

Données sur l'alimentation non sanguine chez *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root, 1926 (Diptera, Culicidae) en Guyane française

François-Xavier PAJOT (1)
François LE PONT (2)
et Jean-François MOLEZ (3)

RÉSUMÉ.

46,2 % des femelles d'*Anopheles darlingi* capturées sur homme au cours du cycle nyctéméral à Trou-Poissons, petite localité de la zone côtière de la Guyane française, présentent un repas non sanguin. L'utilisation d'une méthode de détection du glucose basée sur l'oxydation de ce glucide par l'oxygène de l'air en présence de glucose-oxydase a permis de montrer que 69 % des repas non sanguins testés contenaient du glucose. Chez *A. darlingi* les repas de jus sucrés ne sont pas stockés dans le jabot, comme chez la plupart des autres moustiques, mais emmagasinés dans l'estomac. La présence de jus sucré dans cet organe n'empêche cependant pas la prise d'un repas de sang. Le taux des femelles nullipares nourries d'un repas non sanguin n'est significativement pas différent de celui trouvé pour les femelles paires. Le repas de jus sucré semble se produire à toutes les étapes importantes de la vie de la femelle d'*A. darlingi* : peu après la naissance, avant la ponte, après l'oviposition.

ABSTRACT.

46,2 % of females of *Anopheles darlingi* caught on man, during the nycthemeral cycle, at Trou-Poissons, a little locality of the French Guyana's shore, present a non bloody meal. Use of a glucose detection method based on the oxydation of this glucid by atmospheric oxygen in the presence of glucose-oxidase, showed that 69 % of non

bloody meals tested contained glucose. In this species, meals of sugared juice are not stocked in the crop, as in the greater part of the other mosquitos, but are stored in the stomach. The presence of sugared juice in this organ does not prevent the ingestion of a bloody meal. The rate of nulliparous females with a non bloody meal is not significantly different of the one found for parous females. The meal of sugared juice seems to appear at all important stages of the life of *A. darlingi* : not long after birth, before breeding, after oviposition.

1. INTRODUCTION.

Depuis ROBERTSON, en 1889, de nombreux auteurs ont indiqué que des moustiques des deux sexes visitaient de multiples espèces végétales et en ingéraient le nectar floral ou les exsudats des feuilles. La plupart de leurs observations concernent des moustiques vivant sous des climats tempérés, mais la prise de jus sucrés par ces insectes est certainement un fait général et les travaux de McCRAE (1966) et McCRAE *et coll.* (1968, 1969) qui ont observé dans la forêt de Zika, en Ouganda, plus de 41 espèces de moustiques prenant des repas sur des fleurs ou des feuilles confirme cette hypothèse.

Les nectars et les autres jus sucrés sont dirigés vers les diverticules œsophagiens (BISHOP et GILCHRIST, 1946; TREMBLEY, 1952; DAY, 1954; HOSOI, 1954). Le diverticule œsophagien ventral, ou jabot, est de grande taille. Les éléments glucidiques y sont simplement stockés, en l'absence d'enzymes digestifs, avant d'être lentement envoyés vers l'intestin moyen où ont lieu les phénomènes de digestion. Ce jabot est imperméable. NUTTAL et SHIPLEY (1903) notent qu'un jabot contenait encore de l'eau deux mois après avoir été isolé.

(1) Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M. Centre O.R.S.T.O.M., B.P. n° 165, 97301 Cayenne (Guyane française), Institut Pasteur de la Guyane française.

(2) Technicien d'Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M.

(3) Étudiant en médecine.

Le nectar floral constitue presque exclusivement, selon HOCKING (1953), la source d'énergie nécessaire au vol.

Chez *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828, le repas de jus sucré représente la première nourriture prise par la femelle après l'éclosion imaginaire. La femelle gravide prend également un repas de jus sucré avant la ponte, ce qui lui permet probablement de mieux supporter le « stress » de l'oviposition.

Les femelles d'*Aedes aegypti* Linné, 1762, vivent nettement plus longtemps avec une alimentation glucidique qu'avec une alimentation aqueuse (GALUN et FRAENKEL, 1957) et une solution de sucre à 5 % apparaît suffisante pour obtenir un taux de survie élevé (SINGH et BROWN, 1957).

Chez *C. pipiens fatigans* l'ingestion de sang n'augmente guère la durée de vie de la femelle, mais celle-ci est prolongée de façon significative si les moustiques se nourrissent de substances sucrées (KUHLOW et GARMS, 1965). De MEILLON *et coll.*, 1967, ont également montré que chez cette espèce l'ingestion de sang, dans les conditions expérimentales, était insuffisante pour maintenir les femelles en vie au delà de quelques jours. Cependant dans la nature, si les conditions sont difficiles, *C. pipiens fatigans* peut se nourrir de sang plus souvent qu'il ne l'est généralement supposé et peut alors avoir une mortalité moins élevée que celle observée en laboratoire. L'ingestion de jus sucré a également une influence sur l'oviposition des femelles. Ce phénomène, constaté par FARID (1949) et KUHLOW et GARMS (1965) a été particulièrement étudié par DE MEILLON *et coll.* (1967) chez *C. pipiens fatigans*. Chez cette espèce, la ponte est retardée chez les femelles nourries de solution sucrée.

En résumé, l'alimentation glucidique est d'un grand intérêt pour l'entomologiste et l'épidémiologiste, puisqu'elle procure l'énergie nécessaire au vol (influence sur les déplacements vers des lieux favorables), qu'elle accroît la longévité, qu'elle entraîne une rétention de la ponte (ce qui donne à la femelle le temps de choisir un gîte convenable) et qu'elle permet de mieux supporter le « stress » de l'oviposition, améliorant le taux de survie après la ponte.

Nous nous proposons, dans cet article, de présenter les données que nous avons recueillies sur l'alimentation non sanguine chez un important vecteur de paludisme de la région néotropicale : *Anopheles darlingi* Root, 1926.

2. OBSERVATIONS PERSONNELLES.

2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET MILIEU.

Le lieu des observations, Trou-Poissons (5°25' N, 53°05' O), est une petite localité située entre Sinnamary et Iracoubo sur la route nationale n° 1 qui sillonne entre

Cayenne et Organabo une étroite bande de terrain côtière, constituée de terrains argileux ou argilo-sableux du quaternaire marin, de largeur fort variable, la largeur moyenne étant d'environ 5 km. Cette bande côtière est recouverte de savanes qui forment un paysage caractéristique de plaines herbeuses légèrement ondulées, cloisonnées par les galeries forestières et parsemées localement d'îlots forestiers, d'arbustes et de buissons. Elle est limitée vers la mer par des cordons et des marais sub-littoraux. Les marais, aux contours souvent sinueux et digités, pénètrent plus ou moins profondément à l'intérieur des savanes. Trou-Poissons est situé au centre d'une région marécageuse comprenant :

— au nord, un grand marais relié à la rivière Counamama par la crique jacobin. Ce marais est séparé de la mer par une zone de savane boisée, la crique yiyi, une zone marécageuse et une zone de mangrove;

— au sud, par une grande savane : la savane Trou-Poissons, parcourue par de nombreuses formations inondables bordées de galeries forestières.

2.2. TECHNIQUES UTILISÉES.

Nos observations ont porté sur des femelles capturées sur appât humain à toutes les heures du cycle nyctéméral. Les femelles capturées à une heure donnée étaient à la fin de celle-ci déterminées immédiatement, puis aussitôt tuées et conservées dans un congélateur à azote liquide. Ramenées au laboratoire et conservées alors à -80°C , ces femelles furent disséquées dans le mois qui suivit leur capture. L'état du jabot, le contenu de l'estomac et des spermathèques, le stade de développement des ovarioles furent observés et notés pour chaque individu. L'âge physiologique fut déterminé au moyen des méthodes de DETINOVA et de POLOVODOVA.

La présence de glucose fut mise en évidence au moyen de bandelettes réactives imprégnées d'un mélange tamponné de glucose-oxydase, de peroxydase et d'un chromogène :

— en présence de glucose-oxydase, l'oxygène de l'air oxyde le glucose avec formation d'acide gluconique et de peroxyde d'hydrogène;

— la peroxydase décompose le peroxyde d'hydrogène et libère l'oxygène actif qui transforme le chromogène en un dérivé coloré violacé.

Cette méthode permet de déceler des concentrations de l'ordre de 0,1 %. Le lactose, le galactose, le fructose ne donnent aucune réaction comparable à celle obtenue avec le glucose. L'organe étudié était écrasé sur la bandelette réactive afin de libérer son contenu et la réaction colorée comparée à une gamme de couleurs correspondantes dans les 10 secondes qui suivaient.

2.3. EXAMEN DU JABOT.

Nous avons examiné le jabot de 405 femelles d'*A. darlingi*. 28 de ces organes apparaissaient complètement aplatis et vides; 376 contenaient des bulles d'air, soit 92,8 % des jabots observés, et un seulement contenait du jus sucré, soit 0,24 % des jabots examinés. L'étude du jabot, lieu habituel de stockage des jus sucrés chez les Culicidés, montre donc que chez *A. darlingi* la présence d'un repas non sanguin dans cet organe est tout à fait exceptionnelle et que chez la plupart des femelles le jabot ne montre que des bulles d'air dont la présence, d'après DE BOISSEZON (1930), est caractéristique des jabots vides.

2.4. EXAMEN DE L'ESTOMAC (= intestin moyen).

L'examen de 777 estomacs nous a permis de constater que 359 d'entre eux contenaient un repas non sanguin, soit 46,2 % du total. 308 de ces 359 repas (soit 85,7 %) présentaient une coloration verdâtre ou jaunâtre. 226 repas, colorés ou non, furent testés afin de savoir s'ils contenaient du glucose. 156 réactions positives furent obtenues, soit chez 69 % des repas non sanguins testés.

A. darlingi présente donc deux particularités intéressantes :

— les repas non sanguins ne sont pas stockés, sauf exception, dans le jabot comme chez la plupart des autres moustiques, mais emmagasinés directement dans l'estomac;

— une forte proportion des femelles cherchant à prendre un repas de sang présentent un estomac déjà rempli de jus sucré, contenant souvent du glucose.

Le stockage du jus sucré dans le jabot et son évacuation dans l'estomac par petites quantités permet à la femelle de moustique d'être toujours en état de recevoir un repas de sang lorsqu'elle est à jeun d'un repas sanguin. On peut se demander si chez *A. darlingi* la présence de jus sucré dans l'estomac, généralement bien rempli, ne va pas empêcher et retarder considérablement la prise du repas de sang. Rappelons, tout d'abord, que toutes les femelles que nous avons examinées ont été capturées sur homme et cherchaient donc, sauf exception, à se nourrir. 79 (21,7 %) des femelles nourries de jus sucré présentaient un estomac contenant un repas mixte constitué de sang et de jus sucré ce qui signifie que ces femelles, bien qu'ayant un estomac contenant un repas non sanguin, avaient piqué le capteur et commencé à se gorger avant d'être récoltées.

L'examen des repas mixtes sang, jus sucré montre que le sang fraîchement ingéré repousse généralement vers l'arrière le jus sucré. L'estomac présente alors une partie antérieure rose (sang dilué) et une partie postérieure le plus souvent vert pâle, jaunâtre ou transparente.

Certains estomacs montrent une partie centrale noire, en forme de baguette, correspondant à un repas en fin de digestion, entourée d'un repas non sanguin, montrant

que la femelle s'est alors nourrie de jus sucré avant la digestion complète du repas de sang précédent.

Quelques estomacs présentent une baguette noire centrale de sang digéré entourée de jus sucré et une partie antérieure rose.

La présence d'un repas de jus sucré dans l'estomac de la femelle d'*A. darlingi* n'empêche donc pas celle-ci de prendre un repas de sang. On peut se demander, cependant, dans certains cas, lorsque le repas de jus sucré est important, si le volume de sang ingéré est suffisant pour amener à terme le développement des ovarioles et ne nécessite pas alors la prise d'un repas de sang supplémentaire. Les données que nous avons recueillies par ailleurs sur la composition des populations agressives et la fréquence des ovarioles aux stades I-II_d chez des femelles disséquées 24 et 48 heures après le repas sanguin laissent supposer que ce cas est peu fréquent.

L'âge présenté par les femelles ayant effectué un repas non sanguin est d'un grand intérêt. Nous avons pu constater que 47,4 % des femelles nullipares venant piquer avaient pris un repas non sanguin et qu'il en était de même pour 45,1 % des femelles pares. Ces deux pourcentages ne sont pas significativement différents ($t = 0,67$, très inférieur au seuil des écarts permis par de simples fluctuations fortuites). On ne doit donc pas rejeter l'hypothèse que la différence observée est simplement due au hasard.

La plus forte proportion des femelles présentant des repas non sanguins (57,1 %) apparaît chez les très jeunes femelles nullipares présentant des ovarioles au stade I. Il semble donc que le repas de jus sucré représente souvent la première nourriture prise par la femelle après l'éclosion imaginaire.

47,3 % des femelles au stade II et 21,9 % des femelles au stade III capturées sur homme au cours du cycle nyctéméral ont pris un repas de jus sucré.

Nous avons pu récolter une femelle au stade V. Son estomac était également rempli de jus sucré. Cette observation permet de penser que les femelles d'*A. darlingi*, comme celles de *C. pipiens fatigans*, sont susceptibles d'ingérer un repas de jus sucré avant la ponte, leur donnant le temps de choisir un lieu adéquat et leur permettant de mieux supporter l'oviposition.

3. CONCLUSIONS.

La prise d'un repas de jus sucré est un phénomène important chez *A. darlingi* puisqu'elle semble se produire à toutes les étapes importantes de la vie de la femelle (peu après la naissance, avant la ponte, après l'oviposition dans l'attente de la prise d'un repas sanguin) et qu'elle concerne un nombre important d'individus (pas loin de la moitié des femelles récoltées sur appât humain). C'est également un phénomène original, puisque le stockage du jus sucré est assuré chez cette espèce, contrairement

aux autres, par l'estomac. Les conséquences de cette ingestion d'un repas non sanguin sont certainement importantes sur le plan physiologique et biologique permettant probablement à la femelle d'effectuer des déplacements importants, d'avoir une longévité accrue, de mieux supporter la ponte, etc. Ce phénomène joue, peut-être aussi, dans une certaine mesure, sur la durée du cycle gonotrophique (rétention de la ponte? augmentation de la durée séparant la ponte de la prise d'un repas sanguin?), donc sur la fréquence et le nombre des repas de sang pris au cours d'une vie, ce qui n'est pas sans importance au point de vue épidémiologie du paludisme. Il sera donc important de tenir compte de ce facteur lors de l'étude de la durée du cycle gonotrophique chez cette espèce.

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'O.R.S.T.O.M. le 2 avril 1975.

BIBLIOGRAPHIE

- BISHOP (A.) et GILCHRIST (B. M.), 1946. — Experiments upon the feeding of *Aedes aegypti* through animal membranes with a view to applying this method to the chemotherapy of malaria. *Parasitology*, 37 : 85-100.
- BOISSEZON (P. de), 1930. — Les réserves dans le corps gras de *Culex pipiens* L. et leur rôle dans la maturation des œufs. *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 103 : 1232-1233.
- DAY (M.-F.), 1954. — The mechanism of food distribution to midgut or diverticula in the mosquito. *Aust. J. Biol. Sci.*, 7 : 515-524.
- FARID (M. A.), 1949. — Relationships between populations of *Culex pipiens* Linnaeus and *Culex quinquefasciatus* Say in the United States. *Amer. J. Hyg.*, 49 : 83-100.
- GALUN (R.) et FRAENKEL (G.), 1957. — Physiological effects of carbohydrates in the nutrition of a mosquito, *Aedes aegypti* and two flies, *Sarcophaga bullata* and *Musca domestica*. *J. Cell. Comp. Physiol.*, 50 : 1-23.
- HOCKING (B.), 1953. — The intrinsic range and speed of flight of insects. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 104 : 223-345.
- HOSOI (T.), 1954. — Mechanism enabling the mosquito to ingest blood into the stomach and sugary fluids into the œsophageal diverticula. *Annot. Zool. Jap.*, 27 : 82-90.
- KUHLLOW (F.) et GARMS (R.), 1965. — On the effect of mating and nutrition on the reproduction of *Culex pipiens fatigans* Wiedemann. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd.*, n° 3/4 : 91-96.
- MAC CRAE (A. W. R.), 1966. — Mosquito behaviour: flower-feeding. *Rep. E. Afr. Virus Res. Inst.*, 16 (1966) : 43-44.
- MAC CRAE (A. W. R.), SSENKUBUGE (Y.), MAWEJE (C.) et KITAMA (A.), 1968. — Mosquito activity at nectar sources. *Rep. E. Afr. Virus Res. Inst.*, 17 (1967) : 64-65.
- MAC CRAE (A.W.R.), SSENKUBUGE (Y.), MANUMA (P.), MAWEJE (C.) et KITAMA (A.), 1969. — Mosquito and tabanid activity at plant sugar sources. *Rep. E. Afr. Virus Res. Inst.*, 18 (1968) : 96-102.
- MEILLON (B. de), SEBASTIAN (A.) et KHAN (Z. H.), 1967. — Cane-sugar feeding in *Culex pipiens fatigans*. *Bull. Org. mond. Santé*, 36 : 53-65.
- NUTTALL (G. H. F.) et SHIPLEY (A. E.), 1903. — Studies in relation to malaria. The structure and biology of *Anopheles maculipennis*. *J. Hyg.*, 3 : 186-196.
- ROBERTSON (C. H.), 1889. — Flowers and insects. *Bot. Gaz.*, 14 : 304.
- SINGH (K. R. P.) et BROWN (A. W. A.), 1957. — Nutritional requirements of *Aedes aegypti* L. *J. insect Physiol.*, 1 : 199-220.
- TREMBLEY (H. L.), 1952. — The distribution of certain liquids in the œsophageal diverticula and stomach of mosquitoes. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 1 : 693-710.