

Études des préférences trophiques d'*Anopheles nili* (Theo.), 1904Pierre CARNEVALE*
P.F.L. BOREHAM**

RÉSUMÉ

L'origine des repas de sang pris par les femelles d'*Anopheles nili*, un des principaux vecteurs du paludisme dans la région de M'Poka, République Populaire du Congo, a été identifiée par les méthodes des précipitines.

Les femelles gorgées ont été prises par les pièges lumineux placés à l'intérieur des maisons, par les pièges fenêtres de sortie et à la main, le matin, dans les habitations humaines.

Les trois échantillonnages ont montré qu'*Anopheles nili* se nourrit préférentiellement sur homme (90 % des repas) mais peut aussi se gorger sur les bœufs ou les moutons présents le soir dans le village; par contre aucune femelle n'a montré de sang de poulet dans son estomac.

Les préférences trophiques n'ont pas varié tout au long des 6 mois d'études.

MOTS CLÉS : Anophelinae - Préférences trophiques.

L'indice d'anthropophilie du vecteur est l'un des paramètres inclus par Mac Donald (1957) dans son modèle de transmission du paludisme humain. L'importance de cet indice a également été souligné par Garrett-Jones (1964) qui a montré que la capacité vectorielle d'une espèce varie en raison du carré de son indice d'anthropophilie.

La détermination de cet indice a nécessité la mise au point de techniques précises et fiables pour identifier l'origine des repas de sang (Missiroli et Hackett, 1929; Schubert et Holdeman, 1956; Weitz, 1956; Cunningham

ABSTRACT

The origin of bloodmeals of females *Anopheles nili* from M'Poka has been identified by the precipitin tests performed at the Imperial College London, on 1523 blood smears. Engorged females were collected by C.D.C. light traps inside inhabited houses, by exit window traps and by hand catching of residual resting fauna inside houses.

These three sampling methods gave comparable results and showed that house frequenting *An. nili* feed preferentially on man (about 90 % of all feeds). However female *An. nili* will also feed occasionally on cattle or goats which are always present during the night in the village. No feeding on chickens was recorded. No change in the basic feeding patterns was observed during that six months study covering rainy as well as dry season.

These findings are discussed in relation to the vectorial capacity of *Anopheles nili*.

KEY WORDS : Anophelinae - Host feeding preference.

et al., 1962; Tempelis, 1970, 1975; Washino et Else, 1971; Boreham, 1972, 1975; Parsons, 1973). Actuellement c'est la méthode des précipitines qui est généralement la plus employée.

Les préférences trophiques des anophèles d'Afrique ont ainsi fait l'objet d'études fort complètes (David et Philip, 1931; Bruce-Chwatt *et al.*, 1960; Hamon *et al.*, 1964; Bruce-Chwatt *et al.*, 1966) en ce qui concerne l'Ouest du continent mais beaucoup plus fragmentaires pour l'Afrique Centrale.

* Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., Centre de Brazzavill, B.P. 181, République Populaire du Congo.

** Imperial College, London, U.K.

Anopheles nili (Theo.), 1904 a été classé parmi les vecteurs majeurs d'importance régionale (Hamon et Mouchet, 1961). Sa capacité vectorielle doit être déterminée dans chaque région où sa densité est élevée (Service, 1964; Krafur, 1970) et pour ce faire il importe de bien connaître ses préférences alimentaires. Il fait partie d'un complexe d'espèces (De Meillon, 1947; Hamon *et al.*, 1966; Gillies et De Meillon, 1968) comprenant également *Anopheles somalicus*, espèce essentiellement zoophile, au moins au Sud Cameroun (Mouchet et Gariou, 1961). Mais *A. nili* (s.str.) semble très largement anthropophile comme l'ont prouvé les observations faites en Sierra-Leone (Gordon *et al.*, 1932) au Libéria (Barber *et al.*, 1932), au Nigeria (Bruce-Chwatt, 1951; Service, 1964), au Soudan (Lewis, 1956), au Togo et au Dahomey (Hamon *et al.*, 1956), au Cameroun (Adam, 1956; Livadas *et al.*, 1958), au Tchad (Lacan, 1958), en Haute-Volta (Hamon *et al.*, 1964) en Ouganda (Kafuko *et al.*, 1962). A Kangami, un village du Nord Nigeria, *Anopheles nili* était un des moustiques anthropophiles les plus fréquemment capturés (Service, 1964) tandis qu'en Ethiopie Krafur (1970) a noté que tous les spécimens testés par la méthode des précipitines, s'étaient gorgés sur hommes.

Les seules preuves de repas non humains relevées à ce jour proviennent du Nord-Nigeria (Service, 1963); de Rhodésie (Bruce-Chwatt *et al.*, 1966) et du Cameroun (Adam, 1956; Hamon *et al.*, 1956). Dans le premier cas l'hôte était un mammifère indéterminé, dans le deuxième il s'agissait d'un bovin et dans le troisième d'un ovin.

Nos études portent exclusivement sur la population d'*Anopheles nili* du village de M'Poka, en République Populaire du Congo (Carnevale, 1974 a, 1974 b; Carnevale et Zoulani, 1975). Les analyses des repas de sang ont été effectuées au Département de Zoologie de l'Imperial College de Londres.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le village de M'Poka (3°55'S; 14°29'E) est situé à la limite de la grande forêt primaire de Bangou, à environ 150 kilomètres au Nord Ouest de Brazzaville.

Il se compose de six maisons rectangulaires, en pisé, à toit de nattes. Elles sont installées sur une colline qui sépare les vallées des rivières Lououlou et Louolo où se situent les gîtes larvaires d'*Anopheles nili*. Ces cours d'eau sont bordés de galeries peu épaisses, prolongements de la forêt de Bangou. Entre le village et

ces rivières s'étend une zone d'environ 500 m de savane arbustive; de plus un bosquet anthropique s'est développé sur la partie sud du village.

Quatre familles vivent en permanence à M'Poka soit environ une quinzaine de personnes. Le chef possède un troupeau d'une vingtaine de bœufs vivant en complète liberté et ne rentrant au village qu'au crépuscule. Dans le village se déplacent aussi en toute liberté quelques moutons et de nombreux poulets.

La faune sauvage se compose de nombreuses espèces d'oiseaux, de rongeurs, de chauves-souris, de céphalophes, de guibs harnachés, de civettes, de genettes et de quelques singes; suidés et buffles sont parfois signalés mais de plus en plus rarement.

Les captures de femelles d'*Anopheles nili* ont été faites à l'aide des pièges « C.D.C. Miniature Light Trap » placés à l'intérieur des maisons habitées et fonctionnant toute la nuit, et avec des pièges fenêtres dirigés vers l'extérieur. Chaque matin une équipe de captureurs récoltait également les femelles au repos sur les murs dans les maisons du village.

Le sang ingéré par les anophèles a été prélevé par l'écrasement de l'abdomen sur papier filtre selon la méthode préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les prélèvements ont été conservés à l'abri de l'humidité dans des bocaux hermétiquement fermés contenant du silicagel pour n'être rouverts qu'au moment des analyses.

2. RÉSULTATS ET OBSERVATIONS

Entre juillet 1974 et janvier 1975, 1523 étalements de sang ont été effectués sur le terrain et analysés à l'Imperial College; 1408 d'entre eux ont pu être identifiés (soit 92,4 %).

2.1. Préférences trophiques en fonction de la méthode d'échantillonnage

En juillet 1974, nous avons comparé les repas de sang des femelles gorgées prises dans les pièges lumineux, dans les pièges-fenêtres et par les captureurs sur les murs (tabl. I). La composition des trois échantillons a été pratiquement similaire et a fait ressortir la très forte anthropophilie d'*A. nili* puisque plus de 83 % de repas identifiés sont d'origine humaine.

Un point très intéressant est la présence, dans les pièges-fenêtres de sortie, de femelles gorgées sur bovins

PRÉFÉRENCES TROPHIQUES D'*ANOPHELES NILI*

TABLEAU I. — Préférences trophiques d'*Anopheles nili* en fonction du mode d'échantillonnage (juillet 1974).

Mode de capture Hôte	Piège de sortie	Piège C.D.C.	Faune résiduelle naturelle	Total	%
Homme	69	41	104	214	83,9
Bovins	6	2	9	17	6,6
Bovins non identifiés (*)	4	1	1	6	2,3
Chèvres-moutons	—	2	2	4	1,6
Mammifère (**)	5	—	3	8	3,1
Négatifs	30	27	35	92	
Homme + Chèvre	1	—	—	1	0,4
Homme + Bovin	1	—	3	4	1,6
Homme + Bovin indéterminé	—	1	—	1	0,4
Total analysé	116	74	157	347	—
Total déterminé	86	47	122	255	—

(*) Faible repas pris sur bovidés mais pouvant provenir de n'importe quel représentant de la famille des bovidés.

(**) faible repas pouvant provenir de n'importe quel mammifère.

et sur mammifères bien que ces animaux ne pénètrent jamais dans les maisons. Ces femelles s'étaient donc gorgées à l'extérieur puis étaient entrées dans les maisons pour s'y reposer.

Ces observations sont confirmées par la capture manuelle, le matin dans les maisons, de femelles nourries la veille, à l'extérieur, sur bovins.

La présence de femelles ayant pris des repas mixtes (homme + bovin) a été notée dans les captures des pièges de sortie et de la faune résiduelle matinale mais ce comportement a été peu fréquent (2,3 %).

L'alimentation sur mouton a été rare (moins de 2 % des cas).

Enfin il faut remarquer qu'aucun repas sur poulet n'a été identifié. Ce fait confirme et explique une observation précédente : à plusieurs reprises nous avons placé dans une même pièce inhabitée une dizaine de poulets et 2 pièges C.D.C.; jamais la moindre femelle d'*Anopheles nili* n'avait été prise par ces pièges dans ces conditions.

2.2. Préférences trophiques en fonction de la saison

Sur le vu des résultats précédents, nous avons utilisé uniquement les pièges de fenêtre pour suivre les éventuelles variations des préférences alimentaires au cours des saisons (tabl. II).

TABLEAU II. — Préférences trophiques d'*Anopheles nili* en fonction des variations saisonnières (♀ prises par les pièges de sortie uniquement).

Mois Hôte	Juillet 1974	Août 1974	Sept. 1974	Oct. 1974	Nov. 1974	Déc. 1974	Janv. 1975	Total	%
Homme	69	221	183	290	129	189	107	1188	95,8
Bovin	6	1	—	3	9	—	3	22	1,8
Bovin (*)	4	1	1	—	1	2	—	9	0,7
Chèvre } Mouton }	—	7	—	1	2	—	—	10	0,8
Mammifère (**)	5	—	1	—	1	—	—	7	0,5
Négatif	30	1	6	7	1	4	4	53	
Homme + } Mouton }	1	—	—	—	—	—	—	1	0,08
Homme + } Bovin }	1	—	1	—	—	—	—	2	0,1
Total analysé	116	231	192	301	143	195	114	1292	—
Total déterminé	86	230	186	294	142	191	110	1239	—

(*) Faible repas pris sur bovidés mais pouvant provenir de n'importe quel représentant de la famille des bovidés.

(**) Faible repas pouvant provenir de n'importe quel mammifère.

Sur les 1292 étalements ainsi pratiqués pendant 6 mois, 53 seulement ont donné des résultats négatifs.

Les conditions climatiques régnant à M'Poka sont caractéristiques des régions sub-équatoriales avec une longue saison sèche (de juin à septembre) et de faibles variations de la température moyenne mensuelle.

Ces variations saisonnières ont une grande influence sur la densité, les cycles d'agressivité et la dynamique de la population (Carnevale, 1974 b). Mais en dépit de ces changements, il est apparu que, tout au long des six mois d'observations, le comportement alimentaire l'*Anopheles nili* a toujours été essentiellement anthropophile et aucune déviation trophique particulière n'est apparue. En effet, quelqu'aient pu être les conditions climatiques et la structure de la population anophélienne plus de 90 % des femelles d'*Anopheles nili* capturées par les pièges-fenêtres avaient pris leur repas de sang sur sujets humains.

3. DISCUSSION

Depuis quelques années une étude de la biologie d'*A. nili* est réalisée à M'Poka (R.P. Congo) pour préciser notamment son importance dans la transmission du paludisme humain.

Nous avons remarqué qu'*A. nili* pique l'homme essentiellement la nuit à l'intérieur des maisons mais peut également s'alimenter le soir, sur hommes, à l'extérieur. Or, au même moment les animaux domestiques sont relativement abondants autour des maisons et il nous a donc paru intéressant de préciser les préférences alimentaires de cette espèce.

Les recherches de femelles au repos dans les abris extérieurs (naturels ou artificiels) ayant toujours été négatives nous avons étudié la fraction de la population venant au contact des habitations humaines. Il est difficile de déterminer le pourcentage que cette fraction représente par rapport à l'ensemble de la population d'*Anopheles nili*. Cependant, seule cette fraction de population en contact avec l'homme intervient dans la transmission et nos observations gardent donc toute leur valeur épidémiologique.

Nous avons choisi trois méthodes de captures permettant d'obtenir un bon échantillonnage des anophèles dans les maisons. Les pièges lumineux, les pièges-fenêtres et les captures manuelles des femelles au repos le matin dans les maisons ont tous traduit de façon similaire la très forte anthropophilie d'*A. nili* même en présence de bovins ou d'ovins puisque plus de 80 % des repas analysés avaient été pris sur hommes. A

l'opposé il semble que les poulets n'aient présenté aucune attractivité pour *A. nili* puisque ni les analyses des repas ni les récoltes de pièges placés à proximité des poulets n'ont montré de résultats positifs.

L'intensité de l'anthropophilie n'a pas été influencée par les variations climatiques saisonnières qui pourtant modifient l'agressivité des femelles et la structure de la population (densité, âge physiologique...).

Avec un indice d'anthropophilie d'environ 0,9 toute l'année et une densité pouvant atteindre près de 100 piqures/homme/nuit en saison sèche, il se confirme qu'à M'Poka, *Anopheles nili* justifie pleinement sa classification de vecteur majeur d'importance régionale bien que les indices sporozoïtiques aient toujours été moins élevés que chez les deux autres vecteurs majeurs *Anopheles gambiae* A et *Anopheles funestus* également capturés aussi bien à M'Poka que dans les autres villages installés à proximité de la rivière Louolo.

Ces conditions expliquent le maintien de l'endémicité palustre dans les villages du district de Kindamba ainsi qu'il ressort des récentes enquêtes malariologiques (Carnevale *et al.*, 1976).

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à exprimer tous nos plus vifs remerciements au British Ministry of Overseas Development pour son importante et indispensable aide financière; nous remercions aussi très sincèrement le Dr. G. White pour son utile collaboration.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 20 août 1977.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (J.P.), 1956. — Note faunistique et biologique sur les anophèles de la région de Yaoundé et la transmission du paludisme en zone forestière du Sud Cameroun. *Bull. Soc. Path. ex.*, 49, (1): 210-220.
- BARBER (M.A.), RICE (J.B.) et BROWN (J.Y.), 1932. — Malaria studies on the Firestone Rubber Plantation in Liberia, West Africa. *Amer. J. Hyg.*, 15: 601.
- BOREHAM (P.F.L.), 1972. — Serological identification of arthropod bloodmeals and its application. *PANS*, 18: 205-209.
- BOREHAM (P.F.L.), 1975. — Applications of blood-meals identifications in relation to the epidemiology of vector borne tropical diseases. *J. Trop. Med. Hyg.*, 78, (4): 83-91.

PRÉFÉRENCES TROPHIQUES D'*ANOPHELES NILI*

- BRUCE-CHWATT (C.), 1951. — Malaria in Nigeria. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 4 : 301-327.
- BRUCE-CHWATT (L.J.), GOCKEL (C.W.) et WEITZ (B.), 1960. — A study of the blood feeding patterns of *Anopheles* mosquitos through precipitin tests. *Bull. Org. mond. Santé*, 22 : 685-720.
- BRUCE-CHWATT (L.J.), GARRETT-JONES (C.) et WEITZ (B.), 1966. — Ten years study (1955-1964) of host selection by anopheline mosquitos. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 35, (3) : 405-439.
- CARNEVALE (P.), 1974 a. — Comparaison de 3 méthodes de capture pour l'échantillonnage d'une population d'*Anopheles nili* (Theo.), 1904. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XII, n° 2 : 135-144.
- CARNEVALE (P.), 1974 b. — Variations saisonnières d'une population d'*Anopheles nili* (Theo.), 1904 en République Populaire du Congo. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XII, n° 3 : 165-174.
- CARNEVALE (P.) et ZOULANI (A.), 1975. — Agressivité d'*Anopheles nili* (Theo.), 1904, à l'intérieur et à l'extérieur des maisons. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIII, n° 2 : 62-73.
- CARNEVALE (P.), FREZIL (J.-L.) et BOSSENO (M.F.), 1976. Le Paludisme dans le Sud-Ouest de la République Populaire du Congo. *Rap. ronéo., O.R.S.T.O.M.-Brazza/EMP/PC/76-184*.
- CUNNINGHAM (M.P.), HARLEY (J.M.B.), SOUTHON (H. A.W.) et LUMSDEN (W.H.R.) 1962. — Detection of antibodies in blood-meals of hematophagous *Diptera*. *Sciences*, 138, (3536) : 32-33.
- DAVID (G.E.) et PHILIP (C.B.), 1931. — The identification of the bloodmeals in West African mosquitoes by means of the precipitin test. A preliminary reports. *Amer. J. Hyg.*, 14 : 130-141.
- DE MEILLON (B.), 1947. — The *Anophelini* of the ethiopian geographical region. *S. Afr. Inst. Med. Research, Johannesburg*, 272 pp.
- GARRETT-JONES (C.), 1964. — The Human Blood Index of Malaria Vectors in Relation to Epidemiological Assessment. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 30 : 241-261.
- GILLIES (M.T.) et DE MEILLON (B.), 1968. — The Anophelinae of Africa South of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region). *Publ. South. Afr. Inst. Med. Res.*, 54, 343.
- GORDON (R.M.), HICKS (E.P.), DAVEY (T.H.) et WATSON (M.), 1932. — A study of the house haunting *Culicidae* occurring in Freetown, Sierra-Leone *Ann. trop. Med. Parasit.*, 26, 273.
- HAMON (J.) et MOUCHET (J.), 1961. — Les vecteurs secondaires du paludisme humain en Afrique. *Méd. Trop.*, 21 : 643-660.
- HAMON (J.), ADAM (J.P.) et GRJEBINE (A.), 1956. — Observations sur la répartition et le comportement des anophèles de l'Afrique Equatoriale Française, du Cameroun et de l'Afrique Occidentale. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 15 : 549-591.
- HAMON (J.), RICKENBACH (A.), et ROBERT (P.), 1956. — Seconde contribution à l'étude des moustiques du Dahomey avec quelques notes sur ceux du Togo. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 31, 619.
- HAMON (J.), SALES (S.), COZ (J.), OUEDRAOGO (C.S.), DYEMKOUMA (A.) et DIALO (B.), 1964. — Observations sur les préférences alimentaires des moustiques de la République de Haute-Volta. *Bull. Soc. Path. ex.*, 57, (5) : 1133-1150.
- HAMON (J.), COZ (J.), ADAM (J.P.), HOLSTEIN (M.), RICKENBACH (A.), BRENGUES (J.), SUBRA (R.), SALES (S.) et EYRAUD (M.), 1966. — Contribution à l'étude de la répartition des anophèles en Afrique Occidentale. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. IV, n° 6 : 13-68.
- KAFUKO (G.W.), NOVOTNY (M.E.), GULLEN (J.R.), PEDERSEN (C.K.), BAITWABOBO (J.) et LATIGO (I.E.), 1962. — Uganda Protectorate. *Wld. Hlth. Org. Malaria Eradication Pilot Project. Ann. Rept.*, 1961.
- KRAFSUR (E.S.), 1970. — *Anopheles nili* as a Vector of Malaria in a Lowland Region of Ethiopia. *Bull. Org. mond. Santé*, 42 : 466-471.
- LACAN (A.), 1958. — Les anophèles de l'Afrique Equatoriale Française et leur répartition. *Ann. Parasit., hum. comp.*, 33 : 150-170.
- LEWIS (D.J.), 1956. — The Anopheline mosquitoes of the Sudan. *Bull. ent. Res.*, 47, (3) : 475-494.
- LIVADAS (G.), MOUCHET (J.), GARIOU (J.) et CHASTANG (R.), 1958. — Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la région forestière du Sud-Cameroun ? *Riv. Malariologia*, 37, (4-6) : 229-256.
- MAC DONALD (G.), 1957. — The epidemiology and control of malaria. *Londres. Oxford University Press*. 201 p.
- MISSIROLI (A.) et HACKETT (L.W.), 1929. — The precipitin test as a means of determining source of anopheline blood-meals. *Multig. League of Nations, doc. C.H./Malaria*, 131.
- MOUCHET (J.) et GARIOU (J.), 1961. — Répartition géographique et écologique des anophèles au Cameroun. *Bull. Soc. Path. ex.*, 51, (1), 102-118.

- PARSONS (R.E.), 1973. — A potential new method of identifying animal species and mosquito blood-meals by the haemoglobin crystallization techniques. *Southeast asian J. trop. Med. Publ. Health.*, 4, (2), 286.
- SCHUBERT (J.H.) et HOLDEMAN (L.V.), 1956. — A modified precipitin technique for determining the source of mosquito blood-meals. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 5, (2) : 272-273.
- SERVICE (M.W.), 1963. — The ecology of the mosquitos of the Northern Guinea savannah of Nigeria. *Bull. Ent. Res.*, 54 : 601-632.
- SERVICE (M.W.), 1964. — The behaviour of *Anopheles nili* Theo. in sprayed huts in Northern Nigeria. *J. trop. Med. Hyg.*, 67 : 11-12.
- TEMPELIS (C.H.), 1970. — Host preference of mosquitoes. *Proc. pap. Conf. Calif. Mosq. Control. Assoc.* : 25-28.
- TEMPELIS (C.H.), 1975. — Host-feeding patterns of mosquitoes, with a review of advances in analysis of blood-meals by serology. *J. Med. Ent.*, 11, (6) : 635-653.
- WASHINO (R.K.) et ELSE (J.G.), 1971. — Identification of blood-meals haematophagous arthropods by the haemoglobin crystallization method. *WHO/VBC/71.275*.
- WEITZ (B.), 1956. — Identification of blood-meals of blood sucking arthropods. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 15, (3-4-5) : 473-490.