

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
47, bld des Invalides
PARIS VII^e

COTE DE CLASSEMENT n° 3649

ENTOMOLOGIE MED. & VETERINAIRE

4 / 1 / 1956

ETUDE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE DES MOUSTIQUES DE LA REGION
ETHIOPIENNE (A.E.F. et Côte d'Ivoire) et de la REGION MALGACHE
(Madagascar et Comores)

par

A. GRJEBINE

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28869, ex 1

Cote : B

I.R.S.M. 1956

n° 3649

GRJEBINE Alexis

Entomologiste médical

de l'I.R.S.M.

O.R.S.T.O.M.

Etude fondamentale et appliquée des Moustiques
de la région Ethiopienne (A.E.F. et Côte d'Ivoire)
et de la Région malgache (Madagascar & Comore)

INTRODUCTION

En qualité d'entomologiste médical de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, nous nous sommes proposé d'étudier les Diptères piqueurs, notamment les Moustiques, une des grandes familles qui doit être retenue, comme susceptible de transmettre à l'homme des infections diverses. La lutte contre les maladies transmises par les Moustiques, dont le paludisme est la plus grande et la plus grave endémie mondiale, est loin d'être résolue; malgré certains succès dus, soit à la chimioprophylaxie, soit aux insecticides, nous constatons que dans de nombreuses régions tropicales comme la forêt africaine ou la Côte Est de Madagascar, le problème se pose toujours avec gravité.

Ces échecs sont dus à la biologie des Anophèles vecteurs qui était trop souvent ignorée. Une seule solution s'impose, c'est une étude approfondie des Moustiques vecteurs.

C'est dans ce but que nous avons travaillé, et ce sont les premiers résultats de cette étude que nous nous proposons d'exposer ci-dessous.

x
x x

Au cours de douze années de séjour en région tropicale (Côte d'Ivoire et A.E.F. de 1945 à 1951, puis Madagascar et Comores de 1951 à 1957) nous nous sommes exclusivement consacrés à l'étude de Diptères piqueurs, notamment les Moustiques susceptibles de jouer un rôle dans la transmission de maladies humaines (Paludisme, filarioses, rikettsiose, fièvre jaune). Ce travail a dû comprendre successivement :

- l'inventaire des espèces et la description d'espèces nouvelles;

- l'étude de la répartition géographique avec cartes;
- l'étude biologique, en particulier l'étude du rôle pathogène et pour cette dernière question, l'étude et la mise au point de techniques nouvelles adaptées pour la résolution des problèmes posés.

1.- Recensement et description des espèces nouvelles.

L'étude entreprise a comporté une étude fondamentale des espèces, indispensable à la possibilité de diagnostic des espèces rencontrées, la recherche de vecteurs des maladies et la possibilité de les reconnaître.

Cette étude fondamentale comporte d'une part le recensement des espèces rencontrées en Basse Côte d'Ivoire, en Afrique Equatoriale française à Madagascar et aux Comores, et la description de nouvelles espèces notamment dans la Région malgache, qui comporte 230 espèces dont 125 espèces nouvelles pour le monde, décrites ou en cours de description. A titre d'exemple citons que pour les Anophèles 12 espèces nouvelles pour le monde ont été trouvées, dont certaines à ^{mm} de très large répartition, ce nombre est quadruple de celui de l'Afrique pour la même période.

Les espèces nouvelles en cours de description ou décrites se répartissent de la façon suivante : Anophèles 12, Aedes 13, Aedemya 1, Culex 17, Eretmapodites 1, Ficalbia 17, Orthopodomyia 5, Exorhynchites 1, Uranotaenia 48.

Nous avons porté tous nos soins à ce que la description modèle de chaque espèce soit faite avec le maximum d'illustrations qu'il s'agisse de larves, nymphes ou insectes, ^{adultes} pour les larves les dessins comportent : Tête vue par dessus, par dessous, mentum, maxilles, mandibule, plaque dorsale du labium; thorax vu par dessus et par dessous, premier segment abdominal vu par dessus et par dessous, VIII segment, segment anal, siphon respiratoire, avec les détails morphologiques. Nymphe : cephalothorax, cornet respiratoire, abdomen, vue par dessus et par dessous, palettes natatoires. Imagos ♂, ♀, chaetotaxie de la tête (parfois palpe, détails du pharynx, antenne), thorax, aile si nécessaire avec détails.

Sur le plan international l'étude fondamentale des Mous-

tiques a permis la revision entière du genre *Ficalbia* Theobald et discussions de la position systématique de *Ravenalites* Doucet (manuscrit de 50 pages) fait en collaboration de Mattingly du British Museum.

2.- Cartes - Etude Biogéographique.

La description de nouvelles espèces d'Anophèles était d'autre part indispensable pour la carte au 1/500.000 en 10 feuilles, pour laquelle nous possédons les données nécessaires, 1283 localités ont été prospectées. Au cours de la présentation au Conseil des spécialistes des Insectes vecteurs à l'IRSAC à Bukavu, Congo-Belge CCTA/CSA (Mai 1957) nous avons pu constater que cette carte est la plus complète de toute l'Afrique (à titre d'indication notons que le Japon ne donne de renseignements que sur 61 localités).

Cette carte de la distribution anophélienne permet de voir la répartition des espèces vectrices du paludisme, et de comprendre la biogéographie des Moustiques en général, elle répond aux recommandations de la Réunion des spécialistes du CCTA/CSA sur la cartographie des vecteurs des maladies, réunion qui reconnaît l'importance économique et sociale de nombreux ⁱⁿvertébrés qui jouent un rôle dans la transmission de maladies humaines et animales.

La carte au 1/500.000 permet en outre de comprendre la biogéographie des anophèles à Madagascar et aux Comores, le rôle des facteurs humains qui aggravent et créent des conditions propres à une épidémiologie malarienne intense, par les déboisements, cultures irriguées (riziculture), utilisation de l'eau (barrages, projets d'irrigation). Elle comprend les méridiens en degrés et demi-degrés; un répertoire de 1283 localités prospectées permet de localiser chacune d'elle à l'aide de la subdivision de chaque carré degré en 4 carrés demi degré A, B, C, D; d'autre part cette carte comporte les données suivantes: Principaux cours d'eau, Lacs, marais, zones irriguées, rizières à exploitation extensive, palétuviers, escarpements rocheux, les courbes de niveau 0, 600, 1200; 1800; Districts, Postes administratifs, chef lieu de gouvernement, cantons, localités prospectées. Les symboles des anophèles sont ceux recommandés par l'O.M.S. en 6mm de dimension. La notice qui doit accompagner la carte rassemblera les données principales sur les facteurs humains et les facteurs de l'environnement physique, climatologiques, zoologiques et botaniques.

L'originalité de ce travail et de cette étude de la biogéographie des Moustiques consiste surtout dans la mise en évidence des facteurs écologiques, l'influence humaine, l'association entre ^{manuscrites et} certaines espèces végétales, formations végétales avec genres et espèces de Moustiques.

La carte des anophèles à 1/500.000 sera suivie par des cartes à petite échelle en ce qui concerne d'autres genres et espèces d'intérêt zoologique ou médical (espèces ou genres qui comportent des vecteurs possible de filariose (*W. bancrofti* et *W. bancrofti* var. *Vah-celi*), virus amaril, dengue, encephalite (pour cette dernière *Culex pipiens* et *Culex tritaeniorhynchus* vecteurs de l'encephalite japonaise en Extrême-Orient, ont une vaste répartition à Madagascar et aux Comores.

La réalisation de la carte a pu se faire grâce à une étroite collaboration entre le Service de Santé, le Service antipaludique et l'Institut Scientifique de Madagascar pendant les 5 dernières années.

3.- Etude biologique des Moustiques; leur rôle dans l'épidémiologie en Afrique équatoriale française, Madagascar et l'archipel des Comores.

Depuis 1945 nous nous sommes fixé un programme d'étude générale des Moustiques des régions équatoriales et tropicales. A la base de cette étude était une étude systématique indispensable à l'étude biologique, en second lieu venait l'étude de répartition topographique ou géographique des gîtes et des imagos établie pour certaines cités ~~et~~ quartier par quartier (Pointe-Noire, Brazzaville, Libreville, Fort-Lamy en A.E.F., Majunga à Madagascar) ou sur une vaste échelle (A.E.F., Madagascar, îles Comores); Tersio : l'étude biologique et écologique proprement dite, nécessaire pour l'étude, la compréhension et la lutte contre les grandes endémies tropicales : paludisme, fièvre jaune, filariose, encephalite).

C'est à l'occasion d'études épidémiologiques soit pour la fièvre jaune dans une région de forêt ou de galeries forestières de la Haute-Sangha dans l'Oubangui-Chari, soit à l'occasion d'épidémies mortelles à virus hépatique du Tchad (Fort-Lamy), soit de paludisme grave au Moyen Congo (Pointe-Noire, Dolisie, Brazzaville), ou à Madagascar (Côte Est), soit de la filariose (Madagascar, îles Comores) que nous

avons étudié les espèces des Moustiques et leur biologie en essayant de résoudre les problèmes par une étude de leur comportement, la recherche des espèces vectrices.

Dans le but de cette étude nous avons personnellement travaillé dans la forêt de la Basse Côte d'Ivoire (1945), en A.E.F. au Tchad dans une zone de savane prédésertique (Fort-Lamy), zone de savane arborée (Moundou) en Oubangui en savane arborée Bozoum, zone du plateau granitique de Bouar; région de grandes et petites galeries forestières de Fort-Carnot; Camps miniers de Guembé, Bala, Bossi; les grandes galeries forestières Berberati, et Sosso; la grande forêt équatoriale (Nola, Bilobo); au Gabon, dans la zone de forêt côtière, Libreville; au Moyen-Congo dans la savane arborée et arbustive de la région de Brazzaville, île m'Bamou sur le Pool; savane au pied des contreforts du massif forestier du Mayombe, Dolisie; grande forêt du Mayombe réserve de Boku Nsitu; zone côtière de savane lagunaire, Pointe-Noire.

Madagascar et Les îles Comores ont été prospectés presque entièrement soit par l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar, soit par le Service antipaludique et les groupes mobiles d'hygiène et prophylaxie, aussi les renseignements sur 4 régions sont les plus complets. Ce qui a permis d'entreprendre la publication de la carte au 1/500.000 citée ci-dessus.

Les prospections pour l'A.E.F. ont porté sur l'étude de 79 espèces Culicini, notamment les vecteurs de fièvre jaune, et 20 Anophélidés; notamment les vecteurs du paludisme tandis qu'à Madagascar le chiffre atteint 230 espèces dont 32 espèces d'Anophèles; en tout 125 espèces nouvelles pour le monde ont été trouvées dont certaines appartiennent à des sous-genres de grande importance médicale (filariose, fièvre jaune, paludisme). Ainsi la liste des Moustiques vecteurs possibles de maladie a pu être dressée.

L'étude biologique a comporté l'étude des adultes et des larves, refuges et abris des imagos, le choix de l'hôte humain ou animal (Anthropophilie ou zoophilie), détermination de l'âge physiologique des femelles capturées au cours de différents mois, durée de la vie des ♀, fréquence saisonnière, densité, activité hématophage, abondance mensuelle des espèces dangereuses, possibilité d'infiltration

ou de régression par suite de changement de milieu. Les parasites des moustiques, le rôle pathogène (Paludisme, filariose), variations saisonnières des indices d'infiltration. Etude détaillée des gîtes larvaires, dont les détails sont figurés sur ^{me} la ^{de} fiche ^{nom} de récolte ^{nom} dans les gîtes larvaires; la variation saisonnière des gîtes, notamment l'importance des différentes phases de la riziculture pour la faune anophélienne.

4.- Travaux originaux adaptés aux problèmes épidémiologiques.

a) L'étude biologique a comporté des problèmes importants ^{dont} pour l'explication des variations des indices d'infections des Moustiques au cours de l'année, dans différentes régions.

Ce problème est de grande importance pour les tropiques puisqu'il s'agit de déterminer et d'expliquer pourquoi pendant certaines périodes de l'année la transmission de la Malaria s'accomplit le plus; explication qui permet d'entreprendre à cette époque dangereuse la lutte antimalarienne la plus intensive.

Le problème a été résolu grâce à l'étude du changement d'âge des anophèles à l'aide de la méthode du savant soviétique Pavolodova, méthode d'identification de l'âge physiologique des femelles. Nous avons appliqué et vérifié cette méthode pour la première fois en Afrique et à Madagascar en y adjoignant les dissections des glandes salivaires pour démontrer que la théorie de Pavolodova peut avoir une importance capitale pour la compréhension des variations mensuelles et régionales du nombre des femelles infectives. La méthode est basée sur le fait que la possibilité et l'intensité de la malaria dans une localité est proportionnelle au nombre des femelles d'une longévité suffisamment grande pour que le processus sexuel des gamètes du plasmodium puisse s'achever dans leur corps jusqu'à la phase glandulaire, phase infective (à condition que la température ambiante dépasse le minimum à partir duquel les oocystes évoluent).

Ainsi chez les femelles multipares (femelles âgées) le pourcentage des femelles infectées est bien plus élevé que chez les jeunes; or, après chaque ponte des femelles, la mortalité ^{est} ~~est~~ forte, notamment après la première ponte, ce qui fait que les chances de mortalité, de la contamination et de l'infectivité dépendent bien plus

de l'âge physiologique que de l'âge proprement dit. Nous avons adopté pour la première fois cette méthode pour la région tropicale (A.E.F., Madagascar), où par exemple à Pointe-Noire avec 1.415 femelles *Anopheles funestus* et 2.973 femelles *Anopheles gambiae* disséquées nous avons pu expliquer les variations de l'indice sporozoïtique au cours de différents mois par la variation de l'âge physiologique des femelles, femelles que nous avons divisé en nullipares et multipares grâce à l'étude des oviductes et des ampoules ovariennes. Seule la catégorie des femelles multipares présente un intérêt pour le danger épidémiologique. Cette méthode présente un grand intérêt puisqu'elle permet non seulement de connaître le nombre des femelles multipares infectives, mais surtout la période du danger palustre dans une localité donnée (voir rapport sur Pointe-Noire). Cette méthode permet en outre de savoir si dans une localité traitée par le house-spraying -insecticide de contact, les femelles qu'on capture sont multipares ou nullipares; ces données pouvant fournir des renseignements sur l'efficacité des insecticides de contact. Si cette méthode était appliquée dans toutes les régions où la lutte antipaludique est entreprise cela éviterait de faire des erreurs et des traitements des maisons à des périodes de l'année qui ne présentent aucun danger. Parfois les traitements sont effectués parfois plusieurs mois avant l'apparition du nombre important de femelles multipares, époque à laquelle l'insecticide de contact a déjà perdu toute sa rémanence. Les échecs de lutte antimalarienne sont souvent dus au fait ci-dessus, c'est-à-dire à l'ignorance des données purement biologiques.

b) Le deuxième problème qui s'est souvent posé à nous au cours des enquêtes épidémiologiques, fut celui de l'identification de l'origine spécifique du sang ingéré par les moustiques hématophages. Après avoir suivi le cours d'immunologie et de sérologie de l'Institut Pasteur, nous avons mis au point une nouvelle technique en collaboration avec A. Eyquem et J. Fina~~x~~ travaillant au Laboratoire d'hématologie et des groupes sanguins, service du Dr R. Dijarric de la Rivière. Les résultats de ce travail ont fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, présentée par mon Maître, E. Roubaud, et d'une publication "Identification de l'origine spécifique du sang ingéré par les moustiques hématophages à l'aide des hémagglutinines".

L'identification du sang ingéré par les insectes hématophages permet à l'épidémiologiste d'établir le caractère anthropophile ou zoophile des insectes examinés, et de déterminer l'existence ou non d'un écran animal protecteur pour l'homme. Jusqu'à maintenant, cette identification était réalisée à l'aide de la réaction de précipitation qui on sait a une sensibilité moindre que la réaction d'hémagglutination. Ayant constaté que l'intégrité morphologique des hématies ingérés par les moustiques persistait pendant plusieurs heures nous avons décidé d'appliquer la réaction d'hémagglutination à l'identification de l'origine spécifique du sang ingéré par les Moustiques capturés et de préciser les limites de sensibilité de cette méthode. Nous avons trouvé qu'il est possible, en ~~un~~ utilisant des immunserum agglutinant de faire des diagnostics de l'origine spécifique du sang ingéré par les Moustiques hématophages; la méthode utilisant la réaction d'agglutination est rendue possible par l'emploi d'antiserum dont la spécificité a été obtenue par absorption des hétéro agglutinés par des globules rouges d'animaux différents de l'espèce qui a servi à la fabrication des anticorps agglutinants;

La nécessité de l'identification de l'origine spécifique du sang ingéré par les moustiques s'est montrée de plus en plus indispensable à l'organisation de la lutte antipaludique. En effet, l'introduction dans cette lutte des insecticides tel que le D.D.T. en Afrique et à Madagascar, a rendu de nouveau son acuité à la question de préférence trophiques des Anopheles. Dans certaines régions de Madagascar, par exemple, on a vu la faune anophélienne disparaître des habitations humaines grâce à l'emploi d'insecticides et persistait dans un certain degré dans les étables. La question ^(voir D) de savoir si les anopheles se gorgeaient exclusivement sur les boeufs, ou migraient dans les étables après ^{être} cette gorgée sur l'homme, ^{entre l'homme} demandait à être éclaircie; l'identification du sang ingéré par les anopheles a pu trancher cette question, et mettre en évidence l'importance de la zoophilie; ainsi qu'expliquait une spectaculaire diminution de la Malaria sur les hauts plateaux de Madagascar.

5.- L'étude écologique a comporté des résultats pratiques. Nous citerons comme exemple l'étude des Moustiques vecteurs de fièvre jaune dans une région endémique de l'Oubangui-Chari, les Céciliodes de la

forêt de Mayombe où sévit une Rickettsiose rattachée aux Fièvres exanthématiques de Congo, et enfin les Moustiques vecteurs de filariose à Madagascar et aux Comores.

a) Données écologiques importantes des Moustiques vecteurs du virus amaryl dans la forêt de l'Oubangui-Chari.

Après avoir effectué une enquête épidémiologique à la suite d'une épidémie amaryl dans la région forestière de la Haute-Sangha, nous avons constaté qu'il ne pouvait s'agir que de la fièvre jaune sylvestre. Les moustiques vecteurs possibles du virus amaryl se trouvaient exclusivement dans le biotope forestier ou galeries forestières, et ne fréquentaient jamais les cases indigènes, des chantiers diamantifères, construits en dehors de la forêt. Les *Stegomyia* recensés comme vecteurs possibles piquaient les travailleurs le jour, le long des chantiers forestiers, des ^{immenses} chantiers diamantifères. Après cette enquête nous avons recommandé d'abandonner tout essai de lutte contre les gîtes larvaires possibles ~~en forêt~~ en forêt, ces derniers pratiquement impossibles à dépister, ainsi que la lutte anti-impogos par insecticide de contact, tous les Moustiques forestiers restant xérophiles. La seule mesure ~~valable~~ valable, recommandée, était la vaccination anti-amaryl.

b) Culicoides vecteurs possibles de la fièvre exanthématique.

L'étude pure des Nématocères vulnérants de la forêt de Mayombe (Moyen Congo) a comporté une étude écologique des Moustiques et des Ceratopogonidés, notamment leur répartition aux différents stades de la végétation forestière. Cette étude qui, au début, n'avait qu'un but théorique nous a fourni des renseignements sur l'épidémiologie de la fièvre exanthématique locale. L'étude était faite ^{avec} d'un échaffaudage métallique de 20m de haut qui a permis de capturer sur nous-même les Ceratopogonidés hématophages, notamment *Culicoides grahamie* et quelques *Culicoides inornatipenis*. En moyenne, je recevais une centaine de piqûres par jour, servant d'appât à 20m de hauteur. Etant piqué exclusivement par *Culicoides grahamie* sur la plateforme (au ras du sol, j'ai contracté une fièvre à Rickettsiose (Fièvre exanthématique) très fréquente dans la forêt congolaise, dont les vecteurs

n'étaient pas encore connus. L'étude des fièvres exanthématiques du Moyen Congo à peine étudiée (publication P. Giroud et A. Grjebine 1951) nécessiterait une étude plus approfondie en ce qui concerne le cycle de transmission.

c)- L'étude des Moustiques vecteurs de filariose à Madagascar et aux îles Comores (Elephantiasis des Arabes à Wucheraria bancrofti)

Cette étude a été entreprise au cours de ces dernières années. Les Moustiques vecteurs ont été trouvés. L'abondance aux îles Comores du vecteur principal *Culex fatigans* a été expliquée par le mode de vie des habitants qui créent des gîtes artificiels particuliers pour le stockage de l'eau. Une série de mesures simples a été préconisée.

A Madagascar, le vecteur de *Wucheraria bancrofti* variété *Vauceli* Galliard et Brygoo a été trouvé; il s'agit de *Taeniorhynchus uniformis* dont les larves sont associées à une plante aquatique *Pistia stratiotes*.

L'étude de la filariose et ses résultats met bien en évidence comment une étude des Moustiques, notamment de leur écologie, peut avoir des applications pratiques immédiates.

Conclusion

Ainsi en douze années de recherches nous avons :

a)- recensé 29 espèces pour la Côte d'Ivoire, dont 1 nouvelle*, 59 Culicines et 20 Anopheles pour l'A.E.F., 230 pour Madagascar et les Comores, dont 125 espèces nouvelles pour le monde, notamment 12 espèces d'Anopheles.

b)- apporté une représentation claire des faits de répartition constatés pour les Moustiques notamment les Anopheles pathogènes en Afrique Equatoriale et à Madagascar, et aux Comores;

c)- dressé pour la première fois une carte de répartition des Anopheles au 1/500.000 avec des données sur 1283 localités;

d)- démontré les rôles vecteurs de *Culicoides grahmi*, d'une rickettsiose fièvre exanthématique de la forêt congolaise; de *Culex fatigans*, *Anopheles gambiae* de la filariose à *Wucheraria bancrofti* à Madagascar et aux Comores; de *Taeniorhynchus uniformis* de la fi-

lariose de *Wuchereria bancrofti*, var. *Vauceli*.

e)- trouvé et mis au point une technique sûre de détermination de l'origine du sang ingéré par les Moustiques (méthode d'hémagglutination de Grjebine, Eyquem et Fine);

f)- développé et appliqué pour la première fois dans les régions tropicales la technique de détermination de l'âge physiologique des Moustiques vecteurs et donné ainsi l'explication des périodes maxima de transmission malarienne qu'on pourrait connaître d'avance et prévoir dans une région donnée; afin de déclencher la lutte au moment critique, ces deux éléments ayant pour l'épidémiologie une importance capitale.

g)- par l'étude écologique des Moustiques vecteurs de fièvre jaune et de la Malaria, indiqué des mesures de lutte adéquates contre les endémies causées par des espèces sylvatiques ou en général des espèces exophiles qui ne fréquentent pas les abris humains et transmettent la malaria, en piquant les hommes en pleine nature. Nous pensons que c'est la combinaison des études purement taxonomiques et des études biologiques dans la nature et au laboratoire qui nous a fourni et fournira le moyen de maîtriser les grandes endémies tropicales, et c'est en ce sens que nous avons orienté notre travail.

A. Grjebine