

UNIVERSITE NATIONALE DU ZAIRE  
Campus de Kisangani  
Faculté des Sciences

Département : Ecologie  
et Conservation de la Nature  
U. R. E. F. : Protection de  
la Faune ( Zoologie )

Contribution à la Connaissance des  
Moustiques en Afrique  
" Etude Bibliographique "

2<sup>e</sup> PARTIE :  
( Biologie de Reproduction et Moeurs )

Par

EKAM - WINA

Année académique  
1976 - 1977

MEMOIRE  
Présenté en vue de l'Obtention du  
Diplôme de Licencié en Sciences  
OPTION : Biologie

D E D I C A C E.

A mon père WINA LILALI BLIKI, ouvrier de la promotion sociale;

A ma mère LIFULE LOKONDA, femme de cœur donc de la Nature;

A mon oncle paternel LOKWA LILALI BAFINDA, planteur pour le développement national;

A ma sœur BALIMBA WINA et son époux LOKIMAKA BONCASU, pour leur savoir faire;

A mes enfants EKAM-WINA et EKAM LIFULE, que le Ciel aidera;

A mon épouse ILONGO YAMBE, pour ses sages conseils;

A mon pauvre beau père YAMBE Joseph Justin, que le Destin avait empêché de me voir terminer les études;

A mes sœurs, frères et amis;

A tous ceux qui aiment les Sciences;

Nous dédions cet ouvrage malgré les obstacles dûs à la recherche de mieux faire.

## REMERCIEMENTS.-

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis de remercier très vivement et sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de cette oeuvre.

Nous remercions plus particulièrement MM. Heymans, J.C. et Sova, C., professeurs à la Faculté des Sciences-Biologie, qui se sont sacrifiés à diriger ce travail et dont les remarques, les conseils et l'aide ont été précieux et généreux.

Nos compliments sont également adressés à l'endroit du Citoyen Wama Mélémba, Doyen de la Faculté, qui a voulu trouver dans ce travail une pierre de base pour la continuité du projet facultaire sur les Mouvements ainsi qu'à l'endroit du Dr. Ntaka de l'Institut de Recherches Scientifiques par ses conseils de longue expérience.

INTRODUCTION.-

En étudiant la Biologie de la Réproduction et les Moeurs des Moustiques; une question se pose à savoir comment les moustiques se comportent-ils et comment vivent-ils pour se maintenir à travers des années ? C'est une question importante qui nécessite des recherches sérieuses. Il était inévitable que le désir de comprendre le mode de vie des animaux conduise à l'étude de leur comportement. Le secteur de mode de vie auquel nous nous sommes limités est celui de la Réproduction des moustiques, vecteurs des maladies dans les régions tropicales, réduisant l'accès aux espaces vitaux pour les différentes activités humaines malgré le désir de l'homme moderne de préserver intégralement la Nature. Notre Faculté a élaboré un projet sur les moustiques auquel nous sommes les premiers à contribuer par notre étude sur le comportement. Les différentes maladies causées surtout par les Diptères de la famille des Culicidae ne peuvent pas être négligées par le biologiste de terrain que nous sommes appelés à être. La plupart d'entre nous, quels que soient leur milieu social et leurs occupations, sont en contact et en relation d'une manière ou d'une autre avec le Monde animal en général et le moustique en particulier. Alors il est normal que l'homme tropical étudie les habitudes et la biologie de Réproduction qui permettent à ce dernier de pulluler. C'est pourquoi nous avons discuté du système reproductif, de la copulation, de l'accouplement, de la ponte, de métamorphose complète et de la différence entre les larves de quelques sous-familles importantes en nombre et en impact dans les écosystèmes tropicales. Au sujet des Moeurs, nous avons parlé des facteurs favorables aux activités des moustiques, de leur habitat, de leur attitude au repos, des modalités de survie dans les régions tempérée et tropicale, de leur longévité et de leur modalité de piqure.

Chapitre I. : Biologie de la Reproduction.-

1.1. Reproduction.

1.1.1. Le système reproductif.

Selon Thomas Eisner (1968) l'appareil génital des moustiques est extrêmement complexe. Les moustiques mâles ont un système reproductif complexe à l'extérieur et relativement simple à l'intérieur. A l'extérieur l'organe copulateur lui-même, profondément retractoré dans une poche charnue, est composée d'une paire de charnières de plaquettes recourbées; celles-ci sont attachées à une paire de grosses claspettes à l'extrémité abdominale tandis qu'à l'intérieur le système se compose des organes suivants (fig.1) : une paire de testicules, une paire de conduits déférents, une paire de vésicules séminales, un conduit éjaculateur commun (le penis) et une paire de glandes accessoires. Les glandes accessoires qui s'ouvrent dans le canal éjaculateur commun sont ovoïdes (Anophéliné) ou allongé (culiciné).

Le système reproductif des moustiques femelles est relativement simple sur l'extérieur et complexe à l'intérieur. A l'extérieur il est composé de deux cerques avec des poils sensoriels au-dessus de l'anus; le vagin (partie inférieure de l'oviducte) est en forme de S et contient trois valves enboîtées de différentes formes, l'une d'elles avec des poils à l'extrémité. A l'intérieur il se compose des organes suivants (fig.2) : une paire d'ovaires, un paire d'oviductes, d'un oviducte commun, d'un (des) spermathèque (s) et d'une glande accessoire. Les ovaires sont localisée dans l'abdomen et chacun porte un oviducte qui s'unit avec l'autre pour former l'oviducte commun. Les conduits de spermathèque (s) de la glande accessoire s'ouvrent aussi dans l'oviducte commun. Les Culicinés et Megarhininés (ou Toxorhynchitins) ont 2 ou 3 spermathèques alors que les Anophélinés n'en ont qu'un seul.

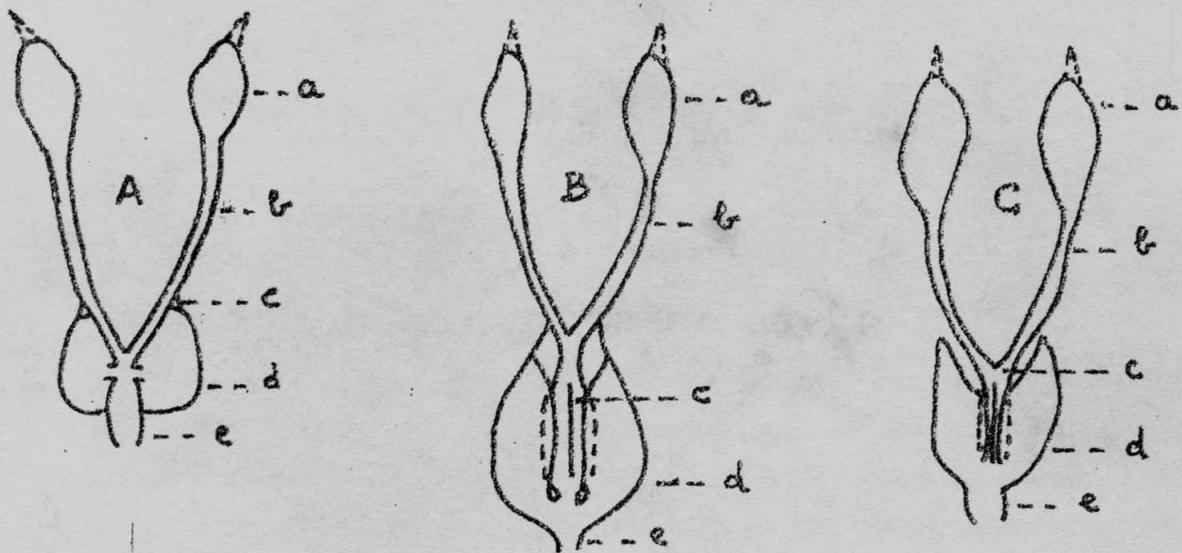


Fig. I. Système reproductif des moustiques mâles (A: Anopheles; B: Aedes; C: Culex): a) testicules; b) conduite déférents; c) vésicules séminaux; d) glandes accessoires; e) canal éjaculateur (D'après Hodapp et Jones).

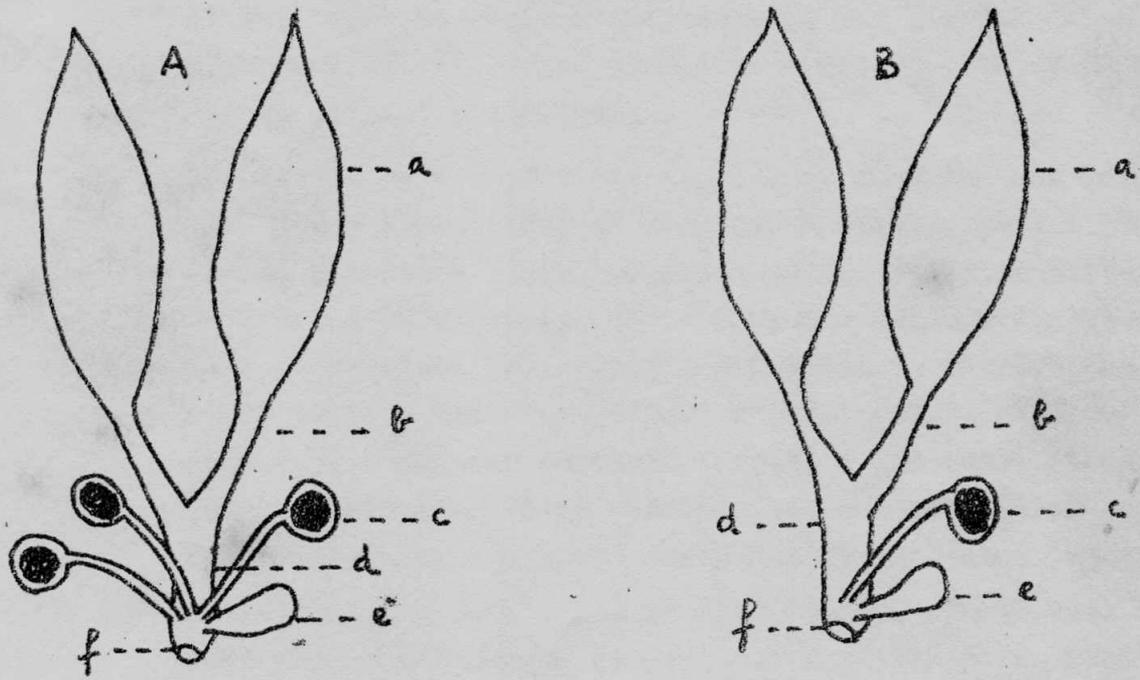


Fig. 2. Système reproductif des moustiques femelles (A: de Toxorhynchitinae; B: d'Anophelinae): a) ovaires; b) oviductes; c) spermatheques; d) oviductes communs; e) glandes accessoires; f) vagin (D'après L.K.H. Gona).

### 1.1.2. La pariade.

Les deux sexes se rencontrent de différentes manières. Souvent, l'odorat et la vision jouent un rôle; l'ouïe est peut être aussi impliquée, bien que l'on ait pas encore démontré avec certitude l'existence chez les Diptères d'un organe tympanal comme bon nombre d'autres insectes en possèdent. De toutes les façons, les sons (proviendraient de la vibration d'une membrane tendue dans une petite cavité située sous le thorax) produits en vol par les mâles et les femelles sont souvent différents, et beaucoup d'observateurs pensent que les sons bien connus des essains de danse des moustiques mâles attirent leurs femelles (Nidsen, 1960; Haddow et Corbel, 1961) mais d'autres disent que l'attraction du partenaire peut être fonction du mâle soit de la femelle. Dans le cas d'Aedes (Stegomyia) aegypti le son produit par la femelle en vol est un stimulus externe qui attire le mâle pour la copulation.

### 1.1.3. L'accouplement.

Chez la grande majorité d'insectes, la femelle ne s'accouple qu'une seule fois quelque soit la durée de son existence. Plus rarement, la même femelle s'accouple plusieurs fois avec des mâles différents. Pour ce qui est des mâles, on peut dire qu'ils s'accouplent généralement plusieurs fois de suite avec des femelles différentes. Le plus souvent, l'accouplement a lieu à terre, sur une plante, en nageant et au cours d'un vol nuptial.

#### 1.1.3.1. La copulation.

Les processus de copulation chez la femelle est rapide mais complexe. A proximité de la femelle volante, le mâle en premier lieu lui saisit le dos avec les ailes. Alors par son agilité remarquable, il se tourne rapidement jusqu'à ce qu'il

s'accroche face à face au-dessous de son partenaire (fig.3). La femelle, montrant une réponse claire, doit continuer son vol ou le couple doit tomber au plancher d'une maison. Dans ce cas le mâle est en contact avec la femelle sans oublier que le mâle présente sur l'abdomen une armature génitale maintenant la femelle pendant l'accouplement. Les claspettes saisissent les cerques; et ceux-ci exposent les bords du vagin. Le mâle utilise alors ses crochets anaux pour tirer la femelle vers lui en allongeant au préalable son organe copulateur retracté de sorte que les dents de son extrémité coïncident avec les dents de la valve du vagin. A cet instant l'organe mâle libère dans la bourse une grande quantité de liquide séminal contenant environ 2.000 spermatozoïdes. Alors le couple se sépare rapidement à l'aide de coups d'ailes de la femelle. L'acte copulateur entier dure 14 à 20 secondes dans les circonstances naturelles (Thomas Eisner, 1968).

#### 1.1.3.2. Moment d'accouplement.

D'habitude, l'accouplement des moustiques varie considérablement suivant les espèces (Horsfall, 1955; Nielsen et Haeger, 1960). Rouband appelle Sténoganes, les espèces qui s'accouplent au repos Aedes (Stegomyia) aegypti, au moment où la femelle émerge de la nymphe ou quand la femelle vole dans un espace réduit; et euryganes celles qui s'accouplent dans de grandes cages ou en liberté comme Aedes (Ochlerotatus) toeniorhynchus;

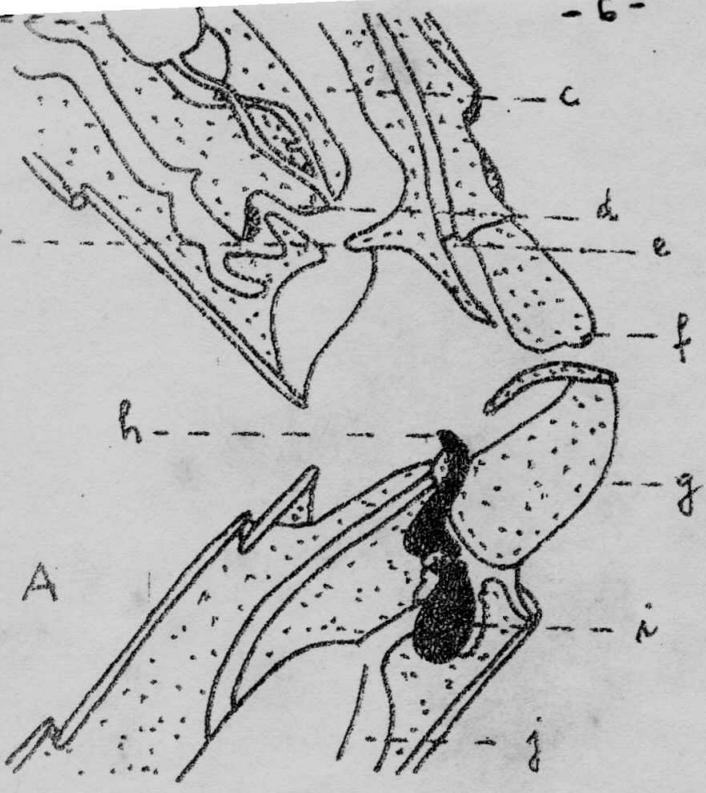
Au moment de l'accouplement le mâle dépose dans la bourse copulatrice le sperme qui suit les canaux aboutissant aux réceptacles géninaux.

#### 1.1.4. La ponte.

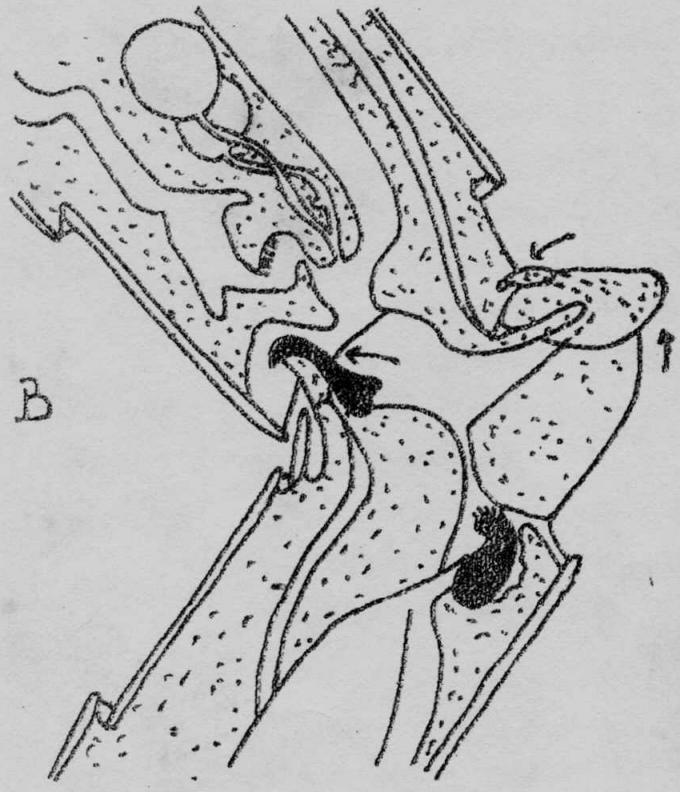
Selon Neveu - Lemaire (1938), la ponte a lieu lorsque après

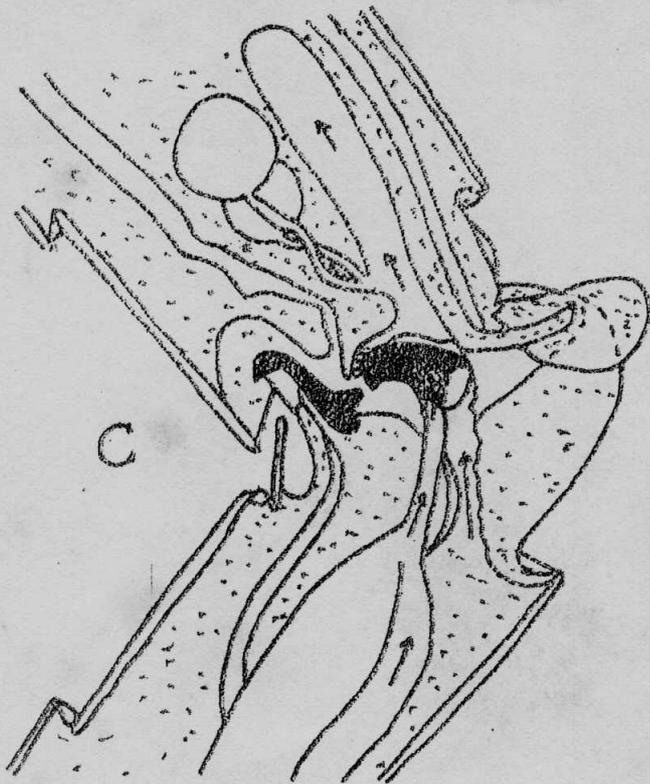
Fig. 3.

-A: Attitude de copulation, apportant le mâle d'Aedes aegypti au-dessus de la femelle. Les organes sont levés avant le coït. L'organe copulateur mâle (ici rétracté), le crochet anal et la claspette sont des éléments rigides; au moment du coït ils s'allongent et contournent l'organe copulateur femelle flexible: a) spermatheque; b) valve dorsale; b) vagin; c) bourree; e) anus; f) cerque; g) claspette; h) crochet anal; i) organe copulateur mâle; j) vésicule séminale.



-B: La copulation commence quand le mâle serre la femelle avec la claspette et le crochet anal, tirant et élargissant ainsi l'entrée vaginale.





-C: L'organe copulateur pénètre, très loin, prend les dents de la valve dorsale et étend largement l'ouverture dans la bourse; dans cette position le mâle éjacule le sperme dans la bourse à partir des vésicules séminales (D'après Thomas Hieser).

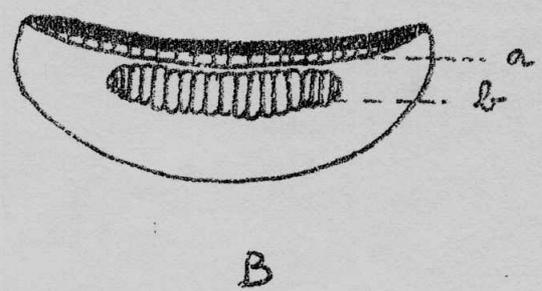
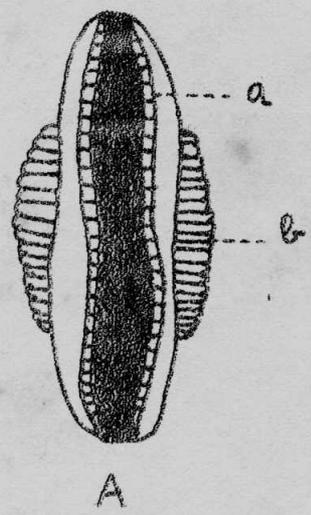


Fig. 4. Oeufs d'Anophèles (A: vue dorsale; B: vue de côté): a) "frill"; b) flotteurs (D'après L.K.H. Gome).

la fécondation les femelles se sont gorgées de sang à plusieurs reprises. Toutefois le repos sanguin n'est pas indispensable à la ponte pour les femelles de certaines culicidés, par exemple le genre Megarhinus ou Toxorhynchite. Comme l'ont constaté de nombreux observateurs, certaines femelles de Culex (Culex) pipiens peuvent même pondre sans prendre aucune nourriture. Les réserves nutritives accumulées pendant le stage larvaire sont suffisantes pour permettre la maturation des oeufs; Rouband a donné le nom d'autogènes aux individus qui présentent cette particularité.

Le moment varie d'une espèce à l'autre. Beaucoup de moustiques déposent apparemment leurs oeufs principalement la nuit à l'obscurité comme Anopheles (Myzomyia) gambiae tandis que d'autres comme Aedes (Stegomyia) apicoargenteus en pleine journée.

Généralement la ponte se déroule dans l'eau. Cependant, les femelles d'Anopheles labranchinae atroparvus (Kennedy, 1942) et A. (Myzomyia) gambiae (Gona, 1963b) déposent sur les surfaces sèches. Les moustiques qui déposent leurs oeufs directement sur la surface d'eau les font différemment. Ceux qui les déposent en nacelles (Culex) choisissent la surface libre d'eau et la femelle reste sur l'eau en plaçant soigneusement les oeufs contre d'autres; ces oeufs sont couverts d'une couche mucilagineuse facilitant la formation de la nacelle. D'autres déposent isolément leurs oeufs (Anopheles et Aedes).

#### 1.1.5. Les oeufs.

La forme des oeufs de moustiques varie considérablement d'une manière caractéristique. Chez les espèces d'Anophéliné l'oeuf est généralement en forme de canot, aplati, légèrement convexe ou concave dorsalement et ventralement convexe (Fig.4). La coquille externe est modifiée à un rebord saillant qui entoure partiellement ou complètement la partie supérieure. Sur les côtés sont placés les flotteurs qui permettent à l'oeuf de

flotter horizontalement sur la surface d'eau et aussi de résister à la submersion. Les oeufs de Culiciné sont généralement en forme allongée et ovale avec la coquille externe polie (fig.5.A) ou avec de petites réticulations (fig.5.B.) et n'ont pas de flotteurs alors ils flottent verticalement tandis que ceux de Toxorhynchitinae sont presque ronds (Goma, 1966). Au pôle antérieur de l'oeuf existe une petite ouverture, connue sous le nom de micropile, à travers laquelle le sperme entre pour fertiliser les oeufs.

D'après Neveu - Lemaire (1938); les Culex pondent de 200 à 400 oeufs par nacelle et peuvent, au cours de l'existence, effectuer 5 ou 6 pontes; les Anophèles pondent en une fois de 150 à 300 oeufs et peuvent également effectuer plusieurs pontes successives, etc. Les oeufs d'Aedes (St.) aegypti sont très résistants à la sécheresse et conservent leur vitalité près d'un an dans un air relativement sec par contre les oeufs d'Anopheles sont peu résistants et ne vivent que quelques jours, même dans une atmosphère humide.

Selon Thomas Eisner (1968), le repas sanguin commence une chaîne de physiologie essentielle pour la femelle (fig.6). Il semble que leur estomac, grandement gonflé par le sang, active le cordon nerveux et envoie les signaux au cerveau. Dans une heure le message excite certaines cellules au-dessus du cerveau de sécréter une hormone dans le liquide sanguin circulant dans l'intestin, et ceci excite la sécrétion d'une hormone secondaire du cou de la femelle. Cette hormone déclenche des séries spectaculaires des cas dans les ovaires. Les trous "submicroscopie" apparaissent sur la surface de l'oeuf. Les oeufs alors commencent à s'imbiber de protéine du liquide ovarien qui se rassemble sur la surface des trous; immédiatement après son repas sanguin la femelle n'est pas attirée par les mâles; c'est au contraire elle qui attire simplement au vol.

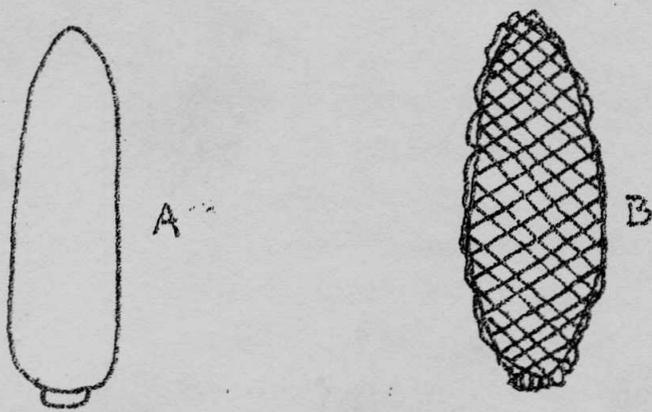
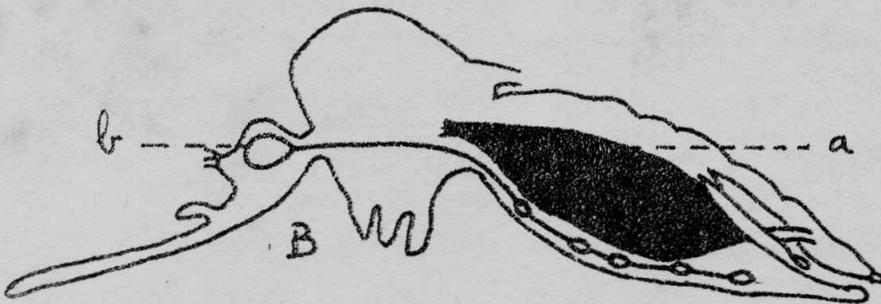


Fig. 5. Oeufs (A: de Culex; B: d'Aedes).  
(Inspiré de L.K.H. Goma).

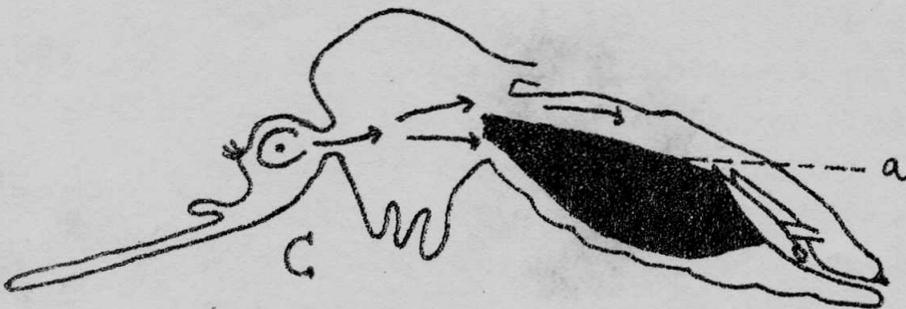


Fig. 6. Développement des oeufs:  
a) sang; b) cerveau; c) allata corporel; d) oeufs.

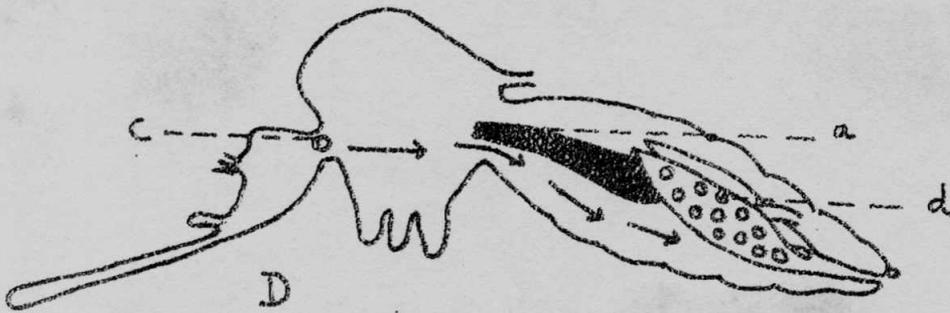
- A: Le développement des oeufs commence après que la femelle de moustique ait imbibé du sang et que son intestin soit dilaté.



- B: L'intestin active sur le cordon nerveux central et les signaux sont envoyés au cerveau.



- C: Certaines cellules cérébrales sécrètent une hormone dans le liquide circulatoire de l'insecte.



- D: Cette hormone engendre la sécrétion d'une seconde hormone par l'allata corporel (glandes du cou).



- E: Avec l'arrivée de cette hormone à l'ovaire, les protéines du sang entrent dans le liquide ovarien et sont absorbés par les oeufs. Les gouttelettes jaunes d'oeufs viennent et les oeufs s'agrandissent (D'après Thomas Eisner).

La distribution locale, comme disent beaucoup d'auteurs, des oeufs de moustiques se rencontre dans beaucoup de places. Ils sont trouvés sur la surface d'eau (Anopheles et Culex), sur les surfaces humides (Aedes, etc.) ou collés au-dessous des feuilles des plantes aquatiques (Mansonia).

Au moment de la ponte, selon Goma (1966), les oeufs de moustiques sont principalement blancs et mous; mais après ils deviennent noirs et presque durs. Le temps de formation d'une larve à l'intérieur de l'oeuf est souvent une affaire de quelques jours; cela est connu sous le nom de la période d'incubation.

1.2. Développement larvaire (fig.7).

La manière dont la jeune larve d'Insecte sort de l'oeuf n'a été observé que chez un petit nombre d'espèces. Lorsque la coquille est mince et peu résistante; la sortie s'effectue après quelques mouvements de va et vient ou de contorsion effectués par la larve. Plus épaisse, la coquille offre un obstacle qui ne peut être vaincu qu'au moyen des dispositions particulières. Ou bien il existe une ligne de moindre résistance suivant laquelle l'enveloppe se déchire (Papillon, Poux, Punaise de bois, etc.) ou bien la larve possède des organes coupants qui lui permettent de s'ouvrir une issue (Criquet, Ver à soie, Puce, Moustique, etc.).

En ce qui concerne la transformation de la larve en adulte, deux cas sont à distinguer :

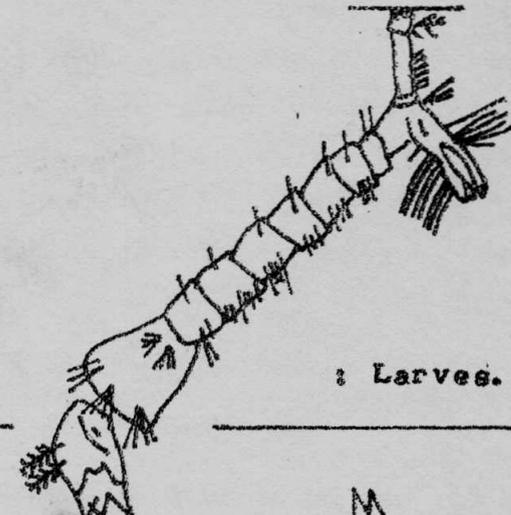
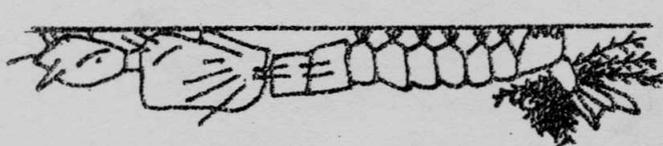
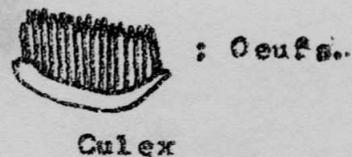
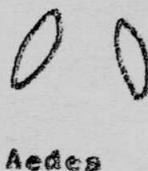
- Métamorphose incomplète : Chez un certain nombre d'Insectes (Archiptères, Orthoptères, Hémiptères) les larves à l'éclosion ne diffèrent guère des adultes que par leur taille réduite et leurs ailes à l'état d'ébauches. Le développement est presque "direct". Les mues successives sont marquées par un accroissement de la taille générale et de la longueur relative des ailes. Les métamorphoses sont peu profondes et très progressives; on dit qu'elles sont incomplètes (Insectes hémimétaboles).

- Métamorphose complète : Comme d'autres insectes (Névroptères, Coléoptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères), les moustiques subissent une métamorphose complète de quatre stades différentes pendant leur cycle de vie et ont des larves différant profondément des adultes.

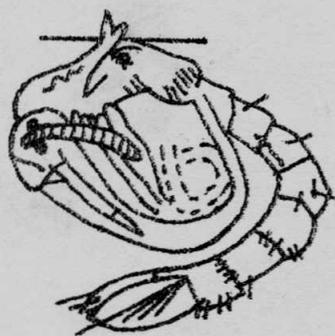
Selon Neveu - Lemaire (1938); l'éclosion se produit en deux ou trois jours quand la température est favorable, elle peut être retardée, parfois longtemps, quand la température baisse. La

Anophélinés

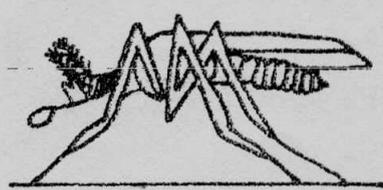
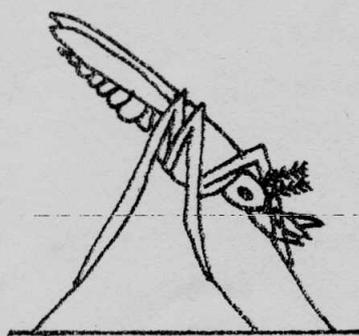
Culicinéés



: Larves.



: Nymphes.



: Femelles adultes.

Fig. 7. Schémas du cycle de vie du moustique (D'après G.L. Clarke).

jeune larve présente sur la tête un petit éperon, appelé appareil d'éclosion, qui lui facilite sa sortie de l'oeuf. Les de Culex sortent de la coque de l'oeuf en soulevant un opercule; celles des Anopheles et Aedes du sous-genre Stegomyia quittent l'oeuf en déchirant sa cuticule.

1.2.1. La larve.

1.2.1.1. La morphologie (Neveu - Lemaire, 1938).

A sa sortie de l'oeuf, la jeune larve mesure à peine un millimètre de longueur; subit trois mues et présente par conséquent quatre stades larvaires successifs, au cours desquels se produisent quelques modifications morphologiques.

- La morphologie externe de ces larves varie suivant qu'il s'agit de Culicinae ou d'Anophelinae (fig.8) :

a) La tête, chez les Culicinés, est plus petite que le thorax et porte des antennes, des yeux, un clypéus, des brosses, des touffes latérales, des pièces buccales et une plaque mentonnière ou mentale dont la forme varie suivant les genres et les espèces.

La tête, chez les Anophélinés, est petite, plus au moins ovalaire et porte des antennes courtes à deux articles, deux yeux grands entourant les ocelles, un clypéus avec des soies clypséales, des soies frontales, des soies périoculaires, des soies occipitales. Les pièces buccales comprennent : une paire de mandibules, formées d'un seul article et solide, avec trois touffes de soies recourbées d'un côté, près de l'apex, cinq dents à l'apex et deux touffes de poils fins; une paire de mâchoires, pourvues d'un palpe distinct finissant par plusieurs épines et une plaque, et présentant latéralement une soie plumeuse; une lèvre inférieure réduite, consistant en une petite plaque située entre les deux mâchoires.

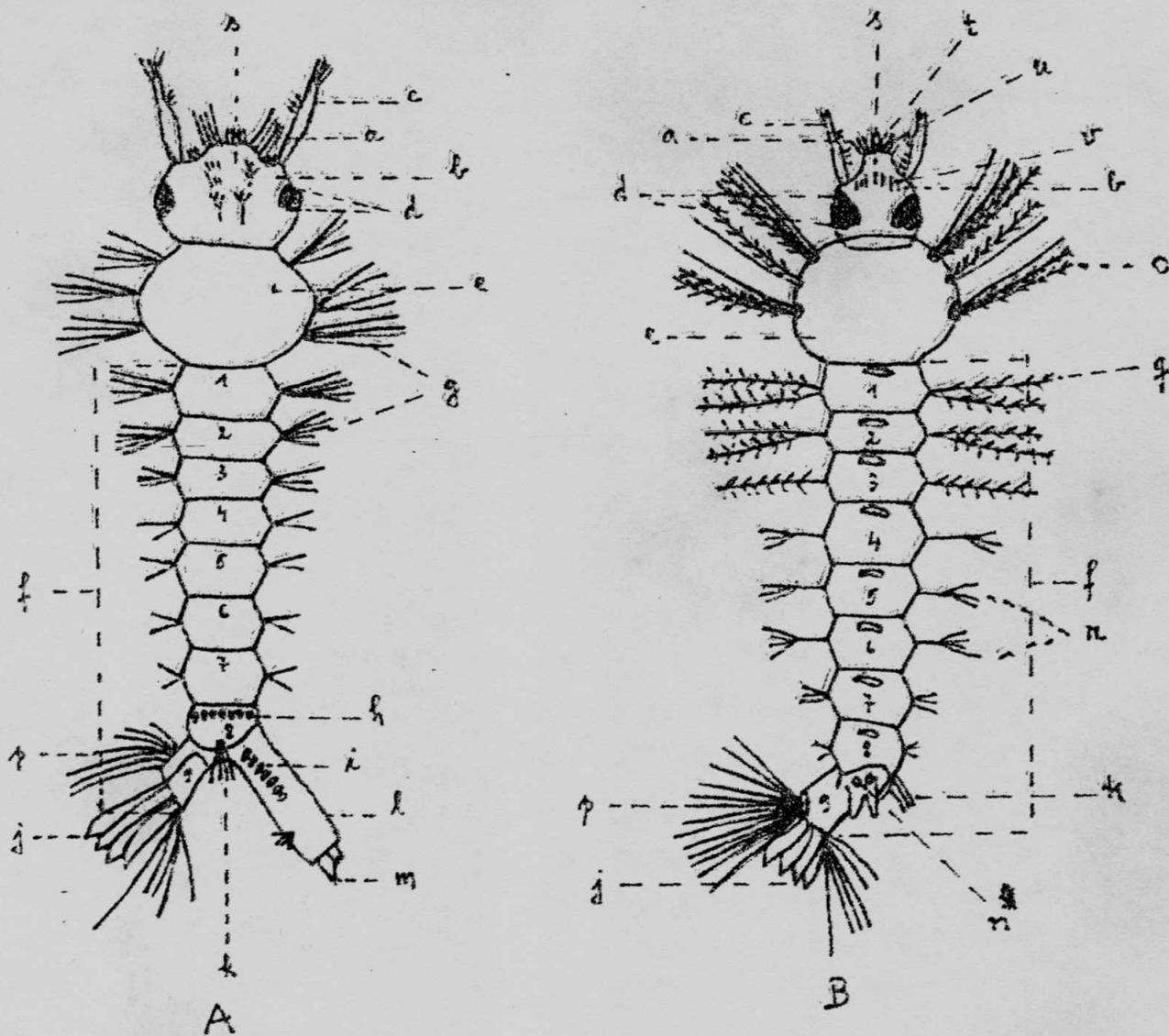


Fig. 8. Larves ( A: de Culiciné; B: d'Anophéliné):  
 a) brosses buccales; b) tête; c) antennes; yeux d'adulte et de larve;  
 e) thorax; f) abdomen; g) soies latérales simples; h) peigne; i) peigne du siphon respiratoire; j) papilles anales; k) peigne du 8<sup>e</sup> segment; l) siphon respiratoire; m) stigmate; n) spiracle; o) soies palmées thoraciques; r) gouvernail; q) soies palmées latérales; r) soies palmées abdominales; s) clypérs; t) soies clypséales internes; u) soies clypséales externes; v) soies frontales. ( D'après L.K.H. Goma ).

b) Le thorax, Chez les Culiciné, est généralement plus large que la tête et tous les segments abdominaux; il présente trois paires de touffes de poils latéraux simples, non ramifiés, naissant sur un petit tubercule et paraissant indiquer la métamérisation avant et en arrière. Chez les Anophélinés le thorax est beaucoup plus large que la tête, parfois plus large que long et présente une rangée de soies plumeuses.

à son extrémité frontale, une autre rangée de soies semblables sur le milieu, en avant des pleurae et trois longues soies plumeuses en arrière de chaque côté.

c) L'abdomen est formé de neuf segments.

Chez les Culicidés, il est plus étroit que le thorax, les six premiers portent une touffe de soies latérales simples. Cette touffe est beaucoup moins développée au 7<sup>e</sup> segment; le 8<sup>e</sup> porte dorsalement un tube ou siphon respiratoire de longueur et de largeur variées et à l'extrémité duquel se trouvent les Stigmates, qui peuvent être obturés par 5 valves articulées. Le rapport de la plus grande largeur et de la longueur du siphon constitue l'indice siphonique, utilisé en systématique. Le siphon porte de touffes de poils, une série d'épines désignées sous le nom de peigne et différents ornements. Le 8<sup>e</sup> segment porte également un peigne. Chez certains Aedes (Ochlerotatus), le siphon a une structure particulière qui lui permet de se fixer sur diverses plantes aquatiques. Le 9<sup>e</sup> segment porte ventralement l'anus, entouré de 4 expansions foliacées, ou papilles anales, fonctionnant comme des branchies; ce segment porte de touffes de poils et de dents à conformation variable. Les larves d'Uranotoenia ont un siphon respiratoire très court, ce qui les rapproche des larves d'Anophèles.

Chez les Anophélinés, les 3 premiers segments abdominaux portent de longues soies plumeuses latérales; ces soies existent également sur les 3 segments suivants chez Anopheles (Anopheles) plumbeus. Les segments 3, 4, 5, 6 et 7 présentent de soies palmées. Le 8<sup>e</sup> segment porte dorsalement les deux orifices stigmatisques: il est muni d'un peigne chitineux. Le 9<sup>e</sup> segment présente ventralement l'orifice anal, entouré de 4 palettes branchiales et porte de chaque côté une rangée de longues soies. Les derniers segments abdominaux des larves de quelques Anophèles sont pourvus de poils crochus qui permettent à ces larves de vivre dans les eaux courantes en se fixant aux plantes aquatiques.

- La morphologie interne varie moins d'un genre à l'autre que la forme extérieure, c'est pourquoi nous avons jugé utile d'étudier qu'une seule larve de Th. (Theobaldia) annulata (fig.9).

- a) Le système musculaire comprend des muscles dorsaux et ventraux.
- b) L'appareil digestif commence à la bouche qui conduit dans un pharynx situé dans la tête. Il existe des pièces bucco-pharyngées bien étudiées par J. SAUTET; ces pièces contribuent à former la majeure partie du pharynx; elles sont homologuées à un épipharynx et un hypopharynx réunis par une membrane chitineuse transparente qui se prolonge par l'intima chitineuse de l'intestin antérieur. Cette armature bucco-pharyngée présente des variations assez considérables suivant les espèces et les genres; primitivement lisse chez les larves venant d'éclore, elle s'ouvre ensuite de rangées de petites épines, qui, finalement donnent naissance, dès le 30<sup>e</sup> stade larvaire, à des arcs épineux semblable à ceux de la larve du 40<sup>e</sup> stade, mais plus petits. Après le pharynx vient un court oesophage, puis un estomac cylindrique qui s'étend jusqu'au 6<sup>e</sup> segment abdominal et qu'entourent, dans le thorax, au niveau du proventricule, huit culs de sac ou sinus en forme de cornue, variables suivant les espèces. Entre l'estomac et l'intestin, débouchent les tubes de Malpighi. L'intestin grêle est légèrement sinueux, puis vient une ampoule rectale, qui se rétrécit pour se terminer à l'anus, entouré, comme nous l'avons dit précédemment, de 4 palettes anales. Des glandes salivaires se trouvent dans la partie antérieure du thorax.
- c) L'appareil respiratoire est constitué par deux gros troncs trachéens latéraux parallèles, situés un peu au-dessus du vaisseau dorsal et parcourant le corps dans toute sa longueur. Au niveau du thorax, ces troncs s'écartent l'un et l'autre et s'anastomosent. La partie postérieure du corps, ces deux troncs se terminent aux stigmates, après s'être dilatés, chez les Culicinos, à l'extrémité du siphon respiratoire. A la

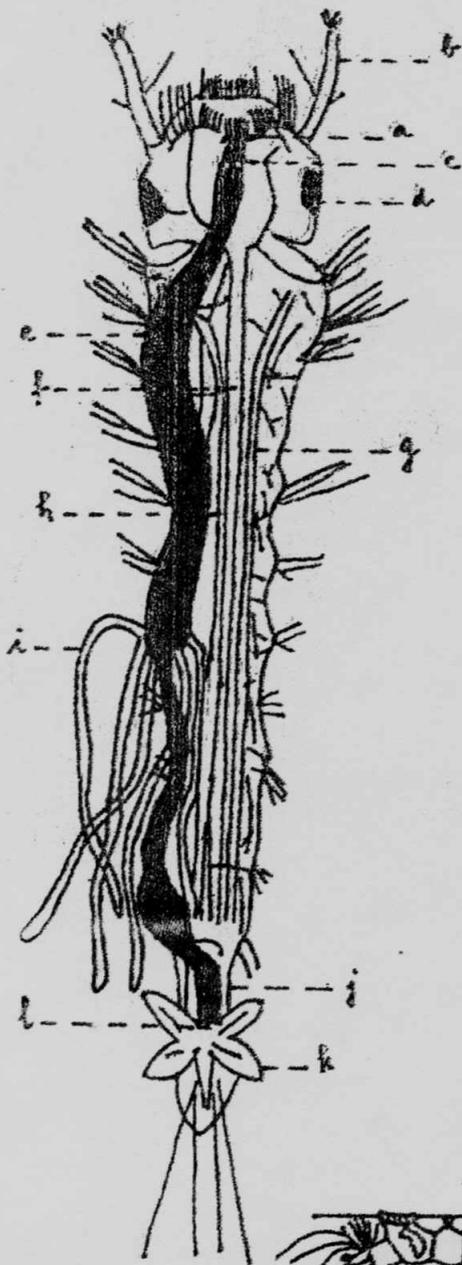


Fig. 9. Morphologie interne d'une larve de Theobaldia (Theobaldia) annulata venant d'éclore: vue ventrale; a) bouche; b) antenne; c) ganglion nerveux; d) œil; e) tube digestif; f) vaisseau dorsal; g) chaîne nerveuse ventrale; h) trachée; i) tubes de Malpighi; j) siphon respiratoire; k) papille anale; l) anus. ( D'après M. Laugeron ).

naissance du siphon, chacun des gros trachéens donne une branche inférieure, qui se divise elle-même en deux rameaux : l'antérieur se dirige parallèlement au gros tronc et au-dessous de lui dans toute longueur; le postérieur se rend dans le 9<sup>e</sup> segment abdominal, au-dessus et de chaque côté du rectum, pour se diviser au voisinage de l'anús en 4 ramifications, qui vont former la trachée centrale de palettes anales; cette trachée médiane donne des ramifications latérales analogues aux nervures secondaires des feuilles. Les troncs principaux, ainsi bien que le tronc inférieur, envoient des ramifications dans la tête, le thorax et les différents segments abdominaux.

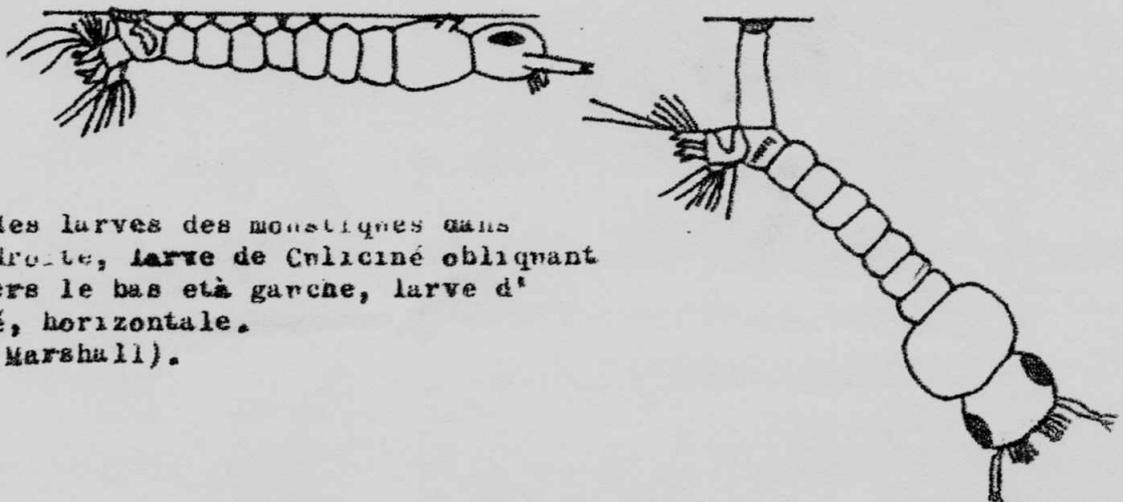


Fig. 10. Attitude des larves des moustiques dans l'eau: a droite, larve de Culiciné obliquant la tête vers le bas et à gauche, larve d'Anophéliné, horizontale. ( D'après Marshall ).

- d) L'appareil circulatoire se compose d'un vaisseau dorsal occupant le thorax et l'abdomen et conformé comme celui de l'insecte adulte.
- e) L'appareil excréteur est formé de 5 tubes de Malpighi, débouchant à la naissance de l'intestin, au niveau du 6<sup>e</sup> segment abdominal.
- f) Le système nerveux comprend des ganglions cérébroïdes et sous-oesophagiens, situés dans la tête et reliés par un collier oesophagien. La chaîne ventrale comprend 3 ganglions thoraciques et autant de ganglions abdominaux qu'il y a de segments.
- g) Les organes des sens sont représentés par les yeux situés de chaque côté de la tête.
- h) L'appareil génital existe à l'état d'ébauche chez les larves du 4<sup>e</sup> stade, au niveau des 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> segments abdominaux. M. Langeron a montré que ces ébauches permettent déjà de reconnaître le sexe de l'insecte, les testicules apparaissent nettement à cause de leur pigmentation. On peut même voir les ébauches génitales chez les larves du 2<sup>e</sup> stade.

#### 1.2.1.2. Habitat.

La grande majorité des larves des moustiques vivent dans l'eau fraîche. Sauf une petite minorité d'espèces qui utilisent l'eau saumâtre ou certaines places des cours d'eau coulants. Les différentes espèces de larves de moustiques habitent différemment. D'autres ont une grande préférence d'habitat tandis que d'autres sont limitées dans leur choix et préfèrent un type d'habitat. Ainsi, le moustique C. (Culex) pipiens se trouvent dans toutes sortes d'habitats artificiel ou naturel (marais, étang, fossés, etc.). En comparaison; Anopheles (Myzomyia) gambiae, principal vecteur de la malaria, préfère les étangs, les puits, marais herbeux, etc.; d'autres Aedes les trous d'arbres tandis que Aedes (St.) simpsoni habitent dans les aisselles de feuilles

de bananes et les feuilles d'ananas (Goma, 1966). Il est généralement accepté que la distribution écologique des larves en nature est largement en résultant de différentes habitudes de ponte du moustique adulte.

#### 1.2.1.3. Mouvement.

Les larves de moustiques se meuvent elles-mêmes dans l'eau en directions nombreuses, et peut-être le mouvement le plus familier est la nage. Celle-ci est accomplie par des mouvements de battement du corps tout entier à travers l'eau. Les mouvements des larves d'Anophélinés à la surface d'eau sont généralement du genre précité. Un autre mouvement commun parmi les moustiques est connu sous le nom de glissement dans lequel les larves se meuvent pour la nutrition par les pièces buccales. Celles-ci causent l'avancement sans effet apparent. Les larves sont capables non seulement de se mouvoir en avant sur la surface d'eau ou en broutant sur les surfaces des objets submergés mais aussi de rester fixées et le corps se dirige horizontalement. Le glissement est très commun parmi les larves de Culicinés (Goma, 1966).

#### 1.2.1.4. Attitude.

En les examinant vivantes dans l'eau, selon Neveu - Lemaire (1938), on peut aisément distinguer par leur attitude, les larves de Culiciné de celles d'Anophéliné (fig.10). Les premières, pourvues d'un siphon respiratoire, se tiennent, pour mettre leurs stigmates en contact avec l'air atmosphérique, obliquement dans l'eau la tête en bas; les secondes, dépourvues de siphon, se tiennent horizontalement, parallèlement à la surface de l'eau. On pourrait se poser la question de savoir comment la larve se suspend-t-elle?; voici la réponse de Goma (1966): en gambadant la larve sort de l'eau, une bulle d'air entre par le siphon, ensuite en tombant dans l'eau, elle reste suspendue par la terminaison du siphon respiratoire grâce à cette bulle

d'air. Donc la larve ne fait aucun effort pour se maintenir à la surface tandis que pour se détacher et reprendre sa liberté, elle a besoin d'un effet musculaire.

#### 1.2.1.5. Respiration.

Les larves sont adaptées à la respiration d'air atmosphérique et l'échange gazeux est facilité à travers la paire de spiracles situés sur le dorsal du 8<sup>e</sup> segment abdominal chez les Anophélinés et au sommet du siphon respiratoire chez d'autres moustiques (fig.11) mais peuvent aussi utiliser accessoirement l'oxygène dissous dans l'eau grâce aux feuillets branchiaux qu'elles portent à la partie postérieure de l'abdomen. Quand la larve est submergée, les spiracles se ferment mais quand elle est en surface elle établit le contact avec l'air par les orifices des spiracles. Chez les larves d'Anophélinés une plaque est attachée antérieurement aux orifices des spiracles et les étend comme une patte (fig.12.A). Quand la larve est à la surface d'eau, la patte expose les orifices à l'air (fig.12.B); mais quand elle est sous la surface, la patte se referme sur les orifices (fig.12.C). Chez d'autres moustiques tels que Aedes et Culex, l'orifice du spiracle est gardé par 5 valves (Fig.12.D.) qui s'ouvrent quand la larve est à la surface d'eau/<sup>et</sup> se ferment quand elle est submergée (Gona, 1966). A part quelques exceptions, les larves des moustiques possèdent des glandes autour des orifices des spiracles qui produisent une sécrétion huileuse hydrophile empêchant les orifices de se mouiller de l'eau. Par conséquent, l'eau ne pénètre pas dans le système respiratoire (Wigglesworth, 1949; Clements, 1963).

#### 1.2.2. La nymphe.

Après avoir subi 3 mues, durant un temps variable, la larve, selon Neveu - Lemaire (1938), est parvenue à son complet développement et cesse de se nourrir. Elle subit alors une 4<sup>e</sup> mue et devient une nymphe (Fig.13); l'auteur ajoute que les nymphes de tous les Culicidés se

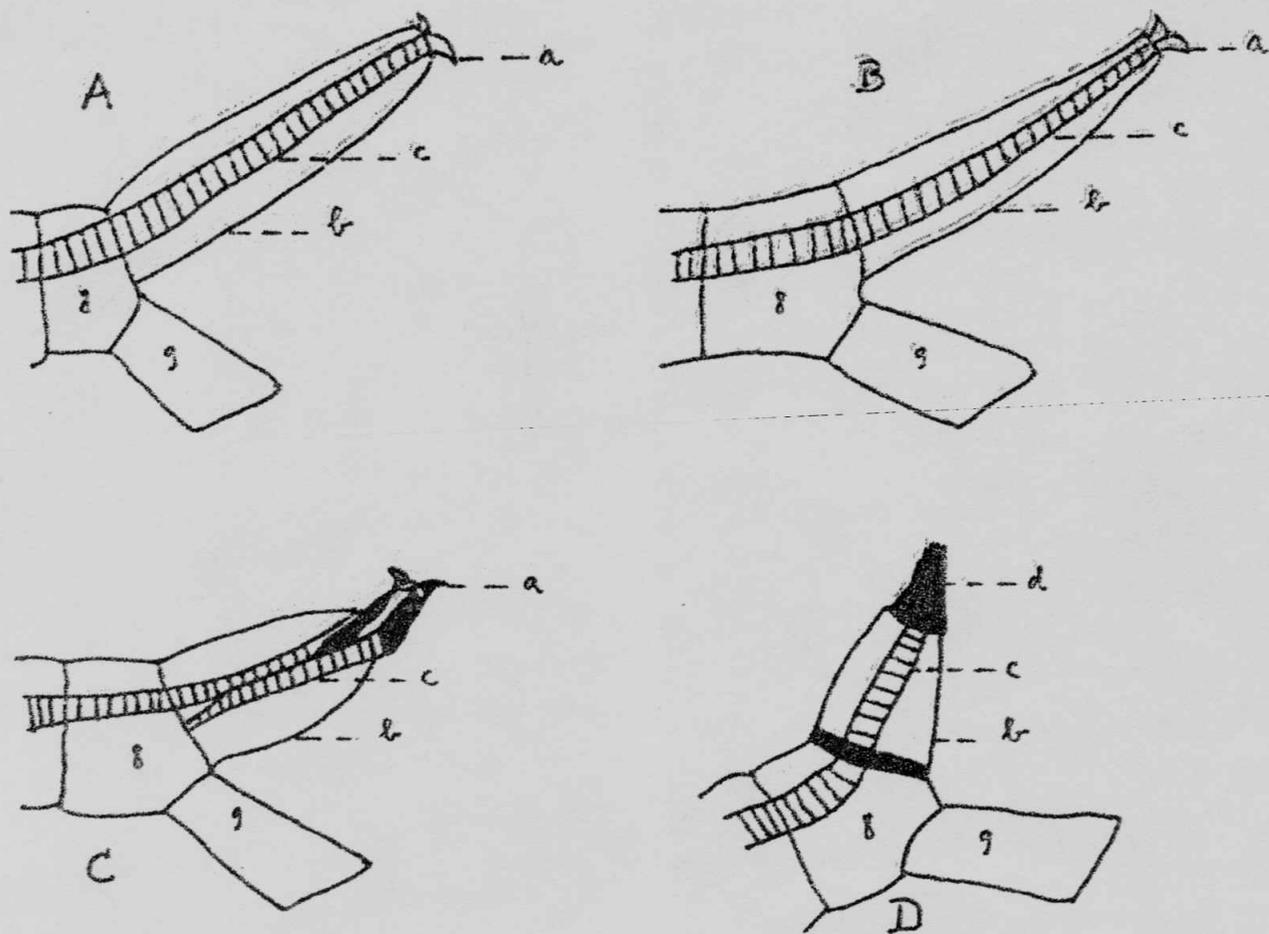


Fig. 11. Modifications morphologiques du siphon larvaire associées aux habitudes respiratoires: A: larve de *Cyliciné*; B: de *Ficalbia perplexens*; C: de *F. pallida*; D: de *Mansonia*; a) valve; b) siphon respiratoire; c) trachée; d) organe perçant. ( D'après L.h.H. Goma ).

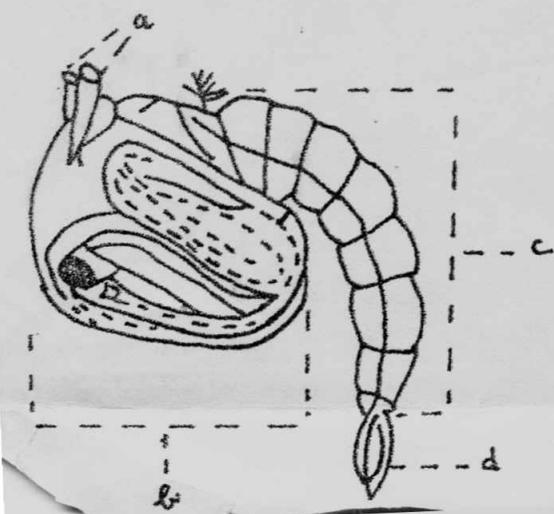


Fig. 13. La nymphe: a) trompettes respiratoires; b) céphalothorax; c) abdomen; d) palette. ( D'après Marshall, modifié par L.h.H. Goma ).

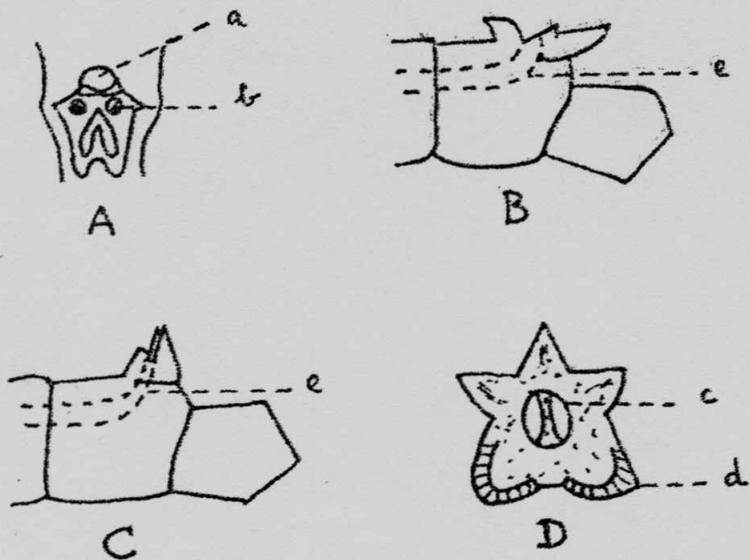
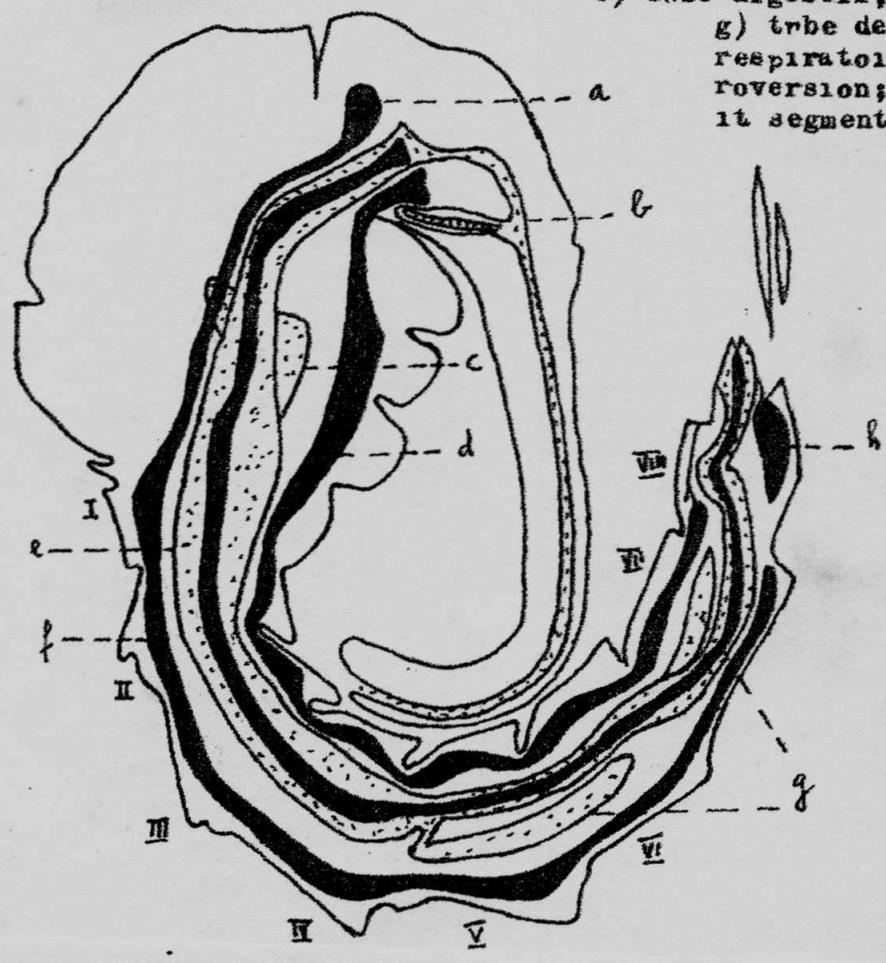


Fig. 12. Organes de respiration larvaire: ( A: Anophèle; a) plaque antérieure; b) spiracle); B) Bont de l'abdomen avec le spiracle ouvert et en C) fermé; e) trachée; D) Collex: bont du siphon respiratoire; c) orifice de spiracle; d) valve. ( D'après Snodgrass, modifié par L.K.H. Goma ).

Fig. 14. Coupe sagittale d'une nymphe de moustique femelle: a) ganglion cérébrifide; b) canal salivaire; c) poches gastriques; d) chaîne nerveuse centrale; e) tube digestif; f) vaisseau dorsal; g) tube de Malpighi; h) siphon respiratoire de la larve en retroversion; de I à VIII, les huit segments abdominaux.



( D'après C.H. Hurst ).

ressemblent beaucoup; elles ont l'aspect d'un point d'interrogation car, dit-on, la nymphe est comme une larve dont on aurait gonglé la tête et le thorax et recourbée l'abdomen comme une virgule et au lieu du tube respiratoire larvaire, existent deux petits cornets céphaliques servant au même usage.

#### 1.2.2.1. La morphologie (Neveu -Lemaire, 1938).

Du point de vue de leur morphologie externe, on peut étudier, dans le corps des nymphes, deux parties : le céphalothorax et l'abdomen.

a) Le céphalothorax forme une masse antérieure volumineuse, sur la partie dorsale de laquelle se trouve deux appendices, les siphons ou tubes respiratoires, appelés encore oreilles ou trompettes, dont les orifices sont garnis de poils. La masse céphalothoracique renferme tous les appendices du futur moustique : yeux, antennes, pièces buccales, ailes et pattes.

b) L'abdomen, situé en arrière du céphalothorax, est formé de 8 segments. A l'extrémité postérieure se trouvent deux grandes palettes caudales, au-dessus desquelles existe une sorte de moignon qui représente le 9<sup>e</sup> segment. L'abdomen est orné de poils et de soies de différentes formes. La forme des siphons respiratoires, celle des palettes et la disposition de certaines soies abdominales permettent de distinguer certains genres et certaines espèces.

Du point de vue de leur morphologie interne, les nymphes de moustiques possèdent déjà la plupart des organes des adultes (fig.14).

a) Le système musculaire de la nymphe est celui de l'insecte parfait.

b) L'appareil digestif, bien que ne fonctionnant pas, puisque les nymphes ne prennent aucune nourriture, est déjà constitué comme celui de l'adulte. Les pièces buccales, labre-épipharynx, mandibules, mâchoires et leurs palpes, hypopharynx

et labium, existent chez la nymphe. A la bouche fait suite un pharynx qui se continue par un oesophage, un estomac cylindrique et un intestin de petit diamètre. Les glandes salivaires sont déjà bien développées.

c) L'appareil respiratoire est formé de deux troncs trachéens latéraux, qui se terminent chacun dans un des siphons respiratoires du céphalothorax, à l'extrémité desquels s'ouvrent les stigmates.

d) L'appareil circulatoire comprend un vaisseau dorsal occupant la plus grande partie du céphalothorax et l'abdomen.

e) L'appareil excréteur est constitué par cinq tubes de Malpighi, débouchant à la jonction de l'estomac et de l'intestin.

f) Le système nerveux comprend des ganglions cérébroïdes et sous-oesophagiens reliés par un collier, et une chaîne ventrale avec trois ganglions thoraciques très rapprochés les uns des autres et sept ganglions abdominaux.

g) Les organes des sens sont représentés par des yeux, situés de chaque du céphalothorax, qui grandissent pendant la période nymphale et finissent par entourer presque complètement la tête. A côté des yeux composés se trouve de chaque côté une ocelle, qui en est séparée chez la jeune nymphe par un petit intervalle, lequel disparaît peu à peu à mesure que la nymphe devient plus âgée, de telle sorte que chez les nymphes âgées, il est impossible de distinguer, si ce n'est sur des coupes, l'intervalle qui sépare l'oeil de l'ocelle.

h) L'appareil génital est beaucoup mieux formé que chez la larve; il existe, suivant les sexes, soit des testicules et des canaux déférents; soit des ovaires, des oviductes et un oviducte médian avec des réceptacles séminaux.

#### 1.2.2.2. La transformation de la larve en nymphe.

Quand la larve s'approche de la fin de sa 4<sup>e</sup> mue, elle se tient

perpendiculairement et de plus en plus gonflée. Elle demeure horizontalement à la surface de l'eau et des ondulations péristaltiques de retrécissement passent au-dessus de son corps jusqu'à ce que la nymphe apparaisse. Les mues prennent place comme d'habitude par la rupture de la peau nymphale le long de la ligne de la mi-dorsale du thorax. La nymphe, libérée après l'élimination de la peau larvaire reste d'habitude pour un petit temps avec son abdomen horizontal. Elle prend alors l'apparence nymphale normale par retraction de l'abdomen sous le corps.

Le temps nymphal des moustiques n'est pas entièrement étudié; mais on peut dire que l'heure du début varie considérablement. Chez quelques espèces elle se déroule la journée tandis que chez d'autres <sup>il se</sup> nuit (Goma, 1966). Ainsi, chez Anopheles punctulatus la transformation se produit principalement dans l'après-midi entre 14 et 17 heures (Mackerras et Lemerle, 1950) et Anopheles (Myz.) gambiae la plupart se font pendant la matinée et l'après-midi vers 14 heures (Goma, 1966).

#### 1.2.2.3. Période nymphale.

Une des principales caractéristiques du stade nymphal est sa courte durée (3 à 5 secondes en moyenne). Les nymphes développées sont incapables d'arrêter l'émergence. Différentes des oeufs, des larves et des adultes, elles montrent des adaptations de survie sous les périodes prolongées de mauvaises conditions et vivent dans l'eau comme les larves (Goma, 1966). En observant particulièrement quelques espèces de moustiques, Howard (1911) nous donne les durées différentes de la période nymphale : elle est de deux jours au minimum chez C. (Culex) fatigans et de trois jours et plus chez les Anopheles; elle varie d'un à cinq jours chez Aedes (Steg.) aegypti.

#### 1.2.2.4. Le mouvement.

Selon beaucoup d'observateurs, nous pouvons dire que la nymphe

est tout à fait une créature active. Cependant, la puissance de locomotion montre que la nymphe est généralement surestimée : les nymphes se meuvent grâce à deux plaques qui battent dorso-ventralement de chaque côté du corps comme chez les larves. Quand les mouvements s'arrêtent, la nymphe monte directement à la surface. Il y a, cependant, quelques espèces des moustiques dont les nymphes se déplacent difficilement; par exemple les espèces de Mansonia s'attachent aux parties submergées des plantes aquatiques et semi-aquatiques grâce à leurs trompettes respiratoires pointues.

#### 1.2.2.5. La respiration.

La plupart de nymphes montrent d'après Goma (1966) un peu de résistance à la submergence prolongée dans l'eau car la respiration est entièrement aérienne grâce à sa cuticule imperméable et qu'elles utilisent aussi l'oxygène dissous. Le contact entre le système trachéal et l'air est dû aux moyens des trompettes respiratoires. Pendant que la plupart de nymphes respirent à la surface d'eau, les Mansonia tirent l'air contenu dans les tissus des plantes submergées comme leurs larves.

#### 1.2.3. Le moustique adulte.

Avant d'éclore le moustique, entièrement développé à l'intérieur de la nymphe, insuffle de l'air sous le tégument nymphal à travers ses orifices respiratoires. Le tégument se gonfle, élevant un peu la nymphe au-dessus de l'eau, puis se fend longitudinalement et circulairement. L'insecte avale de l'air, grimpe sur la dépouille flottante et s'envole; il faut noter que le thorax et la tête sont les premiers à sortir, les pattes et l'abdomen ensuite. D'après Neuveu - Lemaire (1938); à l'issue de l'éclosion véritable, l'insecte est encore mou et humide; ses ailes sont pendantes et plissées. Il lui faut quelques temps pour se sécher, se durcir et devenir un véritable imago ressemblant en tout point, à une

image fidèle de ses parents. C'est dire qu'il ne peut ensuite grandir car bon nombre d'auteurs disent que la taille d'un moustique adulte ne dépend pas de son âge mais uniquement de la taille qu'avait acquise sa larve avant sa transformation en nymphe.

Parlant de la durée totale de l'évolution, de l'oeuf à la naissance de l'adulte, nous vous donnons quelques exemples de L.O. Howard (1911) : la durée minima du cycle évolutif du C. (Culex) fatigans est de 10 jours; 16 à 24 heures pour l'éclosion, 7 jours pour la période larvaire et 2 jours pour la période nymphale et celles des Anopheles pour 14 à 19 jours; de 36 à 48 heures pour l'éclosion, de 11 à 14 jours pour la période larvaire et 2 à 3 jours pour la période nymphale. Comme l'a constaté J. ZETEK (1919) cette durée peut diminuer ou augmenter.

### 1.3. Nourriture des larves et des moustiques adultes.

#### 1.3.1. Nourriture et Nutrition des larves.

La plupart de larves de moustiques ne sont pas sélectives dans leurs habitudes de nutrition (Lavid, 1958). D'après Goma (1966), les contenus de l'intestin comprennent une sélection représentative des micro-organismes et de petites particules organiques et inorganiques comme les algues d'eau douce, de matières animales et de détritux végétaux de récipients. Quelques particules ingérées passent à travers l'intestin sans être digérés: rigoureusement parlant, ces particules ne constituent pas la nourriture. Il y a un petit nombre d'espèces de larves qui se nourrissent de matières qui s'attachent aux surfaces des objets submergés et d'autres attaquent et ingèrent d'autres larves de moustiques comme des Megarhinus.

Ainsi, il y a trois types de nutrition :

- a) nutrition par filtration : c'est le mode typique de nutrition de presque toutes les larves de moustiques. Il consiste essentiellement en une filtration de particules alimentaires

suffisamment petites pour passer directement dans la région digestive. Ici, ce sont surtout les brosses buccales qui provoquent des courants d'eau apportant les particules alimentaires vers la bouche.

Les larves d'anophélinés ont deux méthodes tout à fait distinctes de cueillette alimentaire par filtration : "eddy"feeding et "interfacial"feeding (Christophers et Puri, 1929; Bates, 1949; Clements, 1963). Dans la première méthode, les brosses buccales produisent un courant d'eau en deux tourbillons en face de la larve (fig.15.A), ce courant est dirigé vers la bouche où la peigne maxillaire collectionne les particules solides qui seront alors avalées et c'est la méthode communément observée mais dans la deuxième méthode il n'y a pas de tourbillons mais les fines particules flottantes approchent de la bouche suivant des lignes droites de toutes les directions avec une vitesse à peu près égale (fig.15.B. et C.). Chez les Culex et d'autres larves de Culicidés, un type différent de mouvements d'eau est observé pendant la nutrition (Christophers et Puri, 1929). Ici l'eau est aspirée de bas passe à travers les maxillaires et sort parallèlement à la surface de l'eau en arrière de la larve (fig.15.D) maintenant la larve stationnaire pendant l'alimentation.

b) Nutrition par broutage : Ce moyen est défini comme processus d'écorchure de matière solide avant d'entrer dans la région digestive (Surtees, 1959a). Ce type de nutrition est commun parmi les larves de Culicidés par exemple Aedes (St.) africanus.

c) Prédation : L'habitude prédatrice a lieu presque chez les larves de moustiques des genres Eretmopodites, Sabethes, Toxorhynchites, Culex, Anopheles bifurcutus, etc. Ces larves attaquent et se nourrissent des larves d'autres moustiques ou autres insectes mais le cannibalisme est apparemment répugnant si d'autres aliments ne sont disponibles (Goma, 1966).

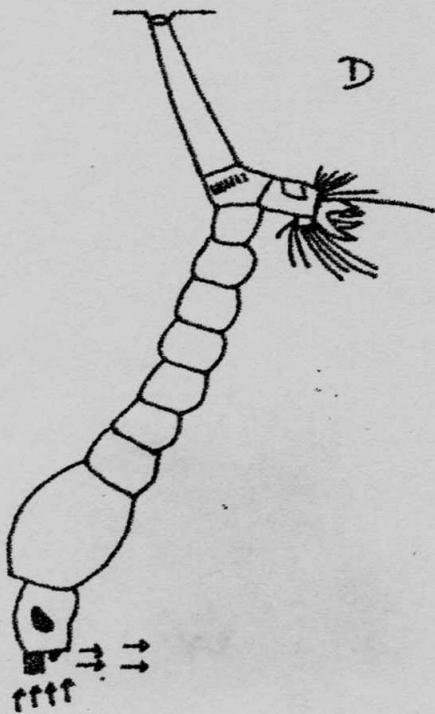
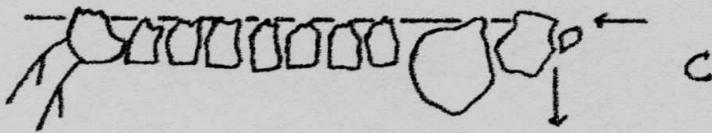
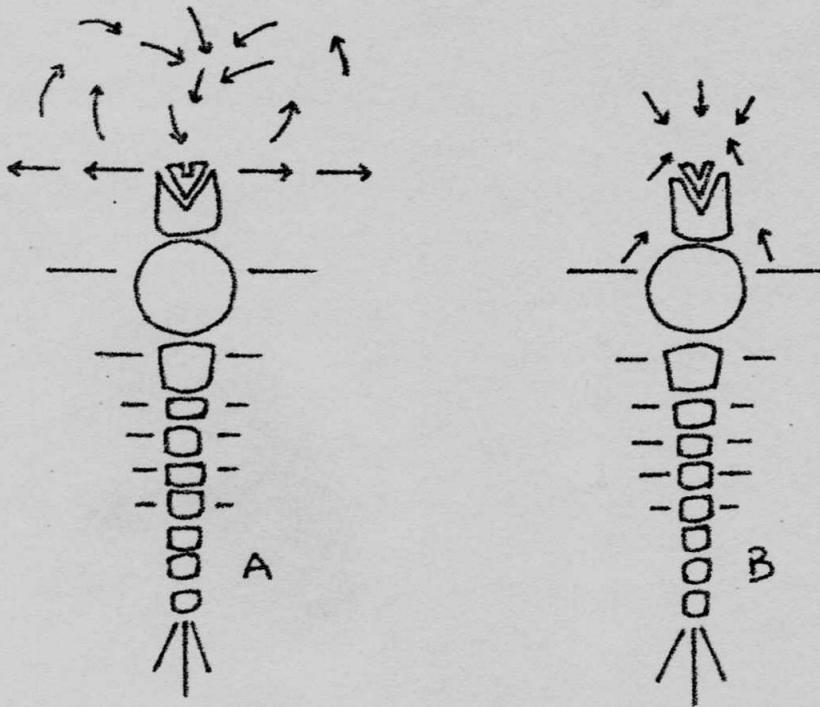


Fig.15. Diagrammes montrant l'exemple des courants d'eau en tourbillon (A) et interface (B et C) nourrissants une larve d'Anophéliné; ( D'après Renn, modifié par Bates)  
Et en (D) les courants d'eau dûs à la nutrition d'une larve de Culiciné. ( D'après Christo-hers et Puri, modifié par L.K.H. Goma ).

1.3.2. Nutrition des moustiques adultes.

Le moustique adulte, soit mâle ou femelle, étant équipé seulement avec des pièces buccales suceuses, ne peut prendre la nourriture que sous la forme liquide. Les liquides végétaux sont le nectar, les miellées, le jus de fruits, etc. Cependant, les deux sexes peuvent vivre exclusivement de nourriture végétale; les femelles de moustiques exigent un repas sanguin pour le développement et la ponte des oeufs, nécessaire pour la propagation des espèces; c'est uniquement la femelle qui se nourrit du sang. Les pièces buccales du mâle ne sont pas piquantes : ainsi les mâles ne sont pas suceurs de sang. Cependant toutes les espèces femelles ne sont pas suceuses, par exemple Toxorhynchites, mâle ou femelle, ont une trompe en forme de crochet qui les rend incapables de piquer; les moustiques du genre Malaya se nourrissent de contenus stomacaux regurgités par les fourmis Cremastogaster.

1.4. Différenciation entre les larves d'Anopheles, Culex et Aedes.

D'après beaucoup d'auteurs, nous avons remarqué que les trois larves présentent une conformité assez proche du point de vue morphologique et pour cela nous avons jugé bon de les différencier sur le plan biologique.

	Anopheles	Cules	Aedes
Stigmate	sessile	à l'extrémité d'un siphon respiratoire au moins aussi long que large	
Tube Respiratoire	presque nul ou non apparent réduit en une protubérance	long ou très long à l'extrémité du corps	court et large en forme d'olive mesurant le quart de la longueur de l'abdomen.
Lieu de développement.	Mares, flaques temporaires d'eau de pluie, bords de rivière à courant lent, étangs, rigoles, marais, bords du lac, etc.	Ordinairement dans les petites accumulations d'eau, dans les habitations, réservoirs artificiels; bouillottes, boîtes à conserve, etc. La larve se développe dans n'importe quelle eau fraîche stagnante, claire ou sale.	Tous les récipients capables de contenir de l'eau se trouvant à l'intérieur des habitations ou dans le voisinage: vieilles casseroles, pirogues abandonnées, boîtes à conserve, etc. Il est à remarquer qu'il suffit à la larve d'une très petite quantité d'eau pour se développer
Attitude au repos	Le corps est étendu horizontalement sous la surface de l'eau et lui est parallèle.	Le corps est étendu du sous la surface de l'eau, la tête en bas, dans une position se rapprochant plus au moins de la verticale.	Le corps est presque semblable à celui des Culex mais suspendu plus verticalement sous la surface de l'eau.
Nutrition	"eddy" et "interfacial" feeding	par broutage	
Mouvement	nage	glissement	

## Chapitre II : Moeurs des moustiques.

### 2.1. Période d'activité.

Les heures d'activité sont variables suivant les espèces qui quittent leurs gîtes et les regagnent à des heures assez régulières. D'autre part, chaque espèce présente une fréquence saisonnière assez nette dans une région donnée et quelques unes effectuent des migrations périodiques.

La femelle d'Anopheles ne pique qu'après le coucher du soleil; leur piqûre ne produit qu'une légère irritation. Aux Etats-Unis ces femelles ont été observées, en des rares occasions, attaquer en plein jour. Elles sont plus voraces au crépuscule et aussitôt après la tombée de la nuit et attaquent exceptionnellement en plein jour.

La femelle de Culex est exclusivement active la nuit, lui facilitant la transmission des microfilaires tandis que la femelle d'Aedes (St.) fasciata n'est ordinairement active, et ne pique que pendant le jour quoiqu'occasionnellement la nuit dans une chambre éclairée et elle est spécialement vorace, tôt le matin, vers le lever du soleil et tard dans l'après-midi.

### 2.2. Facteurs favorables aux activités de moustiques.

#### 2.2.1. La lumière artificielle.

Il semble que la lumière artificielle exerce une attraction sur les moustiques. A la 3<sup>e</sup> conférence tenue à Lucknow en janvier 1914, C.A. Brently, a exposé les résultats d'expériences faites sur l'attraction que la lumière des lampes exerce sur ces insectes. Sa conclusion générale fut que les moustiques réagissent à la lumière émanant des sources artificielles et que, par conséquent, celle-ci les attire dans le voisinage immédiat de l'homme.

#### 2.2.2. La végétation.

Fry et d'autres au Bengale, dans certains districts malariés,

expliquent que les villages entourés d'une végétation très vigoureux sont moins atteints que d'autres ne possédant qu'une végétation moins dense. Cette constatation confirme l'hypothèse de King, qu'un écran d'arbres intercèpe l'accès des moustiques et de la malaria.

### 2.2.3. L'influence de température.

Suivant L.O. Howard (1911), Aedes (St.) fasciata est, en fait, extrêmement sensible aux variations de la température. Il montre la plus grande activité lorsque le thermomètre est dans le voisinage de 28°C. Lorsque la température baisse on s'élève de quelques degrés en-dessous ou au-dessus de ce point, son activité est fortement réduite. Au delà de 39°C., la chaleur lui est fatal<sup>c</sup>. Lorsque la température tombe en dessous de 17°C., le moustique devient lent et paresseux et ne cherche plus à se nourrir. De 12° à 14°C., il s'engourdit, vole avec difficulté et vacille sur ses pattes. Il meurt rapidement, lorsque la température descend à 0°C.

D'après Goma (1966), la température a une influence bien marquée sur la répartition géographique, il y en a cependant qui supportent bien les écarts de température et se rencontrent à une altitude plus au moins élevée. La température retarde ou accélère l'éclosion des oeufs. le développement des larves et la sortie des imagos.

### 2.2.4. Influence de l'alimentation sur la ponte.

Il semble certain, dit L.O. Howard, que le développement des oeufs chez la femelle ne peut se réaliser que lorsque celle-ci est gorgée de sang. La ponte s'opère quelques jours après la prise de nourriture. Si une femelle fécondée est nourrie de substances sucrées, les oeufs ne se développent pas, mais si, après 15 à 20 jours de ce régime, elle reçoit une ration de sang, les oeufs se forment aussitôt. L'alimentation sanguine hâte le développement des oeufs, mais raccourcit la vie du moustique; une ration de miel, d'autre part, empêche la formation des oeufs et prolonge sa vie. Le plus court intervalle entre la prise de sang et la ponte, paraît être de 2 jours, et le plus long de 7.

Voici ce qu'écrit A.W. Bacot sur l'influence de l'alimentation sur la ponte, chez la femelle d'Aedes (Steg.) fasciata : l'accouplement et

la première prise de sang se produisent chez les femelles adultes, aussitôt que possible après la sortie de la nymphe.

### 2.2.5. Le vent et le vol.

Les moustiques ordinairement se dispersent au hasard pendant le vol vers les sites pour la nutrition, le repos, l'accouplement, la ponte et l'hibernation (Provost, 1952). La dispersion, par conséquent due au vent, sert à faciliter les besoins biotiques du moustique. Particulièrement, le fait que les Anophèles se répandent loin de leur gîte à la recherche de nourriture, etc., constitue la dispersion; tandis que le fait qu'ils parviennent à leur destination finale, en passant de maison en maison ou d'abri en abri, à la suite d'une succession inconnue de bonds, s'appelle infiltration (d'une zone) surtout dans des lieux de ponte où les moustiques sont plus nombreux.

Les vols sont communs pour tous les moustiques et il est souvent supposé que les mâles ne volent pas aussi loin que les femelles car la grande proportion des mâles en repos prouve que la place de ponte des espèces particulières n'est pas loin (Boy, 1949). C'est connu que quelques espèces des mâles ont aussi de grande ~~puissance~~ <sup>de vol</sup> que les femelles. Les moustiques peuvent courir de grandes distances de leurs lieux de ponte en vol migrateur. Ajoutons que les moustiques peuvent être transportés loin de leur lieu d'origine par des moyens artificiels, dénommés dispersion passive, par des individus, sur les vêtements desquels ils se fixent, voyagent à pied ou à cheval, par des véhicules de toutes sortes, wagons de chemin de fer, par des navires et même ~~par~~ des avions.

### 2.3. Habitat.

Les moustiques adultes <sup>ont</sup> fréquemment une grande variété de places. Puisque les moustiques sont des insectes fragiles et sujets de déshydratation, ils sont généralement trouvés où l'air est relativement stable avec une grande humidité. La convenance de ces places <sup>doit</sup> être déterminée par la température et le degré de l'illumination sans oublier que le lieu choisi dans la nature pour la ponte et le développement

ultérieur constitue le gîte (Muirhead - Thomson, 1951).

Les habitats, dans lesquels les moustiques se retrouvent, sont de deux groupes : naturel et artificiel. Les habitats naturels comprennent (1) les végétations telles que les buissons, les broussailles, les feuillages, les herbes, etc.; et (2) les abris tels que les troncs d'arbres, infractuosités de roches, les falaises, les crevasses du sol, les terriers d'animaux, les caves, les termitières, etc. La grande majorité de moustiques se trouvent exclusivement dans les habitats naturels. Les habitats artificiels comprennent les maisons (lits, fissure de toîts, derrière les rideaux, etc.), les granges, les hangars, etc. Ils sont fréquentés principalement par les espèces se nourrissant des hommes ou des animaux domestiques. C'est à partir de ces habitats que Ronald Ross a pu diviser les moustiques en trois catégories relativement à leurs rapports plus au moins étroits avec l'homme. La première comprend les espèces qui passent la plus grande partie de leur vie dans les habitations, ce sont des moustiques domestiques comme des Anopheles, Aedes (Steg.)...; la seconde comprend celles qui ne pénètrent dans les maisons que pour se nourrir et regagnent ensuite leurs gîtes extérieurs, ce sont les moustiques sub-domestiques; enfin celle qui renferme les espèces vivant dans les forêts et qui ne pénètrent jamais dans les habitations, ce sont les moustiques sauvages.

#### 2.4. Attitude des moustiques.

Selon E. Brumpt (1949), au repos, lorsqu'ils sont placés sur <sup>une</sup> surface plane (fig. 16), ces insectes ont une attitude caractéristique qui permet dans la plupart de cas, de discerner les Anophélinés des autres Culicidés. La fig. 16. montre leur aspect habituel. Le corps des Culicinés est parallèle au support tandis que celui des Anophélinés fait un angle plus au moins aigu. Il existe cependant des exceptions à cette règle, c'est ainsi que l'Anopheles (Myz.) culicifacies mérite bien son nom car il prend l'attitude d'un Culex. D'autres espèces comme A. (Anopheles) quadrimaculatus, etc. présentent également cette dernière attitude.

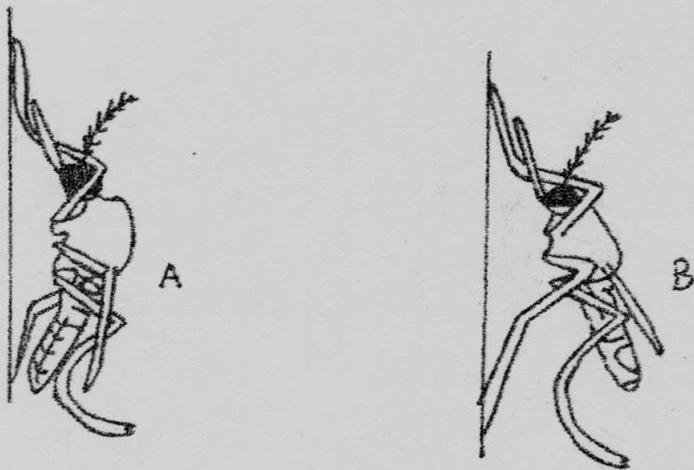


Fig. 16. position de repos: ( A: de Culiciné; B: d'Anophéliné). ( D'après J.R. Buavine).

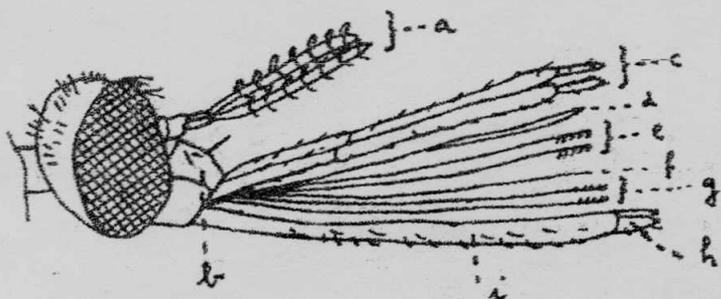


Fig. 17. Vue latérale de la tête d'un moustique montrant les pièces buccales dégagées du labium: a) antennes; b) clypeus; c) palpes; d) épipharynx; e) mandibles; f) hypopharynx; g) maxillaires; h) labelle; i) labium ( D'après L.k.H. Goma).

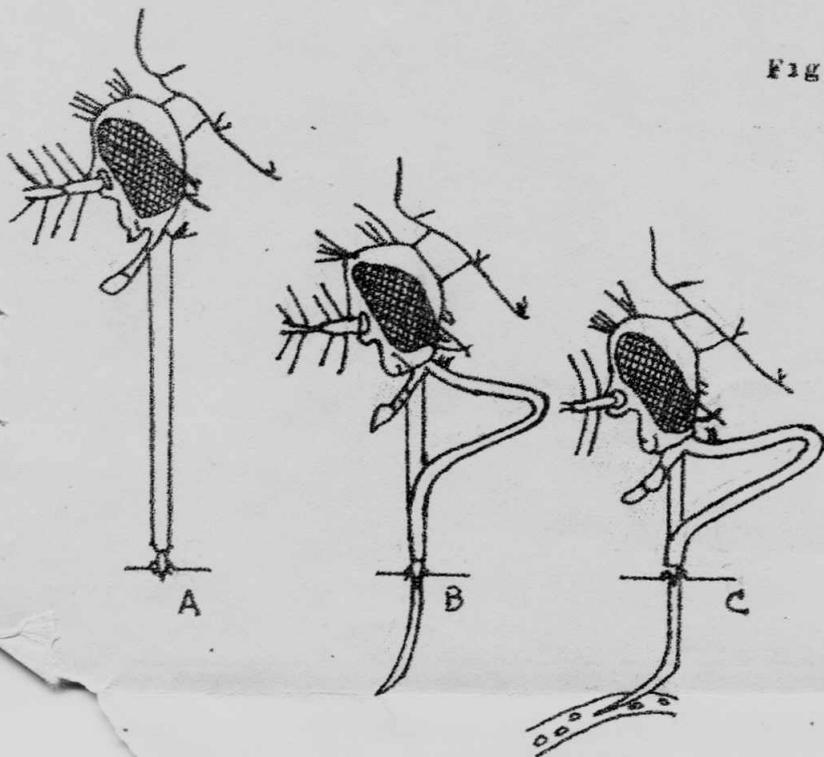


Fig. 18. Stades successifs de la pénétration des stylets d'une femelle de moustique suçant du sang: (A) D'après Snodgrass, modifié par L.k.H. Goma; B et C d'après Gordon et Lumsden, modifié par L.k.H. Goma).

## 2.5. Hibernation et estivation.

Un nombre de moustiques ont un moment de repos appelé hibernation dans les régions tempérées et estivation dans les régions tropicales qui les permettent de survivre aux conditions climatiques défavorables. Cette survie de l'espèce est assurée à l'état d'oeuf, de larve ou à l'état adulte surtout les femelles fertilisées.

L'hibernation permet aux moustiques de survivre à la période d'hiver. Ce phénomène est complet ou partiel (Marshall, 1939; Boyd, 1949; Holstein, 1954). Les moustiques qui font l'hibernation complète comme Anopheles maculipennis et C.(Culex) pipiens choisissent les lieux froids par exemple les caves et les constructions abandonnées. La femelle devient immobile et ne prend plus de repas sanguin, et son activité de ponte est complètement suspendue pendant cette période. Ce phénomène, par lequel la nutrition et l'activité reproductrice sont suspendues, est appelé concordance gonotrophique; ce phénomène est accompagné par l'hypertrophie du corps. En hibernation partielle les moustiques comme Anopheles labranchia atroparvus deviennent léthargiques et se reposent dans les habitations ou étables mais ils prennent les repas sanguins occasionnels pendant cette période bien que la ponte cesse presque complètement laissant l'insecte s'accumuler de graisses. Ce phénomène par lequel la succion du sang continue sans la production d'oeufs mais plutôt de l'accumulation de graisses, est appelé dissociation gonotrophique.

Dans les tropiques et les régions sèches de pays tempérés, la chaleur et le temps sec poussent l'estivation chez les moustiques adultes de certaines espèces. Par exemple d'après J.E. Dutton (1906) et autres, il règne aux extrémités nord et sud du Zaïre, une saison sèche qui dure plusieurs mois et pendant laquelle il n'y a pas de chutes de pluie; les milieux favorables à la reproduction des moustiques y sont alors très rares, ou même inexistants. Les femelles estimées sont prêtes à déposer leur oeufs à temps opportun et peuvent facultativement prendre le sang selon les besoins.

## 2.6. La longévité des moustiques.

La durée de vie des moustiques adultes sous les conditions naturelles est difficile à déterminer et moins étudiée. Le sujet a été cependant largement étudié en laboratoire. La longévité est influencée par les caractéristiques des espèces des moustiques (activités individuelles des moustiques) et le climat (Sinton et Shute, 1938). Chaque espèce de moustique a une longévité caractéristique qui varie d'après les conditions identiques. Ainsi, sous les conditions données au laboratoire, Anopheles (Myz.) annularis survit plus longtemps que Anopheles (Myz.) culicidacies (Goma, 1966). Les activités individuelles des moustiques influencent leur longévité. Ainsi la vie courte d'Anopheles maculipennis dans les premiers jours d'été est associée à la grande activité reproductrice en automne (Majid et Sinton, 1933). Le nombre de repas d'un moustique prolonge sa vie contrairement à ce qu'affirme Howard; par exemple chez les femelles de Psorophora confinnis : un repas permet une longévité de cinq jours; et deux repas de 9 jours; etc. (Horsfall, 1955). La vie de l'insecte est raccourcie quand il y a combinaison de haute température et d'humidité basse parce qu'il ne peut pas lutter contre la vitesse rapide de l'évaporation et aggravée par la perte d'eau du corps.

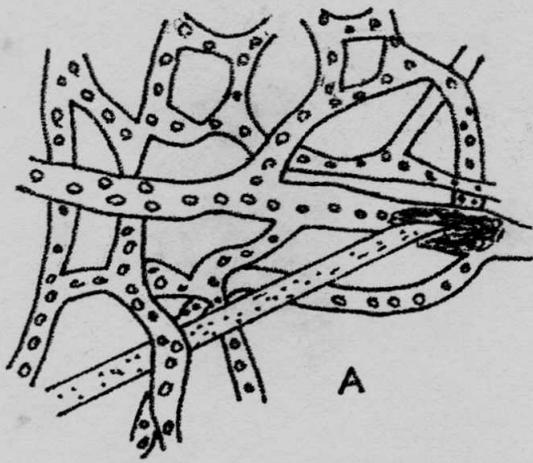
## 2.7. Modalité de piqûre.

Comme on peut le voir sur la (fig.17) qui représente une tête d'Anopheles femelle, dont toutes les pièces de la trompe sont bien séparées pour mieux se rendre compte de leurs aspects, l'anophèle femelle se compose d'une lèvre inférieure ou gaine de la trompe (labium), qui loge les six organes perforateurs ou Stylets, c'est à dire deux mandibules, deux mâchoires, l'épipharynx (labrum ou labre) et l'hypopharynx. L'épipharynx, généralement long et mince et pointu, est parcouru à sa surface inférieure par une rainure, dans laquelle s'emboîte l'hypopharynx, inséré immédiatement en-dessous; ces deux organes forment l'appareil suceur; la salive venimeuse est injectée par un canal situé dans l'hypopharynx (Neveu-Lemaire, 1938).

D'habitude, la femelle, pour obtenir son repas sanguin à l'hôte, se comporte de la manière suivante: elle commence par se poser sur la peau; puis après quelques secondes, elle applique ses labelles aux points différents de la surface et choisit une bonne place à sucer; les mandibules et les maxillaires sont utilisées pour percer un tunnel à travers la couche cornée et aux tissus sous-jacents (fig. 18). Ainsi par l'ouverture passent l'épipharynx et l'hypopharynx mais le labium sur la surface devient peu à peu plus excitée que la tête du moustique est poussée sur la peau. La fascicule relativement flexible du moustique s'approfondit alors dans toutes les directions des tissus de l'hôte dans la recherche du repas sanguin. La première action du moustique à la piqûre n'est pas la succion mais l'injection de la sécrétion salivaire à travers l'hypopharynx dans lequel les gouttes de salive sont expulsées pendant la nutrition. Dès qu'un capillaire est pénétré (fig. 19) par les mandibules tranchantes et les maxillaires, le moustique se nourrit soit avec la fascicule sur le lumen du capillaire ou même communément avec le sommet de l'épipharynx posé dans l'éta-  
ng du sang qui s'est échappé du vaisseau sanguin préalablement déchiré (R.M. Gordon, 1962).

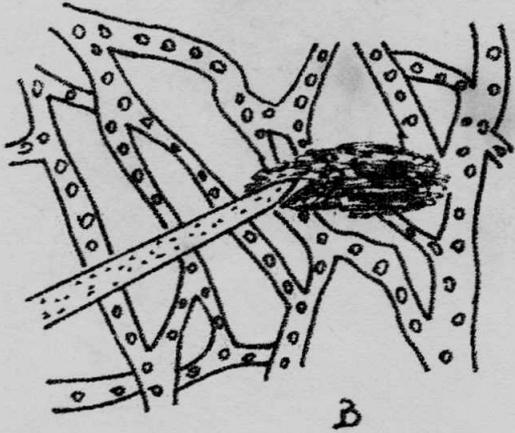
La succion dure d'une à trois minutes suivant que le point piqué est plus ou moins favorable et, pendant ce temps, le moustique évacue à plusieurs reprises un liquide clair par l'orifice anal. La piqûre est plus ou moins douloureuse suivant les espèces, et les lésions que l'on observe sont dues à une salive venimeuse, contenant une substance hémolytique et toxique, la culicine. La sensibilité des individus piqués est d'ailleurs très variable et les habitants des régions, où les moustiques pullulent, souffrent moins de la piqûre de ces insectes que les étrangers. Dans la majorité de cas, il se produit une accoutumance plus ou moins rapide.

La sélection des hôtes de moustiques semblent être déterminée par quatre facteurs principaux :



A.

Fig.19. - Un myxozoa se nourrit avec la fascicule se trouvant dans le lumen d'un capillaire.



- B: Un myxozoa se nourrit à partir d'un étang de sang formé par le capillaire déchiré.  
( D'après Gordon ).

a) efficacité de l'hôte: En l'absence du sang préféré, le moustique affamé est forcé de se nourrir à partir des hôtes disponibles. Par exemple là où les animaux sont extrêmement rares, les moustiques zoophiles doivent s'attaquer à l'homme pour leurs repas sanguins (Bhatia, 1957).

b) conditions climatiques de refuges: Il est probablement vrai de dire que les moustiques répondent aux stimuli d'hôtes sur les différentes conditions climatiques mais aucune condition ne baisse ou n'arrête l'activité en général. Jusqu'ici, sous les conditions naturelles, Anopheles labranchiae atroparvus se nourrit fréquemment des animaux que de l'homme non pas parce que l'attraction humaine en sang est moins spécifique mais plutôt parce que là où ses hôtes se réfugient on retrouve une température élevée et une grande humidité (Reuter, 1936).

c) émanations de l'hôte: Les émanations corporelles, qui pour l'emplacement et la reconnaissance de l'hôte sont la chaleur, l'humidité, le dioxyde de carbone et l'odeur. Les courants d'air léger jouent certainement un rôle important dans le transport et la direction de ces appâts. En somme, parmi les émanations corporelles de l'homme ou des animaux, l'odeur semble être le déterminant principal dans la sélection préférentielle de l'hôte. Les sources possibles de l'odeur de l'hôte sont la sueur, la peau elle-même et la circulation sanguine à travers les capillaires de la peau et des poumons (Clements, 1963).

d) les stimuli visuels: La couleur est apparemment le stimulus visuel important dans le choix de l'hôte. Les animaux sombres semblent plus attirants que d'autres. Les études de Brown (1954, 1955) démontrent que les moustiques montrent une préférence distincte pour les hommes de couleurs. Le mouvement attire aussi dans le cas de certains moustiques tropi-

caux. Par exemple Aedes (Steg.) aegypti, sur sa victime, doit être guidée par les objets sombres en mouvement. En général, nouvellement émergées, les femelles ne sont pas attirées par un hôte. Selon de nombreux auteurs, une période de 12 à 24 heures après la transformation de la nymphe en adulte est nécessaire pour que la femelle ait son premier repas sanguin.

CONCLUSION.-

Nous souhaitons que notre travail constituera une contribution à la connaissance du moustique afin de permettre à notre pays de devenir un terrain prospère pour les réalisations de divers projets et pour la diminution du taux mortel dû aux maladies tropicales causées par ces insectes. Notre étude a consisté à montrer le développement des moustiques, illustré par une série de schémas appropriés. Par où devons-nous commencer ? Tout d'abord par tous les processus normaux aboutissant à la reproduction et ensuite à l'étude de l'insecte parfait car le comportement réside dans les enchaînements des activités des animaux. Nous concluons que par la biologie de la reproduction, on peut obtenir beaucoup de jeunes issus d'un grand nombre d'oeufs provenant d'une ponte variable suivant les espèces. Pour les moustiques adultes, nous pourrions souligner qu'ils sont des insectes avec lesquels nous ne souhaitons aucunement un contact permanent dans notre habitat. Ils sont non seulement succeurs de notre sang mais aussi porteurs de certains parasites susceptibles de provoquer certaines maladies. La Faculté pourrait mettre en pratique notre étude grâce à l'achat des appareils bon marché. Vu l'importance et l'impact du projet sur le plan économique et social du pays et de l'Afrique en général, les différents aspects de la reproduction serviront aux recherches futures. Nous souhaitons que ce travail, malgré ses imperfections et ses lacunes, puisse aider le lecteur à connaître certains aspects importants de la vie des moustiques.

- R E S U M E. -

Les différents phénomènes normaux qui précèdent le développement du moustique sont la parade, la copulation, l'accouplement, la ponte et l'éclosion de l'oeuf. Le moustique subit une métamorphose complète de quatre différents stades pendant son cycle de vie (oeuf, larve, nymphe et adulte ou imago), par conséquent c'est un insecte holométabole. Les jeunes sont très différents de leurs parents du point de vue forme, structure et moeurs et les larves diffèrent entre elles en ce qui concerne le lieu de ponte, l'attitude de repos, la nutrition et le mouvement. Les moustiques subissent, au cours de leur évolution, cinq mues successives: trois pendant le stade larvaire, une pour le passage de la larve en nymphe et une de la nymphe à l'adulte. D'une façon générale, les Insectes connaissent des modifications au cours de leur cycle évolutif normal telles que la parthénogénèse (Abeilles, etc.), l'ovoviviparité (nombreux diptères), la pédogénèse (nombreux diptères) et la polyembryonie (certains Hyménoptères). Pour les moustiques adultes, seule la femelle pompe le sang, mais les deux sexes se servent d'autres aliments sucrés de forme liquide (nectar de fleurs, etc.). Le sucre est nécessaire pour leurs activités journalières pendant que la protéine du sang est utilisée pour la production des oeufs.

- S U M M A R Y -

The various normal phenomena that precede the development of the mosquito are pairing, copulation, coupling, laying and hatching. The mosquito undergoes a complete metamorphosis at four different stages during its life-cycle (egg, larva, nymph and adult or imago), thus it is a holometabolic

insect. The young are very different from their parents from the point of view of form, structure and habits; and larvae differ among themselves so far as the place of egg-laying, their rest posture, their nutrition and their movement are concerned. Mosquitoes undergo, in the course of their development, five successive moultings: three during the larval stage, one for the passage from larva to nymph and one from the nymph to the adult. In general the Insect show modifications in the course of their developmental cycle such as parthenogenesis (Bee, etc.), ovoviviparity (various diptera), pedogenesis (various diptera) and polyembryonic (certain hymenoptera).

Among adult mosquitoes, only the female sucks blood but both sexes use other sugary foods in liquid form (nectar of flowers, etc.). The sugar is necessary for their daily activity while the protein of blood is utilized for the production of eggs.

TABLE DES MATIERES.-

Introduction.....	I
Chapitre I: Biologie de la Reproduction.....	2
I. 1. Reproduction.....	2
I. 1. 1. Le système reproductif.....	2
I. 1. 2. La parade.....	4
I. 1. 3. L'accouplement.....	4
I. 1. 4. La ponte.....	15
I. 1. 5. Les oeufs.....	8
I. 2. Développement larvaire.....	12
I. 2. 1. La larve.....	14
I. 2. 2. La nymphe.....	21
I. 2. 3. Le moustique adulte.....	27
I. 3. Nourriture des larves et des moustiques adultes..	28
I. 3. 1. Nourriture et Nutrition des larves.....	28
I. 3. 2. Nutrition des moustiques adultes.....	31
I. 4. Différenciation entre les larves d'Anopheles, de Culis et d'Aedes.....	31
Chapitre II: Moeurs des moustiques.....	33
2. 1. Période d'activité.....	33
2. 2. Facteurs favorables aux activités des moustiques..	33
2. 2. 1. La lumière artificielle.....	37
2. 2. 2. La végétation.....	33
2. 2. 3. L'influence de la température.....	34
2. 2. 4. L'influence de l'alimentation sur la ponte...	34
2. 2. 5. Le vent et le vol.....	35
2. 3. Habitat.....	35
2. 4. Attitude des moustiques.....	35
2. 5. Hibernation et estivation.....	38
2. 6. La longévité des moustiques ..	38
2. 7. Modalité de piqûre.....	39
Conclusion.....	44
Résumé.....	45

B I B L I O G R A P H I E .

- ABELOOS, M. (1956) Les métamorphoses. Colin, Paris.  
(1966) Biologie animale F.C.R., Librairie classique Eugène Belin, Paris, pp. 663-681.
- ADAM, J.P. et coll. (1964) Les Calicidæ et quelques autres Diptères hématophages de la Rép. de Guinée, Bull. I.F.A.N., 267, 1c., pp. 900-923.
- ATKINS, B.E. and all. (1917) The relation between the Hatching of the eggs and the development of the Larvae of *Stegomyia fasciata* (*Aedes calopus*), and Presence of Bacteria and Yeast. Parasitology, London, IX, n°4, pp. 482-536.
- BARRAUD, P.J. (1939) A Practical Entomological Course for Students of Malariaology, Delhi, Hlth Bull., n°18, 2nd ed.
- BEQUAERT, T. (1930) The African Rep. of Liberia and the Belgian Congo, Vol. 2, Med. and Econ. Ent., pp. 797-1001, Harvard Un. Press.
- BERTIN, L. (1949) La vie des animaux, T. I, pp. 195-312, Librairie Larousse, Paris.
- BOUE, E. et coll. (1962) Zoologie I: Invertébrés, 2è éd. pp. 470-471, 550-555, G. Doin et Cie., Paris.
- BOUVIER, B.L. (1925) Habitudes et métamorphoses des Insectes, Hl.
- BRUMPT, B. (1949) Précis de parasitologie, T. 2, Coll. de Précis Médicaux, Masson Cie., Paris, pp. 1457-1484.
- BUSVINE, J.R. (1966) Insects and Hygiene, Methuen and Co. Ltd., pp. 30-32, 50-52, 186-204, 399-401, 447, London.
- BUXTON, F.A. and all. (1949) Anopheline Mosquitoes: Life History, W. B. Saunders Co. Phila.
- CHRISTOPHERS, S.R. and all. (1929) Why do Anopheles larvae feed at the surface and how? Trans. Far-East. Assn. trop. Med. (7th Congr.), Vol. 2.
- CLARKE, G.L. (1954) Elements of Ecology, John Wiley et sons, Inc., New-York, pp. 62-66.
- COLLART, A. (1927) Sur un Diptère Caliciphage du Mayambo, Rev. Zool. Afr., XV, pp. 93-94.
- CURTIN, T.J. and all. (1961) The mechanism of ovulation and oviposition in *Aedes aegypti*, Ann. ent. Soc. Amer., Vol. 54.
- EDWARDS, P.W. (1911) Mosquitoes of the Ethiopian region III: Calicine adults and pupae, Brit. Mus., Nat. History, London, 493p., 4pl., 134. f.
- BYLES, D. E. (1944) A Critical review of the literature relating to the flight and dispersion habits of anopheline mosquitoes, Publ. Hlth. Bull., n°. 287, Washington.
- GILLET, J. D. (1906) The role of temperature in the ecology of a mosquito, J. anim. Ec., Vol. 35, n°. 3, Bruxelles.
- GOARNISSON, J. et coll. (1970) Guide méd. afr., 7è éd., Ed. St. Paul, Kinshasa.
- GOMA, L.K.H. (1959) Periodic pupation in *Anopheles gambiae* Giles, J. Ent. Soc. S. Afr., Vol. 22.  
(1966) The mosquito, Hutchinson and Co., London, pp. 20-32, 39-93.  
(1963b) Oviposition on drug surface by *Anopheles* (Cellin) *gambiae* Giles, Nature, Vol. 200.

- GORDON, R.N. and all. (1962) Entomology for Students of Medicine, 3rd. Printing, Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh, pp. 97, 101-102.
- HADDOW, J.A. (1943) Measurements of Temperature and Light in Artificial Pools with Reference to the Larval Habitat of Anopheles (Lyzomyia) gambiae, Giles, and A. (Lyz.) foveolata, Biloe. Bull. Ent. Res., XXXIV, pp. 89-93.
- HEGH, E. (1918) Comment nos planteurs et nos colons peuvent-ils se protéger contre les moustiques qui transmettent des maladies, Et. de Biol. agr., N° 4, Imprimerie Belge, Louvain.
- (1921) Les moustiques, 2è éd., Bruxelles.
- (1927) Les moustiques: Nature et moyens de destruction, pp. 31-30, Réim. de 2è éd., in. des Colon. de Belgique, Brux.
- HENNEGUY, L.F. (1904) Les Insectes: Morphologie, reproduction et embryologie, Lacombe et Cie., Paris.
- HERMS, W.E. (1915) Medical and Veterinary Entomology, The Macmillan Co., New-York.
- HILL, B. and all. (1907) Characteristics of Larvae of Anophelino, Ann. Natal Govt. Pts., I, pp. III-155.
- HODAPP, C.J. and all. (1961) The anatomy of the adult male reproductive system of Aedes aegypti (Linnaeus) (Diptera, Culicidae), Ann. ent. Soc. Amer., Vol. 54.
- HOLSTEIN, M.H. (1952) Biologie d'Anopheles gambiae, C.F.R., N° 3.
- HOEKING, G.L. and all. (1952) Mosquitoes of the Ethiopian region, British Museum, Nat. Hist., Ser. Bd., London.
- JONES, J.C. (1938) The Sexual Life of a Mosquito, A lesson in the method of insect control call for detailed knowledge of an insect's physiology and behavior, Reproduction in Aedes aegypti, the yellow fever mosquito, is surprisingly elaborate, Sc. Amer., Vol. 213, N° 4, pp. 103-116.
- KEIR, J.A. (1933) Studies on the Abundance, Distribution and Breeding Habits of some West Africa Mosquitoes, Bull. Ent. Res., XXIV, pp. 493-510.
- LEKSEN et coll. (1970) Biologie générale, Ed. A. de Boeck, Brux.
- LINSENAUER, W. (1972) Insectes du Monde, pp. 252-257, 355-361, McGraw-Hill Book Co., New-York.
- MACFARLANE, J.W.S. (1927) Morphological changes Observed during the Development of the Larva of St. foveolata, Bull. Ent. Res., VII, pp. 297-307.
- MATHESON, R. (1950) Medical Entomology, pp. 274-312, 349-368, Com. publ. Ass. Univers. press, 2è éd., Ithaca, New-York.
- METZ, C.W. (1913) Anopheles crucians, Habits of Larvae and Adults; U. S. Publ. Hlth. Repts. Washington D. C., XXXIII, N° 49, pp. 2151-2169.
- MITCHELL (1907) Mosquito Life, London.
- NEVEU-LEMAIRE, M. (1921) Précis de parasitologie humaine, 5è éd. J. Lamers, Paris.
- (1933) Traité d'Entomologie Médicale et Vét., pp. 1107-1126, Edit. Vigot-Frères, Paris.
- NIELSEN, E.F. and all. (1960) Duration of the pupal stage of Aedes triseriatus with a discussion of the velocity of development as a function of temperature, Cileco, Vol. II.

- PATTON, W. S. and all. (1913) A Text book of medical entomology, Christian Lit. Soc. for India, London.
- PAULIAN, R. (1956) Les larves d'Insectes, Dordée.
- ROCHAIX, A. et coll. (1966) Traité d'Hygiène, T. II; L'acoust et Cie., pp. 1549-1550, Paris.
- SCHWETZ, J. (1927) Etudes et Notes d'Entomologie médicale sur le Katanga (Elévage; Tsé-Tsé, Tiques et Moustiques), Office de Publicité, Bull. de la soc. de path. exotique, Bruxelles.
- SEGUY, B. (1924) Les moustiques de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de la Syrie, Paul Lechevalier, Paris.
- (1950) Observations on Respiration of Culicidae, Ind. J. Med. Res., III, No. 3, Calcutta.
- SERGNÉ, B. (1915) Les Insectes piqueurs et suceurs de sang, Oct. Deir et Fils, Paris.
- SMITH, A. (1914) The development of Anopheles punctipennis, Say Psyche Boston, Mass. (U.S.A.), XXI, No. 1, pp. 1-19, 2 pl.
- (1952) Outdoor cattle feeding and roosting of Anoph. gambiae (G.) and A. pharoensis (T.), in the Fere-Tovette area of East Africa, B. Afr. med. J. Vol. 35.
- (1952) The preferential indoor roosting habits of Anopheles gambiae in the Umbafwe area of Tanganyika, B. Afr. med. J., Vol. 39.
- SURTESS, G. (1953) Notes on the breeding habits of some culicid mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Southern Rhodesia, Trans. R. ent. Soc. London (A), Vol. 33.
- THEOBALD, F. V. (1901-1910) A monograph of the Culicidae or mosquitoes, 5th Vol., London.
- TINKER, B. (1904) Larval habitat of Anopheles aegypti (L.) in the United States, Mosq. News, Vol. 24, No. 4, New-York.
- VANBRUSEGNÉ, R. (1956) Parasitologie tropicale, Les édit. "L'Asie" S.A., Bruxelles-Paris.
- VAH OYE, F. (1923) Les moustiques de la Province de l'Equateur au point de vue hygiénique, Bull. Agr. du Congo-Belge, Vol. XIV, No. 1.
- VERDUN (1912) Précis de Parasitologie humaine, 2e éd., Paris.
- VILLENBOVE et coll. (1963) Zoologie, Dordée, Paris.
- WALLIS, R. C. (1954) A study of oviposition activity of mosquitoes, Amer. J. Hyg., Vol. 60, No. 2.
- WOLFS, J. (1947) Description des larves et des nymphes de quelques Moganhinés, Rec. Trav. Sci. Méd. du Congo-Belge, VI, pp. 63-72.
- WRIGHT, R. B. (1913) The Distance Mosquitoes can fly, J. Bombay Nat. Hist. Soc., Bombay, XXV, No. 3, pp. 511-592.