

Imprimé avec le périodique *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*.  
Extrait du tome 57, n° 6, Novembre-Décembre 1964 (pages 1290 à 1306).

## CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA BIOLOGIE D'*ANOPHELES CARONI* ADAM, 1961

Par F. X. PAJOT (\*)

### INTRODUCTION

*Anopheles caroni* Adam a été découvert au Congo (Brazzaville) en 1961 dans une grotte ventilée de la forêt de Bangou. Décrite d'une seule femelle, l'espèce a été obtenue ensuite (1964) à tous les stades, par élevage de larves récoltées dans le même gîte. La prospection faunistique d'autres grottes de la même région a permis de trouver, près de la grotte de Meya-N'zouari et à l'entrée de cette caverne, une population plus abondante d'*Anopheles caroni* Adam. C'est sur cette colonie que, dans le cadre d'un travail d'ensemble sur la transmission des *Plasmodium* de petits mammifères (ce travail a bénéficié en 1962 et 1963 d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé) nous avons pu effectuer une étude biologique dont nous exposons ici les premiers résultats.

### DESCRIPTION, RÉPARTITION, POSITION SYSTÉMATIQUE

*Anopheles caroni* Adam, 1961, a été décrit de la grotte de Matouridi (2) située à quelques kilomètres du village du même nom dans la sous-préfecture de Kindamba, préfecture de Mayama, par 14°26' de longitude Est et 3°43' de latitude Sud.

Dans une note récente (18), F. X. PAJOT et J.-P. ADAM ont décrit le mâle et les stades préimaginaux et effectué une étude comparative des autres espèces du « complexe *smithi* ».

Outre la localité type, *A. caroni* est connu de la grotte de Meya-N'zouari située à une dizaine de kilomètres dans la même sous-préfecture (14°31'20" de longitude Est ; 3°53'15" de latitude Sud).

*Anopheles caroni* appartient au sous-genre *Cellia* (18). C'est une espèce de grande taille (aile de plus de 3 mm) de couleur sombre. Le champ alaire de la femelle est entièrement sombre et le bord costal présente de zéro à quatre taches pâles. Les pattes et les palpes sont entièrement sombres. Le mâle de l'espèce présente un important dimorphisme sexuel caractéristique de toutes les espèces du

(\*) Séance du 9 décembre 1964.

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

Collection de Référence

ms 5061 Lex 1

« complexe *smithi* ». Les larves et les œufs sont inséparables de ceux de la plupart des autres espèces du complexe *smithi* et les nymphes ne se distinguent que par quelques détails de chétotaxie.

#### L'HABITAT

Les deux grottes de Matouridi et de Meya-N'zouari sont situées à 270 km. environ, au nord-ouest de Brazzaville. Toutes deux se trouvent à la lisière de la forêt de Bangou sur le schisto-calcaire (SCLC de la carte géologique). La grotte de Matouridi est creusée tout entière sous la forêt tandis que Meya-N'zouari est recouverte presque partout de savane. Cependant, dans les deux cas, l'ouverture principale s'ouvre au fond d'une étroite et profonde vallée boisée. A Meya-N'zouari il existe une seconde vallée boisée à la sortie de la galerie aval. Ces vallées sont encombrées de blocs rocheux et leurs bords présentent nombre d'abris sous roche et de microcavernes où gisent des Athérures (*Atherurus africanus* Gray). Le lit du ruisseau comporte de nombreuses flaques résiduelles, vasques rocheuses et étendues d'eau retenues par des cordons calcaires où la lumière parvient tamisée par l'épais feuillage du cordon forestier. L'humidité dans les fonds de vallée est en permanence élevée et la température modérée oscille autour de 25° à midi.

#### MÉTHODES D'ÉTUDE

Nous avons fait une étude approfondie des gîtes de l'espèce tant à Meya-N'zouari qu'à Matouridi et observé le comportement naturel des larves et des imagos. Cependant, en raison de la nature des abris de repos des adultes, la plupart du temps impénétrables à l'homme, notre travail repose surtout sur l'observation des Anophèles en captivité et l'expérimentation sur des individus d'élevage.

#### TECHNIQUES D'ÉLEVAGE

##### a) *Imagos* :

Les moustiques adultes sont placés dans des cages en « voile » de tergal, cubiques, de 30 cm. de côté. Le plancher de ces cages est constitué de contreplaqué. Un manchon latéral permet d'accéder à l'intérieur de la cage. Ces cages sont disposées sur une table à l'entrée de la grotte de Meya-N'zouari, dans des conditions d'humidité et de température relativement stables (humidité relative toujours supérieure à 90 0/0). Pour les élevages individuels nous employons des cages cubiques de dimensions plus réduites (20 × 20 × 20) ou des cages de Roubaud.

Nous avons nourri les Anophèles d'abord sur Roussettes, puis sur un jeune Athérure. Ces animaux étaient laissés dans les cages toute la journée ou toute la nuit (parfois 24 heures de suite) dans une cage cubique en treillis métallique de 20 cm. de côté). Cette taille limite les mouvements de l'Athérure et convient aux chauves-souris. Il est important, en effet, d'avoir des animaux calmes afin que les Anophèles ne soient pas interrompus au cours de leur repas.

Des coupelles en porcelaine aux parois garnies de papier-filtre servaient de pondoir. Elles étaient remplies d'eau prise dans la rivière souterraine ou dans les gours avoisinants. Les pondoirs contenant de l'eau fraîchement captée et légèrement boueuse se sont révélés les plus attractifs pour les femelles.

Un pilulier rempli d'une solution aqueuse de saccharose à 10 0/0 dans laquelle plongeait une mèche de coton était à la disposition des mâles ; solution sucrée et coton étant changés deux fois par semaine.

b) *Stades pré-imaginaux* :

Pour l'élevage individuel des larves nous utilisons des piluliers en verre de forme basse dont l'eau était renouvelée tous les deux jours. L'eau était prélevée dans les gîtes naturels ou dans la rivière. Dans les élevages collectifs, nous plaçons œufs et larves dans des capsules de porcelaine dont la blancheur facilitait les observations. De l'éclosion de l'œuf au 3<sup>e</sup> stade larvaire, l'eau de ces capsules n'était pas changée. A partir du 3<sup>e</sup> stade, elle était renouvelée chaque jour et les récipients soigneusement nettoyés. Lorsqu'il se formait à la surface de l'eau une couche d'écume ou de moisissures, les larves étaient transférées dans une eau propre.

Les larves étaient nourries avec de la levure de bière, de la biscotte écrasée ou des excréments de rats, séchés et finement divisés. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la levure. Cette nourriture était tamisée à travers un morceau de voile de tergal. Jusqu'au 3<sup>e</sup> stade la nourriture était distribuée deux fois par jour, le matin et en fin d'après-midi. La quantité de nourriture répartie dépendait de l'âge et du nombre de larves par récipient. On tenait compte également de l'importance de la fraction non utilisée de la distribution précédente.

Les récipients d'élevage étaient, comme les cages des imagos, à l'entrée de la grotte de Meya-N'zouari, en lumière fortement atténuée et à une température assez stable, oscillant autour de 24° à midi.

Les nymphes étaient groupées dans un récipient de porcelaine rempli d'eau que nous plaçons dans une cage de Roubaud afin de recueillir les adultes à leur éclosion. Afin de ne pas avoir un taux de mortalité à l'exuviation (par basculement de la nymphe et noyade de l'imago) trop élevé, la surface d'eau libre des récipients contenant les nymphes ne doit pas être inférieure à 10 cm<sup>2</sup>.

## BIOLOGIE DES IMAGOS

*Gîtes naturels :*

La grotte de Matouridi, où fut découverte l'espèce, est une vaste salle à plafond bas, large d'une vingtaine de mètres et longue de plus de 100 m. Elle est ouverte aux deux extrémités et parcourue de ce fait par un léger courant d'air. La partie droite est occupée par un bras mort de la rivière souterraine qui circule dans une galerie noyée inexplorée. Un « lac » occupe le fond de la grotte à droite et se perd sous des voûtes mouillantes. Le sol, dans la partie gauche de la salle, est creusé de petites dépressions où l'eau des crues séjourne longtemps. L'eau qui ruisselle le long d'une grosse stalactite, au centre de la salle, alimente toute une série de gours calcaires. Trois galeries de faible section s'enfoncent perpendiculairement à l'axe de la grande salle, dans les parois droite et gauche. Les adultes d'*A. caroni* ont été pris, toujours en très petit nombre, en différentes régions de la grotte. La grotte est fréquentée par des Athérures et des Chéiroptères (*Heidolon helvum* Kerr et *Rhinolophus* sp.). Nos recherches à l'extérieur de la grotte, dans les anfractuosités des roches du porche et de la rivière épigée sont restées infructueuses.

A Meya-N'zouari, au contraire, si nous avons pris en quelques occasions de rares individus dans la galerie aval ventilée de la grotte, la grande majorité de nos captures ont été faites à l'entrée de la grotte et surtout dans les anfractuosités des amas de blocs rocheux qui encombrant le fond des vallées à l'entrée et à la sortie de la grotte aval. Les gîtes préférentiels semblent être constitués par les microcavernes et les étroites galeries qui, s'ouvrant au ras du sol dans le lit de la rivière, constituent à chaque orage des pertes par où les eaux rejoignent le courant souterrain.

La plupart de ces gîtes, en particulier ceux du dernier type, ne sont pénétrables pour l'homme que dans leur portion la plus externe. Il apparaît que, le plus souvent, le microclimat favorable à *Anopheles caroni* se situe dans des parties plus profondes où l'éclairage est plus faible et le degré hygrométrique plus élevé. Certaines de ces microcavernes servent de terriers aux Athérures qui sont abondants dans la région. Celles de ces galeries naturelles qui constituent des pertes pour la rivière communiquent de ce fait avec la grotte, sont parfois aussi des abris pour quelques chauves-souris.

Nos observations nous portent à penser que les femelles de *caroni* se nourrissent durant la journée et singulièrement le matin sur les Athérures endormis au fond des galeries et peut-être, à l'occasion, sur des chauve-souris occupant les mêmes lieux. Les parties profondes du réseau de microcavernes constituent donc le gîte d'alimentation

des femelles où elles passent en outre le temps nécessaire à la digestion de leurs repas. La partie la plus externe des abris forme le gîte de repos avant la ponte. C'est ainsi que dans les captures on prend le matin des mâles et des femelles à jeun et l'après-midi, ou par temps pluvieux, des mâles et des femelles gravides. Ces dernières gagnent alors l'extérieur pour pondre.

Ces faits sont intéressants car ils indiquent que, contrairement à ce que nous craignons au début de nos recherches, les prélèvements que nous opérons dans les gîtes naturels ne risquent pas d'amener la disparition de la colonie d'*A. caroni*, une partie importante de la population se tenant en permanence hors de notre portée.

#### *Facteurs écologiques :*

Le plus important semble être l'humidité. Les mesures faites dans des gîtes naturels ont toujours indiqué un degré hygrométrique supérieur à 90 0/0 à midi. Cette humidité élevée était également celle qui régnait au niveau de nos cages d'élevage. *A. caroni* est susceptible, cependant, de supporter pendant quelques heures une diminution assez importante de l'humidité relative, ce qui permet son transport en tube bouché au coton.

Bien que le biotope d'*A. caroni* soit toujours en lumière très faible, il ne semble pas que ce facteur soit prépondérant. En effet, par temps pluvieux, nous avons pris des individus dans des anfractuosités de rocher très peu profondes et relativement bien éclairées. Plus encore, nous avons pu mettre en évidence, chez les mâles de l'espèce, une phototaxie positive qui les conduit à se poser, à humidité égale, de préférence dans les parties éclairées du gîte. L'expérience a été réalisée, en captivité, à l'aide de tubes de verre munis de manchons opaques que l'on pouvait déplacer le long du tube.

Ceci explique que, dans la nature, les mâles soient pris en particulière abondance par les journées claires, leur phototaxie les entraînant vers l'extérieur à la plus grande distance compatible avec leurs besoins en humidité.

Il semble que pour les femelles cette taxie ne joue pas ou du moins qu'elle soit masquée, en dehors de la période gravide, par celle qui les attire vers leur hôte et auquel s'ajoute peut-être des besoins en humidité plus importants à cette période de leur vie.

La température des gîtes naturels oscille entre 23°5 et 25° et reste relativement constante en raison de leur nature même.

#### *Variations de l'habitat :*

C'est à Matouridi surtout que nous avons pu observer que, lorsque le sol de la grotte est occupé en grande partie par des flaques résiduelles et que le bras mort de la rivière occupe la totalité de son lit

majeur, les adultes de *A. caroni* peuvent être capturés dans toute l'étendue de la grande salle. Par contre, à la saison sèche, lorsque la rivière a régressé dans son lit mineur et que flaques et gours ont tari, ce n'est plus qu'au fond des étroites galeries A et B (paroi gauche de la salle) que l'on peut prendre des *A. caroni*. L'humidité de l'atmosphère est entretenue par la présence de quelques flaques et par l'absence de tout courant d'air.

A Meya-N'zouari on constate seulement, à la saison sèche, une raréfaction progressive des *A. caroni* dans les gîtes accessibles. A la même époque nous en avons capturé quelques-uns sur la paroi droite de la galerie aval. Rappelons que cette galerie est ventilée et que les pertes de la rivière épigée débouchent dans la paroi droite.

On assiste ainsi, à mesure de l'assèchement de l'atmosphère de ces gîtes, à un enfoncement graduel de cet Anophèle, à la poursuite de son hygro-préférendum qui s'éloigne de plus en plus de la surface du sol. Nous verrons plus loin qu'il y a simultanément un déplacement des gîtes larvaires vers l'intérieur de la grotte.

*Anopheles caroni* est un troglophile :

Lors de sa capture, la femelle holotype de *A. caroni* avait été prise dans la galerie B. J.-P. ADAM, en l'absence d'observations portant sur plusieurs saisons, l'avait en conséquence décrite comme cavernicole.

En fait, et compte tenu des observations rapportées plus haut, *A. caroni*, espèce à exigences élevées au point de vue humidité, ne peut-être considéré comme un troglobie vrai au sens que JEANNEL donne à ce terme. C'est un troglophile qui trouve dans certaines grottes les conditions favorables à son existence mais peut parfaitement exister à l'extérieur pourvu qu'il y trouve une humidité suffisante. Nous verrons plus loin que, par ailleurs, ses gîtes larvaires sont la plupart du temps extérieurs à la grotte.

Chez *A. caroni* cette orientation vers l'habitat troglodyte, due à des besoins élevés en humidité, est d'autant plus intéressante que dans la même grotte de Meya-N'zouari existe une autre espèce d'Anophèle : *A. hamoni* Adam, 1962 qui trouve dans cette grotte les conditions d'humidité proches de la saturation dont elle a besoin ; celle-ci est un véritable troglobie dont tout le cycle se fait dans la grotte et qui ne se rencontre jamais au dehors à aucun stade de son cycle de développement.

*Préférences trophiques :*

Comme chez presque tous les Culicidés, la femelle est hémato-phage. En élevage, *A. caroni* se nourrit de façon préférentielle sur l'Athérure. Il accepte de se nourrir à la rigueur sur d'autres mammi-

fières, mais après une période d'attente. Ainsi une femelle qui se nourrit normalement 48 heures après son éclosion sur l'Athérure, ne se nourrira qu'au bout de 3-4 jours sur un autre animal.

Dans la nature, nous pensons qu'il en est de même. Comme nous l'avons vu plus haut, c'est dans les parties profondes du réseau de microcavernes que gîtent les Athérures. Là aussi se trouvent les femelles d'*A. caroni* qui, après s'être nourries sur l'animal endormi, y passent le temps nécessaire à la digestion de leur repas.

*A. caroni* a ainsi la même préférence trophique pour l'Athérure que deux autres Anophèles du « complexe *smithi* » : *A. smithi rageaui* Mat. et Adam du Cameroun (MOUCHET et coll., 1957) (17), *A. vanthieli* Laarman, 1959, du Congo-Léopoldville (LAARMAN, 1959) (9).

*A. caroni* peut se gorger occasionnellement sur d'autres mammifères puisque nous l'avons également nourri dans nos élevages sur des Chéiroptères (*Rousettus aegyptiacus*). Cette nourriture leur a permis de se reproduire. Ce n'est probablement qu'une nourriture de remplacement qui permet à *A. caroni* de vivre et de se reproduire en l'absence d'Athérures. Quelques femelles d'élevage se sont nourries sur l'homme. Cependant, lorsque nous les recherchions dans la nature nous n'en avions jamais remarquées essayant de nous piquer. Une capture de nuit sur appât humain organisée auprès de leurs gîtes de repos n'a en aucun résultat. Cet Anophèle, en élevage, ne s'est pas nourri sur le rat de Tullberg (*R. (Praomys) tullbergi* Thomas). En l'absence d'une source de sang qui lui convienne, la femelle se gorge d'eau. La femelle d'*A. caroni* qui n'a aucune nourriture à sa disposition peut vivre cependant quelques jours. Nous avons souvent constaté qu'elle peut résister ainsi pendant 3-5 jours après l'éclosion. De même, après avoir pris un premier repas de sang, cet Anophèle peut vivre également assez longtemps sans prendre de nouveaux repas. Nous avons observé un individu qui est resté dix jours sans se nourrir alors que, normalement, nous le verrons plus loin, le second repas est pris trois jours après le premier. Il s'est seulement gorgé d'eau le 3<sup>e</sup> jour. Cet Anophèle s'étant échappé le 10<sup>e</sup> jour, nous n'avons pu voir malheureusement s'il était encore capable de se gorger sur l'Athérure.

#### *Cycle de reproduction.*

#### *Copulation :*

Nous n'avons jamais pu observer l'accouplement chez *A. caroni*. Nous savons cependant qu'il est possible en élevage dans des cages de dimensions réduites (30 × 30 × 30 cm.), car des femelles écloses dans ces cages et élevées avec des mâles sont devenues gravides.

*Taux de fécondation :*

Mis à part quelques rares femelles à jeun et nullipares qui venaient donc d'éclore, toutes les femelles que nous avons capturées dans la nature étaient fécondées.

*Stades de Sella :*

Comme chez tous les Anophèles l'ingestion de sang est indispensable à la femelle d'*A. caroni* pour que ses ovaires évoluent.

Nouvellement éclore, la femelle reste à jeun durant 48 heures environ. L'estomac vide, l'abdomen vu de profil est plat. Les pleures sont invisibles, cachées par le bord latéral des sternites qui recouvrent le bord latéral des tergites.

Après ce repas, au cours duquel les téguments ont acquis leur pleine rigidité, la femelle prend son premier repas. En captivité, nous avons observé à plusieurs reprises qu'il durait de 2 à 5 minutes et était pris le plus souvent au début de la matinée.

L'aspect de la femelle gorgée est caractéristique : l'abdomen distendu est fortement biconvexe en vue latérale. L'estomac gonflé par la masse sanguine apparaît en rouge vif à travers la mince membrane des pleures tendues par l'écartement des tergites et des sternites (fig. 1, B).

Nous avons mis en observation de nombreux Anophèles fraîchement gorgés, en les examinant macroscopiquement à l'aide d'une forte loupe, deux fois par jour (vers 8 heures et vers 18 heures). La digestion du repas entraîne diverses modifications de l'estomac et des ovaires qui se traduisent par les aspects successifs de l'abdomen décrits ci-dessous :

Tout d'abord, l'abdomen prend un aspect assez particulier qui est le suivant : son volume a considérablement diminué, les tergites se sont rapprochés des sternites, les pleures, visibles, sont grisâtres et parcourues sur toute leur longueur de plis longitudinaux. Le sang contenu dans l'estomac est devenu rouge sombre. La séparation entre ovaires et estomac est invisible extérieurement (fig. 1, C). Cet état de l'abdomen sera remplacé par un nouvel aspect de femelle gorgée car *A. caroni* prend un second repas de sang. L'état abdominal que nous venons de décrire, situé entre deux repas, est donc par définition un stade prégravidé. Nous l'appellerons « stade prégravidé I ».

Le premier stade prégravidé est, en effet, remplacé, à la suite de la digestion du second repas, par un nouvel aspect identique à celui du stade prégravidé I. Cependant, le volume de l'abdomen est légèrement supérieur et les pleures un peu moins plissées. Nous avons là encore affaire à un stade prégravidé car *A. caroni* prend ensuite un troisième repas de sang. Nous l'appellerons : « stade prégravidé II ».

Nous avons donc chez *A. caroni* deux stades prégravidés, ce qui est assez exceptionnel chez les Anophèles.

A la suite de la digestion du troisième repas de sang, l'abdomen offre un nouvel aspect qui est le suivant : l'estomac ne contient plus que du sang entièrement rouge sombre. Les ovaires, qui apparaissent nettement sous les pleures distendues, occupent quatre segments sur la face ventrale de l'abdomen et six sur la face dorsale. Nous dirons que l'abdomen est au stade « semi-gravide » qui correspond approximativement au stade V de Sella (fig. 1, D).

Ce stade « semi-gravide » est remplacé par le stade suivant dans

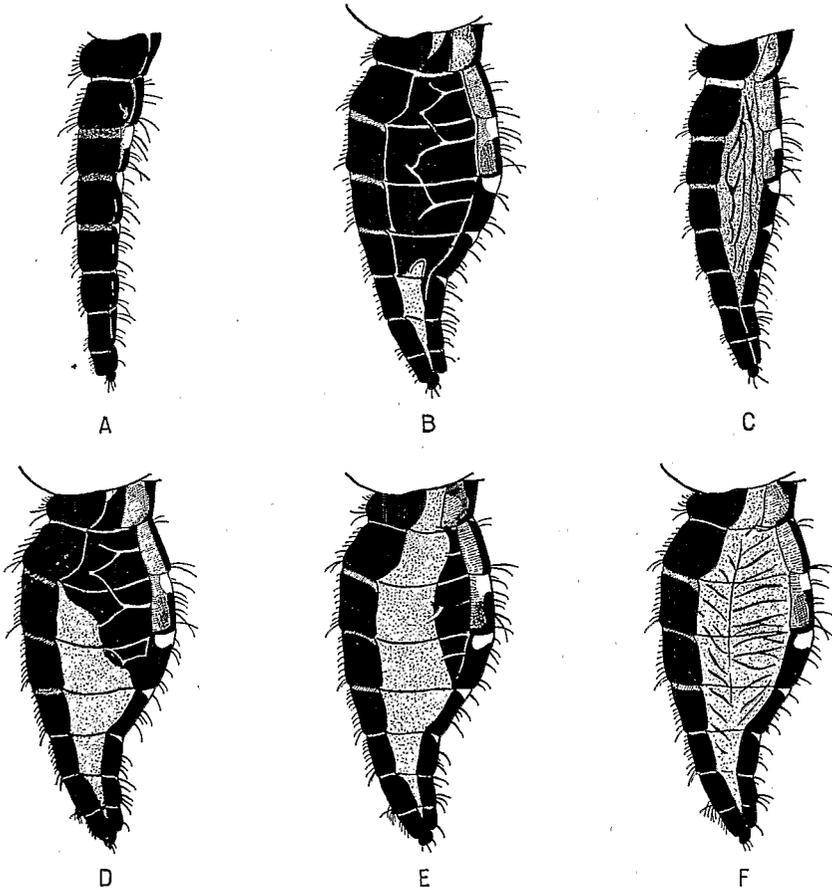


Fig. 1. — Différents aspects de l'abdomen, vu de profil, de la femelle d'*Anopheles caroni* Adam, 1962.

A) Abdomen d'une femelle à jeun ; B) Abdomen d'une femelle gorgée ; C) Abdomen au stade « prégravide » ; D) Abdomen au stade « semi-gravide » ; E) Abdomen au stade sub-gravide » ; F) Abdomen au stade « gravide ».

lequel le sang, fortement réduit, est noirâtre, avec quelques caillots rouges. Les ovaires occupent quatre segments sur la face ventrale et la totalité des segments sur la face dorsale (fig. 1, E). L'abdomen est alors au stade « subgravide » (stade VI de Sella).

Cet aspect est suivi d'un dernier stade avant la ponte. Le sang contenu dans l'estomac, noir, est très fortement réduit ou complètement digéré. Extérieurement, l'estomac n'apparaît pas, complètement caché par les sternites et le grand développement des ovaires. Ceux-ci occupent la totalité des segments de l'abdomen et à travers les pleures nous pouvons percevoir la présence des œufs (fig. 1, F). L'Anophèle a atteint à ce moment-là le stade « gravide » (stade VII de Sella). 24 heures plus tard, il pourra pondre.

Ces aspects successifs de l'abdomen correspondent bien aux « stades » décrits par Sella pour *A. maculipennis*. Cependant, aux stades classiques s'ajoutent chez notre Anophèle les deux stades « pré-grades » décrits plus haut.

Nous avons voulu voir à quelle étape de l'évolution des ovaires correspondait chacun des stades abdominaux décrits ci-dessus. Nous avons dans ce but effectué de nombreuses dissections.

#### *Évolution des ovaires :*

1. Femelle nouvellement éclosée à jeun : l'examen au microscope des ovaires placés dans de l'eau physiologique à 8 0/00 montre que le follicule de l'ovule est arrondi et qu'il n'y a pas de granulations de vitellus. Le noyau de l'oocyte à l'état frais ne se distingue pas de ceux des cellules nourricières qui, à fort grossissement, se présentent sous forme de corps arrondis et translucides. Cet aspect correspond parfaitement à celui du stade I de la classification des stades ovariens établis par CHRISTOPHERS (1911).

2. Femelle fraîchement gorgée (premier repas de sang) : les ovaires commencent à se développer. Le vitellus apparaît, mais il n'est tout d'abord visible que sous un grossissement de  $\times 40$  et il entoure seulement le noyau de l'oocyte. Nous appellerons ce stade ovarien « stade 2 début », suivant le système de MACAN (1956).

3. « Stade prégravide I » : le vitellus devient aisément visible sous l'objectif ( $\times 10$ ) du microscope, mais il occupe encore nettement moins de la moitié du follicule. Nous dirons qu'il est au « stade 2 moyen » de MACAN. Le vitellus augmente et occupe ensuite (stade 2 fin) totalement la moitié du follicule. Contrairement à ce qui se passe chez *A. gambiae* le vitellus, à ce stade, obscurcit la plupart du temps le noyau de l'oocyte. Le vitellus n'occupant jamais plus de la moitié du follicule, nous nous proposons d'appliquer cependant le terme « stade 2 fin » à cet état du follicule. Arrivé à ce stade, le développe-

ment de l'ovaire cesse. Il ne reprendra que lorsque l'Anophèle aura pris un nouveau repas de sang.

4. Femelle fraîchement gorgée (second repas de sang) et stade « pré-gravide II » : au cours de cette phase du cycle gonotrophique le follicule de l'ovule prend une forme ovale et son vitellus occupe nettement plus de la moitié du follicule. Arrivé à ce stade (stade ovarien 3 de CHRISTOPHERS), le développement de l'ovaire s'arrête de nouveau. Ce n'est que l'ingestion d'un nouveau repas de sang qui permettra à l'ovaire de poursuivre son évolution.

5. Femelle gorgée (troisième repas de sang) : l'état des follicules reste apparemment stationnaire.

6. « Stade semi-gravide » : le follicule de l'ovule s'allonge et prend la forme d'une saucisse à bouts arrondis ; le vitellus le remplit complètement. C'est alors le « stade ovarien IV ».

7. « Stade subgravide » : les ovaires qui occupent maintenant la plus grande partie de l'abdomen vont atteindre le stade V caractérisé par la présence de flotteurs parfaitement formés.

8. Stade « gravide » : pendant les 24 heures minimum qui vont séparer l'apparition de ce stade de la ponte, les œufs déjà formés atteindront leur pleine maturité physiologique.

#### *Cycle gonotrophique :*

Défini comme la période s'écoulant entre le premier repas de sang et la ponte, le « cycle gonotrophique » de *A. caroni* dure au minimum neuf jours.

Ce cycle se décompose ainsi :

— Premier repas de sang : stade « gorgé » : 24 heures ; stade « pré-gravide I » : 18 heures.

C'est au cours de ces 42 heures que les ovaires passent du stade 1 au stade 2 fin.

— Second repas de sang : stade « gorgé » : 24 heures ; stade « pré-gravide » : 48 heures.

Au bout de ces 72 heures les ovaires auront atteint le stade III.

— Troisième repas de sang : stade « gorgé » : 24 heures ; stade « semi-gravide » : 12 heures. Les ovaires atteignent à la fin de cette période le stade 4 ; stade « subgravide » : 12 heures. Les ovaires atteignent à la fin de ces 12 heures le stade 5 ; stade « gravide » : 24 heures au minimum s'écoulent avant la ponte.

#### *Signification des stades « prégravides » :*

En amenant un allongement considérable du cycle de reproduction, les stades prégravides peuvent être considérés comme l'un des mécanismes de survie de l'espèce. En effet, ce phénomène étale sur de

larges espaces de temps les pontes successives d'un même individu augmentant ses chances de trouver des gîtes favorables au développement des larves.

*Ponte :*

En captivité elle a toujours lieu de nuit et il en est certainement de même dans la nature. Tant par dissection que par comptage des œufs déposés à la surface des pondoirs, nous avons évalué de 148 à 200 le nombre total des œufs chez une femelle. Ce nombre est habituellement également partagé entre les deux ovaires, à quelques unités près. Nous avons cependant remarqué quelques anomalies. C'est ainsi que nous avons observé une fois un ovaire contenant 59 œufs et l'autre aucun, l'ovaire correspondant étant dégénéré. Dans un autre cas, l'abdomen renfermait deux ovaires ne contenant chacun que 17 œufs. Un autre Anophèle présentait un ovaire qui contenait 27 œufs et l'autre 31. La présence d'œufs résiduels n'était pas rare ; le plus souvent dans un ovaire, quelquefois dans les deux. Nous avons observé chez *A. caroni* un nombre d'œufs résiduels variant entre 2 et 8. Souvent, les femelles ayant des œufs résiduels prennent extérieurement l'aspect de femelle prégravide.

*Composition des populations naturelles :*

Toutes captures groupées, le sex-ratio  $\left( \frac{\text{nombre de femelles}}{\text{nombre de mâles}} \right)$  s'établit à 1,14, soit 355 mâles et 406 femelles. Nous avons dit plus haut que la composition des lots était extrêmement variable suivant l'heure de la capture et l'état du ciel, c'est-à-dire en fait le degré hygrométrique ambiant. La connaissance des stades abdominaux nous a permis d'établir que sur 406 femelles capturées à Meya-N'zouari, 27 0/0 étaient à jeun, 2 0/0 étaient gorgées, 8 0/0 prégravides, 5 0/0 semi-gravides, 1 0/0 subgravides et 57 0/0 gravides. Cette distribution irrégulière nous semble due à ce que les femelles effectuant la plus grande partie de leur cycle gonotrophique au fond du terrier des Athérures ne peuvent de ce fait être récoltées.

*Espèces associées :*

Dans certains abris sous roches nous avons pris de nombreux *Culex* (*Mochtogenes*) *inconspicuus* Theobald, 1908, et à l'entrée de la grotte des *Uranotaenia cavernicola* Mattingly, 1954.

Dans la grotte de Matouridi ont été récoltés côte à côte dans les galeries A et B : *A. caroni*, *Phlebotomus gigas* Parrot et Schwetz et *Phlebotomus mirabilis* Parrot et Wanson.

## BIOLOGIE DES PREMIERS STADES

*Gîtes larvaires :*

Les gîtes larvaires dans les grottes : flaques du sol alimentées par le suintement de la voûte ou créées par la baisse des eaux de crue, eau des « gours » stalagmitiques et des vasques qui existaient au flanc des grosses stalagmites, renferment généralement une eau très claire. Certaines portions de sa surface peuvent cependant être recouvertes d'une dense poussière de guano. Dans les flaques, en outre, des déjections de Chéiroptères constellent par endroit le fond. Ces déjections sont exploitées par des larves d'*Uranotaenia cavernicola*. Les larves d'*A. caroni* se tiennent étroitement accolées par leur extrémité postérieure au calcaire des bords, à des endroits où la profondeur de l'eau n'excède pas quelques centimètres.

Les gîtes de l'extérieur, à Meya, sont constitués principalement de flaques d'eau créées par le ruissellement de l'eau de pluie après les averses sur les bords de la rivière sortant de la grotte et par la baisse importante du niveau de l'eau de la rivière après la crue qui accompagne chaque tornade. Certains gîtes ont un fond rocheux recouvert d'une couche d'environ 1 cm. de boue ou de terre noirâtre. L'ensoleillement y est réduit et la végétation abondante, constituée principalement d'Aracées au pied desquelles se tiennent les larves ainsi parfaitement cachées et à l'ombre. L'eau est limpide, malgré la présence de matières organiques, grâce au très léger renouvellement dû au ruissellement des pentes avoisinantes. D'autres gîtes, à fond rocheux, n'abritent aucune végétation et ne voient pas leur eau renouvelée en dehors des pluies. Ils sont tous en général à l'ombre pendant la plus grande partie de la journée. *A. nili* Theobald, 1904 et *A. coustani* Laveran, 1900, sont quelquefois associés à *A. caroni* dans ces gîtes extérieurs.

*Évolution des gîtes avec la saison :*

Dans la grotte de Matouridi, lors de la saison sèche, la rivière régresse dans son lit mineur et les flaques du sol, puis les « gours » stalagmitiques et les vasques de la grande salle s'assèchent. Seuls subsistent quelques gîtes larvaires au fond des galeries A et B, l'évaporation dans ces lieux reculés étant très réduite.

À Meya-N'zouari la saison sèche provoque un abaissement important du niveau de la rivière. Les flaques d'eau qui la bordent disparaissent rapidement, le ruissellement des pentes étant de son côté devenu complètement nul. Tous les gîtes des alentours de la grotte s'assèchent : seuls subsistent quelques rares gîtes à l'intérieur de la grotte, dans la galerie aval.

Ainsi nous assistons, aussi bien à Matouridi qu'à Meya, à la disparition de la majorité des gîtes larvaires. Seuls résistent ceux des parties reculées des deux grottes, les mieux abrités de l'évaporation.

Nous n'avons pu étudier la résistance à la mise hors eau des œufs et des larves d'*A. caroni*, mais nous pensons que celle des œufs ne doit pas être négligeable. En effet, nous avons vu des larves éclore d'œufs qui étaient restés à sec sur le bord des récipients d'élevage quelques jours avant d'être remis à l'eau. Les œufs d'*A. caroni* exondés peuvent donc survivre quelque temps dans une atmosphère à hygrométrie élevée comme celle de la grotte.

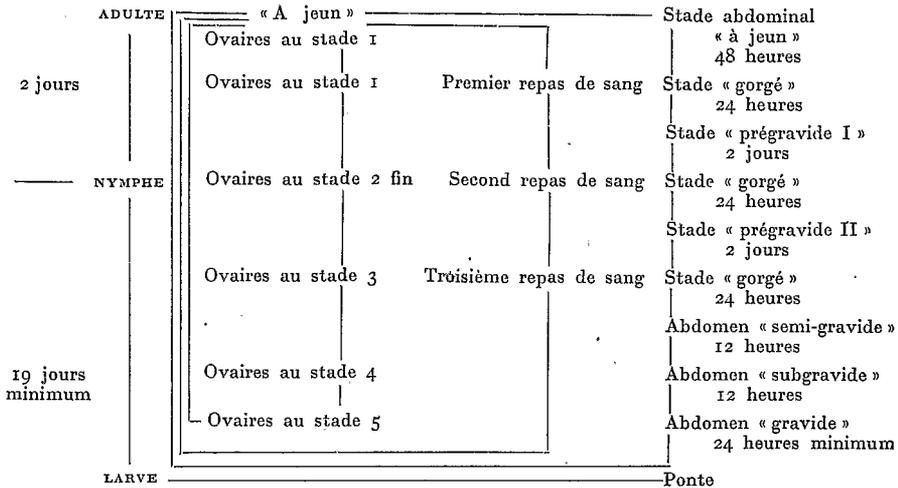
#### *Cycle œuf-adulte :*

Nous avons établi le cycle d'*A. caroni*, de l'œuf à l'adulte, d'après l'observation des élevages installés à l'entrée de la grotte de Meya-N'zouari. Ceux-ci se sont toujours faits à une température oscillant autour de 24° dans la journée. La majorité des œufs éclosent entre 3 et 4 jours après la ponte. Exceptionnellement, nous avons eu une durée « ponte-éclosion » d'un jour et une autre de moins de 12 heures. Pour chaque ponte la connaissance du nombre d'œufs et celui des larves écloses nous a permis d'établir que 81 0/0 environ des œufs donnaient une larve vivante. Comme chez tous les Anophèles, il y a quatre stades larvaires. La durée du premier stade varie de 2 à 7 jours. Nous n'avons eu encore qu'un nombre insuffisant d'observations pour évaluer la durée des stades suivants. Elle nous est apparue jusqu'ici de 8-13 jours pour le second stade, de 6-7 jours pour le troisième et de 6-10 jours pour le quatrième. La durée de développement est éminemment variable. Non seulement elle change avec chaque ponte, mais aussi avec les individus. A l'intérieur d'un lot provenant d'une même ponte, certains individus se développent nettement plus rapidement que les autres, ce qui est vraisemblablement en relation avec une répartition inévitablement irrégulière de la nourriture à la surface de l'eau. Il en est de même d'ailleurs dans les gîtes naturels. La période larvaire la plus courte que nous ayons pu observer à Meya a été de 19 jours. Cette même période peut dépasser 50 jours. L'éclosion de l'adulte se produit, de façon générale, 48 heures après la mue qui donne naissance à la nymphe. En élevage, 87,2 0/0 des nymphes d'*A. caroni* donnent naissance à un adulte.

La durée du cycle œuf-adulte chez *A. caroni* est donc assez considérable et du même ordre que celle d'*A. smithi* var. *rageaui*, autre Anophèle troglophile (J.-P. ADAM et P. F. MATTINGLY, 1956).

Nous pouvons donner maintenant un schéma général représentant le cycle de reproduction d'*A. caroni*.

TABLEAU GÉNÉRAL DU CYCLE DE REPRODUCTION  
CHEZ « *A. CARONI* »



#### RÔLE DE VECTION

La dissection, à Meya, de 108 *Anopheles caroni* a permis de mettre en évidence une infection des glandes salivaires par des sporozoïtes de *Plasmodium*. Comme *A. caroni* montre une forte préférence trophique pour l'Athérure, nous pouvons penser que les sporozoïtes trouvés dans les glandes salivaires de cet Anophèle proviennent d'un hématozoaire d'Athérure. En effet, *Pl. atheruri* Vandenberghé et coll. a été décrit d'un Athérure du Kivu. Cette hypothèse a été formulée pour *A. smithi* var. *rageaui* (MOUCHET et coll., 1957) qui a été trouvé infecté et *A. vanthieli* (LAARMAN, 1959) qui se nourrissent tous deux sur l'Athérure. Il est possible que ces deux Anophèles, dans la zone géographique qu'ils occupent, jouent le même rôle que *A. caroni* dont ils sont d'ailleurs très proches (PAJOT et ADAM, en cours de publication).

Nous n'avons pu calculer le taux de survie d'*A. caroni*, mais nous pensons qu'il doit être assez élevé, car nous n'avons constaté qu'une très faible mortalité dans nos élevages.

#### CONCLUSION

Les travaux des auteurs belges ont mis en évidence chez *Atherurus africanus* un *Plasmodium* décrit sous le nom de *Plasmodium atheruri*. LAARMAN, ainsi que MOUCHET, GARIOU et RIVOLA ont montré que

deux espèces du « complexe *smithi* » étaient sans doute responsables de la transmission de cet hématozoaire. L'infection sporozoïtique trouvée chez un exemplaire de *A. caroni* à Meya-N'zouari, la nette préférence trophique que manifeste cette espèce pour l'Athérure nous autorisent à voir en *A. caroni* un vecteur possible de *Plasmodium atheruri* ou d'une espèce voisine.

*Atherurus africanus* est, ainsi que les chercheurs de l'I. R. S. A. C. l'ont montré pour la première fois, très facile à conserver en captivité et nos propres recherches prouvent que l'élevage d'*A. caroni* est aisé si les conditions écologiques sont réunies.

Il nous semble donc que nous avons avec cet Anophèle et ce mammifère un bon matériel pour l'étude d'un *Plasmodium* de rongeur.

#### REMERCIEMENTS

Notre travail nous fut proposé par M. J.-P. ADAM que nous voulons remercier tout particulièrement pour l'aide et les conseils qu'il nous a donnés au cours de notre séjour au Congo.

#### RÉSUMÉ

L'auteur étudie la biologie d'*Anopheles caroni*, espèce troglophile, vecteur possible au Congo (Brazzaville) d'un *Plasmodium* de l'Athérure. Il met en évidence l'exceptionnelle longueur d'un cycle gonotrophique comportant deux stades prégravidés. *A. caroni* est d'élevage facile, ce qui permet d'envisager l'étude expérimentale du cycle et de la transmission du *Plasmodium*.

#### SUMMARY

*A. caroni* is a troglophilous Anopheline from Congo (Brazzaville) It feeds on the porcupine *Atherurus africanus* Gray. Its long gonotrophic cycle is characterised by two pre-gravid phases. The larval development is long. *A. caroni* is probably the vector of a *Plasmodium* of *Atherurus*. One infection was found in 108 dissections of salivary glands. This mosquito is easy to rear under definite conditions of temperature and of humidity.

#### BIBLIOGRAPHIE

- I. ABONNENC (E.). — Sur un Anophèle cavernicole de la Guinée : *Anopheles cavernicolus* n. sp. (*Diptera-Culicidae*). *Bull. I. F. A. N.*, 1956, 18, 3 (série A), 802-805.

2. ADAM (J.-P.). — *Anopheles caroni* n. sp. un Anophèle (*Diptera, Culicidae*) cavernicole de la République du Congo. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1961, 54, 4, 714-717.
3. ADAM (J.-P.). — Un Anophèle cavernicole nouveau de la République du Congo (Brazzaville) : *Anopheles (Neomyzomyia) hamoni* n. sp. (*Diptera, Culicidae*). *Bull. Soc. Path. exot.*, 1962, 55, 1, 153-165.
4. ADAM (J.-P.) et MATTINGLY (P. F.). — Note sur la morphologie et la biologie d'*Anopheles (Neomyzomyia) smithi* var. *rageaui* Mattingly et Adam, 1957, 50, 5, 671-675.
5. CHRISTOPHERS (S. R.) et PURI (I. M.). — Note on some Anophelini mosquitos collected in Sierra Leone. *Indian J. Med. Res.*, 1931, 18, 4, 1133-1166.
6. DAVIDSON (G.), DE MEILLON (P.), GILLIES (M. T.), HAMON (J.) et MATTINGLY (P. F.). — Guide d'entomologie appliquée à la lutte antipaludique dans la région africaine de l'O. M. S., 1961. O. M. S., Brazzaville, Congo.
7. LAARMAN (J.). — Un Anophèle nouveau pour le Congo. *Fol. Sci. Africae Centr.*, 1956, 2, 4, 18-19.
8. LAARMAN (J.). — *Anopheles Neomyzomyia van Thieli* n. sp. *Fol. Sci. Africae Centr.*, 1958, 4, 1, 18.
9. LAARMAN (J.). — A new species of *Anopheles* from a rain-forest in eastern belgian Congo. *Trop. and geograph. medicine*, 1959, 11, 147-156.
10. LELEUP (N.). — Considérations sur l'éthologie et la dispersion actuelle des Anophèles cavernicoles au Congo Belge. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 1950, 43, 353-355.
11. LELEUP (N.). — Un Anophèle cavernicole nouveau du Kibali-Ituri : *Anopheles faini* n. sp. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 1952, 46, 151-158.
12. LELEUP (N.) et LIPS (M.). — Un Anophèle cavernicole nouveau du Katanga : *Anopheles rodhaini* n. sp. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 1950, 43, 303-308.
13. LELEUP (N.) et LIPS (M.). — Notes descriptives complémentaires sur *Anopheles rodhaini* Leleup et Lips, 1950. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 1951, 44, 2-3, 169-172.
14. MACAN (T. T.). — The Anopheline mosquitoes of Iraq and North Persia. *Mem. Lond. Hyg. Trop. Med.*, 1950, 7, 109-219.
15. MATTINGLY (P. P.) et ADAM (J.-P.). — A new species of Cave-dwelling Anopheline from the French Cameroon. *Ann. Trop. Med. Paras.*, 1954, 48, 55-57.
16. MEILLON (H. DE). — The Anophelini of the Ethiopian Geographical Region. *Publ. South. Afr. Inst. Med. Res.*, 1947.
17. MOUCHET (J.), GARIOU (J.) et RIVOLA (E.). — Observations sur la biologie d'*Anopheles smithi* var. *rageaui* Mattingly et Adam, 1954, vecteur d'un *Plasmodium* de mammifère aux environs de Yaoundé (Sud-Cameroun). *Bull. Soc. Path. exot.*, 1957, 50, 1, 157-164.
18. PAJOT (F. X.) et ADAM (J.-P.). — Notes morphologiques sur *Anopheles caroni* Adam, 1961 (*Diptera-Culicidae*). En cours de publication.
19. WANSON (M.) et LEBIED (B.). — Un nouvel anophèle cavernicole du Congo Belge : *Anopheles (Myzomyia) vanhoofi* sp. n. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 1945, 39, 1, 119-129.