables vecteurs du paludisme montraient une tendance très nette à se réfugier dans des trous d'arbres, des cavités dans le sol, etc. Cet auteur signalait le même fait pour *A. maculipennis* et *A. sacharovi*,³⁰⁹ et, avec des collaborateurs, pour *A. sergenti* et *A. superpictus* au Liban,³¹² et pour *A. gambiae* au Soudan Français³¹² et en Mauritanie.³¹⁴

La mise en évidence de l'exophilie pour un anophèle donné contraint à envisager des méthodes de lutte imagicide qui affecteront aussi bien les habitations que les refuges. Swellengrebel & Stack³⁴⁶ ont montré les difficultés qui attendent ainsi le paludologue se trouvant en présence d'un anophèle qui, comme *A. punctulatus* en Nouvelle-Guinée, transmet le paludisme en dehors des habitations. Hinman & Cutkomp,¹⁵⁹ ne traitant que les habitations et les refuges habituels de *A. quadrimaculatus*, ont enregistré un échec et constaté la présence de l'espèce, après des pulvérisations de DDT, dans des étables et des pièges de contrôle. En revanche, en Georgie, Fletcher & Krause¹¹⁵ ont réussi à faire disparaître cette espèce, en même temps que *A. crucians* et *A. punctipennis*, en ne traitant que les lieux susceptibles d'être utilisés comme refuges.

On voit donc à quel point est indispensable la connaissance du degré d'exophilie d'une espèce avant d'entreprendre une campagne antipaludique à l'aide des imagocides.

La plupart des auteurs qui ont étudié la biologie de *gambiae* dans les différentes régions de son aire de répartition s'accordent pour décrire l'espèce comme un moustique domestique, trouvé le plus souvent dans les habitations. Cependant, des observations toujours plus nombreuses indiquent que ce n'est pas un fait établi. Déjà Le Moal²¹² trouvait l'anophèle en abondance, durant le jour, sous les voûtes des embarcations et des chalands sur la côte sénégalaise, et Blin³⁷ signalait sa présence dans les trous de crabes sur la côte dahoméenne. Newstead, Dutton & Todd²⁵⁴ constataient, au Congo Belge, la présence de *gambiae* dans des crevasses et des anfractuosités. De leurs études sur *gambiae* à l'Île Maurice, Balfour¹¹ et MacGregor²²⁴ concluaient que cette espèce n'est nullement un moustique domestique, étant donné sa rareté dans les habitations pendant la journée. Cette rareté a été relevée également au Transvaal,⁸⁸ en Ethiopie,⁴⁴ au Sierra-Leone.³²

A côté des observations faisant ressortir le petit nombre de *gambiae* trouvés, de jour, dans les habitations, d'autres, plus intéressantes, nous montrent la découverte des adultes dans des refuges très variés :

Leeson,¹⁹⁹ en Rhodésie du Sud, capturait 900 *gambiae* le long des rives herbeuses des cours d'eau, dans les trous d'arbres et dans les cavités naturelles du sol, contre 620 dans les cases d'habitation. En 1931,²⁰⁰ il mentionnait d'autres captures : 309 exemplaires dans les crevasses des berges

des ruisseaux et dans les parois des petites excavations formées sur le sol par l'action érosive de l'eau, contre 358 dans les habitations. Monier,²⁴⁴ à Madagascar, montrait, d'après les observations faites à Ivato et à Tananarive de 1935 à 1937, qu'un peu plus seulement de la moitié des *gambiae* (51,4-58,5 %) étaient capturés dans les maisons habitées, le principal autre refuge étant constitué par les parcs à bœufs (24,4-40,9 % des captures). Blacklock & Wilson³² trouvaient les adultes de l'espèce, à Freetown (Sierra-Leone), dans les haies, les buissons, les creux des arbres, et Symes,³⁵⁰ à Nairobi (Kenya), dans les buissons et la végétation herbacée haute. Martin²³² signalait que les adultes se rencontraient toute l'année dans les basses-cours et les écuries, à Addis-Abéba, alors qu'il était très rare d'en trouver plus de quelques exemplaires dans les habitations au printemps et à l'automne.

En Afrique-Occidentale Française, Sautet³¹⁰ a trouvé des adultes entre les rondins de bois rétrécissant l'ouverture des puits; Sautet & Marneffe,^{312, 313} dans les replis des fromagers, à Bamako (Soudan).

L'étude des refuges a conduit Sautet & Marneffe à préciser que ceux-là étaient fréquentés qui constituaient un abri contre la lumière, l'excès d'humidité ou de sécheresse, le vent. Da Cruz Ferreira¹¹³ concluait de son étude en Guinée Portugaise que les refuges de *gambiae* devaient réunir les conditions suivantes :

- 1) présence d'un hôte (humain ou animal) ;
- 2) microclimat favorable (peu de lumière, température et humidité modérées, abri du vent) ;
- 3) proximité des gîtes.

Il semble, cependant, d'après nos observations, que la présence de l'hôte et la proximité des gîtes ne sont pas des facteurs essentiels pour le choix du refuge pendant la saison des pluies, et qu'ils ne jouent aucun rôle pendant la saison sèche. Le microclimat serait le facteur déterminant, ce qui est confirmé par les observations de Soper & Wilson,³³⁷ qui expliquent l'absence de *gambiae*, au Brésil, des lieux de repos extérieurs par le fait que la région envahie, à végétation clairsemée, était soumise à une violente insolation, à des vents réguliers et à une forte chaleur, tous éléments excluant l'existence de refuges abrités.

La présence de *gambiae*, de jour, dans les refuges extérieurs ne s'accompagne pas d'une activité nutritive réduite. Kerr¹⁸⁸ dans la Nigeria, Bagster Wilson³⁸¹ au Tanganyika, Haddow¹⁴⁵ et Haddow et al.¹⁴⁷ en Ouganda, Sautet & Marneffe^{312, 313} au Soudan, Vincke (communication personnelle, 1950) au Congo Belge, ont signalé que l'espèce piquait l'homme facilement dans ces conditions. Nous avons pu, nous-même, vérifier le fait en Haute-Volta.

Les observations que nous avons pu faire au cours de notre séjour en AOF nous amènent à penser que le degré d'exophilie des populations anthropophiles est plus élevé qu'on ne le croit communément. Les captures que nous avons effectuées en saison sèche nous ont donné une proportion de 53,2 femelles de *gambiae* dans les habitations contre 46,8 dans les refuges (voir page 103). Mais ces chiffres peuvent être critiqués, car les facteurs du choix des refuges par les femelles estivantes peuvent être différents de ceux qui président au choix des lieux de repos par les femelles en saison de pullulation.

Nous avons utilisé, comme critère de l'exophilie, la présence de mâles dans les refuges, qui, ainsi que l'écrit Swellengrebel,³⁴² témoigne de la « valeur abritante » d'un local, c'est-à-dire de son aptitude à servir d'abri. La présence des mâles ne signifie pas forcément que l'on se trouve à proximité des gîtes larvaires, comme le pensait Lamborn;¹⁹³ Sautet & Marneffe^{312, 313} ont observé la prédominance des mâles dans les refuges au Soudan.

Si nous totalisons les captures effectuées pendant les saisons des pluies de 1948 et de 1949, dans les villes et les villages de la Haute-Volta, de la Côte d'Ivoire et du Soudan, à l'exclusion des stations de capture, nous obtenons les chiffres suivants :

<i>Gambiae</i> capturés dans les habitations	3.564 (56,3 %)
<i>Gambiae</i> capturés à l'extérieur	2.769 (43,7 %)

La répartition par sexe est la suivante :

	Mâles		Femelles	
	Nombre	%	Nombre	%
Captures dans les habitations	762	21,4	2.802	78,6
Captures à l'extérieur	1.547	55,9	1.222	44,1

Les refuges de beaucoup les plus fréquentés étaient les cases d'habitation abandonnées et souvent à demi-détruites, puis venaient les puits, les parcs à bétail et les abris divers pour animaux, les anfractuosités des arbres, la végétation basse entourant les habitations (tableau XXXI). Dans tous ces refuges, le nombre des mâles dépassait celui des femelles, mais de façon variable.

Les précipito-réactions mentionnées précédemment ont été pratiquées pour un certain nombre des captures que nous venons de citer, et nous avons pu montrer l'anthropophilie marquée de ces *gambiae* en même temps que le type paucidenté de leur armement maxillaire.

Si, par contre, nous examinons les *gambiae* multidentés capturés dans des habitations, qui se sont montrés fortement zoophiles, nous constatons que leurs populations se composaient d'un pourcentage de mâles

TABLEAU XXXI. CAPTURES DE GAMBLIAE EFFECTUÉES HORS DES HABITATIONS

Types de refuges	<i>Gambiae</i> capturés		Distribution par sexe	
	Nombre	Pourcentage	Mâles (%)	Femelles (%)
Cases abandonnées	1.822	65,8	52,5	47,5
Puits	594	21,5	62,0	38,0
Parcs à bétail	181	6,5	57,5	42,5
Abris à animaux	74	2,7	73,0	27,0
Arbres	67	2,4	64,2	35,8
Végétation basse	31	1,1	67,7	32,3
Total	2.769	100	55,9	44,1

très élevé : 71,2 % à Bamako et 63,8 % à proximité de Bobo-Dioulasso. En même temps l'indice de densité anophélienne par case, pour *gambiae*, augmentait considérablement. Alors qu'il était représenté, pour les populations paucidentées, par un chiffre moyen de 5,6 au moment de la pullulation, il atteignait, dans les deux exemples précités, 113,0 et 65,5 respectivement. Les cases d'habitation jouaient donc bien le rôle de refuges pour ces populations de *gambiae*, qui se sont ainsi révélées hautement endophiles, à l'encontre des populations anthropophiles qui manifestent une exophilie élevée.

Essais de croisement entre *gambiae* et *melas*

L'étude de ces différentes populations de *gambiae* nous a incité à rechercher si les croisements entre les deux formes permettaient de trouver des arguments en faveur d'une différenciation spécifique.

Nous avons, à plusieurs reprises, en 1949 et en 1950, croisé les descendance de *gambiae* élevés à partir de premiers-stades récoltés dans la nature et dont les femelles issues étaient vérifiées comme appartenant à l'une ou à l'autre des deux formes. Les croisements de femelles paucidentées avec des mâles multidentés, aussi bien que les croisements de mâles paucidentés avec des femelles multidentées, ont été féconds dans tous les cas. Les femelles de la descendance F_1 présentaient une dentition du type maternel, ce qui confirme les travaux de Roubaud,²⁹⁰ lequel a démontré la transmission héréditaire de l'indice maxillaire.

Mais les croisements entre hybrides F_1 : mâle paucidenté F_1 et femelle multidentée F_1 , ou mâle multidenté F_1 et femelle paucidentée F_1 , ont donné des hybrides F_2 très décevants, dont les femelles présentaient des indices maxillaires extrêmement variables, appartenant soit au type multidenté, soit au type paucidenté, soit encore à des types intermédiaires.

Rien, dans nos essais de croisement, ne nous a permis de suspecter entre les deux formes un phénomène d'amyxie physiologique. Les pourcentages d'éclosion des œufs et la vitesse d'éclosion, la durée du développement, le nombre de générations obtenues se sont révélés en tout point comparables à ceux des élevages-témoins réalisés sur des populations multidentées ou paucidentées. Le nombre de pontes était voisin chez les hybrides et chez les populations pures, et le nombre d'œufs déposés par les femelles s'est montré remarquablement constant, sans variations significatives, contrairement à ce que Roubaud & Gaschen²⁹⁵ ont noté chez *A. maculipennis*.

Position systématique des populations — Possibilités zoophiles de *gambiae*

La position actuelle adoptée par les systématiciens rend difficile l'interprétation des résultats de nos recherches. La situation taxonomique des espèces et sous-espèces de *Culicidae* est basée principalement sur les différences dans les caractères morphologiques de l'un ou l'autre stade de la vie du moustique. Or, les expériences récentes concernant *A. gambiae melas* inclinent les auteurs à reviser leurs vues sur la systématique et à faire une plus large part aux caractéristiques biologiques.

En raison de la position incertaine de ces différentes formes de *gambiae*, nous ne proposerons pas d'étiqueter les populations zoophiles et anthropophiles que nous avons décrites.

Nous considérerons comme établi que *gambiae* peut exister, dans les zones de savane sahélienne et soudanaise, sous deux formes différentes dont l'une, paucidentée, manifeste un anthropophilisme électif et dont l'autre, multidentée, montre des préférences zoophiles.

Nous précisons qu'il s'agit des zones de savane sahélienne et soudanaise, car c'est sur ces régions que nos recherches ont porté ; des travaux récents nous permettent de penser que nos conclusions peuvent s'appliquer à l'ensemble de la région éthiopienne fréquentée par *gambiae*.

Cambournac⁵⁶ a signalé que, dans l'île Maurice, *gambiae* a été trouvé, en pleine forêt, à plusieurs kilomètres de toute habitation et que l'anophèle mène une vie purement sylvestre, se nourrissant sur les cerfs, très abondants dans plusieurs régions de l'île. De son côté, Dowling⁹⁵ rapporte qu'après la vaste campagne de pulvérisations dans les habitations entreprise dans cette même île, campagne qui a abouti à la quasi-disparition de *A. funestus*, des *gambiae* ont été trouvés en très grand nombre dans des abris à bœufs (306, contre 98 dans des cases non traitées). Bien qu'aucune précipito-réaction n'ait été faite, l'auteur (communication personnelle, 1950) pense que l'espèce doit survivre dans l'île grâce à sa zoophilie. Bruce-Chwatt (communication personnelle, 1950), étudiant les résultats de la

lutte antianophélienne par pulvérisation de Gammexane dans les habitations, à Ilaro (Nigeria du sud), considère que *gambiae* est moins endophile et anthropophile qu'on ne le considère habituellement et qu'il montre un degré de zoophilie certain. Cet auteur nous a fait connaître que des observations poussées pendant plusieurs années, en Gambie, avaient amené le Dr Campbell à considérer deux races de *gambiae*, mais ses recherches n'ont pas encore été publiées.^b Enfin, Vincke (communication personnelle, 1950), qui avait déjà indiqué les hauts pourcentages de *gambiae* que l'on trouvait de jour dans les étables,³⁷³ nous a aimablement signalé que des expériences qu'il avait entreprises au Katanga l'incitaient à conclure que, dans certaines régions, *A. gambiae* montrait un degré de zoophilie extrêmement accusé.

^b Depuis la rédaction de notre travail, Campbell a publié un article^{57 bis} qui confirme l'existence, en Afrique occidentale, de populations paucidentées et multidentées provenant de gîtes larvaires de nature différente, et qui permet d'étayer l'hypothèse avancée par nous de deux races biologiques de *A. gambiae*.

CONCLUSIONS

La lutte contre le paludisme en Afrique noire est au premier plan des préoccupations des hygiénistes. Bien plus qu'à l'égard de toute autre endémie tropicale, cette lutte demande à être menée avec énergie et de façon judicieuse. Elle ne pourra qu'être inefficace, voire dangereuse, sans une connaissance préalable approfondie de la biologie de *Anopheles gambiae*, principal vecteur de l'infection.

Les observations et les expériences que nous avons pu faire au cours de notre séjour en AOF nous ont amené à préciser certains points de la biologie de l'espèce qu'il est indispensable de connaître avant d'engager matériel et crédits dans la lutte antipaludique.

En ce qui concerne l'éventualité de la lutte contre les premiers stades de l'anophèle, nous avons pu montrer que la durée du cycle œuf-adulte était très variable et que, dans des conditions optimums de température et de teneur en matières organiques du gîte, le développement de *gambiae* pouvait s'effectuer en sept jours. On devra tenir compte de ce chiffre en réglant le cycle des pulvérisations sur les gîtes.

C'est cependant sur la biologie des adultes que nous avons fait principalement porter notre effort, car l'orientation actuelle de la lutte contre les anophèles tend à donner une place de plus en plus grande aux méthodes imogocides par pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (DDT, hexachlorocyclohexane, chlordane, etc.).

Une question se posait : était-il opportun de procéder à des pulvérisations en saison sèche, période au cours de laquelle *gambiae* semble disparaître ? Nous avons montré que — la résistance des premiers stades n'excédant pas quelques jours — les femelles de *gambiae* se trouvaient, durant la saison défavorable, dans des refuges où elles vivaient en état d'estivation, pouvant s'alimenter et étant prêtes à pondre dès qu'un certain taux d'humidité relative moyenne était atteint. Ces femelles assurent la descendance de l'espèce, sa persistance pendant une saison impropre au développement des premiers stades, et leur présence permet d'expliquer la continuité de l'endémie paludéenne dans les régions de savane de l'Afrique. Le paludologue devra donc, dans les localités où son concours sera demandé, rechercher les refuges d'estivation de *gambiae*, afin que les pulvérisations d'insecticides fassent disparaître cette faune résiduelle et permettent d'éviter la pullulation des populations pendant l'hivernage. Il devra également connaître les variations saisonnières de la faune anophélienne, car si les modifications qui interviennent au cours des saisons sont suivies durant

un laps de temps trop court, il peut en résulter de fausses estimations relatives à la présence et à la densité de *gambiae*.

Un des problèmes les plus intéressants à résoudre était celui que posait la présence de populations de *gambiae* zoophiles dans les zones de savane sahélienne et soudanaise. Nous avons pu mettre en évidence l'existence de telles populations, qui s'alimentent sur la faune sauvage ou sur les troupeaux de bœufs migrants. Elles présentent un indice maxillaire élevé et se développent de préférence dans les eaux à forte teneur en matières organiques dissoutes, d'origine végétale, ce qui ralentit le cycle œuf-adulte. Les populations de *gambiae* anthropophiles, en revanche, à indice maxillaire faible, se développent dans les eaux pauvres en matières organiques et présentent un haut degré d'exophilie.

L'existence de ces deux populations nous paraît comparable à la situation qu'envisage Garnham¹²³ pour *Anopheles pharoensis*, vecteur du paludisme en Egypte. Madwar²²⁹ signale un indice sporozoïtique de 0,33 %, Barber & Rice¹⁷ de 1,4 %. Cet anophèle est essentiellement anthropophile dans ce pays ; Barber & Rice ont trouvé 97,5 % des femelles gorgées de sang humain dans les habitations. En Ouganda, l'indice sporozoïtique est de 0,6 %, ^{131, 132} dans la Nigeria du sud de 0,07 %, ¹⁸ en Haute-Volta de 1,2 % (dissections effectuées par l'auteur, 1948-1950). Par contre, *A. pharoensis* ne joue aucun rôle dans la transmission des hématozoaires en Nigeria du nord, au Tanganyika et au Kenya où, principalement zoophile, il présente un indice maxillaire de 14,6.¹⁴³

L'exophilie des populations anthropophiles de *gambiae* est susceptible d'expliquer les échecs que plusieurs expérimentateurs ont enregistré dans la lutte contre les adultes par pulvérisations dans les habitations. L'effet répulsif des insecticides à base de pyrèthre avait été signalé par Swellengrebel & de Buck³⁴⁵ pour *A. maculipennis*, par Senior White et al.³⁸⁰ et Ribbands²⁷⁷ pour *A. minimus*. A la suite de l'éradication spectaculaire de *gambiae* du Brésil (où nous savons qu'il demeurait dans les habitations), de nombreuses campagnes de lutte par le DDT furent entreprises en Afrique. Malgré la démonstration, en laboratoire¹⁸⁴ et dans les cases indigènes,²²⁶ d'une létalité considérable des *gambiae* soumis à l'action du DDT, des déboires sérieux furent enregistrés. Des publications montrèrent alors que l'application de DDT (ou, plus tard, d'hexachlorocyclohexane) dans les seules habitations ne permettait pas de lutter efficacement contre la pullulation de *gambiae*. Muirhead-Thomson^{247, 248} signalait que, dans la Nigeria, l'application de DDT n'empêchait pas les femelles de se nourrir dans les cases pour gagner ensuite des refuges extérieurs, même si la dose appliquée était le double de la normale.²⁵⁰ Eddy¹⁰⁸ constatait le même fait en Côte de l'Or, et Hocking¹⁶¹ au Kenya.

Nos observations nous ont montré les hauts pourcentages de *gambiae* trouvés dans les refuges, et nous pensons qu'une étude soignée de

l'exophilie permettra d'envisager, à plus ou moins brève échéance, sinon une disparition, du moins une diminution considérable de l'endémie paludéenne en Afrique ; il s'agira aussi d'établir, pour chaque région, les conditions dans lesquelles peuvent se développer et se maintenir les populations zoophiles de *gambiae* qui, par la facilité qu'elles montrent de se croiser avec les populations anthropophiles et de s'alimenter sur l'homme, le cas échéant, constituent un facteur de propagation du paludisme qu'il convient de ne point négliger.

ANNEXES

ANNEXE 1

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DE *A. GAMBIAE*

La région géographique éthiopienne est — si l'on en excepte les régions désertiques, les hautes altitudes et la partie de l'Afrique du Sud comprenant le Transvaal du sud, l'Etat libre d'Orange, le Basutoland et une grande partie de la Province du Cap — entièrement colonisée par *A. gambiae*. L'aire de répartition de l'espèce s'étend depuis le nord de Dakar, à l'ouest, jusqu'au nord du Soudan Anglo-Egyptien et à l'Erythrée, à l'est, et jusqu'au Natal, dans le sud. Sa présence a été enregistrée dans les îles de l'Océan Indien, du Golfe de Guinée et de l'Océan Atlantique.

Les mentions que fait Séguy³²⁴ de la découverte de rares exemplaires en dehors de la région éthiopienne (un à Alger et un en Macédoine) se rapportent, sans aucun doute, au transport de ces *gambiae* vraisemblablement par voie maritime. On ne saurait, en aucun cas, incorporer *gambiae* dans la liste des anophèles paléarctiques, ni en faire une espèce néotropicale en raison de sa présence accidentelle au Brésil.

Il semble que la présence de *gambiae* (*arabiensis*) à Aden²⁶¹ soit due également au transport par voie de mer entre l'Afrique orientale et Aden. Bien que la partie méridionale de l'Arabie soit comprise dans la région éthiopienne, il paraît probable que la découverte de *gambiae* a été accidentelle; en effet, si Patton²⁶¹ a mentionné *A. arabiensis*, *A. azriki* (*turkhudi*), *A. d'thali* et *A. jehafi* (*cinereus*) comme représentants de la faune éthiopienne, Christophers & Chand⁶¹ ne signalent, par contre, que *A. d'thali* et *A. adenensis*; Leeson,²⁶¹ pour sa part, n'a identifié le long du Golfe Persique, parmi des espèces orientales, que *A. adenensis*, *A. coustani*, *A. multicolor* et *A. cinereus*.

On trouvera ci-après des renseignements de deux ordres: d'une part, la liste des travaux les plus intéressants relatifs à *A. gambiae* dans les diverses régions de son aire de répartition; d'autre part, la mention du lieu et de la date des captures et déterminations effectuées par l'auteur.

AFRIQUE FRANÇAISE

Afrique-Occidentale Française

Côte d'Ivoire

Abengourou : Holstein, 3/1949
 Abidjan : Le Moal, 1906²¹²; Bernet, 1948²⁸; Holstein, 12/1948
 Adzopé : Holstein, 3/1949
 Agboville : Holstein, 3/1949
 Aniassué : Holstein, 3/1949
 Agnibilékrou : Holstein, 3/1949
 Assinié : Blanchard & Dyé, 1904³⁶
 Azaguié : Holstein, 12/1948
 Bingerville : Holstein, 12/1948
 Bondoukou : Holstein, 3/1949
 Bouaflé : Holstein, 7/1949
 Bouaké : Bernet, 1948²⁸

Bouna : Holstein, 3/1949
 Daloa : Holstein, 11/1948
 Danané : Holstein, 11/1948
 Dimbokro : Holstein, 10/1948
 Duékoué : Holstein, 8/1949
 Ferkessédougou : Holstein, 4/1950
 Gagnoa : Holstein, 7/1949
 Grand-Bassam : Blanchard & Dyé, 1904³⁶; Le Moal, 1906²¹²; Bernet, 1948²⁸;
 Holstein, 12/1948
 Grand-Lahou : Le Moal, 1906²¹²
 Guiglo : Holstein, 8/1949
 Man : Holstein, 11/1948
 Odienné : Holstein, 12/1948
 Ouangolodougou : Holstein, 4/1950
 Port-Bouet : Bernet, 1948²⁸
 Sassandra : Bernet, 1948²⁸
 Séguéla : Holstein, 11/1948
 Téhini : Holstein, 3/1949
 Touba : Holstein, 7/1949
 Toulépleu : Holstein, 8/1949
 Toumodi : Bernet, 1948²⁸
 Vavoua : Holstein, 7/1949

Dahomey

Cotonou : Le Moal, 1906²¹²; Bauvillet, 1928²²
 Djougou : Holstein, 5/1949
 Dompago : Holstein, 10/1949
 Kandi : Holstein, 5/1950
 Kouandé : Holstein, 7/1949
 Natitingou : Holstein, 11/1948
 Ouidah : Le Moal, 1906²¹²
 Porto-Novo : Le Moal, 1906²¹²; Bernet, 1948²⁸; Huttel, 1950¹⁷⁸
 Tanguéta : Holstein, 7/1949

Guinée

Beyla : Holstein, 8/1949
 Boffa : Holstein, 10/1949
 Conakry : Laveran, 1904¹⁹⁶; Le Moal, 1905^{212, 213}; Leger & Baury, 1922²¹⁰;
 Holstein, 10/1949
 Dalaba : Holstein, 7/1949
 Dubréka : Holstein, 10/1949
 Gouécké : Holstein, 7/1949
 Guéckédou : Holstein, 9/1949
 Kankan : Joyeux, 1915¹⁸¹; Holstein, 10/1949
 Kindia : Leger & Baury, 1922²¹⁰
 Kissidougou : Holstein, 9/1949
 Kouroussa : Joyeux, 1915¹⁸¹
 Labé : Holstein, 4/1949
 Macenta : Holstein, 10/1949
 Mamou : Holstein, 4/1949
 N'Zérékoré : Holstein, 11/1948
 Pita : Holstein, 8/1949

Samoé : Holstein, 7/1949
 Téliélé : Holstein, 8/1949
 Youkounkoun : Holstein, 8/1949

Haute-Volta

Banfora : Holstein, 2/1949
 Batié : Holstein, 3/1949
 Bobo-Dioulasso : Vilain, 1949³⁷²
 Boromo : Holstein, 2/1949
 Dédougou : Holstein, 6/1949
 Diébougou : Holstein, 3/1949
 Dori : Holstein, 2/1949
 Fada-N'Gourma : Bernet, 1949²⁸
 Gaoua : Holstein, 10/1948
 Houndé : Holstein, 2/1949
 Kampti : Holstein, 3/1949
 Kaya : Holstein, 2/1949
 Koudougou : Bernet, 1948²⁸
 Koupéla : Holstein, 12/1949
 Léo : Holstein, 3/1949
 Nouna : Holstein, 10/1948
 Ouagadougou : Legendre, 1927²⁰⁷; Le Gac, Seite & Combescot de Marsaguet, 1945²⁰²; Holstein, 2/1949
 Ouahigouya : Holstein, 6/1949
 Pabré : Holstein, 8/1949
 Po : Holstein, 12/1949
 Tenkodogo : Holstein, 12/1949
 Tiogo : Holstein, 11/1948
 Tougan : Holstein, 10/1948
 Yakala : Holstein, 12/1949
 Yako : Holstein, 6/1949

Mauritanie

Boghé : Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 Gara-Sabo : Couvy, 1924 (cité par Sénevet³²⁶ et par Séguy³²⁴)
 Kaédi : Couvy, 1924 (cité par Sénevet³²⁶); Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 Koundel : Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 Krika : Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 Mouït : Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 Sélibaby : Couvy, 1924 (cité par Sénevet³²⁶)

Niger

Dosso : Holstein, 12/1948
 Niamey : Bernet, 1949²⁸; Holstein, 5/1949
 Say : Holstein, 10/1948

Sénégal

Bignona : Holstein, 10/1948
 Dakar : Le Moal, 1906²¹²; Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵; A. Leger, 1919²⁰⁸; Noc, 1920²⁵⁷; M. Leger, 1925²⁰⁹; Kartman, Newcomb, Campau & Morrison, 1947¹⁸³; Bernet, 1948²⁷; Le Gouas, 1949²¹¹; Holstein, 10/1949
 Gorée : Le Moal, 1906²¹²; Bernet, 1948²⁸

Kaolack : Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵
 Kolda : Holstein, 2/1949
 Matam : Sautet, Ranque, Vuillet & Vuillet, 1948³¹⁴
 M'Bour : Jonchère (cité par Gellie, 1947¹²⁰); Holstein, 12/1948
 Podor : Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵
 Rufisque : Le Moal, 1906²¹²; Bernet, 1948²⁸
 Saint-Louis : Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵; Bourret & Dufougeré, 1912⁴⁰
 Sedhiou : Holstein, 8/1949
 Sor : Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵; Bourret & Dufougeré, 1912⁴⁰
 Tambacounda : Holstein, 11/1949
 Ziguinchor : Holstein, 7/1949

Soudan

Joyeux, Sicé & Sautet, 1937-1938¹⁸²
 Ansongo : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Bafoulabé : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Baguineda : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Bamako : Le Moal, 1906²¹²; Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵; Sénevet & Ethès, 1939³²⁷; Sautet, 1942³¹⁰; Marneffe, Ranque & Sautet, 1943²⁸⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Bernet, 1948²⁸; Holstein, 10/1948
 Bandiagara : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 6/1949
 Bougouni : Holstein, 8/1949
 Diré : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Djenné : Holstein, 5/1949
 Douna : Holstein, 6/1949
 El Oualadji : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Gao : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Gembé : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Goundam : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Kayes : Neveu-Lemaire, 1906²⁵³; Thiroux & d'Anfreville, 1908³⁵⁵; Bouffard, 1909³⁸; Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Ké-Macina : Holstein, 5/1949
 Kokry : Sautet, 1942³¹⁰; Marneffe, Ranque & Sautet, 1943²⁸⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 5/1949
 Koulikoro : Bouffard, 1909³⁸; Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Koulouba : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Koutiala : Holstein, 5/1949
 Markala : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 5/1949
 Mopti : Marneffe, Ranque & Sautet, 1943²⁸⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 6/1949
 Nara : Holstein, 5/1949
 Niafouké : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Niono : Marneffe, Ranque & Sautet, 1943²⁸⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 5/1949
 Nioro : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 San : Holstein, 6/1949
 Sanga : Holstein, 6/1949
 Sansanding : Holstein, 5/1949
 Ségou : Bouffard, 1909³⁸; Sénevet & Ethès, 1939³²⁷; Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 5/1949
 Sikasso : Sautet, 1942³¹⁰; Sautet & Marneffe, 1943³¹³; Holstein, 10/1948
 Sokolo : Holstein, 5/1949

Tombouctou : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Tonga : Sautet & Marneffe, 1943³¹³
 Toukoto : Neveu-Lemaire, 1906²⁵³ ; Sautet, 1942³¹⁰

Afrique-Equatoriale Française

Gabon

Fernan Vaz, Mayoumba, Mouila, N'Dendé, Port-Gentil, Tchibanga : Galliard, 1932¹¹⁷

Moyen-Congo

Bacongo : Fiasson, 1943¹¹⁴
 Brazzaville : Sicé & Vaucel, 1928³³³ ; Vaucel & Saleun, 1933³⁷¹
 Poto-Poto : Fiasson, 1943¹¹⁴

Oubangui-Chari

Région Ombella-M'Poko : Ledentu, 1942¹⁹⁸

Tchad

Bouillez, 1916,³⁹ n'a rencontré que *A. funestus*, mais *A. gambiae* doit être considéré comme espèce probable.

Cameroun (Administration française)

Douala, Yaoundé et environs : Vaucel & Campourcy, 1943³⁷⁰

Comores

Anjouan, Grande-Comore, Mayotte, Mohéli : Lavergne, 1950¹⁹⁷

Côte des Somalis

Djibouti : Theobald, 1910 (cité par Sénevet³²⁶)

Madagascar

Legendre, 1918²⁰⁶

Ambatolampy, Ambohimahaso, Antsirabe, Ihosy, Joffreville, Tamatave : Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Ambatondrazaka, Ambilobe, Ambositra, Ankazobe, Betroka, Mahatsinjo, Marovoay, Moramanga, Morondava, Tsihombe, Vatmandry : Monier, 1937²⁴⁴

Andrialana, Imanombo, Mananjary, Nossi-Bé : Dyé, 1904¹⁰²

Diégo-Suarez : Billet, 1904 (cité par Sénevet³²⁶) ; Dyé, 1904¹⁰² ; Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Fianarantsoa : Billet, 1904 (cité par Sénevet³²⁶) ; Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Ivato : Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Maevatanana : Dyé, 1904¹⁰² ; Monier, 1937²⁴⁴

Majunga : Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Région du lac Alaotra : Doucet, 1949⁹⁴

Tananarive : Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Tuléar : Monier, 1937²⁴⁴ ; Bagster Wilson, 1947³⁸⁴

Réunion

Saint-Paul : Blanchard, 1902³⁴ ; Vassal, 1907³⁶⁹

Togo (Administration française)

Aledjo : Holstein, 10/1949

Lomé : Bernet, 1948²⁸

Sansanné-Mango : Holstein, 8/1949

TERRITOIRES NON FRANÇAIS DE LA RÉGION ÉTHIOPIENNE

Angola

De Mesquita, 1942²⁴² ; E. Gonçalves Ferreira (cité par Cambournac, 1950⁵⁹)

Arabie

Patton, 1905²⁶¹

Bechuanaland

Cambournac, 1950⁵⁶

Congo Belge

Newstead, Dutton & Todd, 1907²⁵⁴ ; Bequaert, 1930²⁶ ; Duren, 1938⁹⁸ ; Schwetz, 1944³¹⁷ (Lacs Kivu et Albert) ; Schwetz, Baumann & Fort, 1948³²¹ (Ruanda-Urundi) ; Mattingly, 1949²³⁶ (Ruanda-Urundi)

Côte de l'Or

Macfie, 1920²²² ; Pomeroy, 1931²⁶⁷

Erythrée

Corradetti, 1939⁶⁷

Ethiopie

Corradetti, 1938^{64, 65, 66}, 1939⁶⁸ (Pays Dankali), 1939⁶⁹ (Semien) ; Brambilla, 1940-1941^{44, 45} ; Melville, Bagster Wilson, Glasgow & Hocking, 1945²³⁹ (Vallée du Rift et régions du nord-ouest et du sud-est) ; Corradetti & Archetti, 1946⁷⁰ (Ethiopie méridionale) ; Giaquinto-Mira, 1948¹⁸⁰

Gambie

Dutton, 1903¹⁰⁰

Guinée Espagnole

Gil Collado, 1936¹²⁵ (Fernando Po)

Ile Maurice

Balfour, 1922¹¹ ; MacGregor, 1924²²⁴ ; Kirk, 1934¹⁸⁹ ; Gebert, 1936¹²⁷ ; Jepson, Moutia & Courtois, 1947¹⁷⁸

Iles du Cap-Vert

Da Cruz Ferreira, 1945¹¹³; de Meira, Simões & Nogueira, 1947²³⁸

Kenya

Symes, 1928³⁴⁷, 1930³⁴⁸, 1940-1941³⁵⁰; Garnham, 1929¹²¹; Kauntze & Symes, 1933¹⁸⁸ (Réserve de Taveta, au sud-est du Kilimandjaro); Bagster Wilson, 1936^{881, 882}; Heisch, 1947¹⁵³ (Frontière éthiopienne), 1948¹⁵⁴ (Garsen, sur le Tana)

Libéria

Bequaert, 1930²⁶; Barber, Rice & Brown, 1932¹⁸; Briscoe, 1948⁴⁶

Mozambique

De Meillon, 1938⁸⁶, 1941⁸⁷; Rebelo, 1946²⁷²; Soeiro, 1950³²⁶

Nigeria

Annett, Dutton & Elliott, 1902⁹; Johnson, 1919¹⁷⁹; Taylor, 1930³⁵²; Anderson, 1931⁷; Barber & Olinger, 1931¹⁶; Brown, 1947⁴⁷; Bruce-Chwatt, 1947⁵⁰, 1951⁵⁴; Muirhead-Thomson, 1948²⁴⁹; Mattingly, 1949²³⁷

Nyassaland

Lamborn, 1925¹⁹³; Bagster Wilson, 1946³⁸³

Ouganda

Hancock, 1930¹⁴⁸, 1934¹⁴⁹; Gibbins, 1932¹³¹, 1933¹³²; Hopkins, 1933¹⁶⁹; Haddow, 1945¹⁴⁵; Haddow, Gillett & Highton, 1947¹⁴⁷

Rhodésie du Nord

De Meillon, 1937⁸⁴; Bagster Wilson, 1946³⁸³; Pielou, 1947²⁸²

Rhodésie du Sud

Leeson, 1931²⁰⁰

Saint-Thomas

Edwards, 1934¹⁰⁴

Seychelles

Hermitte, 1931¹⁵⁶ (Aldabra)

Sierra-Leone

Stephens & Christophers, 1900³³⁸; Blacklock & Evans, 1926³¹; Gordon, Hicks, Davey & Watson, 1932¹³⁹; Tredre, 1946³⁸¹

Somalie Britannique

Glasgow & MacInnes, 1943¹³⁸; Van Someren, 1943³⁶⁷

Somalie Italienne

Bartolucci, 1932²¹; Mattei, 1932²³⁵; Bagster Wilson & Notley, 1943³⁸⁵

Soudan Anglo-Egyptien

Lewis, 1942²¹⁴, 1947²¹⁷ (Soudan méridional), 1948²¹⁸ (Nil Blanc); Abbott, 1948¹ (Province du Darfour)

Sud-Ouest Africain

De Meillon, 1951⁸⁹

Swaziland

Cambournac, 1950⁵⁶

Tanganyika

Watson (cité par Mackay, 1938²²⁷); Scott, 1938³²³; Bagster Wilson, 1936^{381, 382}, 1946³⁸³; Bagster Wilson & Wilson, 1940³⁸⁶

Union Sud-Africaine

Hill & Haydon, 1905¹⁵⁸; Ingram & De Meillon, 1927¹⁷⁴; Bedford, 1928²⁴; Swellengrebel, Annecke & De Meillon, 1931³⁴⁴; De Meillon, 1934⁸⁰; Cambournac, 1950⁵⁶

Zanzibar

Aders, 1917³, 1920⁴; McCarthy, 1941²²⁰

ANNEXE 2
INDICES SPOROZOÏTIQUES DE *A. GAMBIAE* DANS DIVERSES RÉGIONS
DE L'AFRIQUE ET AU BRÉSIL

Région	Date des observations	Indice sporozoïtique %	Auteurs
Cameroun (Administration française) Messa Yaoundé	Avril 1942	33,3	Vaucel & Campourcy ³⁷⁰
	1940-1941	18,5 (moyenne)	
	Octobre 1941	35,2	
	Janvier-mai 1942	26,6	
Congo Belge Boma Elisabethville et environs	1938-1939	7,1 8,9 (moyenne)	Duren ⁹⁸ Nicolay ²⁵⁵
	1944	4,6	Vincke ³⁷³
	1945 1946	3,5 5,0	
Léopoldville Stanleyville Yalingimba		1,07-10,9 3,0 3,8	Duren ⁹⁷ Schwetz et al. ³²² Davidson ⁷³
Côte de l'Or		7,4	Taylor ³⁵²
Gambie		2,8	Dutton ¹⁰⁰
Iles du Cap-Vert	Août-sept. 1943	5,82	Da Cruz Ferreira ¹¹³
Kenya Digo Hauts plateaux (1.950-2.250 m) Kisumu Mombassa Mwatate Nairobi Taveta	Septembre 1931	17,64	Symes ³⁴⁹
	1932-1937	1,3 4 (moyenne)	Garnham ¹²⁴ Garnham ¹²²
	Août 1936- déc. 1937	3,1 (moyenne)	Wiseman et al. ³⁸⁷
	Février 1930	18,96	Symes ³⁴⁹
	1926-1938	0,2-1 (moyenne) 0,6-4,6 (moyenne 1,05)	Symes ³⁵⁰
	Mai 1926- janvier 1938	0,72-6,25	Kauntze & Symes ¹⁸⁵ Symes ³⁴⁹
	Libéria		3,5

Région	Date des observations	Indice sporozoïtique %	Auteurs		
Madagascar Arrachart Tamatave	1935-1937	0,2	Monier ²⁴⁴		
	1943-1944	1,6	Bagster Wilson ³⁸⁴		
	1943	7,1			
Mozambique Quelimane		5,0	Rebello ²⁷²		
Nigeria		0-20,0 (moyenne 5,89)	Bruce-Chwatt ⁵⁴		
Ibadan Lagos Yaba	1946-1948	13,1	Barber & Olinger ¹⁶		
		6,6			
		0,5-5,2 4,6	Bruce-Chwatt ⁵³ Barber & Olinger ¹⁶		
Ouganda Jinja Kampala Mbale		17,8 18,6 24,2	Gibbins ¹³¹		
	Sierra-Leone Freetown Kissy	8,0 11,2	Gordon et al. ¹³⁹		
	Soudan Anglo- Egyptien	1,1	Bedford ²⁵		
Tanganyika Usa	Moyenne annuelle	3,6-5,7	Bagster Wilson & Wilson ³⁸⁶		
Union Sud-Afri- caine Transvaal Zanzibar	1937	7,4-9,9 11,0 2,55-6,24	Cambournac ⁵⁶ Swelengrebel et al. ³⁴⁴ McCarthy ²²⁰		
		Brésil Cumbe Natal São Gonçalo Taipú	Janvier-avril 1940 Mai 1930 Juillet-août 1931	5,6 1,6 30,2 28,2	Causesy et al. ⁵⁸ Causesy et al. ⁶⁰ Davis ⁷⁵ De Souza Pinto ²⁶⁵

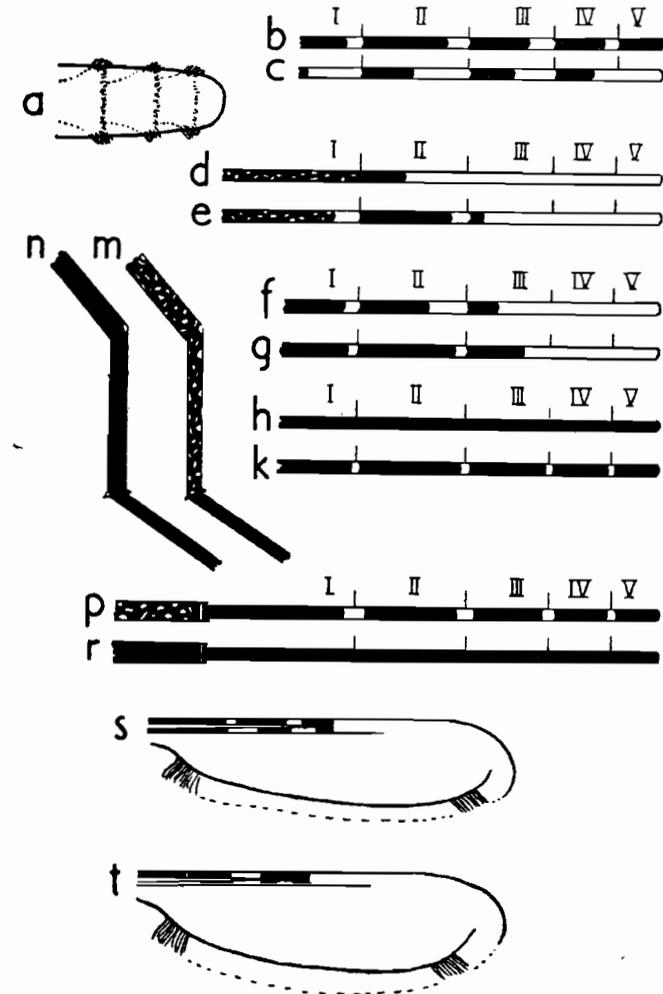
ANNEXE 3
 CLEF DE DÉTERMINATION DES ANOPHÈLES COMMUNS
 EN AFRIQUE-OCCIDENTALE FRANÇAISE

Adultes (mâles et femelles)

(Voir figure 21)

- | | |
|---|--|
| 1. Segments abdominaux avec touffes latérales d'écaïlles (a) | 2 |
| Segments abdominaux sans touffes latérales d'écaïlles | 3 |
| 2. Dernier article du tarse postérieur entièrement noir (b) | <i>A. squamosus</i> |
| Dernier article du tarse postérieur entièrement pâle (c) | <i>A. pharoensis</i> |
| 3. Tarse postérieur avec, au moins, les deux derniers articles entièrement pâles (d, e, f, g) | 4 |
| Tarse postérieur avec tous les articles noirs (h) ou annelés de pâle aux articulations (k) | 7 |
| 4. Fémurs et tibias tachetés de pâle (m) | 5 |
| Fémurs et tibias concolores (n) | 6 |
| 5. Trois derniers articles du tarse postérieur entièrement pâles (d).
Deux derniers articles seulement du tarse postérieur entièrement pâles (e) | <i>A. maculipalpis</i>
<i>A. pretoriensis</i> |
| 6. Troisième article du tarse postérieur avec une bande noire plus petite que la moitié de l'article (f) | <i>A. coustani</i> |
| Troisième article du tarse postérieur avec une bande noire plus grande que la moitié de l'article (g) | <i>A. rufipes</i> |
| 7. Tarse antérieur annelé de pâle aux articulations (p) | <i>A. gambiae</i> |
| Tarse antérieur non annelé de pâle aux articulations (r) | 8 |
| 8. Base de la première nervure noire (s) | <i>A. nili</i> |
| Base de la première nervure pâle (t) | <i>A. funestus</i> |

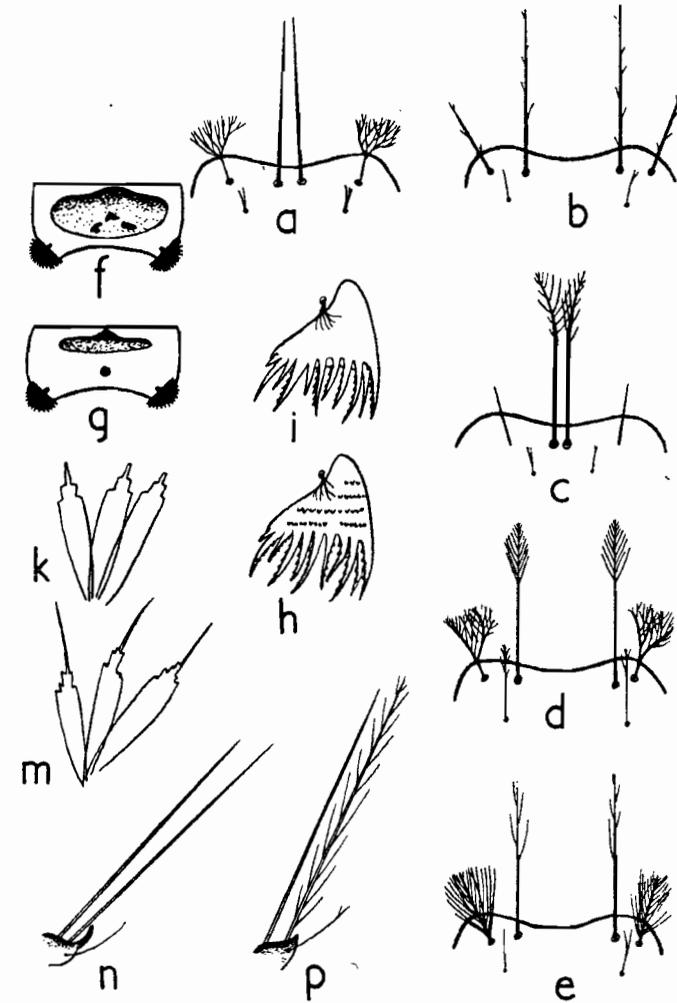
FIG. 21. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES POUR LA DÉTERMINATION DES *A. GAMBIAE* ADULTES



Larves au IV^e stade
(Voir figure 22)

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Soies clypéales internes contiguës (a, c) | 2 |
| Soies clypéales internes nettement séparées (b, d, e) | 3 |
| 2. Soies clypéales internes branchues à l'extrémité (c) | <i>A. nili</i> |
| Soies clypéales internes simples (a) | <i>A. coustani</i> |
| 3. Soies clypéales externes en forme de touffe (d, e) | 4 |
| Soies clypéales externes simples ou portant quelques fines ramifications (b) | 5 |
| 4. Touffe très épaisse, de 20 à 45 branches (d) | <i>A. pharoensis</i> |
| Touffe moins épaisse, de 8 à 20 branches (e) | <i>A. squamosus</i> |
| 5. Plaques abdominales très larges, couvrant presque tout le segment (f) | <i>A. funestus</i> |
| Plaques abdominales plus étroites (g) | 6 |
| 6. Peigne du segment VIII couvert de spicules (h) | <i>A. maculipalpis</i> |
| Peigne du segment VIII non couvert de spicules (i) | 7 |
| 7. Soies palmées abdominales sans prolongement filiforme (k) | <i>A. rufipes</i> |
| Soies palmées abdominales avec prolongement filiforme (m) | 8 |
| 8. Deux soies mésothoraciques simples (n) | <i>A. gambiae</i> |
| Une soie mésothoracique simple, une plumeuse (p) | <i>A. pretoriensis</i> |

FIG. 22. CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES POUR LA DÉTERMINATION DES LARVES DE *A. GAMBIAE*



RÉSUMÉ

Le travail qui précède, effectué au cours d'un séjour de deux années en Afrique-Occidentale Française, principalement dans les zones de savane de type sahélien et soudanais, a pour double but d'exposer les données que l'on possède actuellement sur la biologie d'*Anopheles gambiae* et les propres recherches de l'auteur sur un certain nombre d'aspects particuliers de cette biologie.

Des renseignements climatologiques précèdent le travail proprement dit. Ils concernent d'abord l'Afrique-Occidentale Française dans son ensemble, ensuite la Haute-Volta et la région de Bobo-Dioulasso (où ont été faites la majeure partie des observations ainsi que les expériences de laboratoire) : le climat y est caractérisé par une saison des pluies unique, à maximum de précipitations atteint en août-septembre, et une longue saison sèche s'étendant de novembre à mai, pendant laquelle la température subit de grandes variations nyctémérales.

L'auteur décrit les méthodes de travail qu'il a utilisées concernant la récolte, le transport et l'élevage de l'anophèle, les techniques de dissection et de détermination du sang ingéré (méthode des précipitines), le montage et la conservation des exemplaires, l'étude des gîtes larvaires.

Chaque stade de *gambiae* fait l'objet d'une étude morphologique critique. Les variations sont examinées, et il semble bien que ces dernières soient le plus souvent individuelles ou géographiques, en relation avec la nature des gîtes larvaires.

Dans un chapitre consacré à la biologie des premiers stades, l'auteur passe en revue les divers types de gîtes, classiques et exceptionnels, de *gambiae*, ainsi que leurs caractéristiques physiques et chimiques. Les classifications existantes n'étant pas satisfaisantes, il suggère de diviser les

SUMMARY

The above work, completed during a stay of two years in French West Africa, principally in savanna areas of the Sudanese and Sahel types, sets forth both the data at present available on the biology of *Anopheles gambiae* and details of the personal investigations of the author into some of the special features of this biology.

Some climatological information is given as an introduction to the actual work itself. This information refers first of all to French West Africa as a whole, then to the Upper Volta and the Bobo-Dioulasso region (where most of the observations and laboratory experiments were made). The climate there is characterized by a single rainy season with maximum rainfall in August-September and a long dry season from November to May, during which the temperature is subject to very great nyctohemeral variations.

The author describes the methods he adopted for the collection, transport, and breeding of the anopheles, the techniques used in dissection and for determination of the type of blood ingested (precipitin method), in the mounting and preservation of samples, and in the study of larval breeding-places.

A critical morphological study is made of *gambiae* in each stage of development. The variations are examined and it would appear that these are mostly individual or geographical, according to the nature of the larval breeding-places.

In a chapter devoted to the biology of the first stages, the author reviews the various types of *gambiae* breeding-places, both classical and exceptional, and their physical and chemical characteristics. Existing classifications being unsatisfactory, he suggests a division into two large

gîtes larvaires en deux grandes catégories, d'après la présence ou l'absence de végétation et les populations anophéliennes : gîtes inorganiques et gîtes organiques. Le seuil de différenciation entre les deux catégories est marqué par un taux des matières organiques d'origine végétale dissoutes de 1,25 mg d'oxygène par litre après filtration.

La durée du cycle œuf-adulte a été analysée en fonction de différents facteurs : elle varie de 11,5 à 16,5 jours en moyenne, selon que l'élevage a été fait dans le gîte lui-même ou en laboratoire ; elle est inversement proportionnelle à la température, avec développement optimum atteint à 25°-26°C ; elle est directement proportionnelle au taux de matières organiques. Le cycle le plus court sera donc observé dans les gîtes à température élevée et à taux de matières organiques inférieur à 1,25 mg : par exemple, flaques de pluie résiduelles en cours d'hivernage.

La résistance des premiers stades à divers agents (hautes et basses températures, dessiccation, salinité) est relativement constante et permet d'expliquer l'ubiquité et la facilité de reproduction de l'espèce.

L'étude du cycle d'activité nocturne des anophèles adultes dans les cases d'habitation a montré que la pénétration de *A. gambiae* débutait vers 19 heures, subissait un ralentissement avant d'atteindre un maximum entre 23 heures et 1 heure, suivi d'une nouvelle pointe entre 3 et 5 heures ; la pénétration après 5 heures ne représente plus que 1/8 de la pénétration totale.

En laboratoire, le cycle d'agressivité paraît à peu près identique, les pointes d'activité étant plus accusées. En relation avec cette observation, l'auteur a essayé de déterminer l'agressivité comparée vis-à-vis de l'homme et des animaux de laboratoire ; il a constaté que *gambiae* piquait très volontiers le singe et le jeune porc, mais plus difficilement le lapin et le cobaye.

L'étude des variations saisonnières des populations anophéliennes a montré que

categories, inorganic and organic breeding-places, according to the fauna and to the anopheline associations. The dividing line between the two categories is the content of organic matter of vegetable origin corresponding to 1.25 mg of oxygen per litre after filtration.

The duration of the egg-adult cycle has been studied in relation to various factors ; on the average it varies from 11.5 to 16.5 days, according to whether development is in the natural breeding-place or in the laboratory ; it is inversely proportional to the temperature, with optimum development at 25°-26°C ; it is directly proportional to the organic-matter content. The shortest development cycle will therefore be observed in breeding-places where the temperature is high and the content of organic matter less than 1.25 mg, as, for example, residual-rain pools during the rainy season.

In the early stages, resistance to various factors (high and low temperatures, desiccation, salinity) is relatively constant and this explains the ability of the species to breed easily everywhere.

Study of the cycle of night activity of adult anopheles has shown that *A. gambiae* begins to enter native dwellings at about 19 hours, with a falling-off before attaining maximum penetration between 23 hours and 1 hour. This is followed by another peak between 3 and 5 hours. Penetration after 5 hours is only one-eighth of the total.

In the laboratory, the curve of aggressiveness seems to be almost identical, but the peaks are higher. In the light of this observation, the author endeavoured to make a comparison of aggressiveness vis-à-vis man and laboratory animals ; it was observed that *gambiae* readily bit monkeys and young pigs but was not so inclined to attack rabbits and guinea-pigs.

Study of the seasonal variations in anopheline populations has shown that

celles-ci pouvaient se ranger dans trois grands types schématiques : deux, peu fréquents — la prédominance pendant toute l'année soit de *A. gambiae*, soit de *A. funestus* —, le troisième, largement répandu — l'alternance saisonnière des deux espèces, *gambiae* montrant une prédominance très nette pendant la saison des pluies, suivie d'une ascension en flèche de *funestus*, qui se maintient pendant toute la saison sèche. De nombreux exemples illustrent ces schémas de variations. Les variations annuelles et leurs causes font également l'objet d'une analyse.

L'auteur expose les résultats de ses recherches sur la pseudo-hibernation ou « estivation » des femelles de *A. gambiae*. Il montre, à la suite d'observations dans la nature et en laboratoire, que les femelles sont susceptibles de supporter les rigueurs de la longue saison sèche soudanaise en état de vie ralentie, hématophages si l'occasion leur en est donnée, et qu'elles peuvent alors développer leurs ovaires jusqu'au stade V, mais avec blocage des œufs, qui ne sont pas déposés. Une liste est donnée des refuges d'estivation, entre autres les recoins sombres des cases indigènes, les cases détruites, les creux de rochers, les trous d'arbres.

En laboratoire, la période d'estivation peut atteindre 156 jours, sa durée étant inversement proportionnelle à l'accroissement de l'humidité relative moyenne et de la température moyenne. La durée du jeûne sanguin peut être expérimentalement prolongée sans dommage jusqu'à 70 jours. La réactivation, ou reprise d'activité des femelles, intervient lorsque l'humidité relative moyenne est maintenue au-dessus de 80 % ; les œufs sont alors déposés.

Cette forme d'estivation, sans formation de réserves graisseuses, qui se manifeste par une activité reproductrice suspendue et une activité nutritive facultative, est à mi-chemin de la concordance et de la dissociation gonotrophiques. Elle présente encore des inconnues.

L'auteur étudie ensuite le rôle de *A. gambiae* dans la transmission du paludisme. Les dissections (plus de 12.000 ont été pra-

these can be divided into three large schematic groups : two—rare—with predominance during the whole year of either *A. gambiae* or *A. funestus*, and a third—very frequent—with seasonal alternation of the two species, *gambiae* being definitely predominant during the rainy season, followed by a rapid increase in *funestus* to a level which is maintained throughout the dry season. Numerous examples are given to illustrate these types of variation. Annual variations and their causes are also analysed.

The author sets out the results of his investigations into the pseudo-hibernation or aestivation of the females of *A. gambiae*. He shows, on the basis of observations made under natural conditions and in the laboratory, that the female is able to survive the rigours of the long dry season in the Sudan by slowing down the life processes, being haemophagous when the occasion offers, and can then develop her ovaries to Stage V without depositing eggs. A list is given of hiding-places during aestivation, which include dark corners of native huts, destroyed huts, crevices in rocks, and holes in trees.

In the laboratory the period of aestivation may be as long as 156 days, its duration being inversely proportional to the increase in the average relative humidity and average temperature. Experimentally, the blood-fast may be extended, without causing harm, up to 70 days. The female again becomes active when the average relative humidity is kept above 80% ; the eggs are then deposited.

This form of aestivation without the building-up of fat reserves is halfway between gonotrophic concordance and dissociation, characterized as it is by suspended reproductive activity and optional feeding activity. There are still some unknown factors.

The author then examines the role of *A. gambiae* in the transmission of malaria. Dissections (more than 12,000) showed that

tiquées) ont montré que les variations saisonnières des indices sporozoïtiques, suivant celles des populations, sont soumises à l'action des mêmes facteurs, c'est-à-dire le rythme des précipitations et, plus encore, le taux de l'humidité relative. Ces variations permettent de penser que *A. funestus* est responsable de l'état d'endémie paludéenne moyenne, *A. gambiae* intervenant pour déclencher les poussées épidémiques ou entretenir, dans des zones limitées, une endémie très élevée.

L'indice sporozoïtique a montré des variations allant de 0,8 à 30,7 %, et l'indice oocystique de 1,3 à 13,3 %.

Après avoir étudié les variations, surtout géographiques, de *A. gambiae* var. *melas* le long de la côte de l'Afrique-Occidentale Française, l'auteur expose ses travaux sur la différenciation de *A. gambiae* en formes zoophiles et formes anthropophiles. Cette différenciation est basée sur plusieurs facteurs :

1. L'étude de l'indice maxillaire des populations de *A. gambiae* conduit à ranger ces dernières en deux grandes catégories : *gambiae* paucidentés, à indice maxillaire moyen de 13,5 (de 10,5 à 15,5 dents par paire de maxilles), et *gambiae* multidentés, à indice maxillaire moyen de 15 (12 à 18,5 dents par paire de maxilles.)

2. Par l'utilisation de la méthode des précipitines, il a été constaté que les populations paucidentées présentaient des indices d'anthropophilie de l'ordre de 80 à 90 %, alors que les populations multidentées réagissaient positivement aux sérums anti-bœuf ou anti-antilope et ne montraient que de faibles indices d'anthropophilie.

3. L'examen des gîtes larvaires a révélé que les populations paucidentées, anthropophiles, se développaient de préférence dans les eaux faiblement chargées en matières organiques d'origine végétale, les populations multidentées, zoophiles, hantant, au contraire, les gîtes fortement chargés en matières organiques.

seasonal variations in the sporozoite-rate, following seasonal population variations, are subject to the same influences : i.e., the rhythm of the rainfall and, even more, the relative-humidity figure. These variations indicate that *A. funestus* is responsible for the average endemic state of malaria while *A. gambiae* causes epidemic outbreaks or maintains very high endemicity within certain limited zones.

The sporozoite-rate varied between 0.8% and 30.7% and the oocyst-rate between 1.3% and 13.3%.

After studying the variations—mainly geographical—of *A. gambiae* var. *melas* along the coast of French West Africa, the author gives an account of his work on differentiation between the zoophilic and anthropophilic forms of *A. gambiae*. This differentiation is based on several factors :

1. The study of the maxillary index of the *A. gambiae* populations makes it possible to classify them in two large categories : paucidentate *gambiae*, with an average maxillary index of 13.5 (10.5-15.5 teeth per pair of maxillae), and multidentate *gambiae*, with an average maxillary index of 15 (12-18.5 teeth per pair of maxillae).

2. Using the precipitin method, it was found that among the paucidentate populations there was an anthropophilic index of about 80%-90%, whereas the multidentate populations reacted positively to ox or antelope antiserum and gave only very low anthropophilic indices.

3. Examination of the larval breeding-places revealed that the paucidentate anthropophilic populations prefer water with a very small content of organic matter of vegetable origin, whereas the multidentate zoophilic populations favour breeding-places with a large organic-matter content.

4. L'étude des captures d'adultes a démontré — la présence et le nombre de mâles étant pris comme critère de l'exophilie — que les populations paucidentées présentaient un degré d'exophilie bien supérieur à celui des populations multidentées.

Dans les zones de savane sahélienne et soudanaise, *A. gambiae* se présente sous deux formes biologiquement différenciées (les différences morphologiques se sont révélées, à la longue, de peu de valeur systématique) par l'armement maxillaire, les préférences trophiques, le comportement et le choix des gîtes. Les essais de croisement entre les deux formes ont parfaitement réussi, mais les caractères, transmis à la première génération par hérédité du type maternel, ne se maintiennent pas dans la deuxième génération d'hybrides. La position systématique des formes, dans l'état actuel de la taxonomie, est difficile à préciser, celle-ci se basant sur des caractères morphologiques ; deux races (sinon deux variétés) biologiques de *A. gambiae* coexistent dans les territoires où l'auteur a mené ses recherches.

Dans la première annexe, l'auteur passe brièvement en revue la répartition de l'espèce dans la région éthiopienne, avec références aux travaux les plus intéressants effectués dans chaque territoire. Pour chacun des territoires français, il donne en outre une liste des points de capture de *gambiae*.

Dans les deux autres annexes, on trouvera les indices sporozoïtiques de *A. gambiae* dans diverses régions de l'Afrique et au Brésil, ainsi qu'une clef de détermination des anophèles communs en Afrique-Occidentale Française (larves au stade IV et adultes mâles et femelles).

4. Examination of captured adults proved that the paucidentate populations were considerably more exophilic—the criterion of exophilism being the presence and number of males—than the multidentate types.

In the Sahel and Sudanese savanna areas, two types of *A. gambiae* are found which are biologically differentiated (the morphological variations were found in the long run to be of little value for systematizing) by the number of their teeth, their trophic preferences, their behaviour, and their choice of breeding-places. Attempts at crossing the two types were completely successful, but the characteristics transmitted to the first generation by maternal heredity are not maintained in the second generation of hybrids. It is difficult to classify these types in the present state of the taxonomy, since the latter is based on morphological characteristics ; two biological races (if not two varieties) of *A. gambiae* co-exist in the territories in which the author carried out his investigations.

In the first annex the author reviews briefly the distribution of the species throughout the Ethiopian region and mentions the most interesting work carried out in each territory. He also gives a list of *gambiae* collection-points in each of the French territories.

The other two annexes give the *A. gambiae* sporozoite-rates for the various regions of Africa and for Brazil, and a key to the determination of the most common types of anopheles in French West Africa (larvae at Stage IV and male and female adults).

BIBLIOGRAPHIE

1. Abbott, P. H. (1948) *Proc. R. ent. Soc. Lond.*, B, 17, 37
2. Adams, P. C. G. (1940) *Ann. trop. Med. Parasit.* 34, 35
3. Aders, W. M. (1917) *Bull. ent. Res.* 7, 391
4. Aders, W. M. (1920) *Bull. ent. Res.* 10, 329
5. Aders, W. M. (1927) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 21, 207
6. Afrique-Occidentale Française, Service Météorologique (1941) *Mémento N° 7 A : Moyennes*, Rufisque
7. Anderson, D. (1931) *J. trop. Med. Hyg.* 34, 131, 389
8. Anfreville, L. d' (1912) *Bull. Soc. Path. exot.* 5, 637
9. Annett, H. E., Dutton, J. E. & Elliott, J. H. (1902) *Mem. Lpool Sch. trop. Med.* No. 3
10. *Archives du Cercle de Bobo-Dioulasso*, 1923-1949
11. Balfour, A. (1922) *Report on medical and sanitary matters in Mauritius, 1921*, London
12. Bang, F. B., Quinby, G. E. & Simpson, T. W. (1943) *Amer. J. trop. Med.* 23, 247
13. Bang, F. B. & Simpson, T. W. (1942) *Amer. J. trop. Med.* 22, 513
14. Barber, M. A. (1940) *Amer. J. trop. Med.* 20, 249
15. Barber, M. A., Komp, W. H. W. & Hayne, T. B. (1924) *Publ. Hlth Rep., Wash.* 39, 231
16. Barber, M. A. & Olinger, M. T. (1931) *Ann. trop. Med. Parasit.* 25, 461
17. Barber, M. A. & Rice, J. B. (1937) *Amer. J. trop. Med.* 17, 413
18. Barber, M. A., Rice, J. B. & Brown, J. Y. (1932) *Amer. J. Hyg.* 15, 601
19. Barraud, P. J. & Covell, G. (1928) *Indian J. med. Res.* 15, 671
20. Barraud, P. J. & Covell, G. (1929) dans : *Far Eastern Association of Tropical Medicine : Transactions of the Seventh Congress, ... 1927*, Calcutta, 3, 98
21. Bartolucci, F. (1932) *Arch. ital. Sci. med. colon.* 13, 630
22. Bâuvallat, H. (1928) *Bull. Soc. Path. exot.* 21, 323
23. Beattie, M. V. F. (1930) *J. Ecol.* 18, 67
24. Bedford, G. A. H. (1928) *South African mosquitoes*. Dans : Union of South Africa, Department of Agriculture, Director of Veterinary Education and Research *13th and 14th reports*, Pretoria, Part II, p. 883
25. Bedford, H. W. (1937) *Report on medical entomology*. Dans : Sudan, *Report of the Sudan Medical Service for the year 1936*, Khartoum, p. 81
26. Bequaert, J. C. (1930) *Medical and economic entomology*. Dans : Strong, R. P., ed., *The African Republic of Liberia and the Belgian Congo*, Cambridge, Mass., Vol. II, p. 797
27. Bernet, J. (1948) *Bull. méd. Afr. occid. franç.* 5, 361
28. Bernet, J. (1948-1950) *Rapports à la Direction du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie, Bobo-Dioulasso*
29. Bernet, J. (1950) *Bull. méd. Afr. occid. franç.* 7, 75
30. Bernet, J. (1950) *Méd. trop.* 10, 564
31. Blacklock, D. B. & Evans, A. M. (1926) *Ann. trop. Med. Parasit.* 20, 59
32. Blacklock, D. B. & Wilson, C. (1941) *Ann. trop. Med. Parasit.* 35, 37
33. Blacklock, D. B. & Wilson, C. (1942) *Ann. trop. Med. Parasit.* 36, 182
34. Blanchard, R. (1902) *C.R. Soc. Biol., Paris*, 54, 793

35. Blanchard, R. (1905) *Les moustiques. Histoire naturelle et médicale*, Paris
36. Blanchard, R. & Dyé, L. (1904) *Rev. Méd. Hyg. trop.* **1**, 49. Cité par Sénevet ^{82a}
37. Blin, G. (1908) *Bull. Soc. Path. exot.* **1**, 100
38. Bouffard, G. (1909) *Bull. Soc. Path. exot.* **2**, 34
39. Bouillez, M. (1916) *Bull. Soc. Path. exot.* **9**, 143
40. Bourret, G. & Dufougeré, W. (1912) *Ann. Hyg. Méd. colon.* **15**, 46
41. Bousfield, L. (1919) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **12**, 52
42. Boyd, M. F. (1930) *An introduction to malariology*, Cambridge, Mass.
43. Boyd, M. F. & Aris, F. W. (1929) *Amer. J. trop. Med.* **9**, 309
44. Brambilla, A. (1940) *Riv. Malariol.* **19**, 290
45. Brambilla, A. (1941) *Riv. Malariol.* **20**, 271
46. Briscoe, M. S. (1948) *Psyche, Camb., Mass.* **54**, 246
47. Brown, J. Y. (1947) *Mosquitoes and malaria in Nigeria. Malaria studies in the Anchau Corridor, Northern Nigeria* (Rapport non publié)
48. [Bruce-]Chwatt, L. J. (1945) *Ann. trop. Med. Parasit.* **39**, 124
49. [Bruce-]Chwatt, L. J. (1945) *J. trop. Med. Hyg.* **48**, 22, 51
50. [Bruce-]Chwatt, L. J. (1947) *Malaria surveys in Katsina, Northern Nigeria, March-April, August-September 1947* (Rapport non publié)
51. [Bruce-]Chwatt, L. J. (1949) *Memorandum on malaria incidental to irrigation projects in West Africa, being a comment on the British West African Rice Mission's report 1948* (Rapport non publié)
52. [Bruce-]Chwatt, L. J. (1949) *Mosquito News*, **9**, 56
53. Bruce-Chwatt, L. J. (1950) *J. trop. Med. Hyg.* **53**, 71
54. Bruce-Chwatt, L. J. (1951) *Bull. World Hlth Org.* **4**, 301
55. Bull, C. G. & King, W. V. (1923) *Amer. J. Hyg.* **3**, 491
56. Cambournac, F. J. C. (1950) *Rapport sur le paludisme en Afrique équatoriale* (OMS, document de travail non publié WHO/Mal/58 — Afr/Mal/Conf/14)
57. Cambournac, F. J. C. & Hill, R. B. (1938) dans : *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis*, Amstelodami, **2**, 178
- 57 bis. Campbell, R. W. H. (1951) *Bull. ent. Res.* **42**, 647
58. Causey, O. R., Deane, L. M. & Deane, M. P. (1943) *Amer. J. trop. Med.* **23**, 73
59. Causey, O. R., Deane, L. M. & Deane, M. P. (1946) *Studies on Brazilian anophelines from the northeast and Amazon regions*, Baltimore, Md. (*Amer. J. Hyg. Monograph Series*, No. 18)
60. Causey, O. R., Penido, H. M. & Deane, L. M. (1943) *Amer. J. trop. Med.* **23**, 59
61. Christophers, S. R. & Chand, K. (1915) *Indian J. med. Res.* **3**, 180
62. Christophers, S. R. & Puri, I. M. (1931) *Indian J. med. Res.* **18**, 1133
63. Coggeshall, L. T. (1944) *Geogr. Rev.* **34**, 308
64. Corradetti, A. (1938) *Boll. Soc. ital. Biol. sper.* **13**, 115
65. Corradetti, A. (1938) dans : Castellani, A. *Bull. Off. int. Hyg. publ.* **30**, 2793
66. Corradetti, A. (1938) *Riv. Parassit.* **2**, 143
67. Corradetti, A. (1939) *Riv. Biol. colon.* **3**, 419. Cité par Giaquinto-Mira ¹³⁰
68. Corradetti, A. (1939) *Riv. Malariol.* **18**, 249
69. Corradetti, A. (1939) *Riv. Parassit.* **3**, 153
70. Corradetti, A. & Archetti, I. (1946) *Riv. Biol. colon.* **7**, 115
71. Couvy, [L.] (1925) *Ann. Méd. Pharm. colon.* **23**, 238
72. Dalziel, J. M. (1920) *Bull. ent. Res.* **11**, 247
73. Davidson, G. (1949) *Ann. trop. Med. Parasit.* **43**, 361
74. Davis, G. E. & Philip, C. B. (1931) *Amer. J. Hyg.* **14**, 130
75. Davis, N. C. (1931) *Riv. Malariol.* **10**, 43. Cité par Soper & Wilson ⁸³⁷
76. Davis, N. C. & Shannon, R. C. (1928) *Amer. J. trop. Med.* **8**, 443
77. Deane, M. P. & Causey, O. R. (1943) *Amer. J. trop. Med.* **23**, 95
78. De Burca, B. & Yusaf, M. (1942) *J. Majar. Inst. India*, **4**, 447
79. De Meillon, B. (1931) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **4**, 275
80. De Meillon, B. (1934) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **6**, 195
81. De Meillon, B. (1934) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **6**, 272
82. De Meillon, B. (1936) *Bull. trim. Org. Hyg. S.d.N.* **5**, 147
83. De Meillon, B. (1937) *Nature, Lond.* **140**, 428
84. De Meillon, B. (1937) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **7**, 306
85. De Meillon, B. (1937) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **7**, 313
86. De Meillon, B. (1938) *S. Afr. med. J.* **12**, 648
87. De Meillon, B. (1941) *Estudos entomológicos de la colônia de Moçambique*, Lourenço Marques, p. 1
88. De Meillon, B. (1947) *The Anophelini of the Ethiopian geographical region*, Johannesburg (*Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **10**, No. XLIX)
89. De Meillon, B. (1951) *Bull. World Hlth Org.* **4**, 333
90. De Meillon, B. (1951) *Bull. World Hlth Org.* **4**, 419
91. De Meillon, B. & Gear, J. (1939) *S. Afr. med. J.* **13**, 309
92. Dethier, V. G. (1945) *J. econ. Ent.* **38**, 528
93. Dönitz, W. (1902) *Z. Hyg. InfektKr.* **41**, 15
94. Doucet, J. (1949) *Mém. Inst. scient. Madagascar, A*, **3**, 107, 121
- 94 bis. Doucet, J. (1951) *Les anophélinés de la région malgache*, Tananarive
95. Dowling, M. A. C. (1951) *Bull. World Hlth Org.* **4**, 443
96. Dunn, L. H. (1928) *Bull. ent. Res.* **18**, 247
97. Duren, A. (1937) *Mém. Inst. roy. colon. belge*, **5**, No 5
98. Duren, A. (1938) dans : *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis*, Amstelodami, **2**, 194
99. Duren, A. (1938) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **18**, 557
100. Dutton, J. E. [& Theobald, F. V.] (1903) *Mem. Lpool Sch. trop. Med.* No. 10
101. Dutton, J. E. & Todd, J. L. (1906) *Mem. Lpool Sch. trop. Med.* No. 20
102. Dyé, L. (1904) *C.R. Soc. Biol., Paris*, **56**, 544. Cité par Sénevet ^{82b}
103. Eddey, L. G. (1947) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **40**, 567
104. Edwards, F. W. (1934) *Ann. Mag. nat. Hist.* **14**, 321
105. Etats-Unis d'Amérique, Naval Medical School (1944) *Arthropods of medical importance with special reference to malaria control*, Bethesda, Md.
106. Ethès, Y. (1939) *Service sanitaire de l'Office du Niger. Rapport annuel 1938*, Ségou
107. Ethès, Y. (1942) *Méd. trop.* **2**, 415, 482
108. Evans, A. M. (1938) *Mosquitoes of the Ethiopian region. II. Anophelini: adults and early stages*, London
109. Eyles, D. E. (1944) *Publ. Hlth Bull., Wash.* No. 287
110. Eyles, D. E. & Bishop, L. K. (1934) *Publ. Hlth Rep., Wash.* **58**, 217
111. Fain, A. & Henrard, C. (1948) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **28**, 7
112. Farrell, E. (1948) *Bull. U.S. Army med. Dept.* **8**, 110
113. Ferreira, F. S. da Cruz (1945) *Anofelismo e sezonismo em S. Vicente de Cabo Verde*, Lisboa
114. Fiasson, R. (1943) *Rev. Sci. méd. pharm. vét. Afr. franç. libre*, **2**, 257
115. Fletcher, O. K., jr. & Krause, J. B. (1948) *Amer. J. trop. Med.* **28**, 323
116. Frohne, W. C. (1939) *Publ. Hlth Rep., Wash.* **54**, 1363
117. Galliard, H. (1932) *Ann. Parasit. hum. comp.* **10**, 85
118. Galliard, H. (1932) *Ann. Parasit. hum. comp.* **10**, 465
119. Galliard, H. & Sautet, J. (1935) *Bull. Soc. Path. exot.* **28**, 453
120. Galvão, A. L. A. (1948) dans : *Proceedings of the Fourth International Congresses on Tropical Medicine and Malaria*, Washington, D.C., **1**, 656
121. Garnham, P. C. C. (1929) *J. trop. Med. Hyg.* **32**, 207, 221
122. Garnham, P. C. C. (1938) dans : *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis*, Amstelodami, **2**, 161

123. Garnham, P. C. C. (1945) *Ann. trop. Med. Parasit.* **39**, 63
124. Garnham, P. C. C. (1948) *J. nat. Malar. Soc.* **7**, 275
125. Garnham, P. C. C. & Harper, J. O. (1944) *E. Afr. med. J.* **21**, 310
126. Garnham, P. C. C., Harper, J. O. & Highton, R. B. (1946) *Bull. ent. Res.* **36**, 473
127. Gebert, S. (1936) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **30**, 255
128. Gebert, S. (1937) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **31**, 115
129. Gellie (1947) *Campagne antipalustre dans la localité de M'Bour* (Rapport à la Direction du Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie, Bobo-Dioulasso).
130. Giaquinto-Mira, M. (1950) *Riv. Malariol.* **29**, 281
131. Gibbins, E. G. (1932) *Ann. trop. Med. Parasit.* **26**, 239
132. Gibbins, E. G. (1933) *Ann. trop. Med. Parasit.* **27**, 15
133. Gibbins, E. G. (1933) *Bull. ent. Res.* **24**, 257
134. Gibbins, E. G. (1936) *Ann. trop. Med. Parasit.* **30**, 275
135. Gil Collado, J. (1936) *Eos, Madr.* **11**, 311
136. Giles, G. M. J. (1902) *A handbook of the gnats or mosquitoes, giving the anatomy and life history of the Culicidae*, 2nd ed., London
137. Gilroy, A. B. (1948) *Malaria control by coastal swamp drainage in West Africa*, London
138. Glasgow, J. P. & MacInnes, D. G. (1943) *E. Afr. med. J.* **20**, 176
139. Gordon, R. M., Hicks, E. P., Davey, T. H. & Watson, M. (1932) *Ann. trop. Med. Parasit.* **26**, 273
140. Graham, W. M. (1910) *Bull. ent. Res.* **1**, 51
141. Grainger, W. E. (1947) *E. Afr. med. J.* **24**, 16
- 141 bis. Grassi, B. (1921) *Ann. Igiene*, **31**, 329. Cité par Roubaud²⁸⁹
142. Hadaway, A. B. (1950) *Bull. ent. Res.* **41**, 63
143. Haddow, A. J. (1942) *Bull. ent. Res.* **33**, 91
144. Haddow, A. J. (1943) *Bull. ent. Res.* **34**, 89
145. Haddow, A. J. (1945) *Bull. ent. Res.* **36**, 33
146. Haddow, A. J. & Dick, G. W. A. (1948) *Ann. trop. Med. Parasit.* **42**, 271
147. Haddow, A. J., Gillett, J. D. & Highton, R. B. (1947) *Bull. ent. Res.* **37**, 301
148. Hancock, G. L. R. (1930) *Bull. Soc. ent. Egypte*, N° 1, p. 38
149. Hancock, G. L. R. (1934) *J. anim. Ecol.* **3**, 204
150. Harper, J. O. & Van Someren, E. C. C. (1947) *E. Afr. med. J.* **24**, 25
151. Harvey, D. & Symes, C. B. (1931) *Bull. ent. Res.* **22**, 59
152. Hegh, E. (1921) *Les moustiques. Mœurs et moyens de destruction*, Bruxelles
153. Heisch, R. B. (1947) *E. Afr. med. J.* **24**, 3
154. Heisch, R. B. (1948) *E. Afr. med. J.* **25**, 220
155. Henderson, L. H. (1932) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **25**, 281
156. Hermitte, L. C. D. (1931) *Rec. Malar. Surv. India*, **2**, 643
157. Hess, A. D. & Hall, T. F. (1945) *J. nat. Malar. Soc.* **4**, 20
158. Hill, E. & Haydon, L. G. (1905) *J. Hyg., Camb.* **5**, 467
159. Hinman, E. H. & Cutkomp, L. K. (1947) *Amer. J. trop. Med.* **27**, 449
160. Hocking, K. S. (1947) *Bull. ent. Res.* **38**, 131
161. Hocking, K. S. (1947) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **40**, 589
162. Hocking, K. S. & MacInnes, D. G. (1948) *Bull. ent. Res.* **39**, 453
163. Holstein, M. (1948) *Acta trop.*, Basel, **5**, 306
164. Holstein, M. (1949) *Bull. méd. Afr. occid. franç.* Numéro spécial, p. 155
165. Holstein, M. (1949) *Bull. Soc. Path. exot.* **42**, 374
166. Holstein, M. (1949) *Guide pratique de l'anophélisme en A.O.F. Dakar*
167. Holstein, M. (1951) *Bull. Org. mond. Santé*, **4**, 463
168. Hopkins, G. H. E. (1933) dans : Uganda Protectorate, *Annual medical and sanitary report for the year ended 31st December, 1932*, Entebbe, p. 86

169. Hopkins, G. H. E. (1934) dans : Uganda Protectorate, *Annual medical and sanitary report for the year ended 31st December, 1933* Entebbe, p. 57
170. Hopkins, G. H. E. (1940) *E. Afr. med. J.* **17**, 189
171. Hopkins, G. H. E. (1941) *E. Afr. med. J.* **18**, 175
172. Hurlbut, H. S. (1938) *J. Parasit.* **24**, 521
173. Huttel, W. (1950) *Languedoc méd.* **33**, 1
174. Ingram, A. & De Meillon, B. (1927-9) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **4**, 1, 83
175. Ingram, A. & Macfie, J. W. S. (1917) *Bull. ent. Res.* **8**, 135
176. Jadin, J. B. & Herman, F. (1946) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **26**, 111
177. James, S. P., Nicol, W. D. & Shute, P. G. (1927) *Habitudes des anophèles par rapport à leur rôle dans la propagation du paludisme. Importance des différences mensuelles dans la durée de vie de l'A. maculipennis*, Genève (Société des Nations, document C.H./Malaria/93)
178. Jepson, W. F., Moutia, A. & Courtois, C. (1947) *Bull. ent. Res.* **38**, 177
179. Johnson, W. B. (1919) *Bull. ent. Res.* **9**, 325
180. Joseph, G. (1944) *La Côte d'Ivoire*, Paris
181. Joyeux, C. (1915) *Bull. Soc. Path. exot.* **8**, 656
182. Joyeux, C., Sicé, A. & Sautet, J. (1939) *Bull. Soc. Path. exot.* **32**, 616
183. Kartman, L., Newcomb, E. H., Campau, E. J. & Morrison, F. D. (1947) *Mosquito News*, **7**, 110
184. Kartman, L. & Silveira, M. M. da (1946) *J. econ. Ent.* **39**, 356
185. Kauntze, W. H. & Symes, C. B. (1933) *Rec. med. Res. Lab., Kenya*, No. 5
186. Kerr, J. A. (1933) *Bull. ent. Res.* **24**, 493
187. King, W. V. (1948) dans : *Proceedings of the Fourth International Congresses on Tropical Medicine and Malaria*, Washington, D.C., **1**, 860
188. King, W. V. & Bull, C. G. (1923) *Amer. J. Hyg.* **3**, 497
189. Kirk, J. B. (1934) *Trop. Dis. Bull.* **31**, 521
190. Kirk, J. B. (1937) *Ann. trop. Med. Parasit.* **31**, 1
191. Kligler, I. J. & Liebman, E. (1928) *J. prev. Med.* **2**, 433
192. Kligler, I. J. & Mer, G. (1930) *Long-range dispersion of anopheles during the prehibernating period*, Geneva (Société des Nations, document C.H./Malaria/141)
193. Lamborn, W. A. (1925) *Bull. ent. Res.* **15**, 361
194. Lane, C. (1931) *L'habitation dans ses rapports avec le paludisme (Résumé critique de la documentation ayant trait à cette question)*, Genève (Société des Nations, document C.H./Malaria/169)
195. Laurel, A. G. (1930) *Mon. Bull. Philipp. Hlth Serv.* **10**, 153, 537
196. Laveran, A. (1904) *C.R. Soc. Biol., Paris*, **56**, 555. Cité par Sénevet³²⁸
197. Lavergne, J. (1950) *Rev. colon. Méd. Chir.* **22**, 134
198. Ledentu (1942) *Bull. Off. int. Hyg. publ.* **34**, 24
199. Leeson, H. S. (1930) *Proc. R. ent. Soc. Lond.* **5**, 26
200. Leeson, H. S. (1931) *Mem. Lond. Sch. Hyg. trop. Med.*, No. 4
201. Leeson, H. S. (1948) *Ann. trop. Med. Parasit.* **42**, 253
202. Le Gac, P., Seite, P. & Combescot de Marsaguet, G. (1945) *Bull. Soc. Path. exot.* **38**, 201
203. Le Gall, R. (1941) *Méd. trop.* **1**, 668
204. Le Gall, R. (1943) *Bull. Off. int. Hyg. publ.* **35**, 417
205. Le Gall, R. (1944) *Bull. Off. int. Hyg. publ.* **36**, 203
206. Legendre, J. (1918) *C.R. Soc. Biol., Paris*, **81**, 493
207. Legendre, J. (1927) *Bull. Soc. Path. exot.* **20**, 476
208. Leger, A. (1919) *Bull. Soc. méd.-chir. Ouest afr.* **2**, 2. Cité par C. Mathis²³³
209. Leger, M. (1925) *Ann. Méd. Pharm. colon.* **23**, 265
210. Leger, M. & Baury, A. (1922) *Bull. Soc. Path. exot.* **15**, 497. Cité par Sénevet³²⁸

211. Le Gouas, J. (1949) *Bull. méd. Afr. occid. franç.* 6, 93
 212. Le Moal, V. (1906) *Ann. Hyg. Méd. colon.* 9, 181
 213. Le Moal, V. (1906) *Ann. Hyg. Méd. colon.* 9, 550
 214. Lewis, D. J. (1942) *Proc. R. ent. Soc. Lond., B*, 11, 141
 215. Lewis, D. J. (1944) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 38, 215
 216. Lewis, D. J. (1945) *Trans. R. ent. Soc. Lond.* 95, 1
 217. Lewis, D. J. (1947) *Bull. ent. Res.* 37, 543
 218. Lewis, D. J. (1948) *Bull. ent. Res.* 39, 133
 219. Lewis, D. J. (1949) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 42, 393
 220. McCarthy, D. D. (1941) *Report of the Zanzibar Research Unit, June 1934 to September 1937*, Zanzibar (Zanzibar Protectorate, Colonial Development Fund, Malaria Research Scheme). Cité par Cambournac⁸⁶
 221. Macdonald, G. (1950) *L'importance économique du paludisme en Afrique* (OMS, document de travail non publié WHO/Mal/60 — Afr/Mal/Conf/16)
 222. Macfie, J. W. S. (1921) *Accra Laboratory report for the year 1920*. Dans: Gold Coast Colony, *Report on the Medical Department for the year 1920*, Accra, p. 39
 223. Macfie, J. W. S. & Ingram, A. (1923) *Bull. ent. Res.* 13, 409
 224. MacGregor, M. E. (1924) *Report on the Anophelinae of Mauritius and on certain aspects of malaria in the Colony, with recommendations for a new antimalaria campaign*, London
 225. MacGregor, M. E. (1927) *Mosquito surveys*, London. Cité par Evans,¹⁰⁸ p. 316
 226. MacInnes, D. G. (1947) *Bull. ent. Res.* 38, 123
 227. Mackay, R. (1938) *Second (final) report of the Malaria Unit, Dar es Salaam, for the period November 1934 to December 1936*, Dar es Salaam, p. 7
 228. Mackerras, M. J. & Lemerle, T. H. (1949) *Bull. ent. Res.* 40, 27
 229. Madwar, S. (1938) dans: *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis*, Amstelodami, 2, 222
 230. Marneffe, H., Ranque, J. & Sautet, J. (1943) *Bull. Soc. Path. exot.* 36, 223
 231. Marneffe, H. & Sautet, J. (1944) *Bull. Soc. Path. exot.* 37, 315
 232. Martin, R. (1942) *Arch. Inst. Pasteur Algér.* 20, 10
 233. Mathis, C. (1946) *L'œuvre des pastoriens en Afrique noire. Afrique Occidentale Française*, Paris
 234. Mathis, M. (1935) *C.R. Soc. Biol., Paris*, 119, 1385
 235. Mattei, A. (1932) *Ann. Med. nav. colon.* 38, 538
 236. Mattingly, P. F. (1949) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 29, 29
 237. Mattingly, P. F. (1949) *Bull. ent. Res.* 40, 149
 238. Meira, M. T. V. de, Simões, T. S. & Nogueira, J. F. P. (1947) *An. Inst. Med., Lisboa*, 4, 257
 239. Melville, A. R., Wilson, D. Bagster, Glasgow, J. P. & Hocking, K. S. (1945) *E. Afr. med. J.* 22, 285
 240. Mendonça, F. C. de & Cerqueira, N. L. (1947) *Bol. Ofic. sanit. pan-amer.* 26, 22
 241. Mesnard, J. & Toumanoff, C. (1935) dans: *Far Eastern Association of Tropical Medicine: Transactions of the Ninth Congress, ... 1934*, Nanking, 2, 53
 242. Mesquita, B. de (1942) *Bol. ger. Med., N. Goa*, 24, 111
 243. Missiroli, A. & Hackett, L. W. (1929) *L'utilisation de la méthode des précipitines pour la détermination de la provenance du sang absorbé par les anophèles*, Genève (Société des Nations, document C.H./Malaria/131)
 244. Monier, H.-M. (1937) *Caractères de l'anophélisme sur les plateaux de l'Emyrne*, Tananarive. Résumé dans *Bull. Inst. Pasteur*, 1938, 36, 651
 245. Muirhead-Thomson, R. C. (1941) *J. Malar. Inst. India*, 4, 217
 246. Muirhead-Thomson, R. C. (1945) *Bull. ent. Res.* 36, 185
 247. Muirhead-Thomson, R. C. (1947) *Bull. ent. Res.* 38, 449
 248. Muirhead-Thomson, R. C. (1947) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 40, 511

249. Muirhead-Thomson, R. C. (1948) *Bull. ent. Res.* 38, 527
 250. Muirhead-Thomson, R. C. (1950) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 43, 401
 251. Muirhead-Thomson, R. C. (1951) *Bull. ent. Res.* 41, 487
 252. Mulligan, H. W. & Afridi, M. K. (1938) *The prevention of malaria incidental to engineering construction*, New Delhi (Government of India, Health Bulletin No. 25, Malaria Bureau No. 12). Résumé dans *Bull. Off. int. Hyg. publ.* 1942, 34, 122
 253. Neveu-Lemaire, M. (1906) *Arch. Parasit., Paris*, 10, 238. Cité par Sénevet³³⁶
 254. Newstead, R., Dutton, J. E. & Todd, J. L. (1907) *Ann. trop. Med. Parasit.* 1, 3
 255. Nicolay, F. (1940) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 20, 479
 256. Nigeria, Malaria Service (1950) *First annual report ... 1949-1950*, Yaba-Lagos (Document polycopié)
 257. Noc, F. (1922) *Rapport sur le fonctionnement de l'Institut de Biologie pendant l'année 1920*, Paris, p. 14 (Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française, Services sanitaires et médicaux)
 258. Oliveira Castro, G. M. de (1943) *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 38, 517
 259. Omori, N. (1942) *Acta nippon. Med. trop.* 4, 59
 260. Parent, M. & Demoulin, M. L. (1945) *Rec. Trav. Sci. méd. Congo belge*, N° 3, p. 159
 261. Patton, W. S. (1905) *J. Bombay nat. Hist. Soc.* 16, 623
 262. Pielou, D. P. (1947) *Proc. R. ent. Soc. Lond., A*, 22, 18
 263. Pinto, C. (1939) *Bol. Biol., S. Paulo*, 4, 196
 264. Pinto, C. (1939) *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 34, 293
 265. Pinto, G. de Souza (1931) *Folha méd.* 12, 330. Cité par Soper & Wilson³³⁷
 266. Pinto, G. de Souza (1938) dans: *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis*, Amstelodami, 2, 229
 267. Pomeroy, A. W. J. (1931) *A report on the mosquito and tsetse problem at Takoradi, 1930-31*. Dans: Gold Coast Colony, *Report on the Medical Department for the year 1930-31*, Accra, p. 101
 268. Rajindar Pal (1945) *J. Malar. Inst. India*, 6, 53
 269. Rajindar Pal (1945) *J. Malar. Inst. India*, 6, 217
 270. Rao, V. V. (1947) *Indian J. Malariol.* 1, 43
 271. Raynal, J. & Gaschen, H. (1935) *Bull. Soc. Path. exot.* 28, 937
 272. Rebelo, A. (1946) *An. Inst. Med. trop., Lisboa*, 3, 143
 273. Ribbands, C. R. (1944) *Ann. trop. Med. Parasit.* 38, 85
 274. Ribbands, C. R. (1944) *Ann. trop. Med. Parasit.* 38, 87
 275. Ribbands, C. R. (1944) *Bull. ent. Res.* 35, 271
 276. Ribbands, C. R. (1946) *Bull. ent. Res.* 36, 395
 277. Ribbands, C. R. (1946) *Bull. ent. Res.* 37, 163
 278. Ribbands, C. R. (1949) *Bull. ent. Res.* 40, 227
 279. Rice, J. B. & Barber, M. A. (1935) *J. Lab. clin. Med.* 20, 876
 280. Richard-Molard, J. (1949) *Afrique Occidentale Française*, Paris
 281. Roberts, F. H. S. & O'Sullivan, P. J. (1948) *Bull. ent. Res.* 39, 159
 282. Rodhain, J. & Van den Branden, F. (1917) *Bull. Soc. Path. exot.* 10, 704
 283. Rosenstiel, R. G. (1947) *J. econ. Ent.* 40, 795
 284. Ross, E. S. & Roberts, H. R. (1943) *Mosquito Atlas. Part I. The Nearctic Anopheles, important malaria vectors of the Americas and Aedes aegypti. Culex quinquefasciatus*, Philadelphia, p. 39
 285. Ross, R. (1908) *Report on the prevention of malaria in Mauritius*, London
 286. Ross, R. (1910) *The prevention of malaria*, London
 287. Ross, R., Annett, H. E. & Austen, E. E. (1900) *Mem. Lpool Sch. trop. Med.* No. 2
 288. Roubaud, E. (1920) *Ann. Inst. Pasteur*, 34, 181

289. Roubaud, E. (1923) *Ann. Inst. Pasteur*, **37**, 627
 290. Roubaud, E. (1928) *Ann. Inst. Pasteur*, **42**, 553
 291. Roubaud, E. (1931) *Riv. Malariol.* **10**, 1
 292. Roubaud, E. (1934) *Bull. Soc. Path. exot.* **27**, 853
 293. Roubaud, E. (1948) *C.R. Acad. Sci., Paris*, **226**, 1867
 294. Roubaud, E. & Colas-Belcour, J. (1926) *C.R. Acad. Sci., Paris*, **182**, 871
 295. Roubaud, E. & Gaschen, H. (1931) *Bull. Soc. Path. exot.* **24**, 203
 296. Roubaud, E. & Gaschen, H. (1933) *Bull. Soc. Path. exot.* **26**, 447
 297. Roubaud, E. & Toumanoff, C. (1935) *Bull. Soc. Path. exot.* **28**, 835
 298. Roubaud, E., Toumanoff, C. & Gaschen, H. (1933) *Bull. Soc. Path. exot.* **26**, 282
 299. Roubaud, E. & Treillard, M. (1934) *Bull. Soc. Path. exot.* **27**, 461
 300. Roubaud, E. & Treillard, M. (1934) *Bull. Soc. Path. exot.* **27**, 552
 301. Roubaud, E. & Treillard, M. (1937) *Bull. Soc. Path. exot.* **30**, 31
 302. Roubaud, E. & Treillard, M. (1940) *Bull. Soc. Path. exot.* **33**, 21
 303. Rozeboom, L. E. (1936) *Ann. ent. Soc. Amer.* **29**, 480
 304. Rudolfs, W. & Lackey, J. B. (1929) *Amer. J. Hyg.* **9**, 160
 305. Russell, P. F. & Rao, T. R. (1942) *Amer. J. trop. Med.* **22**, 417
 306. Russell, P. F. & Rao, T. R. (1942) *Amer. J. trop. Med.* **22**, 517
 307. Russell, P. F., Rozeboom, L. E. & Stone, A. (1943) *Keys to the anopheline mosquitoes of the world. With notes on their identification, distribution, biology, and relation to malaria*, Philadelphia
 308. Russell, P. F., West, L. S. & Manwell, R. D. (1946) *Practical malariology*, Philadelphia
 309. Sautet, J. (1936) *Rev. Méd. Hyg. trop.* **28**, 65, 129
 310. Sautet, J. (1942) *Méd. trop.* **2**, 21
 311. Sautet, J. (1948) *Pr. méd.* **56**, 583
 312. Sautet, J. & Marneffe, H. (1943) *Bull. Soc. Path. exot.* **36**, 226
 313. Sautet, J. & Marneffe, H. (1943) *Méd. trop.* **3**, 343
 314. Sautet, J., Ranque, J., Vuillet, F. & Vuillet, J. (1948) *Méd. trop.* **8**, 32
 315. Schwetz, J. (1938) dans : *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis, Amstelodami*, **2**, 187
 316. Schwetz, J. (1941) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **21**, 17
 317. Schwetz, J. (1944) *Mém. Inst. roy. colon. belge (Sect. Sci. nat. méd., in-8°)*, **14**, Fasc. 1
 318. Schwetz, J. (1948) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **28**, 51
 319. Schwetz, J. (1948) dans : *Proceedings of the Fourth International Congresses on Tropical Medicine and Malaria*, Washington, D.C., **1**, 896
 320. Schwetz, J. & Baumann, H. (1941) *Mém. Inst. roy. colon. belge (Sect. Sci. nat. méd., in-8°)*, **11**, Fasc. 2
 321. Schwetz, J., Baumann, H. & Fort, M. (1948) *Mém. Inst. roy. colon. belge (Sect. Sci. nat. méd., in-8°)*, **17**, Fasc. 1
 322. Schwetz, J., Collart, A. & Geernick (1929) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **22**, 457
 323. Scott, R. R. (1938) *E. Afr. med. J.* **15**, 2
 324. Séguy, E. (1929) *Notes sur les moustiques — III*, Paris, p. 177 (Encyclopédie entomologique, Série B, II, Diptera, Vol. 5)
 325. Sénevet, G. (1931) *Arch. Inst. Pasteur Algér.* **9**, 17
 326. Sénevet, G. (1935) *Les anophèles de la France et de ses colonies. I^{re} partie : France, Corse, Afrique, Madagascar, La Réunion*, Paris (Encyclopédie entomologique, Série A, XIX)
 327. Sénevet, G. & Ethès, Y. (1939) *Bull. Soc. Path. exot.* **32**, 509
 327 bis. Shannon, R. C. (1930) *Brasil-méd.* **19**, 515
 328. Shannon, R. C. & Andrade, G. C. de (1940) *Amer. J. trop. Med.* **20**, 641

329. Shousha, A. T. (1948) *Bull. Org. mond. Santé*, **1**, 343
 330. Shute, P. G. (1936) *Ann. trop. Med. Parasit.* **30**, 11
 331. Shute, P. G. & Ungureanu, E. (1941) *Arch. roum. Path. exp. Microbiol.* **11**, 403
 332. Sicé, A., Sautet, J. & Ethès, Y. (1939) *Rev. Méd. Hyg. trop.* **31**, 137
 333. Sicé, A. & Vaucel, M. (1928) *Bull. Soc. Path. exot.* **21**, 768
 334. Sinton, J. A. & Covell, G. (1927) *Indian J. med. Res.* **15**, 301
 335. Société des Nations, Organisation d'Hygiène (1940) *Bull. Org. Hyg. S.d.N.* **9**, 139
 336. Soeiro, A. (1950) *Malaria in Moçambique*, Lourenço Marques (Document photocopié)
 337. Soper, F. L. & Wilson, D. Bruce (1943) *Anopheles gambiae in Brazil 1930 to 1940*, New York
 338. Stephens, J. W. W. & Christophers, S. R. (1900) *Distribution of Anopheles in Sierra Leone*, p. 42 (Report to the Malaria Committee of the Royal Society, London, 1st series)
 339. Stephens, J. W. W. & Christophers, S. R. (1903) *The practical study of malaria and other blood parasites*, London
 340. Stephens, J. W. W. & Christophers, S. R. (1906) *Etude pratique du paludisme et des parasites du sang*, Paris (Traduction de 339)
 341. Stone, W. S. & Reynolds, F. H. K. (1939) *Science*, **90**, 371
 342. Swellengrebel, N. H. (1927) *Bull. Soc. Path. exot.* **20**, 121
 343. Swellengrebel, N. H. (1929) *Ann. Inst. Pasteur*, **43**, 1370
 344. Swellengrebel, N. H., Annecke, S. & De Meillon, B. (1931) *Publ. S. Afr. Inst. med. Res.* **4**, 245
 345. Swellengrebel, N. H. & Buck, A. de (1938) *Malaria in the Netherlands*, Amsterdam
 346. Swellengrebel, N. H. & Stack, T. (1949) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **29**, 207
 347. Symes, C. B. (1928) *Kenya E. Afr. med. J.* **5**, 138
 348. Symes, C. B. (1930) *Kenya E. Afr. med. J.* **7**, 2
 349. Symes, C. B. (1932) *Rec. med. Res. Lab., Kenya*, No. 4
 350. Symes, C. B. (1940-41) *E. Afr. med. J.* **17**, 291, 332, 414, 445
 351. Symes, C. B. & Hadaway, A. B. (1947) *Bull. ent. Res.* **37**, 399
 352. Taylor, A. W. (1930) *Ann. trop. Med. Parasit.*, **24**, 425
 353. Theobald, F. V. (1903) *Mem. Lpool. Sch. trop. Med.* No. 10, Appendix
 354. Thiel, P. H. van (1938) dans : *Acta Conventus Tertii de Tropicis atque Malariae Morbis, Amstelodami*, **2**, 142
 355. Thiroux, A. & Anfreville, L. d' (1908) *Le paludisme au Sénégal pendant les années 1905-1906*, Paris. Cité par C. Mathis²³³
 356. Thompson, J. G. (1929) *Proc. R. Soc. Med.* **22**, 1051. Cité par Lane,¹⁹⁴ p. 22
 357. Toumanoff, C. (1935) dans : *Far Eastern Association of Tropical Medicine : Transactions of the Ninth Congress, ... 1934*, Nanking, **2**, 37
 358. Toumanoff, C. (1936) *L'anophélisme en Extrême-Orient : Contribution faunistique et biologique*, Paris
 359. Toumanoff, C. (1938) *Bull. Soc. Path. exot.* **31**, 733
 360. Toumanoff, C. (1939) *Bull. Soc. Path. exot.* **32**, 726
 361. Tredre, R. F. (1946) *Ann. trop. Med. Parasit.* **40**, 380
 362. Treillard, M. (1936) *Bull. Soc. Path. exot.* **29**, 148
 363. Turner, J. G. S. & Walton, G. A. (1946) *Report on malaria in Freetown and district, Freetown (Colony of Sierra Leone, Medical Department Paper No. 1)*
 364. Uhlenhuth, P. T. & Weidanz, O. (1909) *Praktische Anleitung zur Ausführung des biologischen Eiweissdifferenzierungsverfahrens, mit besonderer Berücksichtigung der forensischen Blut- und Fleischuntersuchung, sowie der Gewinnung präzipitierender Sera*, Jena
 365. Unti, O. (1943) *Arch. Hig. Saúde públ.* **8**, 83

366. Unti, O. (1943) *Folia cltn. biol.*, S. Paulo, **15**, 1
 367. Van Someren, G. R. C. (1943) *Bull. ent. Res.* **34**, 323
 368. Vargas, L., Casis, G. & Earle, W. C. (1941) *Amer. J. trop. Med.* **21**, 779
 369. Vassal, J. J. (1907) *Atti Soc. Studi Malar.* **8**, 19. Cité par Sénevet³²⁶
 370. Vaucel, M. & Campourcy, A. (1943) *Rev. Sci. méd. pharm. vét. Afr. franç. libre*, **2**, 85
 371. Vaucel, M. & Saleun, G. (1933) *Bull. Soc. Path. exot.* **26**, 18
 372. Vilain, M. (1949) *Bull. Soc. Path. exot.* **42**, 371
 373. Vincke, I. (1946) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **26**, 385
 374. Vincke, I. (1950) *La lutte antipaludique au moyen du DDT au Katanga (1947-1950)* (OMS, document de travail non publié WHO/Mal/47 — Afr/Mal/Conf/3)
 375. Vincke, I. & Parent, M. (1944) *Bull. Ass. Ing. Fac. techn. Hainaut, Mons*, N° 8, p. 1
 376. Vogel, E. & Riou, M. (1939) *Ann. Méd. Pharm. colon.* **37**, 324
 377. Walch, E. W. & Sardjito, M. (1928) *Meded. Dienst Volksgezondh. Ned.-Ind.* **17**, 234
 378. Wesché, W. (1910) *Bull. ent. Res.* **1**, 7
 379. White, R. Senior (1947) *Indian J. Malariol.* **1**, 111
 380. White, R. Senior, Ghosh, A. R. & Rao, V. V. (1945) *J. Malar. Inst. India*, **6**, 129
 381. Wilson, D. Bagster (1936) *Report of the Malaria Unit, Tanga, 1933-34, together with a report on a study of malaria in India, Dar es Salaam*
 382. Wilson, D. Bagster (1936) *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* **29**, 583
 383. Wilson, D. Bagster (1946) *E. Afr. med. J.* **23**, 258
 384. Wilson, D. Bagster (1947) *E. Afr. med. J.* **24**, 171
 385. Wilson, D. Bagster & Notley, F. B. (1943) *E. Afr. med. J.* **20**, 255
 386. Wilson, D. Bagster & Wilson, M. E. (1940) *E. Afr. med. J.* **16**, 405
 387. Wiseman, R. H., Symes, C. B., McMahon, J. C. & Teesdale, C. (1939) *Report on a malaria survey of Mombasa, Nairobi*
 388. Wolfs, J. (1945) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* **25**, 225

- N° 1
 Lucien BOVET
 LES ASPECTS PSYCHIATRIQUES
 DE LA DÉLINQUANCE JUVÉNILE
 1951, 99 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition française et édition anglaise
- N° 2
 John BOWLBY
 SOINS MATERNELS ET SANTÉ MENTALE
 1951, 199 pages Prix: Fr. s. 8,— 10/- \$2,00
 Edition française et édition anglaise
- N° 3
 E. J. PAMPANA
 LUTTE ANTIPALUDIQUE
 PAR LES INSECTICIDES A ACTION RÉMANENTE
 1951, 72 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition française seulement
- N° 4
 John T. FULTON
 EXPERIMENT IN DENTAL CARE
 RESULTS OF NEW ZEALAND'S USE OF SCHOOL DENTAL NURSES
 1951, 87 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition anglaise seulement
- N° 5
 Kenneth R. HILL, R. KODIJAT & M. SARDADI
 ATLAS OF FRAMBOESIA
 1951, 52 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition anglaise seulement
- N° 6
 Mary C. PANGBORN, F. MALTANER, V. N. TOMPKINS,
 T. BEECHER, W. R. THOMPSON & Mary Rose FLYNN
 CARDIOLIPIN ANTIGENS
 1951, 63 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition anglaise seulement
- N° 7
 C.-E. A. WINSLOW
 LE COÛT DE LA MALADIE ET LE PRIX DE LA SANTÉ
 1952, 119 pages Prix: Fr. s. 6,— 7/6 \$1,50
 Edition française et édition anglaise
- N° 8
 J. F. BROCK & M. AUTRET
 LE KWASHIORKOR EN AFRIQUE
 1952, 80 pages Prix: Fr. s. 4,— 5/- \$1,00
 Edition française et édition anglaise
- N° 9
 M. H. HOLSTEIN
 BIOLOGIE D'ANOPHELES GAMBIAE
 RECHERCHES EN AFRIQUE-OCCIDENTALE FRANÇAISE
 1952, 176 pages Prix: Fr. s. 8,— 10/- \$2,00
 Edition française seulement