

# Contribution à l'étude du complexe *A. gambiae* Répartition géographique et saisonnière en Afrique de l'Ouest<sup>(1)</sup>

J. COZ

Pharmacien-chimiste des Armées, Entomologiste médical  
de l'O.R.S.T.O.M.  
Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E. Bobo-Dioulasso

## RÉSUMÉ.

Après un rappel historique et l'étude des méthodes utilisées : morphologie, biométrie, croisements de référence, cytotaxonomie, l'auteur étudie la répartition géographique des espèces *A.*, *B* et *melas*, appartenant au complexe *A. gambiae*, en Afrique de l'Ouest : *A.* *melas* ne se rencontre que sur le cordon littoral ; l'espèce *A* se trouve seule dans les zones très humides. Dans les zones de savane, les espèces *A* et *B* sont sympatriques, l'espèce *B* devenant prédominante lorsqu'on se dirige vers les zones sèches. En Haute-Volta, étudiée plus particulièrement, l'espèce *A* est prépondérante pendant la saison des pluies ; par contre, c'est l'espèce *B* qui domine en saison sèche et froide, c'est-à-dire en décembre, janvier, février. L'auteur estime que l'espèce *A* est plus anciennement installée dans cette partie de l'Afrique et que l'espèce *B* y est arrivée plus tard, venant de l'est, plus particulièrement du Soudan et de l'Éthiopie.

## SUMMARY.

After a short historical review and study of methods : biometry, reference crosses, cytotaxonomy, the author studies the geographical distribution of species *A.*, *B* and *melas* belonging to the complex. *A. gambiae* in West Africa. *A. melas* is met only on coastline. Species *A* is found alone in the very humid countries. In Savannah areas, species *A* and *B* are sympatric, species *B* becoming preponderant towards the dry zones. In Upper Volta more particularly studied, species *A* is preponderant during the rainy season ; on the other

hand, species *B* rises above in cold and dry season (i.e. December, January, February). The author considers that species *A* is more ancient in this part of Africa and that species *B* had come later, from the East, specially from Sudan and Ethiopia.

## 1. RAPPEL HISTORIQUE.

*Anopheles gambiae* Giles, 1902, Diptère Nématocère appartenant au sous-genre *Cellia*, série *Neomyzomyia*, section *Pyretophorus*, l'un des principaux vecteurs du paludisme humain en Afrique tropicale, est certainement un des moustiques sur lesquels les écrits et les travaux ont été les plus nombreux. La liste des synonymes et des variétés s'établit ainsi pour *A. gambiae* :

- 1902. *Anopheles gambiae* Giles, *A handbook of the gnats or Mosquitoes*, 2nd edition, 511.
- 1900. *Anopheles costalis* Giles (nec Loew), *Liverp. Sch. trop. Med.*, Mem. n° 2, 49.
- 1902. *Anopheles gracilis*, Donitz, *Z. Hyg. Infektkr.*, 41, 76.
- 1903. *Anopheles gambiensis* Giles, *Liverp. Sch. trop. Med.*, Mem. n° 10, 2.
- 1905. *Anopheles arabiensis* Patton, *J. Bombay nat. Hist. Soc.*, 14, 625.
- 1911. *Pyretophorus quadriannulatus* Theobald, *Union of S.A. Division of Veterinary Research, First Report, Pretoria, Govt. Printer*, p. 244.

Les autres espèces du complexe sont :

*A. melas* :

- 1903. *Anopheles costalis* var. *melas* Theobald, *Liverp. Sch. trop. Med.*, Mem. n° 10, app. 2.
- 1931. *Anopheles gambiae* var. *melas* Evans, *Ann. trop. Med. Parasit.*, 25, 443.

(1) Cet article fait partie d'une Thèse de Doctorat ès-Sciences, effectuée sous la direction du Professeur BERGERARD, Thèse soutenue à la Faculté des Sciences d'Orsay, le 20 juin 1972. Jury : Professeurs BERGERARD, LE BERGE, BOCQUET.

1944. *Anopheles melas* Ribbans, *Ann. trop. Med. Parasit.*, **38**, 85, 87.

*A. merus* :

1902. *Anopheles merus* Donitz, *Z. Hyg. Infektkr.*, **41**, 77.

1912. *Anopheles costalis* Edwards, *Bull. ent. Res.*, **3**, 247.

1957. *Anopheles gambiae litoralis* Halcrow, *E. Afr. med. J.*, **34**, 133.

1962. *Anopheles tangensis* Kuhlów, *Z. Tropenmed. Parasit.*, **13**, 443.

De ces différents noms, n'étaient retenus, jusqu'en 1962, que les deux suivants : *A. gambiae* et *A. melas* Theo., qui, du statut de variété, était passé à celui d'espèce ; les autres avaient subi la règle de priorité ou étaient tombés en synonymie. La position taxonomique d'*A. melas* n'était pas très nette, certains auteurs continuant à en faire une variété ou une sous-espèce d'*A. gambiae*.

Les premiers travaux permettant de cliver le groupe ou le complexe *A. gambiae* d'une façon nette sont ceux de MUIRHEAD-THOMPSON (1948) qui, en Afrique de l'ouest, à Lagos, croisa une forme d'eau douce du complexe avec *A. gambiae* var. *melas*, forme à larves d'eau salée ou saumâtre ; il obtint une première génération, F1, dont les mâles s'avérèrent ne pas être féconds. C'est en 1956, lors d'études sur la résistance aux insecticides d'*A. gambiae*, originaire d'Ambursa (Nord Nigeria) que DAVIDSON (1956) procéda au croisement de cette souche avec une autre originaire de Lagos (Sud Nigeria). Une étude du tractus génital mâle de la F1 montre que les mâles étaient stériles, avec testicules atrophiés. Les femelles de la F1 s'avérèrent, par contre, être fertiles. DAVIDSON entreprit alors de croiser de nombreuses souches d'*A. gambiae* d'eau douce originaires de toute l'Afrique, montrant l'existence de deux formes principales, l'une compatible avec la souche « Lagos », appelée forme A, la seconde avec celle d'Ambursa, appelée forme B (DAVIDSON et JACKSON, 1962 ; DAVIDSON, 1962 ; DAVIDSON, 1964 a et b). Sensiblement à la même époque, BURGESS (1962), au Libéria, croisait *A. melas* avec une forme d'eau douce (2) : il montrait que les mâles obtenus à la F1 étaient stériles ; il notait, de plus, une perturbation importante du rapport des sexes « sex-ratio » chez les descendants issus du croisement des mâles d'*A. gambiae* avec des femelles d'*A. melas* ; lors du croisement inverse, la « sex-ratio » était normale.

Une autre espèce du groupe était décrite à partir d'insectes est-africains par KUHLOW (1962) et PATER-

SON (1962) ; décrite par le premier auteur sous le nom d'*A. tangensis*, elle subissait la règle de priorité et prenait l'appellation *A. merus*.

La poursuite des études de croisements de souches connues avec des insectes sauvages amenait la découverte simultanée par PATERSON *et al.* (1963), d'une part, et DAVIDSON (1963), d'autre part, d'une troisième espèce d'eau douce est-africaine, appelée C.

A la demande de l'Organisation mondiale de la Santé, en vue de déterminer l'incidence de cette nouvelle conception sur la transmission du paludisme, divers chercheurs, en Afrique et à Madagascar, entreprirent d'étudier la répartition géographique des espèces du complexe *A. gambiae*. Dans un premier temps, ils adressèrent les œufs à G. DAVIDSON (3), puis procédèrent eux-mêmes aux déterminations (G. DAVIDSON, 1964 b ; COZ et HAMON, 1964 ; CHAUVET, 1969 ; COZ et BRENQUES, 1967 ; RAMSDALE et LEPORTE, 1967 ; SERVICE, 1970 a, 1970 b).

## 2. METHODES ET TECHNIQUES.

### 2.1. Captures.

Les méthodes et lieux de capture diffèrent un peu suivant le but recherché ; la répartition géographique ou saisonnière utilise des moyens simples, comme la récolte dans les maisons, de jour, de femelles gorgées de sang ou gravides, ou la capture de nuit sur hommes et animaux, au moyen de moustiquaires-pièges. Ces méthodes permettent essentiellement la capture d'insectes qui sont en rapport direct ou indirect avec l'homme ; elles ne permettent peut-être pas d'approcher suffisamment les insectes exophiles. Aussi conviendrait-il, dans une phase ultérieure, d'étudier le complexe *A. gambiae*, loin des habitations, pour préciser certains aspects de la répartition géographique. Les femelles sont mises à pondre individuellement dans des tubes en plastique ou en verre de 7-8 cm de haut, 3-4 cm de diamètre ; les tubes sont recouverts de gaze tendue par un élastique ; dans chaque tube, on fait couler une petite quantité d'eau ; sur la gaze tendue, on place un tampon de coton hydrophile imbibé d'eau ou d'eau glucosée à 5 %. Le transport sur de longues distances de femelles s'effectue dans des gobelets en carton, dans le fond desquels, sur une couche de coton hydrophile humide, on plaque un disque de papier filtre. Ces gobelets sont fermés par du tulle moustiquaire tendu par un élastique. Il y a intérêt à placer les gobelets dans une caisse de carton et à la recouvrir avec des linges humides. Ces précautions s'expliquent par le fait que le transport sur de longues dis-

(2) Etant donnée notre connaissance actuelle de la répartition géographique du complexe *A. gambiae*, nous pensons qu'il s'agit de l'espèce A.

(3) G. DAVIDSON, Ross Institute, London School of Tropical Medicine and Hygiene, Londres WC 1.

tances, nécessitant quelquefois plusieurs jours de voiture, ne va pas sans occasionner de mortalité importante. Il y a lieu de procéder, tous les jours, à une humidification des cotons qui se trouvent au-dessus et au-dessous des moustiques (4). La manipulation des anophèles exige les plus grands soins, et on aura quelquefois intérêt à ne les saisir qu'après anesthésie ; dans ce cas, les produits à conseiller sont, d'une part, le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et l'éther éthylique [(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O] ; le chloroforme (CHCl<sub>3</sub>) est à éviter, parce que causant une trop forte mortalité. Nous avons préféré l'éther éthylique au gaz carbonique, à cause de sa facilité d'emploi et de sa moins grande fugacité d'action.

## 2.2. Elevages.

La détermination des différentes espèces du complexe *A. gambiae* a nécessité l'établissement et le maintien de colonies de référence ; il a donc fallu mettre au point des méthodes d'élevage. Nous avons repris les méthodes de G. DAVIDSON, telles qu'elles sont décrites par GILLIES *et al.* (1961) et telles que nous les avons vu pratiquer au Ross Institute, en y apportant cependant quelques modifications dues à certaines difficultés inhérentes au milieu tropical et aux conditions quasi naturelles dans lesquelles se trouvent les salles d'élevage. Bien que cela puisse paraître paradoxal, il nous est apparu bien plus difficile d'élever les anophèles africains en Afrique qu'en Europe, où température et humidité peuvent être plus facilement standardisées.

— *Les œufs.* Ils sont recueillis le matin, quelques heures après leur ponte ; dans les cages de 30 × 30 cm, les pontes ont lieu au début de la nuit. En tube de verre, par contre, il n'est pas rare d'avoir des retards importants à la ponte, de l'ordre de plusieurs jours, et de voir celles-ci se produire au milieu de la journée.

Les pondoirs, dans les cages, sont constitués de boîtes de Pétri dont le fond est tapissé d'une couche de coton hydrophile humide, recouverte d'un disque de papier filtre. Les femelles déposent leurs œufs sur papier humide, pratiquement aussi bien que dans l'eau. Les feuilles de papier filtre recouvertes d'œufs sont recueillies le matin et placées pour vingt-quatre heures dans des boîtes de plastique fermées où l'on maintient une certaine humidité avec un morceau d'éponge imbibé d'eau. Le jour suivant, les feuilles sont enlevées et mises dans des bacs d'élevage ; cette attente de vingt-quatre heures, qui correspond sensiblement à la durée de l'embryogénèse chez *A. gambiae*, permet, lorsqu'on place les œufs dans l'eau, d'obtenir une éclosion immédiate et simultanée. Le grand avantage de cette éclosion massive

est d'obtenir des larves qui ont la même taille et une production d'adultes, à partir de nymphes, qui n'est pas trop étalée dans le temps.

— *Les larves.* Le problème le plus important pour les larves est celui de la nourriture. DAVIDSON (*in* GILLIES *et al.*, 1961) ajoute à l'eau une touffe d'herbe, afin de fournir, vraisemblablement, les micro-organismes nécessaires à la croissance des jeunes larves ; la production d'herbe étant difficile en savane africaine, du moins en toutes saisons, nous avons ajouté à l'eau distillée une petite quantité d'eau de rivière, recueillie à quelques kilomètres de Bobo-Dioulasso dans une forêt classée ; l'eau était filtrée sur coton. L'adjonction d'eau de rivière prévient la formation, en surface de l'eau distillée, des voiles qui ne tardent pas à recouvrir la surface des bacs à larves et empêchent les jeunes larves de venir respirer à la surface. L'eau de rivière présente de plus un avantage sur les herbes ou le riz germé, que nous avons également essayé, c'est de ne pas colmater les filtres, lors du triage des nymphes qui s'effectue en fin de vie aquatique. En même temps que l'eau de rivière, nous ajoutons une cuillerée à soupe de jus d'épinard obtenu en écrasant les feuilles dans un mortier. Les épinards ont été choisis de préférence à d'autres jus de feuilles, pour la raison simple que ces plantes poussent toute l'année dans les jardins potagers de Bobo-Dioulasso. Des essais effectués avec des jus de graminées nous ont donné d'aussi bons résultats. Deux jours après leur éclosion, il est nécessaire de donner aux larves d'autres aliments, sous forme de Farex (aliment pour bébés) (GILLIES *et al.*, *loc. cit.*) ou de toute autre nourriture à base de farines pour enfants ; nous avons, pour notre part, utilisé un mélange à parties égales de maïs entier pulvérisé et de Diase. Cette formule est expérimentale ; elle résulte d'essais effectués avec différentes farines pour enfants. Les quantités de farine à ajouter, d'abord toutes petites, deux fois par jour, vont en augmentant, jusqu'à la fin de la vie larvaire.

Dans les conditions de l'insectarium de Bobo-Dioulasso, qui ne subit aucune régulation thermique, si ce n'est le tamponnement exercé par les murs de la construction, la durée de la vie larvaire pour *A. gambiae* A, B et *A. melas* demande de 6 à 8 jours pour des variations thermiques allant de 20 à 30°C.

— *Les nymphes.* La durée de la vie nymphale est d'environ 24 heures. Les nymphes étaient séparées des larves en utilisant une particularité du mélange de larves et de nymphes et de nymphes plongées dans une eau glacée : lorsqu'elles sont placées dans de l'eau à température aussi proche que possible de 0°C, les larves tombent au fond, tandis que les nymphes restent à la surface. La technique consiste à recueillir le mélange de larves et de nymphes sur une passoire, à le rincer à l'eau distillée ; à ce stade, les brins d'herbe et les tiges de riz germé constituent une gêne. La passoire conte-

(4) L'analyse critique de nos résultats nous amène à nous demander si cette saturation en eau n'entraîne pas une mortalité différente des espèces A et B.

nant les larves et les nymphes est plongée dans un entonnoir en verre rempli d'eau glacée. L'entonnoir est fermé à son extrémité par un tube de caoutchouc et une pince. Les larves tombent au fond de l'entonnoir ; il ne reste plus qu'à ouvrir l'entonnoir et à recueillir, en deux temps d'abord, les larves, puis les nymphes.

Les nymphes sont ensuite mises dans des cristallisoirs, recouverts de troncs de cône en tulle plastique, qui sont placés dans des cages de 30 × 30 cm.

— *Les adultes.* L'éclosion se produisant en général au bout de 24 heures de vie nymphale, il convient, chaque matin, d'enlever le chapeau de tulle pour permettre aux moustiques éclos de s'envoler dans la cage. La nourriture des mâles consiste en sérum glucosé à 5 %. Les femelles sont gorgées sur lapin, deux fois par semaine. Les lapins sont placés sur le dos, sur des plateaux à contention, attachés par les quatre pattes ; les poils du ventre sont rasés. L'animal est ensuite renversé, en maintenant avec la main son abdomen, puis placé sur la cage de moustiques. Les lapins sont laissés environ un quart d'heure par cage.

L'activité sexuelle des mâles d'anophèles en cage constituée, le plus souvent, la pierre d'achoppement à laquelle se heurtent les entomologistes désirant lancer un élevage. L'activité sexuelle ne semble pas se manifester immédiatement après l'émergence ; durant les premières 24 heures, qui correspondent à une rotation de 180° du genitalia, le mâle n'est pas actif ; puis l'activité apparaît et atteint son maximum trois jours après la naissance. L'activité du mâle n'est pas liée uniquement à la présence de spermatozoïdes mûrs, ceux-ci s'observant à l'émergence et même chez la larve, lorsqu'on prolonge la vie larvaire, en abaissant la température (*obs. pers.*).

Nous avons fait une expérience visant à déterminer l'âge d'activité maximale des mâles. Dans une cage, vers les 15 heures, nous avons placé un certain nombre de nymphes ; le lendemain matin, qui constituait le jour 1 de notre expérimentation, nous avons retiré les nymphes non écloses et disséqué un certain nombre de femelles, pour examiner les spermathèques, puis de jour en jour, nous avons procédé à des dissections, jusqu'au septième jour, où il ne restait pratiquement plus de moustiques vivants ; durant la période d'observation, il n'a été fourni que de l'eau glucosée à 5 %. Les femelles d'*A. gambiae* ne sont fécondées qu'une seule fois dans leur vie. Les inséminations multiples sont très rares (GOMA, 1963 a). L'activité sexuelle des anophèles ne se manifeste que de nuit et il est très difficile d'en saisir l'instant, aussi avons-nous pensé approcher le problème par un biais en examinant les femelles. Les résultats présentés (tabl. 1, fig. 1) nous donnent les pourcentages journaliers de fécondation. Les différences entre les pourcentages journaliers successifs donnent les taux journaliers d'insémination ou pourcentages de

fécondation journaliers ; le taux journalier de fécondation est maximum les troisième et quatrième jours après l'éclosion.

TABLEAU 1. — Etude en cages de la fécondation des femelles d'*A. gambiae* A (souche Pala)

Nombre de jours après l'éclosion	Nombre de femelles disséquées	Spermathèques pleines	% de femelles fécondées (cumulé)	% de fécondation journalière
1	30	0	0	0
2	60	2	3,3	3,3
3	60	17	28,3	25
4	60	31	51,7	23,4
5	60	42	70	18,3
6	41	27	65,9	—
7	30	23	76,7	6,7
8	25	20	80	3,3

Dans un élevage, plus particulièrement dans des croisements de référence, il vaut mieux croiser les jeunes femelles avec des mâles plus âgés de deux ou trois jours.

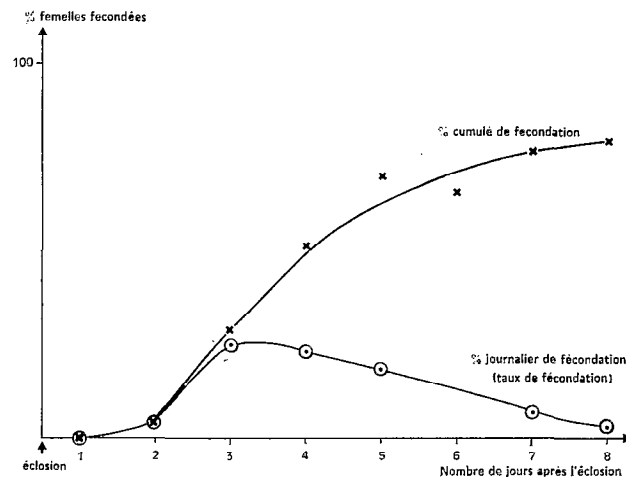


FIG. 1. — Etude en cages de la fécondation des femelles d'*A. gambiae* A (souche Pala)

En laboratoire, un repas de sang est, en général, insuffisant pour permettre une évolution ovarienne normale, et il est nécessaire de nourrir deux ou trois fois les femelles avant d'obtenir des pontes. Ces phénomènes ont également été observés dans la nature (GILLIES, 1954 ; BRUN, *comm. pers.*).

Les espèces A et B ont été élevées exactement dans les mêmes conditions de milieu ; les nourritures des

larves et des adultes ont été les mêmes ; pour les larves d'*A. melas*, élevées en quantité importante lors d'un essai de lutte biologique par lâcher de mâles stériles (DAVIDSON *et al.*, 1970), nous avons employé de l'eau salée (9 g de chlorure de sodium par litre).

### 2.3. Méthodes de détermination.

#### CROISEMENTS AVEC SOUCHES DE RÉFÉRENCE.

La méthode qui consiste à croiser la F1 d'*A. gambiae* inconnus avec des souches de référence est celle qui permit la découverte de quatre des cinq membres reconnus du complexe *A. gambiae*. Elle est utilisée depuis 1962 par DAVIDSON de façon systématique, sur des envois provenant de toute l'Afrique. Nous avons commencé nos élevages et isolé notre souche Pala A en 1964 ; dès 1965, tout en continuant nos envois d'œufs à Londres, nous commençons nos déterminations. En 1968, après de nombreux échecs pour établir une colonie d'*A. gambiae* B, nous demandions et recevions du Ross Institute une souche de Kano B.

La méthode est simple ; les nymphes sont mises à éclore individuellement ; les adultes sont séparés en mâles et femelles, et croisés :

mâles souche de référence × femelles inconnues,  
femelles souche de référence × mâles inconnus.

Les œufs de ces croisements sont placés dans l'eau ; les mâles qui en sont issus sont recueillis et disséqués. S'il s'agit d'un croisement homogamique, les mâles sont fertiles ; ils sont stériles pour un croisement hétérogamique.

Pour L'HERITIER (1954), l'emploi des termes homogamique et hétérogamique doit être limité à des croisements intraspécifiques : il leur préfère l'appellation d'interspécifique lorsqu'il s'agit d'espèces différentes. Nous continuons à les utiliser, car la systématique typologique n'a pas encore donné officiellement le statut d'espèces aux membres du complexe *A. gambiae*.

Stérilité et fertilité sont appréciées en disséquant, sous loupe binoculaire, le tractus génital mâle. Les mâles sont tués au chloroforme, puis les testicules et les glandes annexes sont sortis dans une goutte d'eau physiologique (9 g ClNa/l).

Certaines stérilités sont très faciles à reconnaître ; ce sont celles où les testicules filiformes ne sont pas développés et où les seules cellules que l'on peut y observer sont de grosses rondes (spermatocytes, cliché n° 3). Les testicules peuvent présenter une taille normale ou subnormale (cliché n° 2), mais déchirés, ne laisser sortir que de grosses cellules plus ou moins arrondies (DAVIDSON, 1964 a), avec des débuts d'étirement. Quelquefois, à la dissection, on observe des spermatozoïdes présentant des monstruosité comme des épaisissements sur le flagelle (clichés n° 5 et 6). La classification en stérile ou fertile ne peut se faire

qu'après déchirement des testicules et examen des spermatozoïdes.

Certaines autres modifications sont susceptibles d'apparaître chez les mâles stériles, en particulier sur les glandes annexes. Le plus souvent, chez les mâles stériles (clichés n° 2 et 3), elles apparaissent décolorées à la périphérie ; chez les mâles fertiles, au contraire, la coloration semble plus dense (cliché n° 1). La substance jaune-orangé, élaborée par les glandes annexes, est émise lors de l'accouplement, sous forme de masse allongée que l'on retrouve légèrement incurvée dans l'oviducte pair de la femelle. Cette masse allongée (cliché n° 7) supporte une gouttelette de spermatozoïdes. Il s'agit vraisemblablement d'un spermatophore modifié (ALEXANDER, 1964) qui obstrue (« mating plug » de GILLIES, 1956) les organes génitaux de la femelle, pendant une période d'environ 24 heures.

Nous avons, en définitive, retenu comme critère de fertilité la présence de spermatozoïdes mûrs ; ceci fait peut-être pêcher notre méthode par excès, car dans certains croisements hétérogamiques (Pala × Kano), il nous est arrivé d'observer des spermatozoïdes normaux, entourés, il est vrai, d'un très grand nombre de spermatozoïdes monstrueux.

Cette méthode est la meilleure dans l'absolu, mais elle présente toutefois un inconvénient majeur : elle nécessite un temps trop long pour la détermination ; il faut, en effet, près d'un mois avant de pouvoir nommer un insecte, ce qui ne va pas sans inconvénient, lorsqu'il s'agit de biologie ; enfin, le nombre de croisements, à moins de disposer d'une infrastructure importante, est forcément limité.

#### ETUDES MORPHOLOGIQUES.

*A. melas*, d'une part, et les espèces dulçaquicoles A et B du complexe *A. gambiae*, d'autre part, qui se rencontrent en Afrique de l'Ouest, se différencient par quelques caractères morphologiques, entre autres, la forme des œufs et le peigne du huitième segment abdominal, chez la larve (RIBBANDS, 1944 a ; MUIRHEAD-THOMPSON, 1945 ; GELFAND H. M., 1954). La détermination d'après les œufs est, en général, assez facile, du moins quand les plaques dorsales des œufs sont très larges (*A. melas*) ou très étroites (*A. gambiae* s.l.). Dans les cas douteux qui peuvent se présenter, il suffit, en général, d'élever les larves et d'examiner les peignes larvaires (clichés n° 8 et 9). Il nous est arrivé, en Côte d'Ivoire (COZ *et al.*, 1966) de trouver des œufs à plaques intermédiaires qui se sont révélés, après examen des larves, correspondre à des *A. gambiae* s.l. et des *A. melas*. De même, le caractère de distinction des peignes larvaires est quelquefois difficile à saisir. Entre des types *melas* et *gambiae* bien marqués, on peut parfois trouver des peignes intermédiaires (Coz *et al.*, *ibid.*). L'existence de formes intermédiaires avait déjà été signalée par MARCHAL (1959). Cette méthode, malgré ses

inconvenients, est quand même intéressante, car elle permet un diagnostic rapide, même si elle n'a pas la précision des méthodes de croisement et cytomorphologiques.

#### MÉTHODES BIOMÉTRIQUES.

Après CORONEL (1962), COLUZZI (1964) entreprit la recherche de caractères morphologiques permettant de séparer les espèces du complexe *A. gambiae* et, plus particulièrement, les espèces A et B ; ne trouvant pas de caractères macroscopiques, il utilisa des méthodes biométriques.

Après différentes mesures et comptage des branches des soies, il observe des différences dans les distributions de certains caractères, la plus significative se trouvant entre les espèces A et B d'*A. gambiae*, originaires de Pala (Haute-Volta), village où nous avons nous-même travaillé plusieurs années. Le nombre de branches des soies larvaires prothoraciques n° 1 diffère significativement entre les souches des espèces A et B, et l'auteur concluait en estimant que ce caractère était des plus prometteurs. COLUZZI (*ibid.*) donne comme moyenne du nombre de branches pour la soie prothoracique n° 1 de Pala A : 7,20, pour Pala B : 12,16. Nous avons obtenu, en 1965, pour Pala A élevé dans sa région d'origine :  $\bar{x} = 16,419$  (effectif : 93,  $s = 5,44$ ), pour des larves issues de femelles sauvages capturées à Pala :  $\bar{x} = 15,467$  (effectif : 90,  $s = 4,296$ ) et, enfin, pour des larves issues du croisement de la souche Pala de référence avec les moustiques sauvages analysés plus haut :  $\bar{x} = 20,320$  (effectif : 103,  $s = 4,770$ ) ; la dissection de 116 mâles issus de ce croisement indiquait qu'il ne s'agissait que de l'espèce A, tous les mâles étant fertiles.

Les *A. gambiae* A élevés et capturés dans la région de Bobo-Dioulasso (village de Pala) possédaient un nombre de branches beaucoup plus important que l'espèce B analysée par COLUZZI. On pourrait expliquer ce phénomène par le fait que les colonies de Pala, étudiées en Italie par cet auteur, avaient, auparavant, transité par Londres où elles avaient été maintenues plusieurs années. De plus, ces colonies avaient été établies à partir d'un nombre restreint d'individus. Ces colonies étant isolées, on voit l'installation possible de mécanismes de dérive génétique. A partir de la distribution théorique originale, en admettant qu'elle soit normale, nous obtenons, par dérive génétique, une série de gaussiennes séparées correspondant à différentes colonies. Une analyse biométrique effectuée dans une zone limitée, et plus particulièrement sur des colonies de laboratoire, risque donc d'amener à des conclusions erronées.

CHAUVET et DÉJARDIN (1968) ont poursuivi les recherches biométriques, estimant, comme nous, que le caractère présenté par COLUZZI (*loc. cit.*) ne pouvait être retenu ; ils ont pratiqué une étude exhaustive des soies

larvaires et trouvé que la moyenne des branches de la soie mésothoracique n° 1 est représentative des espèces A et B de Madagascar, à condition toutefois que cette moyenne soit calculée sur un échantillon assez important. CHAUVET et DÉJARDIN (*loc. cit.*) présentent un tableau qui, tenant compte de la moyenne du nombre de branches et de l'effectif, permet de séparer les espèces dulçaquicoles du complexe *A. gambiae* à Madagascar.

Nous avons essayé d'utiliser les caractères de la soie mésothoracique n° 1 (nomenclature de PURI, 1928) et étudié : quatre souches de laboratoire, deux descendances de femelles sauvages et un croisement de femelles sauvages avec la souche Pala ; toutes ces colonies ou descendances ont été déterminées par croisement avec des souches de référence ou par examen cytomorphologique.

— Souche Kano - espèce B ( $\bar{x} = 30,20$ ,  $s = 3,198$ ,  $n = 95$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

— Souche Pala - espèce A ( $\bar{x} = 29,692$ ,  $s = 3,163$ ,  $n = 104$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

— Souche Bambey - espèce A ( $\bar{x} = 29,396$ ,  $s = 3,436$ ,  $n = 83$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

— Souche Bobo - espèce A ( $\bar{x} = 31,887$ ,  $s = 2,88$ ,  $n = 53$ ).

Conclusion (5) : espèce plutôt A.

— Descendance (F1) d'une femelle A sauvage, originaire de Soumouso ( $\bar{x} = 29,837$ ,  $s = 2,878$ ,  $n = 43$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

— Descendance (F1) d'une famille A sauvage, originaire de Pala ( $\bar{x} = 29,192$ ,  $s = 2,45$ ,  $n = 78$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

— Croisement souche de Pala A par du Pala sauvage A ( $\bar{x} = 29$ ,  $s = 2,410$ ,  $n = 32$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

CHAUVET et DÉJARDIN (*loc. cit.*) proposent également de déterminer les espèces A et B en établissant la proportion de larves porteuses de soies suturales intermédiaires à deux branches ; d'après ces auteurs : « La proportion vraie pour A est au moins égale à 0,4311 ; pour B, elle est au plus égale à 0,1135. Chacune de ces limites est fixée au niveau de confiance 0,95. »

— Souche Pala A ( $p = 0,05$ ,  $n = 78$ ).

Conclusion (5) : espèce B.

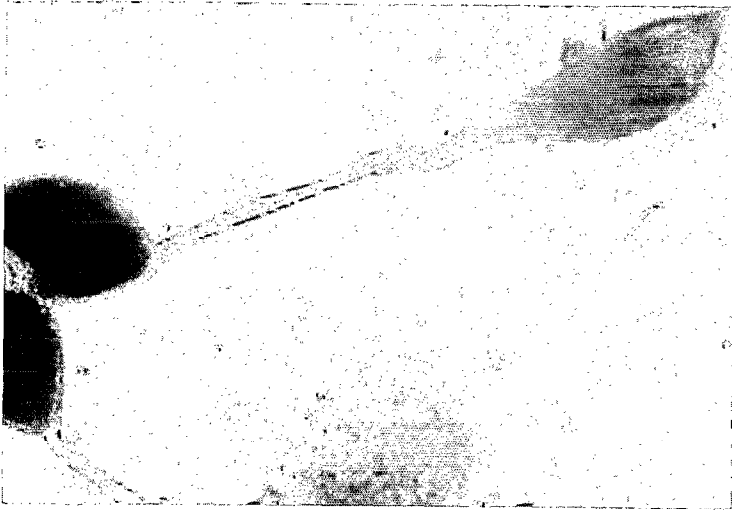
— Souche Kano B ( $p = 0,24$ ,  $n = 88$ ).

Conclusion (5) : ?

— Souche Bambey A ( $p = 0,24$ ,  $n = 92$ ).

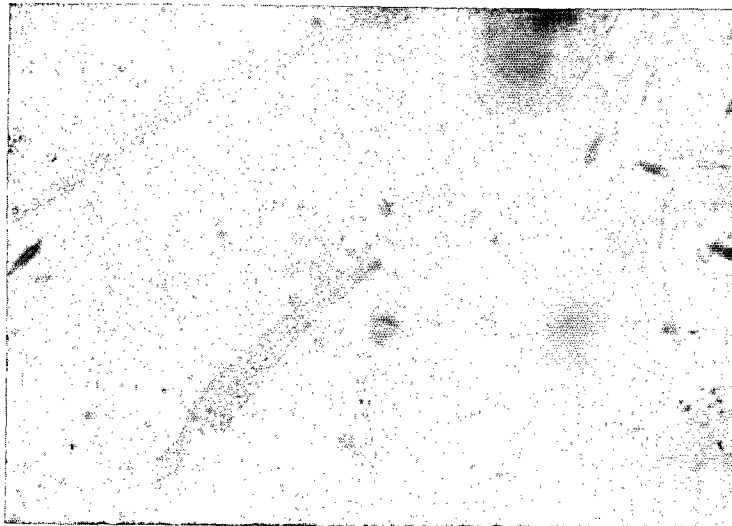
Conclusion (5) : ?

COMPLEXE *A. GAMBIAE* - REPARTITIONS

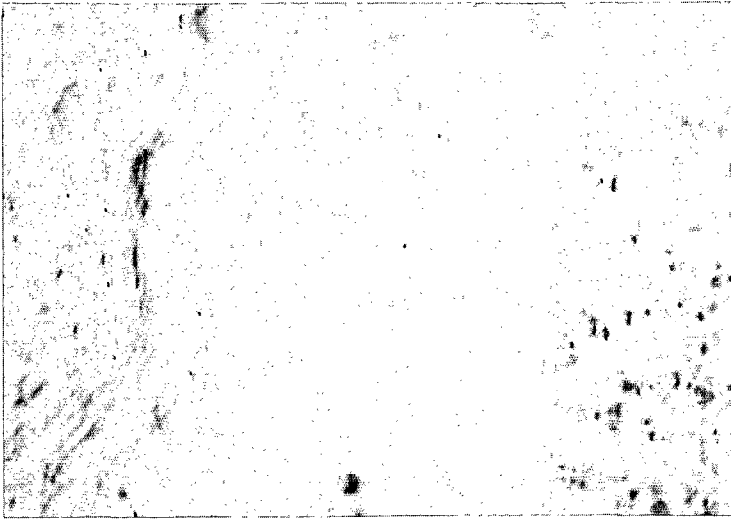


1. — Testicule et glandes annexes de mâle fertile

2. — Testicules sub-normaux, noter la taille réduite des testicules et la zone claire périphérique des glandes annexes

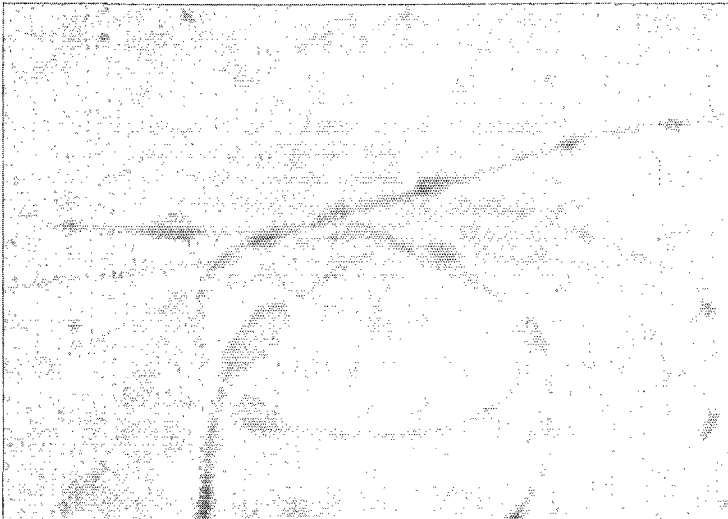
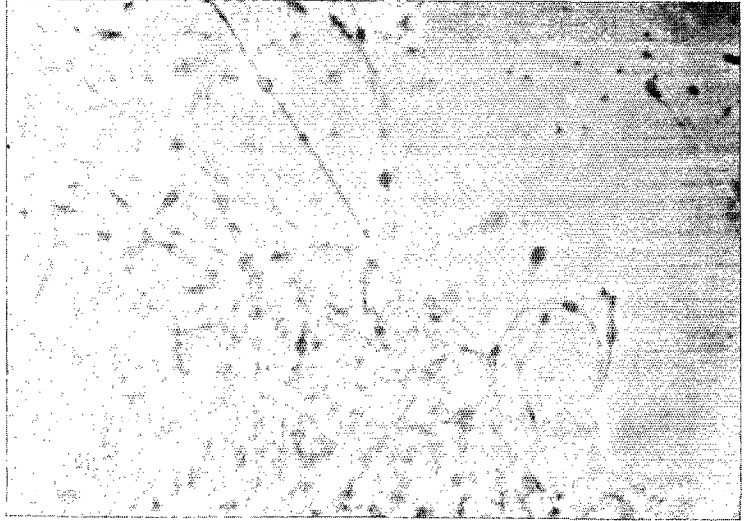


3. — Testicules et glandes annexes de mâle stérile



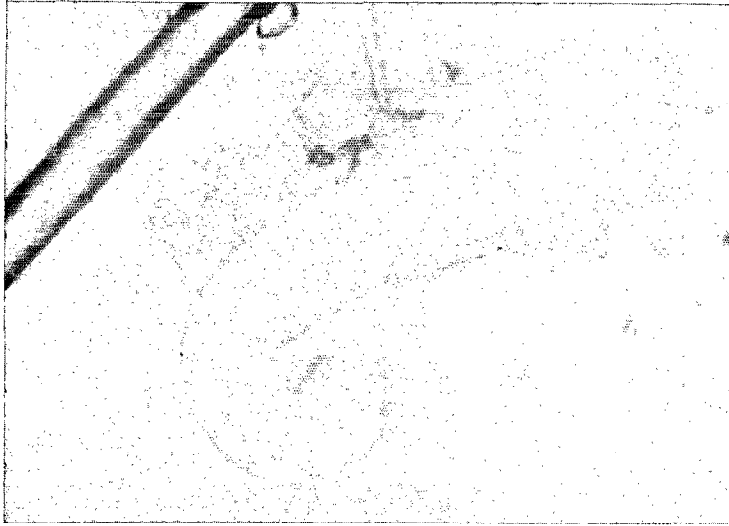
4. — Spermatozoïdes normaux (contraste de phase)

5. — Spermatozoïdes anormaux, noter les épais-  
sissements le long des flagelles



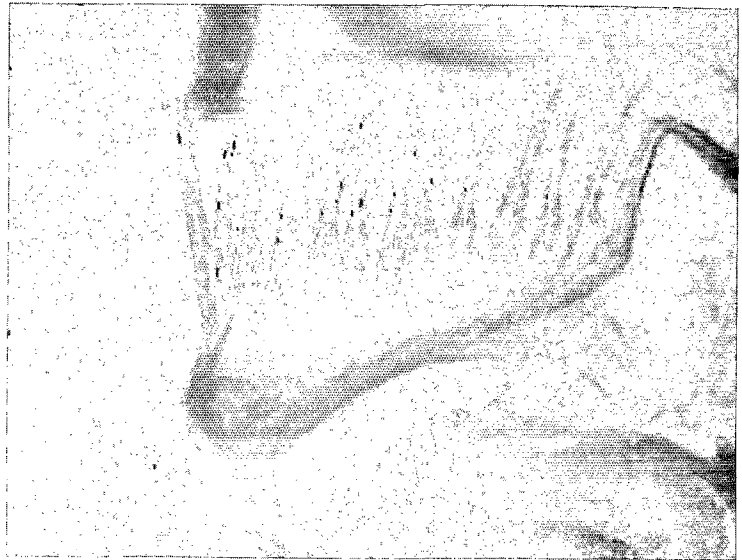
6. — Spermatozoïdes anormaux



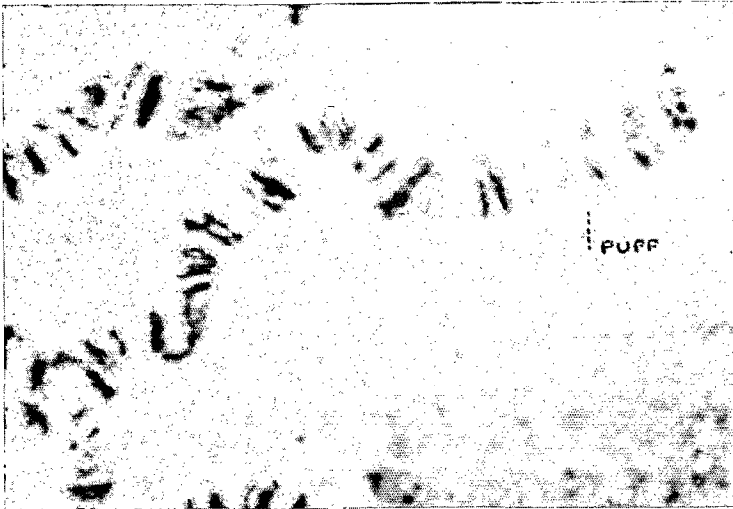


7. — Filet de fécondation (« mating plug ») extrait de l'oviducte pair d'une femelle. Un cheveu donne l'échelle

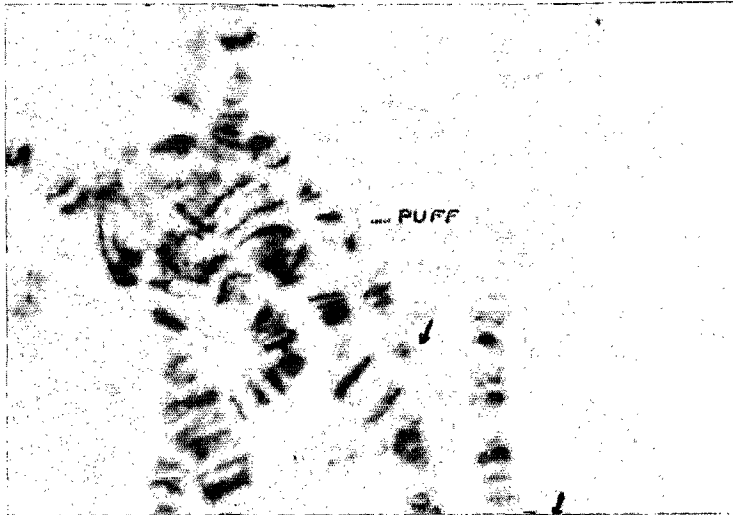
8. — Peigne du 8<sup>e</sup> segment abdominal de la larve d'*Anopheles melas*



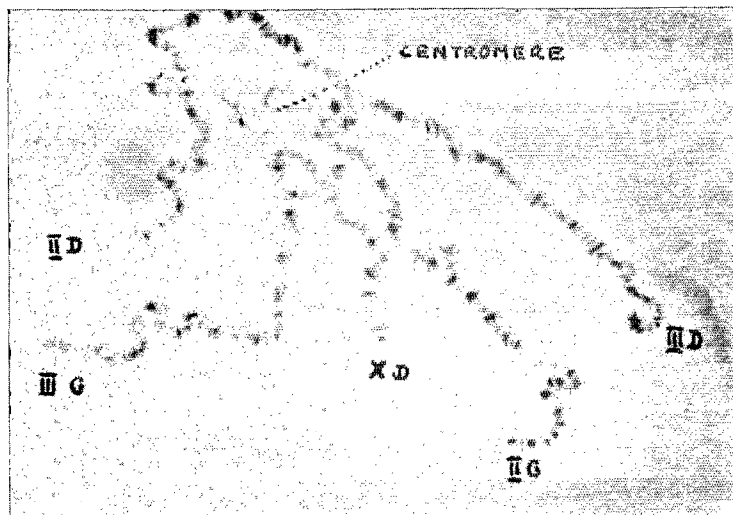
9. — Peigne du 8<sup>e</sup> segment abdominal de la larve d'*Anopheles gambiae* s.s.



10. — Bras droit du chromosome sexuel d'une larve (femelle) de l'espèce B



11. — A droite, hétérochromosome d'une larve (mâle) de l'espèce A ; il est cassé au niveau des flèches



12. — Chromosomes d'une larve de *A. gambiae* B

— F 1 femelle sauvage de Soumouso A (p = 0,40, n = 43, à signaler 3 soies à 3 branches).

Conclusion (5) : espèce A.

— F 1 femelle sauvage de Pala A (p = 0,03, n = 74).

Conclusion (5) : espèce B.

CHAUVET *et al.* (1969) conseillent d'abandonner l'utilisation de la soie suturale interne, mais préconisent l'emploi de la soie mésothoracique n° 1 en tenant compte évidemment des limites de tolérance. Les résultats que nous avons obtenus (5 faux sur 7), et ceci aussi bien avec des souches de laboratoire qu'avec des femelles sauvages, ne nous permettent pas de retenir comme caractère d'espèce les nombres moyens de branches des soies mésothoraciques n° 1.

Il apparaît, si l'on considère les résultats obtenus par CHAUVET *et al.* 1969 (32 déterminations confirmées par croisement avec des souches de référence), que la méthode semble applicable à Madagascar. Il n'en demeure pas moins que ce ne sont pas des caractères spécifiques et que leur utilisation présente un certain danger et demande un contrôle constant.

Il peut paraître curieux d'observer des différences morphologiques entre deux espèces, dans un secteur géographique déterminé, et de ne pas les retrouver dans une autre partie de leur aire de répartition. Tout se passe comme si les espèces A et B étaient plus séparées à Madagascar qu'en Afrique de l'Ouest. On pourrait expliquer ces différences par des phénomènes de dérive génétique. *A. gambiae*, originaire d'Afrique, n'aurait occupé Madagascar que récemment, peut-être apporté par l'homme. Les espèces B et A seraient venues successivement et se seraient établies, à partir d'éléments peu nombreux, dans différentes zones écologiques. L'espèce B se retrouve seule sur les hauts plateaux, dont la température est relativement fraîche durant les mois d'hiver et l'humidité relative peu élevée ; elle est également nettement dominante dans le Sud-Ouest et le Sud, zones chaudes mais à basse humidité relative. L'espèce A, par contre, est dominante dans la forêt humide de la côte ouest (CHAUVET, 1969). Les zones de sympatrie existent, mais, en comparaison de l'Afrique, sont limitées. Il n'y aurait donc que peu ou pas d'échange génétique entre les deux espèces. La dérive génétique provoquant l'isolement de certains caractères, et le manque d'échanges entre les espèces A et B constituent, à notre avis, une explication satisfaisante des différences observées à Madagascar.

#### MÉTHODES CHROMOSOMIQUES.

Elles portent sur l'examen après coloration des chromosomes polytènes des glandes salivaires des larves et des cellules nourricières des follicules ovariens.

Les chromosomes polytènes des glandes salivaires des larves, stade IV, sont colorés par l'orcéine acéto-

lactique (2 % d'orcéine dans un mélange à parties égales d'acide acétique cristallisable et d'acide lactique après fixation dans une solution aqueuse d'acide acétique à 45 %). Cette technique, inspirée de LA COUR (1941), est celle utilisée par COLUZZI et SABATINI (1967). Les larves ont été élevées, à partir du stade II, à température moyenne (20-25°C), en utilisant en saison chaude un climatiseur. Immédiatement après le passage du stade III au stade IV, les larves sont disséquées. La coloration effectuée, les chromosomes étaient examinés au microscope à contraste de phase.

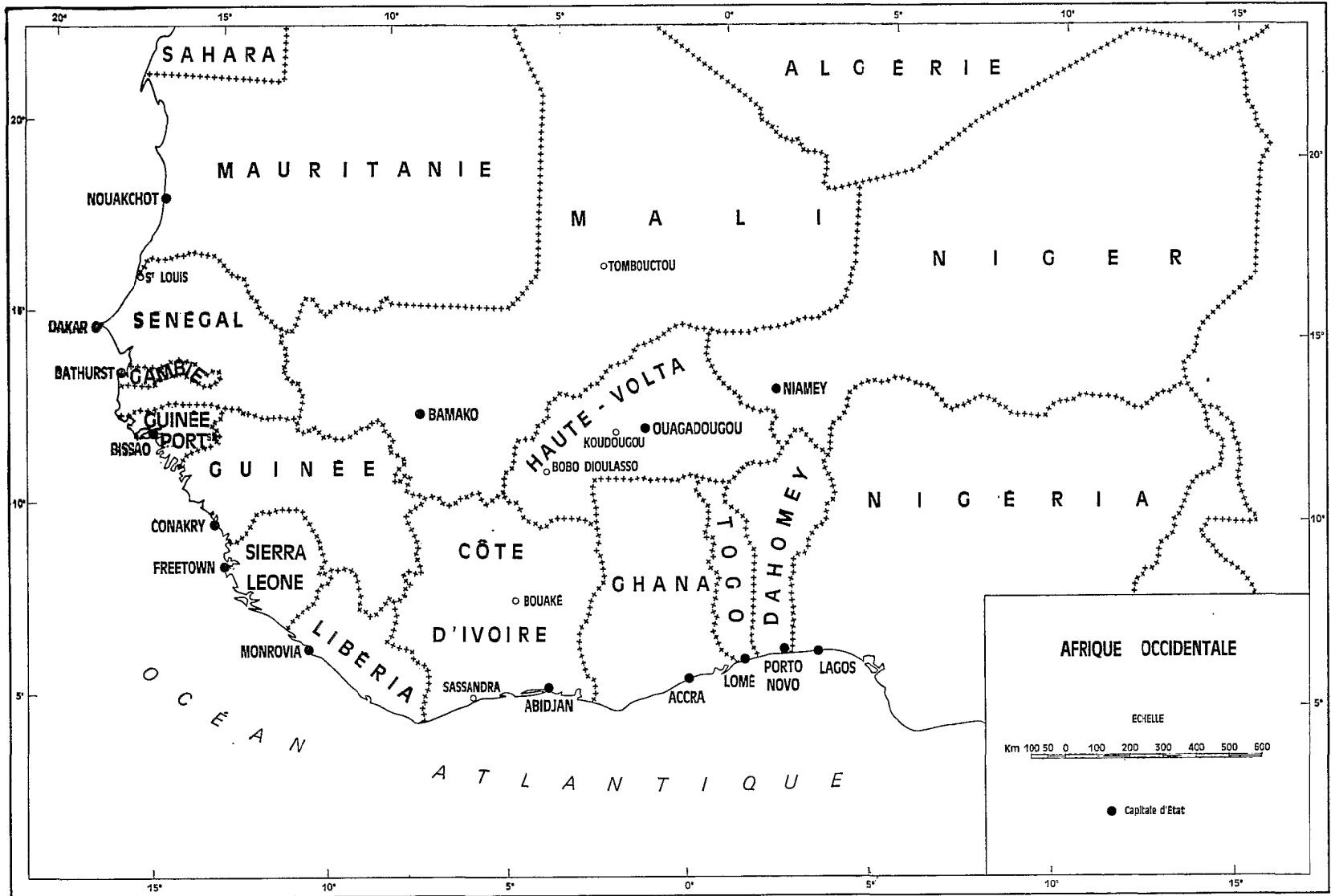
*A. gambiae* se caractérise par trois paires de chromosomes, deux autosomes médiocentriques et un hétérochromosome (chromosome X) subtélocentrique. Les espèces A et B se différencient essentiellement par l'extrémité du bras long du chromosome X (clichés n°s 10, 11, 12, encore appelé bras droit) (COLUZZI et SABATINI, *loc. cit.*). Alors que l'extrémité du chromosome sexuel est achromatique dans l'espèce A, elle est constituée de nombreuses ponctuations colorées dans l'espèce B ; de plus, on observe un anneau de Balbiani, en position subterminale dans l'espèce B, avec un « puff ». Dans l'espèce A, on observe un puff, mais dans le tiers proximal (COLUZZI et SABATINI, *loc. cit.*).

Les ovaires des femelles gorgées, au stade III de Christophers, sont fixés et colorés de la même façon que les larves. L'absence de puff distal dans l'espèce B, proximal dans l'espèce A, rend la diagnose difficile. La détermination (COLUZZI, 1968) ne se fait que sur la coloration de l'extrémité de l'hétérosome. Il nous a paru plus difficile de dérouler correctement les chromosomes des cellules nourricières que ceux des glandes salivaires.

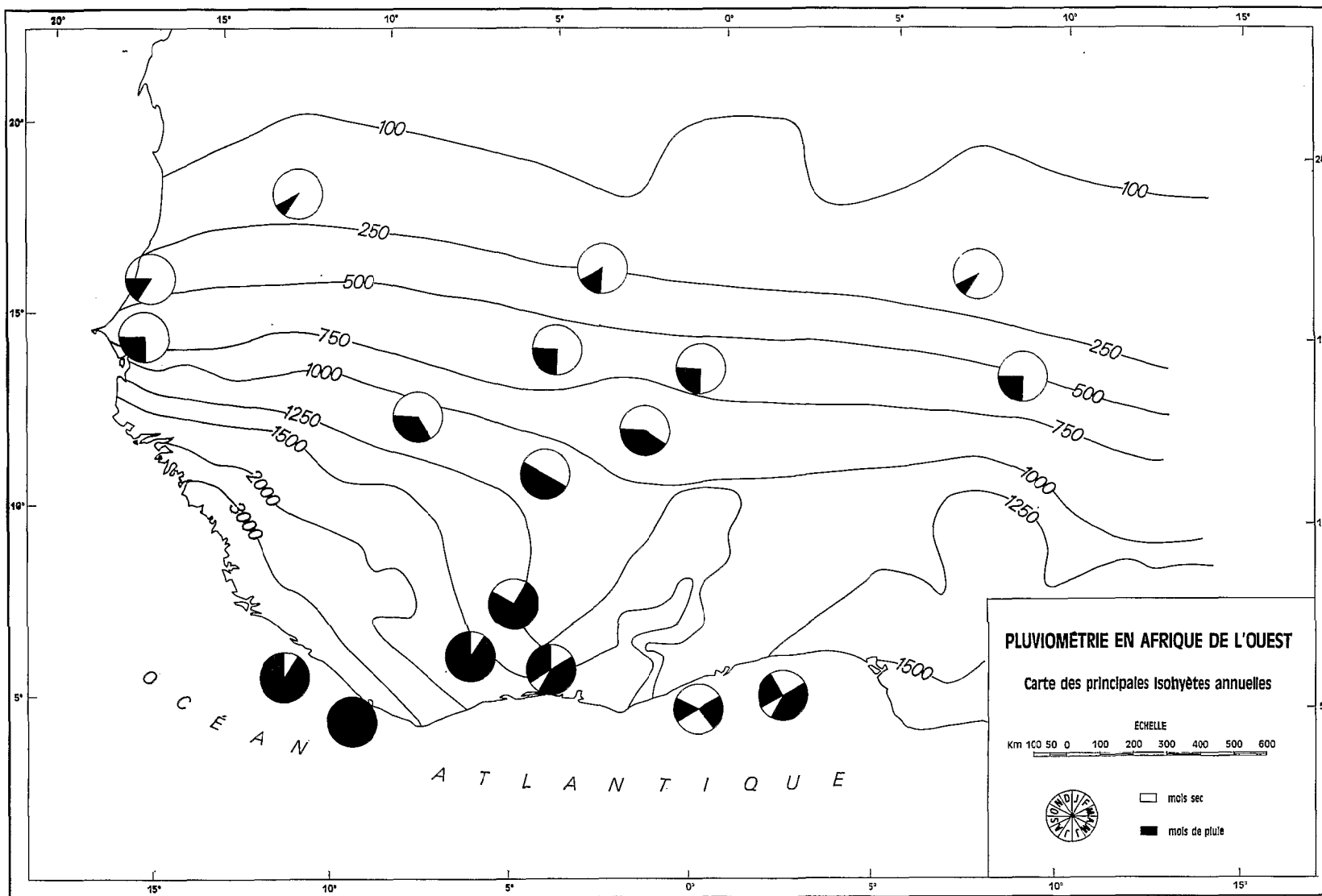
### 3. GEOGRAPHIE DES REGIONS ETUDIÉES.

Nos études ont porté sur les pays francophones de l'Afrique de l'Ouest, essentiellement sur la Côte d'Ivoire (carte n° 1), la Haute-Volta, le Mali ; des renseignements ont été obtenus au Sénégal, Mauritanie, Niger, Dahomey et Togo. Cette partie de l'Afrique est comprise entre les 5° et 20° degrés de latitude nord, les 20° degré de longitude ouest et 5° degré de longitude est. La région étudiée est composée de différentes zones climatiques auxquelles correspondent des couvertures végétales caractéristiques (AUBREVILLE *et al.*, 1959), sensiblement parallèles.

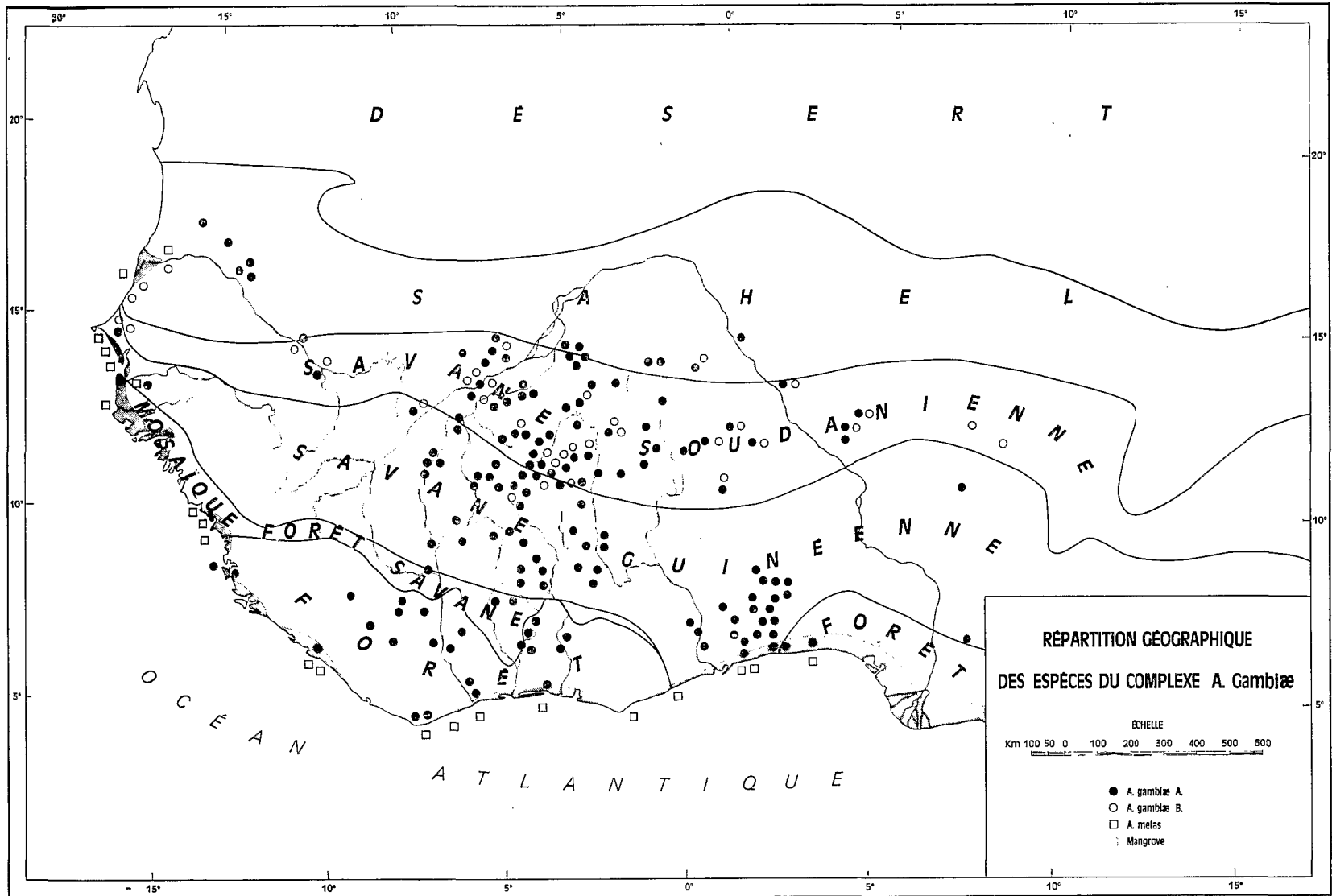
Au sud et au sud-ouest, régions de haute pluviosité (carte n° 2, dressée d'après les données de l'Atlas international de l'Ouest africain, 1968), nous trouvons une zone de forêt tropicale. La forêt est interrompue au niveau du Ghana, Togo, Dahomey, où l'on observe une poussée vers le sud de la savane. Après une mosaïque forêt-savane, nous trouvons, plus au nord, deux grandes zones de savane, la savane guinéenne



CARTE N° 1



CARTE N° 2



CARTE N° 3

ou savane humide, la savane soudanienne, plus sèche. Le sahel vient border au nord la savane soudanienne, étant lui-même limité dans sa partie septentrionale par le désert.

La pluviométrie se caractérise par la somme des précipitations atmosphériques, mais également par leur répartition temporelle ; ces deux facteurs (carte n° 2) sont également importants. En effet, si la pluie permet l'établissement de gîtes larvaires, l'étalement des précipitations maintient une humidité relative élevée ; on observe, dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest, au Dahomey notamment, deux saisons des pluies alternant avec deux saisons sèches ; si les saisons sèches ne sont pas trop longues, il se maintient une humidité relative élevée qui nous paraît être un facteur favorisant pour certaines espèces du complexe *A. gambiae*.

Quelques grands fleuves, comme le Niger, jouent vraisemblablement un rôle important, maintenant dans des zones limitées de sahel une humidité relative élevée et servant peut-être de voie de pénétration pour des espèces qui normalement se trouveraient dans des zones plus littorales, ce qui, dans le contexte étudié, correspond à des zones plus humides.

La température, sensiblement constante en basse Côte d'Ivoire, est soumise à des variations au fur et à mesure que l'on va vers le nord, ces variations portent sur les saisons et également sur le rythme journalier ; en Haute-Volta, nous avons obtenu, auprès du service météorologique, des renseignements sur des localités représentant assez bien les différentes zones du pays. Il apparaît que dans le Nord-Est, zone de sahel, Dori, Ouahigouya, les variations de température sont plus importantes qu'à Ouagadougou ; dans cette localité, elles sont supérieures à celles observées à Bobo-Dioulasso, plus à l'ouest.

### 3.1. Répartition géographique.

Les trois espèces du complexe *A. gambiae* A, B et *melas*, répertoriées au tableau 2, suivent sensiblement les différentes zones géographiques présentes en Afrique de l'Ouest.

*A. melas*. Sa présence semble conditionnée par la proximité de la mer, ses gîtes étant constitués d'eau salée ou du moins saumâtre ; on le trouve, en règle générale, dans les lagunes littorales et mangroves, dont les eaux subissent des échanges constants avec la mer, du fait des marées. L'absence de sel ne constitue pas toutefois un facteur inhibant le développement larvaire d'*A. melas*. Il s'élève, en laboratoire, très facilement en eau douce. Par contre, une concentration trop élevée en chlorure de sodium est létale pour les *A. gambiae* A et

B, espèces dulçaquicoles ou d'eau douce. Ceci a permis à RIBBANDS (1944 a, b, c) de mettre au point une méthode de détermination des larves d'*A. melas*.

Le point le plus à l'intérieur des terres où nous ayons trouvé du *A. melas* se situe à Richard Toll, le long du fleuve Sénégal. Il faut noter que cette zone, en voie d'exploitation rizicole, est constituée de sols salés et se présente comme une plaine recouverte d'une pellicule blanche de chlorure de sodium. On peut donc admettre qu'*A. melas*, à part quelques exceptions, est limité à la zone littorale.

*Espèces A et B*. Tout en étant sympatriques sur de grandes étendues, pratiquement les zones de savane soudanienne et de sahel, les espèces A et B nous paraissent avoir des exigences particulières ; ainsi, la Côte d'Ivoire, comprise entre les 4° et 10° degrés de latitude nord, ne renferme, à notre connaissance, que de l'espèce A, tenant compte évidemment de la bordure littorale, où l'on trouve du *A. melas*. Ce qui caractérise ce pays, par opposition avec la Haute-Volta, où l'on trouve les espèces A et B, est sa végétation liée à sa pluviométrie, son humidité relative élevée et sa température sans grandes variations (DOUCET *et al.*, 1969 ; HAMON *et al.*, 1962 ; Coz *et al.*, 1966).

L'examen de la carte de répartition et de la carte de pluviométrie nous amène à constater que les zones humides constituent uniquement des zones à *A. gambiae* A. On pourrait s'attendre, dans le V Baoulé, région qui correspond à l'inflexion de l'isohyète 1.250 mm vers la basse Côte d'Ivoire, à trouver de l'espèce B, de même au Togo-Dahomey. En fait, nous ne l'avons pas constaté. Ceci, à notre avis, est dû à l'étalement du nombre de mois de pluie. Nous appelons mois de pluie les mois où les précipitations atmosphériques sont en moyenne supérieures à cinquante millimètres. En Côte d'Ivoire, nous observons six mois de pluie ; au Dahomey, nous notons deux séries de mois pluvieux séparés par quelques mois secs.

La savanisation, dans ces régions, est le fait de l'homme ; la coupe des bois d'exploitation sans repeuplement forestier et les feux de brousse entraînent de plus en plus la descente de la savane vers la mer, et il nous paraît possible que, dans les années à venir, on observe un déplacement vers le sud de l'espèce B.

Plus au nord, la Haute-Volta constitue une zone de sympatrie (MAYR, 1942, 1963) des espèces A et B. La région sud-ouest de ce pays, dont Bobo-Dioulasso est le centre, est une zone à forte dominance en espèce A ; en exemple, citons les études effectuées à Pala, Tingrela, Soumouso ; l'espèce B devient de plus en plus abondante au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'est et le nord, Koumbia, Koudougou, Dori. Ces facteurs climatiques, qui nous paraissent prépondérants, ne sont peut-être pas les seuls à intervenir ; on constate, en effet, que l'on se dirige vers des pays d'élevage, et il se pourrait (Coz et HAMON, 1964 ; CHAUVET, 1969 ; WHITE,

(5) Conclusion par la méthode de CHAUVET et DÉJARDIN (1968).

TABLEAU 2. — Répartition géographique des espèces  
du complexe *A. gambiae*  
Haute-Volta

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination		Autorité	
						A	B		
Pala .....	11°09'N	4°14'O	2	1958	Croisement		B	Davidson	
			1	1963	»	A		»	
			5	1964	»	A		»	
			6	1964	»	A		»	
			5	1965	»	A		Coz	
			6	1965	»	A		»	
			7	1965	»	A		»	
			8	1965	»	A		»	
			10	1965	»	A		B	
			11	1965	»	A		»	
			1	1966	»	A		»	
			6	1966	»	A		»	
			7	1966	»	A		»	
			8	1966	»	A		»	
			9	1966	»	A		»	
			10	1966	»	A		»	
			6	1967	»	A		»	
			8	1967	»	A		»	
			9	1967	»	A		»	
			10	1967	»	A		»	
			11	1967	»	A		»	
12	1967	»	A		»				
6	1968		C.L.*	7 A		»			
9	1968		»	6 A		»			
6	1969		»	2 A		»			
6	1969		C.F.*	4 A		»			
7	1969		C.F.	5 A		»			
7	1969		Croisement	A		»			
Bama .....	11°23'N	4°25'O	8	1962	»	A	Davidson		
Banfora .....	10°37'N	4°45'O	8	1962	»	A	»		
Dande .....	11°35'N	4°33'O	8	1962	»	A	B		
Sara .....	11°23'N	3°52'O	8	1962	»	A	B		
Sidi .....	11°05'N	4°56'O	8	1962	»	A	»		
Niangoloko ..	10°17'N	4°55'O	4	1964	»	A	B		
Boromo .....	11°45'N	2°52'O	5	1964	»	A	»		
Diebougou ...	10°58'N	3°15'O	5	1964	»	A	B		
Fo .....	11°53'N	4°31'O	5	1964	»	A	»		
Koumbia .....	11°14'N	3°42'O	5	1964	»	A	»		
			8	1964	»	A	»		
			9	1964	»	A	»		
			1	1965	»	A	»		
			2	1967	»	3 A		»	
			7	1969		C.L.	14 A	5 B	B
			7	1969		C.F.	51 A	6 B	Coz
			8	1969		C.L.	3 A		»
			8	1969		C.F.	43 A	9 B	»
			9	1969		C.L.	1 A		»
Gaoua .....	10°20'N	3°11'O	6	1964	Croisement	A	Davidson		
Karekui .....	11°14'N	3°52'O	8	1964	»	A	»		
Sossogona .....	11°16'N	4°28'O	8	1962	Croisement	A	»		
			6	1966	»	A		Coz	
			5	1967	»	A		B	
			6	1967	»	A		»	
			8	1967	»	A		»	
			9	1967	»	A		»	
			8	1962	»	A		Davidson	
Diesso .....	10°46'N	3°52'O	8	1962	»	A	Davidson		
Machon .....	11°03'N	5°22'O	5	1964	»	A	»		

\* C.L. : chromosomes larvaires. C.F. : chromosomes folliculaires.



COMPLEXE A. GAMBIAE - REPARTITIONS

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination		Autorité
						A	B	
Pabré .....	12°30'N	4°28'O	6	1964	»	A		»
Djibo .....	14°07'N	1°37'O	6	1965	»	A		»
			8	1965	»	A	B	Coz
Ouahigouya ..	13°30'N	22°25'O	8	1965	»	A	B	»
Tougo Mayel .	14°05'N	1°29'O	7	1965	»	A	B	Davidson
Banankélédaga .	11°19'N	4°19'O	10	1965	»	A		Coz
Koro .....	11°08'N	4°12'O	10	1965	»	A		»
Bobo-Dioulasso	11°10'N	4°19'O	10	1965	»	A		»
			9	1967	»	A		»
			4	1968	C.L.	1 A		»
			4	1968	Croisement	A		»
Badala .....	11°23'N	4°23'O	6	1966	»	A	B	»
			9	1967	»	A		»
Di .....	13°10'N	3°25'O	11	1966	»	A		»
			11	1969	C.L.	5 A	1 B	»
Tingrela .....	10°40'N	4°50'O	3	1967	Croisement	A		»
			6	1967	»	A	B	»
			8	1967	»	A		»
			9	1967	»	A		»
			10	1967	»	A		»
			1	1968	»	A		»
			5	1968	C.L.	4 A		»
			6	1968	Croisement	A		»
			6	1968	C.L.	2 A		»
Solenso .....	12°10'N	4°09'O	1	1967	Croisement	A		»
Koumbo .....	11°20'N	1°40'O	10	1967	»	A		»
Leo .....	11°06'N	2°06'O	10	1967	»	A		»
Toesse .....	11°50'N	1°16'O	10	1967	»	A		»
Soumousso ...	11°04'N	4°03'O	11	1967	»	A		»
			1	1968	»	A		»
			5	1968	C.L.	1 A		»
			6	1968	Croisement	A		»
			6	1968	C.L.	1 A		»
			7	1968	»	2 A		»
			1	1970	C.F.	2 A		»
			2	1970	»	5 A		»
			2	1970	C.L.	2 A	3 B	»
			3	1970	C.F.	30 A	6 B	»
			3	1970	C.L.	15 A	1 B	»
			4	1970	C.F.	12 A	1 B	»
			4	1970	C.L.	3 A		»
Dori .....	14°02'N	0°01'O	12	1963	Croisement		B	Davidson
			6	1968	C.L.		3 B	Coz
			9	1968	Croisement	A	B	»
			11	1968	C.L.	1 A	3 B	»
			11	1968	Croisement	A	B	»
			1	1970	C.L.	4 A	8 B	»
			10	1970	Croisement	A	B	»
Ouagadougou .	12°02'N	1°32'O	5	1969	C.L.	6 A		»
Koudougou ..	12°15'N	2°22'O	5	1969	C.L.	3 A	3 B	»
			6	1969	»	5 A	5 B	»
			7	1969	»	2 A	1 B	»
			7	1969	C.F.	8 A	6 B	»
			9	1969	»	2 A	1 B	»
			9	1969	C.L.		2 B	»
			11	1969	»	4 A		»
			8	1970	C.F.	7 A	7 B	»

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination		Autorité
						A	B	
			9	1970	C.L.	1 A	2 B	»
			9	1970	C.F.	28 A	10 B	»
			10	1970	C.L.	3 A	1 B	»
			10	1970	C.F.	94 A	27 B	»
			11	1970	C.L.	6 A	9 B	»
			11	1970	C.F.	31 A	6 B	»
			1	1971	»	»	4 B	»
			2	1971	C.L.	»	11 B	»
			2	1971	C.F.	3 A	9 B	»
			3	1971	C.L.	4 A	2 B	»
			3	1971	C.F.	1 A	2 B	»
			4	1971	»	1 A	6 B	»
Naguïé .....	12°13'N	2°27'O	9	1969	C.L.	1 A	1 B	»
Réo .....	12°19'N	2°29'O	9	1969	»	17 A	1 B	»
Poura .....	13°09'N	3°21'O	11	1969	»	2 A	»	»
Tonogosso ...	11°09'N	4°10'O	11	1969	»	3 A	»	»
Fada N'gourma	12°03'N	0°22'E	2	1970	»	3 A	5 B	»
Diapaga .....	12°04'N	1°47'E	2	1970	»	4 A	1 B	»
Matiakouli ...	12°22'N	1°02'E	2	1970	»	1 A	1 B	»
Kaya .....	13°05'N	1°05'O	6	1971	»	1 A	»	»
Tenkodogo ...	11°47'N	0°23'N	7	1971	C.F.	3 A	»	»

TABLEAU 2 (suite). — Répartition géographique des espèces du complexe *A. gambiae* Côte d'Ivoire

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthodes	Détermination	Autorité
Sassandra .....	4°56'N	6°06'O	4	1962	Croisement	A	Davidson
»	»	»	?	?	»	melas	»
»	»	»	5	1969	C.L.	A	Coz
Abidjan .....	5°20'N	4°07'O	7	1964	Croisement	5 A	Davidson
»	»	»	?	?	Morphologie	melas	Coz et Hamon
Abengourou ....	6°44'N	3°14'O	7	1964	Croisement	2 A (?)	Davidson
»	»	»	9	1965	»	1 A	»
»	»	»	3	1968	»	A	Coz
Bouaké .....	7°47'N	5°05'O	7	1964	»	A	Davidson
Korhogo .....	9°27'N	5°38'O	7	1964	»	A	»
»	»	»	5	1967	»	A	Coz
Batelebre .....	4°56'N	6°06'O	8	1965	Croisement	melas	Davidson
»	»	»	8	1965	Morphologie	melas	Coz
Lanïega .....	4°50'N	6°10'O	8	1965	Croisement	melas	Davidson
»	»	»	8	1965	Morphologie	melas	Coz
Bassawa .....	8°03'N	4°06'O	7	1967	Croisement	A	»
Bouna .....	9°16'N	3°O	7	1967	»	A	»
Doropo .....	9°48'N	3°20'O	7	1967	»	A	»
Ferkessedougou .	9°36'N	5°11'O	7	1967	»	A	»
Galso .....	9°27'N	2°42'O	7	1967	»	A	»
Gombo .....	8°31'N	4°09'O	7	1967	»	A	»
Guiemdama ....	9°13'N	4°52'O	7	1967	»	A	»
Kadiasso .....	9°42'N	6°58'O	5	1967	»	A	»
Koro .....	8°33'N	7°28'O	5	1967	»	A	»
Koutouba .....	8°41'N	3°12'O	7	1967	»	A	»

COMPLEXE *A. GAMBIAE* - REPARTITIONS

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination		Autorité
						A	B	
Massadougou ...	9°27'N	5°38'O	5	1967	»	A		»
Sisseplé .....	9°14'N	6°27'O	5	1967	»	A		»
Sorobango .....	8°11'N	2°42'O	7	1967	»	A		»
Tagadi .....	8°38'N	2°37'O	7	1967	»	A		»
Timbe .....	8°10'N	4°57'O	7	1967	»	A		»
Toro Kinkene ..	8°52'N	4°25'O	7	1967	»	A		»
Toupe .....	8°37'N	3°56'O	7	1967	»	A		»
Aloukouro .....	6°53'N	4°30'O	3	1968	»	A		»
Amassie .....	6°35'N	3°40'O	3	1968	»	A		»
Dimbokro .....	6°39'N	4°42'O	3	1968	»	A		»
Sale Balekro ...	7°07'N	4°26'O	3	1968	»	A		»
Serebissou .....	6°21'N	4°39'O	3	1968	»	A		»
Zakoua .....	6°24'N	6°48'O	4	1968	C.L.	3 A		»
Blieron .....	4°22'N	7°31'O	6	1968	Morphologie	melas		»
»	»	»	6	1968	C.L.	2 A		»
»	6°29'N	7°13'O	6	1968	C.L.	4 A		»
Gbapleu .....	7°30'N	8°19'O	6	1968	»	A		»
Lampleu .....	4°27'N	7°32'O	6	1968	»	A		»
Prolo .....	6°35'N	8°20'O	6	1968	»	A		»
Wa .....	7°27'N	8°10'O	6	1968	»	A		»
S.P.T.R. ....	5°23'N	6°13'O	5	1969	»	A		»
San Pedro .....	4°44'N	6°37'O	5	1969	Morphologie	melas		»
Daloa .....	6°53'N	6°27'O	11	1969	C.L.	1 A		»

TABLEAU 2 (suite). — Répartition géographique des espèces du complexe *A. gambiae* Sénégal

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination		Autorité
						A	B	
Bandia .....	14°35'N	17° O	1	1966	Croisement	A		Coz
Thiès .....	14°48'N	16°57'O	1	1966	»		B	»
Bambey .....	14°42'N	16°28'O	7	1967	»		B	»
Gouye Toure ..	15°57'N	16°24'O	7	1967	»		B	Coz et Davidson
Guelack .....	15°58'N	16°23'O	7	1967	»		B	»
Lompoul .....	15°26'N	16°43'O	7	1967	»		B	Davidson
N'Diakhar ..	15°59'N	16°23'O	7	1967	»		B	Coz
Richard Toll ..	16°29'N	15°43'O	7	1967	»		B	Coz et Davidson
»	»	»	7	1967	»		melas	Coz
Bignona .....	12°49'N	16°14'O	?	?	Morphologie		melas	Coz et Hamon
Casamance ...	12°35'N	16°42'O	?	?	»		melas	Holstein (in Coz et Hamon)
Dakar .....	14°40'N	17°26'O	?	?	»		melas	Holstein
M'Bour .....	14°26'N	16°57'O	?	?	»		melas	»
Popenguine ...	14°33'N	17°07'O	?	?	»		melas	Coz et Hamon
Saint-Louis ...	16°01'N	16°30'O	?	?	»		melas	»
Ziguinchor ...	12°35'N	16°16'O	?	?	»		melas	»

TABLEAU 2 (suite). — Répartition géographique des espèces du complexe *A. gambiae* Mauritanie

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination	Autorité
Monguel .....	16°26'N	13°08'O	10	1965	Croisement	2 A	Davidson
Pempediél .....	16°10'N	13°33'O	10	1965	»	2 A	»
Lexeiba .....	16°15'N	13°06'O	11	1965	»	1 A	»
Aleg .....	17°05'N	13°25'O	10	1967	»	A	Coz
Boutilimit .....	17°35'N	14°50'O	10	1967	»	A	»

TABLEAU 2 (suite). — Répartition géographique des espèces du complexe *A. gambiae*

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination	Autorité
Dahomey							
Setto .....	7°30'N	2°02'E	4	1968	C.L.	A	Coz
			4	1968	Croisement	A	»
Lalo .....	6°51'N	1°54'E	4	1968	C.L.	A	»
			4	1968	Croisement	A	»
Paouignan .....	7°40'N	2°10'E	4	1968	C.L.	A	»
			4	1968	Croisement	A	»
Ahlan .....	7°16'N	2°24'E	4	1968	C.L.	A	»
			4	1968	Croisement	A	»
Agouna .....	7°34'N	1°42'E	4	1968	C.L.	A	»
			4	1968	Croisement	A	»
Sehoué .....	6°53'N	2°18'E	4	1968	»	A	»
Sekou .....	6°37'N	2°14'E	4	1968	»	A	»
Tchetti .....	7°50'N	1°40'E	4	1968	C.L.	A	»
			4	1968	Croisement	A	»
Koutouasse .....	8°36'N	1°41'E	4	1968	C.L.	A	»
Agoua .....	8°17'N	1°58'E	4	1968	»	A	»
Allampa .....	8°13'N	2°12'E	4	1968	»	A	»
Gogoro .....	8°17'N	2°39'E	4	1968	»	A	»
Djabatta .....	7°55'N	2°38'E	4	1968	»	A	»
Cotonou .....	6°18'N	2°30'E	7	1968	»	A	»
Porto-Novo .....	6°29'N	3°37'E	?	?	Morphologie	melas	Coz et Hamon (1964)
Togo							
Kwenou .....	6°12'N	1°32'E	2	1965	Croisement	7 melas	Davidson
			2	1965	»	2 A	»
Djakpata-Kondji .....	6°30'N	1°38'E	5	1965	»	3 A	»
Kra .....	7°11'N	1°08'E	4	1968	C.L.	A	Coz
Kpele .....	6°52'N	1°11'E	4	1968	»	A	»
Mouna .....	7°38'N	0°56'E	4	1968	»	A	»
Zizinkope .....	6°14'N	1°31'E	?	?	»	A	Coluzzi (in Davidson 1967)
Niger							
Niamey .....	13°32'N	2°07'E	11	1965	Croisement	A	B
			12	1968	»	A	B
Ayorou .....	14°44'N	0°56'E	2	1967	»	A	»

COMPLEXE *A. GAMBIAE* - REPARTITIONS

TABLEAU 2 (suite). — Répartition des espèces du complexe *A. gambiae*

Localités	Latitude	Longitude	Mois	Année	Méthode	Détermination	Autorité
Libéria							
Monrovia .....	6° à 6°30'N	10°30 à 11° O	9	1967	Croisement	A	Coz
Konia .....	7°55'N	9°30'O	9	1967	»	A	Davidson
Kpain .....	7°09'N	9°05'O	?	?	Morphologie	melas	Burgess et Davidson (in Davidson 1967)
Harbel .....	6°02'N	10°03'O	?	?	»	melas	Gelfand (in Davidson 1967)
Bushrod .....	6°20'N	10°46'O	?	?	»	melas	Young et Johnson (in Davidson 1967)
Mali							
Niono 1 .....	14°06'N	5°24'O	2	1965	Croisement	A	Davidson (1967)
N'Doukala .....	14°47'N	6° O	1	1967	»	A	Coz
Kogoni .....	14°44'N	6°01'O	2	1967	»	A	B
Sokalo .....	14°44'N	6°07'O	2	1967	»	A	B
Bandiagara .....	14°22'N	3°36'O	8	1967	»	A	»
Lougourou .....	14°24'N	3°26'O	8	1967	»	A	»
Mopti .....	14°30'N	4°12'O	8	1967	»	A	»
			11	1969	C.L.	27 A *	»
Perou .....	14°11'N	3°45'O	8	1967	Croisement	A	»
Sanga .....	14°28'N	3°18'O	8	1967	»	A	»
Sealy .....	14°20'N	3°36'O	8	1967	»	A	»
Bafoulabe .....	14°49'N	10°30'O	11	1967	»	A	B
Kayes .....	14°27'N	11°27'O	11	1967	»	A	B
Bamako .....	12°39'N	7°58'O	4	1968	C.L.	1 B	»
Kamabougou .....	14°08'N	6°02'O	8	1968	Croisement	A	»
Sagala .....	14°15'N	6°59'O	8	1968	»	A	B
Bougounso .....	12°04'N	5°10'O	6	1969	C.L.	3 A	»
Fourou .....	10°45'N	6°10'O	6	1969	»	1 A	»
Karangasso .....	12°16'N	5°02'O	6	1969	»	1 A	2 B
Kemeni .....	13° N	5°31'O	6	1969	»	1 A	»
Konzanso .....	10°55'N	5°57'O	6	1969	»	1 A	»
Loulouni .....	10°41'N	5°31'O	6	1969	»	1 A	»
Sikasso .....	11°20'N	5°40'O	6	1969	»	1 A	»
Sourkoudiga .....	10°56'N	5°45'O	6	1969	»	1 A	»
Bougouni .....	11°25'N	7°29'O	7	1969	»	5 A	»
Diarabougou .....	12°31'N	6°49'O	7	1969	»	4 A	»
Domi .....	12°26'N	6°47'O	7	1969	»	4 A	»
Foulaboula .....	11°22'N	7°33'O	7	1969	»	1 A	»
Kola .....	12°20'N	6°41'O	7	1969	»	7 A	»
Oure .....	11°22'N	7°22'O	7	1969	»	9 A	»
Sokolo .....	11°22'N	7°35'O	7	1969	»	2 A	»
Tiende .....	12°34'N	6°49'O	7	1969	»	1 A	»
Kirango .....	13°42'N	6°05'O	9	1969	»	1 A	»
Markala .....	13°41'N	6°05'O	9	1969	»	1 A	2 B
M'Pebougou .....	13°38'N	6°04'O	9	1969	»	1 A	»
Segou .....	13°21'N	6°23'O	9	1969	»	1 A	3 B
Sekoro .....	13°24'N	6°21'O	9	1969	»	10 A	4 B
Sibougou .....	13°16'N	4°56'O	12	1969	»	2 A	»
Sienso .....	13°14'N	4°53'O	12	1969	»	1 A	»
			12	1969	C.F.	7 A	»
Sokourani .....	13°13'N	4°51'O	12	1969	C.L.	2 A	»
Terekoungo .....	13°17'N	4°55'O	12	1969	»	1 A	»

\* La détermination non précédée d'un chiffre s'est effectuée à partir des descendance de plusieurs femelles. Le chiffre placé devant la détermination indique le nombre de descendance étudiées séparément.

1970, comm. pers.) que l'espèce B soit plus zoophile que l'espèce A.

La présence de l'espèce A seule, dans les stations de Boutilimit et Aleg en Mauritanie, est plus difficile à expliquer ; il s'agit, en effet, de régions très sèches et, si l'on admet qu'il peut y avoir des échanges entre les populations du fleuve Sénégal et ces oasis, en saison des pluies, on explique mal que l'on n'ait pas trouvé d'espèce B, dominante au Sénégal. Pour tenter d'expliquer ce qui nous paraît une anomalie, nous proposons le schéma suivant : les espèces A et B trouvent leur origine dans un ancêtre commun, la spéciation serait intervenue dans des zones géographiques différentes. L'espèce A se serait isolée dans la forêt humide tropicale ; l'espèce B proviendrait des zones de savane et de sahel. *A. gambiae* A aurait, en Afrique de l'Ouest,

occupé, autrefois, avec la forêt, une aire de répartition beaucoup plus étendue, particulièrement au nord. Au fur et à mesure de la désertification, l'espèce A serait descendue plus au sud, laissant çà et là des îlots reliques. L'espèce B serait, par contre, une espèce est-africaine, plus exactement soudano-éthiopienne ; elle aurait, peut-être, avec les troupeaux et les peuples nilotiques, envahi les zones de sahel et de savane subdésertique, allant jusqu'à la mer au Sénégal. Les conditions de survie de l'espèce A, dans certaines zones de Mauritanie comme Aleg et Boutilimit, ne seraient pas idéales, mais, en l'absence de compétition interspécifique, sexuelle ou autre, elle s'y maintiendrait.

Ayant observé que l'humidité semblait jouer un certain rôle dans la distribution des espèces A et B, nous nous sommes demandé si les phénomènes saison-

TABLEAU 3. — Croisements effectués entre la souche A de référence (originaire de Pala 1964) et les *A. gambiae* s.l. du même village

Mois et Année	Croisement	F 1				Dissections		Type	Origine
		Mâles		Femelles		Fertiles	Stériles		
		N	%	N	%				
5-65 ...	Femelles A × Mâles Pala	195	52	180	48	141	0	A	P.G. *
6-65 ...	Mâles A × Femelles Pala	171	50,3	169	49,7	100	0	A	1 F
	Femelles A × Mâles Pala	167	56,6	128	43,4	97	0	A	1 F
7-65 ...	Mâles A × Femelles Pala	76	54,7	63	45,3	76	0	A	1 F
	Femelles A × Mâles Pala	85	47,5	94	52,5	85	0	A	1 F
	Femelles A × Mâles Pala	121	46,5	139	53,5	121	0	A	1 F
8-65 ...	Femelles A × Mâles Pala	98	45,6	117	54,4	79	0	A	P.G.
	Mâles A × Femelles Pala	98	49,7	99	50,3	70	0	A	P.G.
10-65 ...	Femelles A × Mâles Pala	54	48,6	57	51,4	38	7	A-B	P.G.
	Mâles A × Femelles Pala	47	43	62	57	40	0	A	
11-65 ...	Femelles A × Mâles Pala	35	45	42	55	34	0	A	P.G.
	Mâles A × Femelles Pala	47	43	62	57	40	0	A	P.G.
1-66 ...	Femelles A × Mâles Pala	13	25,5	36	73,5	13	0	A	P.G.
6-66 ...	Femelles A × Mâles A	6	25	18	75	0	4	B	P.G.
7-66 ...	Femelles A × Mâles Pala	118	52,2	108	47,8	110	0	A	P.G.
	Femelles A × Mâles Pala	2		3		2	0	A	P.G.
8-66 ...	Femelles A × Mâles Pala	3		5		3	0	A	P.G.
	Mâles A × Femelles Pala	14	45,2	17	54,8	14	0	A	P.G.
	Femelles A × Mâles Pala	8	40	12	60	8	0	A	P.G.
9-66 ...	Femelles A × Mâles Pala	18	47,4	20	52,6	13	0	A	P.G.
	Mâles A × Femelles Pala	22	42,3	30	57,7	20	0	A	P.G.
6-67 ...	Mâles A × Femelles Pala	17	48,6	18	51,4	16	0	A	1 F
	Femelles A × Mâles Pala	12	40	18	60	11	0	A	1 F
	Mâles A × Femelles Pala	29	44,6	36	55,3	8	0	A	1 F
	Mâles A × Femelles Pala	66	51,2	63	48,8	66	0	A	1 F
	Femelles A × Mâles Pala	24	48	26	52	24	0	A	1 F
	Mâles A × Femelles Pala	5		7		5	0	A	1 F
8-67 ...	Mâles A × Femelles Pala	22	66,7	11	33,3	11	0	A	P.G.
9-67 ...	Femelles A × Mâles Pala	32	45,7	38	54,3	20	0	A	P.G.
10-67 ...	Mâles A × Femelles Pala	103	49,6	109	51,4	82	0	A	P.G.
11-67 ...	Femelles A × Mâles Pala	32	55,2	26	44,8	28	0	A	P.G.
12-67 ...	Femelles A × Mâles Pala	50	58,8	35	41,2	50	0	A	P.G.

\* P.G. Ponte globale de plusieurs femelles.

1 F Ponte d'une seule femelle.

COMPLEXE *A. GAMBIAE* - REPARTITIONS

niers d'alternance de saison des pluies et de saison sèche n'avaient pas un peu les mêmes effets, et s'il n'y avait pas prédominance de l'une ou de l'autre espèce en fonction des saisons.

Classiquement, la répartition saisonnière d'*A. gambiae* s.l. s'exprimait, en Afrique de l'Ouest, pour les deux espèces A et B ensemble (HOLSTEIN, 1952 ; CHOUMARA *et al.*, 1959 ; Coz *et al.*, 1965). Nous avons voulu, en Haute-Volta, dans une zone où les deux espèces étaient signalées (Pala), entreprendre l'étude de leur répartition saisonnière. En fait, la station choisie (tabl. 2-3) a montré une nette prédominance de l'espèce A, avec seulement trois relevés de l'espèce B, un en février, un en juin, le dernier en octobre.

La technique des croisements avec une seule souche de référence peut prêter à critiques si l'on considère que l'on met en compétition les mâles ou les femelles d'un mélange de deux espèces A et B avec uniquement le sexe opposé de l'espèce A ; l'hypothèse de préférence sexuelle homologue peut être discutée : GOMA (1963 *b*), ayant étudié au laboratoire les taux d'insémination entre les espèces A et B du complexe *A. gambiae*, admet que les fécondations se produisent aussi facilement lors des croisements inter qu'intrasécifiques. De plus, les résultats obtenus en examinant les chromosomes indiquent que, si l'espèce B est présente à Pala, elle l'est en très petite quantité (tabl. 2).

Les déterminations effectuées en Haute-Volta de 1958 à 1970 ont été récapitulées au tableau 4. Nous avons déterminé les fréquences mensuelles des déterminations des deux espèces. La saison maximale d'*A. gam-*

*biae* s.l. (HOLSTEIN, 1952 ; CHOUMARA *et al.*, 1959 ; Coz *et al.*, 1965) s'étend du mois de juin au mois d'octobre, c'est-à-dire en saison des pluies.

Durant cette période, où la densité est maximale, correspondant à la prolifération des gîtes larvaires, *A. gambiae* s.l. se développe avec un fort excédent d'*A. gambiae* A, *A. gambiae* B ne figurant que pour environ 20 % de la population totale. Nous observons, en saison sèche et froide, particulièrement en janvier-février, un renversement des tendances avec dominance de l'espèce B. C'est l'époque où la pluviométrie est nulle, où l'humidité relative est minimale et où on observe les plus grandes amplitudes thermiques ; ceci rejoint les observations de CHAUVET (1969), qui définit les zones à A comme des régions à déficit de saturation peu élevé et amplitudes thermiques faibles.

Les résultats obtenus ne nous permettent pas de dire que les espèces A et B possèdent une répartition saisonnière différente en Haute-Volta ; on constate, en effet, que l'époque où l'espèce B devient prépondérante est celle où, du fait de la sécheresse, les gîtes larvaires sont rares ; c'est également l'époque où la densité en *A. gambiae* s.l. est la plus basse. En fait, il nous paraît que les conditions climatiques prévalant en Haute-Volta ne sont pas en général favorables à l'espèce B, elles auraient plutôt tendance à favoriser l'espèce A. En saison sèche et froide, par contre (i.e. décembre, janvier, février), *A. gambiae* B trouverait des conditions lui assurant une survie supérieure à celle de *A. gambiae* A. CHAUVET (*ibid.*) observe à Madagascar une répartition des espèces A et B sensiblement différente, puisque l'espèce B est bien mieux représentée que la première ; pour lui, l'espèce A n'aurait pas à Madagascar « une plasticité physiologique aussi importante que l'espèce B ». Il estime que la situation est inverse en Afrique de l'Ouest, que dans cette région l'espèce A s'adapterait plus facilement aux exigences climatiques. Il nous apparaît que si l'espèce A est mieux adaptée aux climats humides, elle résiste moins bien pendant les périodes sèches (mois de décembre, janvier, février). Si l'on examine pour Madagascar la carte des principaux isohyètes annuels (CHAUVET, 1969), on remarque que l'espèce B est prédominante dans les zones de pluviométrie moyennes et basses (inférieures à 1.500 mm d'eau). Quand les précipitations atmosphériques sont supérieures à 1.500 mm, c'est au contraire l'espèce A qui est la plus importante. Qu'il y ait des hiatus dans la répartition géographique n'est pas tellement étonnant, la géographie dessinée à grands traits passe sous silence une multitude de facteurs locaux qui peuvent déterminer des conditions particulières. De plus, et pour parler plus particulièrement de Madagascar, les distances ne sont pas tellement importantes pour qu'on ne puisse pas admettre que les espèces d'eau douce du complexe *A. gambiae* aient la possibilité d'envahir toute l'île. La répartition géographique est dynamique, la dispersion naturelle d'*A.*

TABLEAU 4. — Fréquences des espèces A et B en Haute-Volta

Mois	<i>A. gambiae</i> A		<i>A. gambiae</i> B		Total
	N	%	N	%	
1 .....	12	48	13	52	25
2 .....	18	36	32	64	50
3 .....	50	81,97	11	18,03	61
4 .....	10	55,56	8	44,44	18
5* .....	21	80,77	5	19,23	26
6* .....	34	77,27	10	22,73	44
7** .....	89	82,41	19	17,59	108
8** .....	70	77,78	20	22,22	90
9** .....	66	78,57	18	21,43	84
10* .....	108	79,41	28	20,59	136
11 .....	57	75	19	25	76
12 .....	1		1		2

\* Mois pluvieux dans la région la plus humide de Haute-Volta.

\*\* Mois pluvieux dans la région la moins humide.

## Moyennes - Températures maximales sous abri en degrés centigrades

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dori .....	33,6	36,5	39,3	41,2	40,8	37,7	33,9	31,9	33,9	38,1	37,7	33,7
Ouahigouya .....	33,5	36,2	38,7	40,2	39,5	36,3	32,9	31,0	32,5	36,1	36,6	33,5
Ouagadougou .....	34,6	36,6	38,7	39,0	37,0	33,8	31,6	30,3	31,7	35,7	36,6	34,1
Fada N'Gourma .....	34,7	37,0	39,0	39,3	37,0	34,0	31,3	29,9	31,0	34,9	36,5	34,6
Boromo .....	35,2	37,4	39,0	38,8	36,5	33,6	31,4	30,4	31,4	35,1	36,4	34,6
Bobo-Dioulasso .....	33,4	35,6	36,8	36,3	34,5	32,0	30,1	29,0	30,1	32,8	34,1	33,1
Gaoua .....	35,0	36,8	37,4	36,3	34,1	31,7	30,0	29,5	30,5	33,6	35,3	34,4
Niangoloko .....	34,8	36,2	36,6	35,7	34,1	31,9	30,3	29,6	30,5	32,9	34,3	34,1
Banankeledaga .....	34,4	36,7	38,0	37,5	35,6	32,9	30,9	29,7	30,9	33,5	34,9	34,0

Moyennes calculées sur les périodes suivantes :

Dori .....	1951-1964 = 14 ans ;
Ouahigouya .....	1951-1964 = 14 ans ;
Ouagadougou .....	1953-1964 = 12 ans ;
Fada N'Gourma .....	1951-1964 = 14 ans ;
Boromo .....	1951-1964 = 14 ans ;
Bobo-Dioulasso .....	1951-1964 = 14 ans ;
Gaoua .....	1951-1964 = 14 ans - lacunes : octobre 1958 ;
Niangoloko .....	1952-1964 = 13 ans - lacunes : février 1957 ;
Banankeledaga .....	1955-1964 = 10 ans.

Moyennes - Températures minimales sous abri

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dori .....	13,8	15,9	19,9	23,9	26,3	24,9	23,2	22,3	22,6	22,0	17,9	14,4
Ouahigouya .....	15,8	18,1	21,5	24,8	26,1	24,1	22,9	22,2	22,1	22,3	19,2	16,3
Ouagadougou .....	16,6	19,1	22,9	25,7	25,1	23,1	22,3	21,5	21,6	22,3	20,3	17,3
Fada N'Gourma .....	16,3	18,4	22,6	25,2	24,9	23,2	22,1	21,6	21,3	21,3	18,2	16,2
Boromo .....	16,4	18,9	22,6	24,8	24,3	22,6	21,7	21,5	21,2	21,3	18,9	16,6
Bobo-Dioulasso .....	17,0	19,4	22,3	23,8	22,8	21,5	20,8	20,7	20,5	20,9	19,7	17,1
Gaoua .....	19,0	21,3	23,7	24,1	23,1	21,8	21,4	21,2	21,0	21,5	20,7	18,8
Niangoloko .....	18,0	19,8	21,7	22,5	21,9	20,8	20,4	20,4	20,4	20,7	19,8	17,8
Banankeledaga .....	12,5	15,6	19,6	23,2	23,4	22,0	21,3	21,2	20,9	20,7	17,5	13,5

Moyennes calculées sur les périodes suivantes :

Dori .....	1951-1964 = 14 ans ;
Ouahigouya .....	1951-1964 = 14 ans ;
Ouagadougou .....	1953-1964 = 12 ans ;
Fada N'Gourma .....	1951-1964 = 14 ans ;
Boromo .....	1951-1964 = 14 ans - lacunes : 1952 : janvier ;
Bobo-Dioulasso .....	1951-1964 = 14 ans ;
Gaoua .....	1951-1964 = 14 ans - lacunes : 1958 : octobre ;
Niangoloko .....	1954-1964 = 11 ans - lacunes : 1954 : janvier-février-mars ;
Banankeledaga .....	1955-1964 = 10 ans.



COMPLEXE A. GAMBIAE - REPARTITIONS

Humidité relative : 06 heures en pourcentages

Situations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dori .....	44	39	35	42	59	74	85	93	92	80	60	50
Ouagadougou .....	39	35	35	53	71	83	88	93	93	83	61	45
Fada N'Gourma .....	41	39	43	62	77	87	93	96	96	91	74	51
Boromo .....	41	37	44	63	80	89	94	96	96	92	76	51
Bobo-Dioulasso .....	41	41	50	69	83	90	93	96	96	90	76	52
Gaoua .....	40	45	61	77	86	91	94	95	96	93	84	56

Humidité relative : 12 heures

Dori .....	14	12	13	17	30	43	58	68	58	35	18	16
Ouagadougou .....	14	13	17	29	44	57	64	70	64	44	24	16
Fada N'Gourma .....	18	17	22	33	48	59	68	74	69	51	28	20
Boromo .....	14	15	21	35	49	60	67	73	69	50	29	17
Bobo-Dioulasso .....	15	19	25	41	53	63	69	74	69	54	35	19
Gaoua .....	20	26	36	49	59	67	71	73	71	56	41	25

Humidité relative : 18 heures

Dori .....	22	18	18	20	30	42	59	73	68	46	29	26
Ouagadougou .....	19	16	16	25	41	55	64	73	71	51	32	24
Fada N'Gourma .....	25	21	23	32	48	59	70	80	80	64	41	31
Boromo .....	20	18	20	32	49	61	71	78	78	62	39	26
Bobo-Dioulasso .....	19	19	23	38	53	64	72	77	76	64	46	29
Gaoua .....	22	24	32	46	59	68	71	76	77	65	46	30

Dori - Fada - Boromo - Bobo-Dioulasso : 1951-1964 = 14 ans ;

Ouagadougou : 1953-1964 = 12 ans ;

Gaoua : 1951-1963 = 13 ans - lacunes : octobre 1958.

Précipitations atmosphériques en millimètres d'eau

Bobo-Dioulasso

1931-1960 = 30 ans

Mois	1 au 5	6 au 10	11 à 15	16 au 20	21 au 25	26 au 30/31	Moyenne mensuelle	Nbre de jours
J .....	0,1	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2
F .....	0,1	0,0	0,6	0,3	1,2	0,9	3,1	0,5
M .....	1,3	0,8	2,3	1,2	3,8	10,3	19,7	1,7
A .....	3,6	4,3	8,6	6,6	18,7	8,1	49,9	4,4
M .....	17,5	15,7	15,5	21,1	17,8	28,7	116,3	8,3
J .....	20,3	19,7	14,6	24,0	30,2	19,0	127,8	11,3
J .....	19,8	38,0	39,6	45,2	31,6	52,8	227,0	13,6
A .....	54,5	43,6	51,7	73,3	47,6	63,4	334,1	19,2
S .....	47,1	42,7	42,3	31,2	26,6	22,0	211,9	16,2
O .....	16,2	15,6	15,1	11,3	6,5	10,3	74,9	8,9
N .....	6,5	2,7	1,4	1,2	0,7	0,4	12,9	2,1
D .....	0,1	0,4	1,1	0,8	0,0	0,0	2,4	0,3

Totaux annuels : 1180,8

86,7

Koudougou  
Précipitations atmosphériques  
1931-1960 = 30 ans

Mois	1 au 5	6 au 10	11 au 15	16 au 20	21 au 25	26 au 30/31	Moyenne mensuelle	Nbre de jours moyens
J .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F .....	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,5	0,2
M .....	0,2	0,4	0,7	1,7	1,7	3,9	8,6	0,7
A .....	1,0	2,6	3,5	2,4	5,6	4,8	19,9	2,3
M .....	5,8	8,3	9,7	10,3	10,8	21,8	66,7	5,7
J .....	17,8	15,9	15,8	22,6	18,9	21,9	112,9	7,6
J .....	23,8	26,2	23,9	32,5	36,1	38,5	181,0	10,6
A .....	34,0	45,5	37,6	47,8	46,3	47,8	259,0	14,1
S .....	40,5	27,0	37,7	26,5	23,3	16,5	171,5	11,0
O .....	11,9	10,5	7,9	7,9	6,6	1,7	46,5	4,1
N .....	1,5	0,5	0,0	0,3	0,3	0,0	2,6	0,3
D .....	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,1

Totaux annuels : 870,3 56,7

Dori  
Précipitations atmosphériques  
1934-1960 = 27 ans

Mois	1 au 5	6 au 10	11 au 15	16 au 20	21 au 25	26 au 30/31	Moyenne mensuelle	Nbre de jours moyens
J .....	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
F .....	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,1
M .....	0,0	0,2	0,0	0,6	0,3	0,2	1,3	0,3
A .....	0,0	0,5	0,3	0,4	1,0	2,0	4,2	0,7
M .....	0,4	1,1	2,9	3,7	9,6	5,9	23,6	3,0
J .....	6,1	7,3	8,7	9,4	12,0	14,2	57,7	7,0
J .....	21,6	19,6	24,2	28,1	26,6	33,1	153,2	11,1
A .....	25,7	29,7	41,0	32,4	29,4	31,1	189,3	14,4
S .....	28,8	13,0	20,0	15,9	7,9	9,1	94,7	8,3
O .....	1,9	6,7	3,1	0,7	1,7	0,6	14,7	2,4
N .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Totaux annuels : 539,8 47,4

*gambiae* ne paraît pas très importante (3-4 km, GILLIES, obs. pers.), mais ce n'est pas le seul facteur à intervenir ; les anophèles sont particulièrement aptes à utiliser les moyens de transport créés par l'homme, bateaux, voitures, avions. L'exemple le plus fameux est celui d'*A. gambiae* s.l. qui, en 1930 (SHANNON, 1930), envahit au Brésil, venant par bateau du Sénégal, une zone de 35.000 km<sup>2</sup> et déclencha une épidémie très grave de paludisme (DAVIES, 1931). De plus, si nous admettons que le développement des populations

d'*A. gambiae* s.l. est essentiellement lié à des facteurs anthropiques, villages, communautés stables d'hommes et d'animaux, nous pensons que la répartition ne se caractérise pas seulement par des taches distinctes, mais plus par un grisé de base sur lequel apparaissent des taches plus sombres, du moins quand les conditions écologiques autorisent la survie et le développement des espèces. Nous avons capturé, sans qu'il nous soit possible de les identifier, des *A. gambiae* s.l. sur le fleuve Léraba, à la limite de la Côte d'Ivoire et de la Haute-

Volta, à une vingtaine de kilomètres de tout village ; ces captures effectuées sur homme, en chasse de nuit, nous indiquent la présence, loin de l'homme, d'*A. gambiae* capables de se satisfaire des conditions locales.

## CONCLUSION.

Il nous apparaît de plus en plus que la répartition géographique des espèces A et B est liée à des facteurs climatiques ; nous avons proposé (COZ et HAMON, 1964), il y a quelques années, des aires de répartition nettement distinctes ; nous pensions alors que les zones de sympatrie étaient limitées aux zones classées par AUBREVILLE *et al.*, comme « aires septentrionales » des forêts claires et savanes boisées relativement sèches. Plus tard (COZ, 1968), nous avons estimé que dans les zones de sympatrie intervenaient des phénomènes d'allochronie se caractérisant par une alternance saisonnière des espèces A et B. Cette hypothèse a été rejetée pour l'île de Madagascar par CHAUVET (1969). Actuellement, nous estimons que, pour l'Afrique de l'Ouest, les zones humides constituent un milieu favorable à l'espèce A, que les deux espèces A et B se rencontrent dans les savanes et le sahel, que l'importance relative de l'espèce B va en s'accroissant, au fur et à mesure que l'on se dirige vers les régions sèches. Dans les zones de sympatrie, sans que l'on puisse à proprement parler utiliser le terme d'allochronie, nous constatons une prépondérance de l'espèce A pendant une bonne partie de l'année, sauf toutefois en pleine saison sèche, où l'espèce B devient la plus importante. Cette inversion dans les tendances semble nous indiquer que les conditions éoclimatiques, prévalant durant la saison des pluies, sont favorables à l'espèce A. Un climat plus sec convient mieux à l'espèce B. Ceci nous fait rejoindre l'hypothèse formulée précédemment sur l'origine étrangère de l'espèce B qui, à notre avis, viendrait d'Afrique de l'Est, et plus particulièrement du Soudan.

## REMERCIEMENTS.

L'auteur exprime ses plus vifs remerciements à MM. les Professeurs BERGERARD et GRENIER pour les critiques et les suggestions qu'ils ont bien voulu apporter au manuscrit. Il tient à remercier les Entomologistes de l'O.R.S.T.O.M. qui ont contribué à la récolte d'*A. gambiae* dans les différentes régions d'Afrique de l'Ouest, tout particulièrement MM. J. HAMON, R. LE BERRE, J. BRENGUES, R. SUBRA, G. PICHON.

Il remercie vivement le personnel du laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz et de la Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E.

Il est redevable à M. G. DAVIDSON de nombreuses déterminations, il le prie de trouver ici l'expression de sa gratitude.

*Manuscrit reçu au S.C.D. le 24 avril 1972.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDER (R. D.), 1964. — Evolution of mating behaviour in arthropods. *Symposia of the Royal Entomological Society of London*, **2**, 78-94.
- AUBREVILLE (A.), DUVIGNEAUD (P.), HOYLE (A. C.), KEAY (R. J. M.), MENDONCA (F. A.) et PICHISERMOLLI (R. E. G.), 1959. — *Carte de la végétation de l'Afrique au sud du Tropique du Cancer*, Oxford University Press, Londres.
- BURGESS (R. W.), 1962. — Preliminary experiments on the hybridization of *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles melas* Theobald. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **11**, 702-704.
- CHAUVET (G.), 1969. — Etudes, en particulier au moyen de radio-isotopes, sur l'éthologie et la physiologie comparées des espèces A et B du complexe *Anopheles gambiae*, dans une zone de sympatrie, à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, **7**, 61-91.
- CHAUVET (G.), 1969. — Répartition et écologie du complexe *Anopheles gambiae* à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, **7**, 235-275.
- CHAUVET (G.), DAVIDSON (G.) et DÉJARDIN (J.), 1969. — Validité d'une méthode chétotaxique de distinction des larves d'espèces A et B du complexe *Anopheles gambiae* à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd.*, **7**, 51-60.
- CHAUVET (G.) et DÉJARDIN (J.), 1968. — Caractères chétotaxiques de distinction des larves d'espèces A et B du complexe *Anopheles gambiae* à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd.*, **6**, 69-101.
- COLUZZI (M.), 1964. — Morphological divergences in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, **43**, 197-232.
- COLUZZI (M.), 1968. — Cromosomi politenici delle cellule nutrice ovariche nel complesso *gambiae* del genere *Anopheles*. *Parassitologia*, **10**, 179-184.
- COLUZZI (M.) and SABATINI (A.), 1967. — Cytogenetic observations on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex. *Parassitologia*, **9**, 73-88.
- CORONEL (L. T.), 1962. — Morphological variations in *Anopheles gambiae* Giles. *WHO/mal/328*.
- COZ (J.), 1968. — Etude de la répartition d'*A. gambiae* s.l. en Afrique de l'Ouest. *Rapp. final 8<sup>e</sup> Conf. techn. O.C.C.G.E.*, Document ronéotypé O.C.C.G.E., Bobo-Dioulasso, 293-294.
- COZ (J.) et BRENGUES (J.), 1967. — Le complexe *Anopheles gambiae* et l'épidémiologie du paludisme et de la filariose de Bancroft en Afrique de l'Ouest. *Méd. Afr. noire*, **6**, 301-303.

- COZ (J.), EYRAUD (M.), VENARD (P.), ATTIOU (B.), SOMDA (D.) et OUEDRAOGO (V.), 1965. — Expériences en Haute-Volta sur l'utilisation de cases-pièges pour la mesure de l'activité du D.D.T. contre les moustiques. *Bull. Org. mond. Santé*, **33**, 435-452.
- COZ (J.) et HAMON (J.), 1964. — Le complexe *Anopheles gambiae* en Afrique occidentale. *Riv. Malariol.*, **43**, 233-263.
- COZ (J.), HAMON (J.), SALES (S.), EYRAUD (M.), BRENQUES (J.) et SUBRA (R.), 1966. — Etudes entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de forêt humide dense, la région de Sassandra, République de Côte-d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd.*, **7**, 13-42.
- CHOUMARA (R.), HAMON (J.), BAILLY (H.), ADAM (J.-P.) et RICOSSE (J.-H.), 1959. — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, **17**, 17-123, Paris.
- DAVIDSON (G.), 1956. — Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* Giles: a case of simple Mendelian inheritance. *Nature*, **178**, 861-863.
- DAVIDSON (G.), 1962. — *Anopheles gambiae* complex. *Nature*, **196**, 907.
- DAVIDSON (G.), 1963. — Speciation in *Anopheles gambiae* Giles. *C.R. 7<sup>e</sup> Congr. Int. Méd. trop. Paludisme*, Rio de Janeiro, 438-439.
- DAVIDSON (G.), 1964 a. — *Anopheles gambiae*, a complex of species. *Bull. Org. mond. Santé*, **31**, 625-634.
- DAVIDSON (G.), 1964 b. — The five mating types in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, **43**, 167-183.
- DAVIDSON (G.), 1967. — A distribution map of the member species of the *Anopheles gambiae* complex. *Trans. R. Soc. trop. Méd. Hyg.*, **61**, 454.
- DAVIDSON (G.) and JACKSON (C. E.), 1962. — Incipient speciation in *Anopheles gambiae* Giles. *Bull. Org. mond. Santé*, **27**, 303-305.
- DAVIDSON (G.), ODETOYINBO (J. A.), COLUSSA (B.) and COZ (J.), 1970. — A field attempt to assess the mating competitiveness of sterile males produced by crossing 2 member species of the *Anopheles gambiae* complex. *Bull. Org. mond. Santé*, **42**, 55-67.
- DOUCET (J.), ADAM (J.-P.) et BINSON (G.), 1960. — Les *Culicidae* de la Côte-d'Ivoire. *Ann. Parasit. hum. comp.*, **35**, 301-408.
- GELFAND (H. M.), 1954. — The Anopheline mosquitoes of Liberia. *West Afr. Med. J.*, N.S., **3**, 80-88.
- GILLIES (M. T.), 1954. — The recognition of age-groups within populations of *Anopheles gambiae* by the pre-oviposition rate and the sporozoite rate. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **48**, 58-74.
- GILLIES (M. T.), 1956. — A new character for the recognition of nulliparous females of *Anopheles gambiae*. *Bull. Org. mond. Santé*, **15**, 451-459.
- GILLIES (M. T.), HAMON (J.), DAVIDSON (G.), DE MEILLON (B.) et MATTINGLY (P. F.), 1961. — *Guide d'entomologie appliquée à la lutte antipaludique dans la région africaine*, de l'O.M.S., Brazzaville.
- GOMA (L. K. H.), 1963 a. — Tests for multiple insemination in *Anopheles gambiae* Giles. *Nature (Lond.)*, **197**, 99-100.
- GOMA (L. K. H.), 1963 b. — The sexual activity of *Anopheles gambiae* Giles. *Biochem. J.*, **89**, 75.
- HAMON (J.), DEDEWANOU (B.) et EYRAUD (M.), 1962. — Etudes entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone forestière africaine, la région de Man, République de Côte-d'Ivoire. *Bull. I.F.A.N.*, **24**, 854-879.
- HOLSTEIN (M.), 1952. — Biologie d'*Anopheles gambiae*. *Monogr. Ser. Org. mond. Santé*, n° 9, 176 p.
- KUHLOW (F.), 1962. — Beobachtungen und Experimente über den *Anopheles gambiae* Komplex, Abtrennung von *Anopheles tangensis* n. sp. *Zeit. Tropenmed. Parasit.*, **13**, 442-449.
- LA COUR (L. F.), 1941. — Acetic orcein: a new stain fixative for chromosomes. *Stain. Techn.*, **16**, 169-174.
- L'HÉRITIER (P.-H.), 1954. — *Traité de génétique*, 518 p. *Presses Universitaires de France*, Paris.
- MAYR (E.), 1942. — Systematics and the origin of species. *Columbia University Press*, New York, 334 p.
- MAYR (E.), 1963. — Animal species and evolution. *Harvard University Press*, 767 p.
- MARCHAL (E.), 1959. — Variation de la population anophélienne d'une mare à salinité variable de la région de Konakri (Guinée française). *Bull. Inst. fr. Afr. noire (A)*, **21**, 180-203.
- MUIRHEAD-THOMPSON (R. C.), 1945. — Studies on the breeding places and control of *Anopheles gambiae* and *A. gambiae* var. *melas* in coastal districts of Sierra Leone. *Bull. ent. Res.*, **36**, 185-252.
- MUIRHEAD-THOMPSON (R. C.), 1948. — Studies on *Anopheles gambiae* and *A. melas* in and around Lagos. *Bull. ent. Res.*, **38**, 527-558.
- PATERSON (H. E.), 1962. — Status of the East African salt-water breeding variant of *Anopheles gambiae* Giles. *Nature (Lond.)*, **195**, 469-470.
- PATERSON (H. E.), PATERSON (J. S.) and VAN EEDEN (G. J.), 1963. — A new member of the *Anopheles*

COMPLEXE A. GAMBIAE - REPARTITIONS

- gambiae* complex. *Medical Proceeding: Mediese Bydraes*, **9**, 414-418.
- PURI (I. M.), 1928. — The relationship of certain morphological characters of anophelines larvae to the classification of Indian anopheline mosquitoes. *Ind. J. med. Res.*, **16**, 519-528.
- RAMSDALE (C. D.) and LEPORT (G. H.), 1967. — Studies on the *Anopheles gambiae* complex in West Africa. *Bull. Org. mond. Santé*, **36**, 494-500.
- RIBBANDS (C. R.), 1944 a. — The influence of rainfall, tides and periodic fluctuations on a population of *Anopheles melas* Theo. *Bull. ent. Res.*, **35**, 271-295.
- RIBBANDS (C. R.), 1944 b. — Differences between *Anopheles melas* and *Anopheles gambiae*. Salinity relations of larvae and maxillary palp banding of adult females. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **38**, 88-98.
- RIBBANDS (C. R.), 1944 c. — Differences between *Anopheles melas* (*A. gambiae* var. *melas*) and *Anopheles gambiae*. The larval pecten. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **38**, 85-86.
- SERVICE (M. W.), 1970 a. — Identification of the *Anopheles gambiae* complex in Nigeria by larval and adult chromosomes. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **64**, 131-136.
- SERVICE (M. W.), 1970 b. — Ecological notes on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex in the Kusumu area of Kenya. *Bull. ent. Res.*, **60**, 105-108.
- SHANNON (R. C.), 1930. — Aparecimento de uma especie africana de *Anopheles* no Brazil. *Brasil Medico*, **44**, 515-516.