

ce 66270



WORLD HEALTH ORGANIZATION  
ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

WHO/MAL/76.874

WHO/VBC/76.633

FRANCAIS SEULEMENT

(with summary in English)



INDEXED

ETUDE DE L'AGRESSIVITE D'ANOPHELES GAMBIAE A  
EN FONCTION DE L'AGE ET DU SEXE DES SUJETS HUMAINS<sup>1</sup>

par

P. Carnevale,<sup>2</sup> J. L. Frézil,<sup>2</sup> M. F. Bosseno,<sup>3</sup> F. Le Pont<sup>3</sup> et J. Lancien<sup>3</sup>  
Service Entomologie médicale et Parasitologie

Centre de Brazzaville

Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM)  
Brazzaville, Congo

1. INTRODUCTION

La connaissance du comportement alimentaire des anophèles permet d'expliquer certaines modalités de transmission des Plasmodium et revêt, de ce fait, un intérêt épidémiologique évident. Haworth (1973) souligne : "Studies on the attraction of Anopheles to man or animals... are of paramount importance for planning and implementing malaria control".<sup>4</sup> Ce comportement alimentaire comprend d'une part le choix, par l'anophèle, d'un type d'hôte humain ou animal, et d'autre part le choix de l'hôte cible.

Des nombreuses études consacrées aux préférences trophiques des anophèles (Smith & Weitz, 1959; Gillies, 1964, 1967; Hamon et al., 1964; Bruce-Chwatt et al., 1966), il ressort qu'A. gambiae A est essentiellement anthropophile (Chauvet, 1969; Coz, 1973). Le choix de l'hôte cible est lié au problème général des tropismes des moustiques.

Les effets attractifs ou répulsifs de divers éléments, physiques et chimiques, ont fait l'objet de nombreuses recherches. Dethier (1975a,b), Gilbert et al. (1970), Garson & Garner (1971), Grothaus et al. (1972), Khan & Maibach (1972), Khan et al. (1973), Okoth (1973) et White (1973) ont étudié l'action de différents répulsifs et notamment (Maasch, 1973) de la teneur du sang de l'hôte en vitamine B1.

D'un autre côté, les expériences sur l'action attractive des radiations lumineuses (Kitaoka & Ito, 1964; Novacks, 1967; Wilton & Fay, 1972; Gjullin et al., 1973), de certaines effluves (Willis, 1947; Lindsay, 1955; Thorsteinson & Brust, 1962; Chang, 1966; Wensler, 1972), du gaz carbonique (Brouwer, 1960; Carestia & Savage, 1967; Mayer & James, 1969; Gillies & Wilkes, 1972; Herbert et al., 1972), de l'acide L (+) lactique (Acree et al., 1968); Stryker & Young, 1970; Carlson et al., 1973), se sont amplifiées pour être combinées avec la mise au point de plusieurs modèles de pièges. Mais ces éléments et ces substances sont-ils retrouvés au niveau des hôtes humains et peuvent-ils expliquer les phénomènes "d'attractivité différente" exercée par certaines personnes ?

<sup>1</sup> Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

<sup>2</sup> Chargés de recherches de l'ORSTOM.

<sup>3</sup> Techniciens de l'entomologie médicale.

<sup>4</sup> Traduction : "Les études sur l'attraction exercée par l'homme et les animaux sur les anophèles... sont d'importance primordiale pour la préparation et la mise en oeuvre des campagnes de lutte contre le paludisme".

The issue of this document does not constitute formal publication. It should not be reviewed, abstracted or quoted without the agreement of the World Health Organization. Authors alone are responsible for views expressed in signed

Ce document ne constitue pas une publication. Il ne doit faire l'objet d'aucun compte rendu ou résumé ni d'aucune citation sans l'autorisation de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les opinions exprimées dans les articles signés n'engagent

Pour Laarman (1955, 1958), le repérage par A. maculipennis atroparvus du "fournisseur de sang" se fait surtout à l'odorat; le CO<sub>2</sub> et les odeurs exerceraient une action stimulante dans les mécanismes d'orientation tandis que l'humidité et la chaleur inciteraient l'insecte à se poser.

Pour Kulhorn (1971), c'est un stimulus olfactif, provenant de l'intérieur des maisons, qui serait le facteur essentiel guidant le "incoming flight" du moustique. Pour Elliott (1972), ce "vol d'entrée" du moustique serait dû au fait que l'intérieur des maisons présente, au crépuscule, un déficit de saturation supérieur à celui noté à l'extérieur.

Selon Acree et al. (1968), c'est l'acide lactique (qu'ils isolent à partir de sujets humains) qui exercerait l'action attractive principale mais, pour Brouwer (1960) et Snow (1970), cette action est le fait du gaz carbonique expiré ou excrété par la peau.

Certains auteurs impliquent directement la constitution du sang, que ce soit l'odeur (Tsyba, 1971), le taux en adénosine-5-phosphate (Hosoi, 1958) ou le groupe sanguin (Wood et al., 1972), tandis que d'autres auteurs ont comparé l'effet attractif des hormones oestrogènes et des acides aminés (Roessler & Brown, 1964).

Pour Sippel & Brown (1953), Haufe & Burgess (1960) et Kalmus & Hocking (1960), l'attraction résulterait des mouvements de l'hôte qui créeraient un courant d'air ou simplement une stimulation visuelle.

Nuttall (1901), Ko (1925), Headlee (1937), Brett (1938), Gjullin (1947), Brown (1954, 1955), Gilbert & Gouck (1957) étudient l'attractivité des différentes couleurs, nuances et radiations lumineuses et Smith (1961) note que la couleur de la peau n'a pas d'influence sur l'agressivité d'A. gambiae.

Mangum & Callahan (1968) considèrent que l'attraction doit être imputable aux radiations, proches de l'infrarouge, émises par le corps humain. De nombreux autres facteurs ont été impliqués tels que la température ou la moiteur de la peau (Smart & Brown, 1956), la chaleur du corps (Peterson & Brown, 1951), la transpiration (Haddow, 1942; Parker, 1948; Brown, 1951) ou la taille de l'hôte (Wright & Kellogg, 1964).

Muirhead-Thomson (1951), Thomas (1951), Clyde & Shute (1958), Maibach et al. (1966), Spencer (1967) étudient la distribution des piqûres des moustiques en fonction des groupes d'âge des sujets humains. Seuls Thomas (loc. cit.) en Afrique de l'Ouest et Clyde & Shute (loc. cit.) en Tanzanie observent le comportement d'A. gambiae mais leur méthodologie et leurs résultats sont très différents.

Après une série de captures manuelles, Thomas note que l'alimentation des anophèles se fait au hasard lorsque moins de trois personnes occupent la maison et "an attraction towards the adults was apparent"<sup>1</sup> lorsque les familles comprennent plus de six personnes.

En comparant la composition en leucocytes du sang des sujets humains et celle des moustiques gorgés, Clyde & Shute concluent "it appeared that there was no consistent deviation of anophelines to certain human age groups".<sup>2</sup>

Cette observation s'oppose à celle de Muirhead-Thomson (loc. cit.) et Spencer (loc. cit.) qui étudient respectivement le comportement de piqûres d'A. albimanus et d'A. farauti et notent que ces espèces piquent beaucoup moins les bébés que les enfants ou les adultes.

---

<sup>1</sup> Traduction : "une attraction exercée par les adultes était visible".

<sup>2</sup> Traduction : "il ne semblait pas y avoir de déviation systématique des anophèles vers des humains appartenant à un groupe d'âge particulier".

Ces résultats, peu nombreux et souvent contradictoires, font apparaître la nécessité de reprendre l'étude des "selective feeding habits of anopheles"<sup>1</sup> (Clyde & Shute, 1958) et notamment d'A. gambiae A, seul représentant du complexe A. gambiae dans la région brazzavilloise (Carnevale, 1972).

## 2. MATERIEL ET METHODES

L'enquête a été menée dans le village de Djoumouna, situé à 25 km au sud-ouest de Brazzaville et peuplé d'environ 300 à 350 personnes, principalement d'origine Balari.

Bien que proche de la capitale, cette agglomération n'a jamais reçu le moindre traitement insecticide. D'autre part, les captures antérieures, faites le matin dans les maisons et la nuit sur sujets humains, ont montré l'importance du peuplement anophélien (Adam et al., 1974).

Cette abondance de moustiques est due au fait que la rivière de Djoumouna a été en partie détournée pour alimenter une série de bassins de pisciculture. Ces bassins, plus ou moins en activité, et les réseaux de canaux qui les bordent, permettent d'observer tous les types de gîtes larvaires, de la flaque d'eau ensoleillée à la mare herbeuse en passant par la rivière à débit continu.

Arbitrairement, l'âge des sujets humains a été classé en quatre groupes :

- les bébés : 0 à 2 ans,
- les enfants : > 2 à 10 ans,
- les adolescents : > 10 à 20 ans,
- les adultes : au-delà de 20 ans.

Parmi les familles volontaires pour servir d'appâts humains, trois ont été choisies en fonction du nombre de personnes de chaque sexe appartenant aux différentes catégories d'âge.

Ces familles se composaient de 9, 8 et 7 personnes qui ont conservé, dans la mesure du possible, leur comportement habituel et ont dormi dans leurs propres maisons. Ces maisons sont du type couramment construit dans la région, deux ont un toit de tôle ondulée, la troisième a un toit en paille.

Les moustiques étaient pris sur les jambes des dormeurs à partir de 23 heures. Le choix de cette heure tardive vient du fait que la présence d'étrangers dans le village retarde l'heure du coucher des adultes masculins et, pour ne pas fausser les résultats, il est préférable d'avoir, pour chaque groupe, un nombre d'heures de capture identique.

En outre, deux "captureurs témoins", un de chaque sexe, ont pris les moustiques directement sur eux-mêmes.

Au fur et à mesure de leur capture, les anophèles étaient placés dans un sachet de toile marqué au nom du "dormeur-appât". Ces sacs étaient ramassés chaque heure et les moustiques étaient immédiatement triés, identifiés et disséqués.

Du 3 décembre 1973 au 22 février 1974, vingt-deux captures de nuit ont été faites selon cette méthodologie.

---

<sup>1</sup> Traduction : "préférences alimentaires des anophèles".

### 3. RESULTATS ET OBSERVATIONS

#### 3.1 Composition de la population anophélienne anthropophile

Dans le village de Djoumouna, à l'époque de l'étude, Anopheles gambiae A a constitué 90% de la population anophélienne endophage et anthropophile (figure 1). Les autres espèces n'ont été que faiblement représentées et nous avons pu noter la présence d'A. moucheti (4,9 % des récoltes), d'A. paludis (2,8 %), d'A. hancocki (1,0 %), d'A. funestus (0,9 %) et d'A. nili (0,1 %). L'examen des récoltes a montré que ni le sexe ni l'âge des dormeurs n'avaient significativement influencé la composition en espèces des différents échantillons.

#### 3.2 Composition par groupes d'âge physiologique des échantillons d'Anopheles gambiae A

La composition en âge des différents échantillons d'A. gambiae A obtenus en captures de nuit est indiquée dans le tableau 1. L'examen de ce tableau montre que cette composition n'a été influencée ni par l'âge, ni par le sexe des dormeurs. A l'époque de l'étude, plus de 75 % des femelles d'A. gambiae venant piquer l'homme la nuit étaient des femelles pares.

#### 3.3 Agressivité d'A. gambiae A en fonction de l'âge et du sexe des sujets humains

Le tableau 2 indique la répartition des piqûres d'A. gambiae A, en fonction de l'âge et du sexe des dormeurs, observée après 22 captures de nuit. Cette répartition n'est pas influencée par le sexe des sujets humains ( $\chi^2 = 0,334$  pour 3 d.d.l.). Par contre, le nombre de piqûres augmente en fonction de l'âge des dormeurs (figures 2, 3 et 4). En moyenne les enfants sont piqués 1,92 fois plus que les bébés, les adolescents sont piqués 2,53 fois plus que les bébés et les adultes reçoivent 3,00 fois plus de piqûres que les bébés. Les "bébés" reçoivent environ 10 % des piqûres effectuées au cours de la nuit; ce pourcentage est respectivement de 20, 30 et 35 % pour les groupes d'âge "enfants", "adolescents" et "adultes". Ainsi, les adultes reçoivent un "pourcentage de piqûres" équivalent à celui reçu par l'ensemble des deux groupes "bébés" + "enfants", ensemble qui intéresse les personnes âgées de moins de dix ans. Du total de piqûres ayant lieu au cours de la nuit, 2/3 concernent les personnes de plus de dix ans, 1/3 concerne les personnes de moins de dix ans.

Il faut noter que les différences de piqûres entre les groupes "adolescents" et "adultes" sont moins accusées que celles observées entre les groupes "bébés" et "enfants". Ceci est compréhensible dans la mesure où, dans la région brazzavilloise, les différences de taille entre un bébé d'un an et un enfant de 7-8 ans sont beaucoup plus importantes que celles notées entre un adolescent de 16-17 ans et un adulte de 25-30 ans.

Les récoltes des captureurs-témoins, prenant les moustiques directement sur eux, apportent d'intéressantes informations sur le comportement des captureurs. La "captureuse témoin", jeune fille de 18 ans, a pris en moyenne 15,09 femelles d'A. gambiae A par nuit, ce qui correspond aux résultats observés, pour cette tranche d'âge, avec les "dormeurs-appâts" (14,76 ♀/nuit). Par contre, les captureurs témoins, jeunes adultes de 20-25 ans, ont montré une attention beaucoup plus soutenue en prélevant les moustiques sur eux-mêmes (34,18 ♀/homme/nuit) qu'en surveillant les jambes des dormeurs (17,22 ♀/dormeur/nuit). Ce comportement, ainsi que l'attractivité plus grande exercée par certaines adolescentes par rapport à certains captureurs, doivent être pris en considération et peuvent fausser les informations recueillies.

#### 3.4 Taux d'infection des anophèles pris de nuit sur sujets humains

Les 4593 dissections immédiates et observations de glandes salivaires (tableau 3) ont montré qu'A. gambiae A était bien le vecteur majeur du paludisme humain dans la région brazzavilloise (I.S. =  $5,33 \pm 0,69$ ).

D'autre part les échantillons d'A. gambiae A, prélevés sur des différents groupes d'âge de chaque sexe, ont montré des taux d'infection pratiquement identiques (tableau 4). Ceci est compréhensible dans la mesure où ces échantillons présentaient déjà des taux de parturité comparable (tableau 1).

C'est donc la même population anophélienne qui va piquer les habitants d'une maison et la seule différence réside dans le nombre total de piqûres reçues, donc dans le nombre de piqûres infectantes, qui va augmenter en fonction de l'âge des dormeurs.

Les autres espèces d'anophèles n'ont que rarement été trouvées infectées mais il faut noter qu'à six reprises des sporozoïtes ont été remarqués dans les glandes salivaires d'A. moucheti.

#### 4. DISCUSSION ET CONCLUSION

Après 22 captures de nuit faites directement sur les membres de trois familles volontaires, il ressort qu'A. gambiae est bien le vecteur majeur du paludisme humain dans le village de Djoumouna. Cette espèce a constitué 90 % des récoltes et a présenté un indice sporozoïtique supérieur à 5 %. L'étude de l'agressivité de cette espèce a montré qu'A. gambiae A pique aussi bien les hommes que les femmes.

Par contre, le nombre de piqûres reçues par les sujets humains augmente en fonction de leur âge. Les bébés (0 à 2 ans) sont deux fois moins piqués que les enfants (2 à 10 ans), deux fois et demie moins que les adolescents (10 à 20 ans) et trois fois moins que les adultes (plus de 20 ans). Ce résultat infirme celui de Clyde et Shute (1958) qui ont observé le comportement d'A. gambiae en Tanzanie et n'ont pas décelé de différences notables dans le choix de l'hôte piqué.

Par contre, notre étude confirme les observations de Muirhead-Thomson (1957) sur A. albimanus à la Jamaïque ainsi que celles de Spencer (1956) sur A. farauti dans une île de Papouasie-Nouvelle-Guinée et celles plus récentes faites notamment sur A. gambiae A par Adam et al. (1974) dans la région brazzavilloise. Ce comportement de piqûre d'A. gambiae A peut être considéré désormais comme bien établi et il introduit un nouveau facteur correctif qui devra être précisé lors de chaque enquête épidémiologique. Le fait que le sexe des dormeurs ne semble pas avoir d'influence particulière sur le comportement d'agressivité d'A. gambiae A, la faible attractivité des bébés et la répartition des piqûres en fonction de l'âge des sujets humains sont autant d'éléments nouveaux dont il faudra désormais tenir compte dans l'étude de la transmission des Plasmodium humains.

#### 5. RESUME

Une série de captures de nuit, faites directement sur sujets humains, a permis de préciser certains aspects du comportement d'agressivité d'Anopheles gambiae A, le vecteur majeur du paludisme humain dans la région brazzavilloise.

A. gambiae A pique aussi bien les hommes que les femmes mais le nombre de piqûres reçues chaque nuit par les "dormeurs-appâts" augmente en fonction de leur âge.

Les bébés sont deux fois moins piqués que les enfants, deux fois et demie moins que les adolescents et trois fois moins que les adultes.

Au cours de l'enquête le taux de parturité de la population d'A. gambiae A a été de 0,767 et l'indice sporozoïtique a été de 5,33 %.

#### SUMMARY

A series of night catches on human "baits" made it possible to elucidate certain aspects of the biting behaviour of Anopheles gambiae A, the main vector of human malaria in the Brazzaville area, Congo.

The men as well as the women were bitten by A. gambiae A but the number of bites received each night by the sleepers increased according to their age. Babies were bitten twice less than

children, two and a half times less than adolescents and three times less than adults. The parity rate of the A. gambiae A population studied was 0.767 and the sporozoite rate was 5.33 %.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acree, R. B., Gouck, H. K. & Beroza, M. (1968) L-Lactic acid: a mosquito attractant isolated from humans, Science, 161, 1346-1347
- Adam, J. P., Carnevale, P., Frézil, J. L., Melchio, M. F., Lancien, J. & Le Pont, F. (1974) Attractivité, pour les vecteurs du paludisme, des membres d'une population humaine en fonction de l'âge et du sexe (en préparation)
- Brett, G. A. (1938) On the relative attractiveness to Aedes aegypti of certain coloured cloths, Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg., 32, 113-124
- Brouwer, R. (1960) The attraction of carbon dioxide excreted by the skin of the arm for malaria mosquitoes, Trop. geogr. Med., 12, 62-66
- Brown, A. W. A. (1951) Studies of the responses of the female Aedes mosquito. IV. Field experiments on Canadian species, Bull. ent. Res., 42, 575-582
- Brown, A. W. A. (1954) Studies of the responses of the female Aedes mosquito. VI. The attractiveness of coloured cloths to Canadian species, Bull. ent. Res., 45, 67-78
- Brown, A. W. A. (1955) Effect of clothing colour on mosquito attack on exposed skin, J. econ. Ent., 48, 130
- Bruce-Chwatt, L. J., Garrett-Jones, C. & Weitz, B. (1966) Ten years' study (1955-64) of host selection by anopheline mosquitos, Bull. Wld Hlth Org., 35, 405-439
- Carestia, R. R. & Savage, L. B. (1967) Effectiveness of carbon dioxide as a mosquito attractant in the CDC miniature light trap, Mosquito News, 27, 90-92
- Carlson, D. A., Smith, N., Gouck, H. K. & Godwin, D. R. (1973) Yellow fever mosquitoes: compounds related to lactic acid that attract females, J. econ. Ent., 66, 329-331
- Carnevale, P. (1972) Epidémiologie du paludisme humain en République populaire du Congo, I. Le complexe Anopheles gambiae dans la région brazzavilloise, Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 10, 281-286
- Chang, Saw-Ling (1966) An investigation of the influence of floral scents on aggregation behavior of the mosquito Aedes aegypti L (Culicidae: Diptera), Pl. Prot. Bull. (Taiwan), 8, 50-63
- Chauvet, G. (1969) Répartition et écologie du complexe Anopheles gambiae à Madagascar, Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 7, 235-275
- Clyde, D. F. & Shute, G. T. (1958) Selective feeding habits of anophelines amongst Africans of different ages, Amer. J. trop. Med. Hyg., 7, 543-545
- Coz, J. (1973) Contribution à l'étude du complexe Anopheles gambiae Giles en Afrique occidentale, Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 11, 33-40
- Dethier, V. G. (1957a) Insect attractants and repellents (part 1), Soap, 33, 83-87
- Dethier, V. G. (1957b) Insect attractants and repellents (part 2), Soap, 33, 97-101
- Elliott, R. (1972) The influence of vector behavior on malaria transmission, Amer. J. trop. Med. Hyg., 21, (5), 755-763

- Garson, L. R. & Garner, D. D. (1971) Unsymmetrical carbonates as potential long-lasting insect repellents, J. pharm. Sci., 60, 1083-1085
- Gilbert, I. H. & Gouck, H. K. (1957) Influence of surface color on mosquito landing rates, J. econ. Ent., 50, 678-680
- Gilbert, I. H., Gouck, H. K. & Schreck, C. E. (1970) Comparison of four cinchoninates, an oxetanone and two standard skin repellents against Aedes aegypti and Stomoxys calcitrans, Florida Entomologist, 53, 89-92
- Gillies, M. T. (1964) Selection for host preference in Anopheles gambiae, Nature (Lond.), 203, 852
- Gillies, M. T. (1967) Experiments on host selection in the Anopheles gambiae complex, Ann. trop. Med. Parasit., 61, 68-75
- Gillies, M. T. & Wilkes, T. J. (1972) The range of attraction of animal baits and carbon dioxide for mosquitoes. Studies in a freshwater area of west Africa, Bull. ent. Res., 62, 389-404
- Gjullin, C. M. (1947) Effect of clothing color on the rate of attack of Aedes mosquitoes, J. econ. Ent., 40, 326-327
- Gjullin, C. M., Brandl, D. G. & O'Grady, J. J. (1973) The effect of colored lights and other factors on the numbers of Culex pipiens quinquefasciatus, C. tarsalis and Aedes sierrensis entering light traps, Mosquito News, 33, 67-71
- Grothaus, R. H., Hirst, J. M., Gouck, H. K. & Weidhas, D. E. (1972) Field tests with repellent-treated wide-mesh netting against mixed mosquito populations, J. med. Ent., 9, 149-152
- Haddow, A. J. (1942) The mosquito fauna and climate of native huts at Kisumu, Kenya, Bull. ent. Res., 33, 91-142
- Hamon, J., Sales, S., Coz, J., Ouedraogo, C. S., Dyemkouma, A. & Diallo, B. (1964) Observations sur les préférences alimentaires des moustiques de la République de Haute-Volta, Bull. Soc. Path. exot., 57, 1133-1150
- Haufe, W. O. & Burgess, L. (1960) Design and efficiency of mosquito traps based on visual response to patterns, Can. Ent., 92, 124-140
- Haworth, J. (1973) Malaria eradication and control in Africa. Research and its prospectives (Document OMS non-publié WHO/MAL/73.821)
- Headlee, T. J. (1937) Some facts underlying the attraction of mosquitoes to sources of radiant energy, J. econ. Ent., 30, 309-312
- Herbert, E. W., Meyer, C. P. & Turbes, P. G. (1972) A comparison of mosquito catches with CDC light trap and CO<sub>2</sub> baited trap in the Republic of Vietnam, Mosquito News, 32, 212-214
- Hosoi, T. (1958) Adenosine-5-phosphate as the stimulating agent in blood for inducing gorging of the mosquito, Nature (Lond.), 181, 1664-1665
- Kalmus, H. & Hocking, B. (1960) Behaviour of Aedes mosquitoes in relation to blood feeding and repellents, Ent. exp. appl., 3, 1-26
- Khan, A. A. & Maibach, H. I. (1972) A study of insect repellents. I. Effect on the flight and approach by Aedes aegypti, J. econ. Ent., 65, 1318-1321
- Khan, A. A., Maibach, H. I. & Skidmore, D. L. (1973) A study of insect repellents. II. Effect of temperature on protection time, J. econ. Ent., 66, 437-438

- Kitaoka, S. & Ito, K. (1964) Attractiveness of black light to biting midges and mosquitoes, Jap. J. Sanit. Zool., 15, 208-209
- Ko, R. (1925) On the colour-preferences of mosquitoes, J. Formosa med. Soc., 244
- Kulhorn, F. (1971) Über Verhaltensweisen von Anopheles (Dipt. : Culicidae) beim Raumberflug  
Untersuchungen über die Insektenfauna von Räumen, Z. Angewandte Zool., 58, 1-23
- Laarman, J. J. (1955) The host seeking behaviour of the malaria mosquito, Acta Leidensia, 25, 1-144
- Laarman, J. J. (1958) The host-seeking behaviour of anopheline mosquito, Trop. geogr. med., 10, 293-305
- Lindsay, I. S. (1955) An olfactometer for examining the effect of vapors on adult mosquitoes, Defense Research Board, Canada, Sufflied Experimental Station, Sufflied technical paper N° 76
- Maasch, H. J. (1973) Freilanduntersuchungen zur mückenabweisenden Wirkung von Vitamine B1  
Z. Tropenmed. Parasit., 24, 119-122
- Maibach, H. I., Khan, A. A. & Strauss, W. G. (1966) Attraction of humans of different age groups to mosquitoes, J. econ. Ent., 59, 1302-1303
- Mangum, C. L. & Callahan, P. S. (1968) Attraction of near infrared radiation to Aedes aegypti, J. econ. Ent., 61, 36-37
- Mayer, M. S. & James, J. D. (1969) Attraction of Aedes aegypti (L.) responses to human arms, carbon dioxide and air currents in a new type of olfactometer, Bull. ent. Res., 58, 629-642
- Muirhead-Thomson, R. C. (1951) The distribution of anopheline mosquito bites among different age groups. A new factor, Brit. med. J., May 19, 1114-1117
- Novaks, D. (1967) Electroluminescence plates as mosquito attractants, Dtsch. Ent. Z. (N.F.), 14, 481-482
- Nuttall, G. H. F. (1901) The influence of colour upon Anopheles, Brit. med. J., 2, 668-669
- Okoth, J. (1973) Tagetes minuta L, as a repellent and insecticide against adult mosquitoes, E. Afr. med. J., 50, 317-322
- Parker, A. H. (1948) Stimuli involved in the attraction of Aedes aegypti L to man, Bull. ent. Res., 39, 387-397
- Peterson, D. G. & Brown, A. W. A. (1951) Studies of the responses of the female Aedes mosquito. III. The response of Aedes aegypti (L.) to a warm body and its radiation, Bull. ent. Res., 42, 535-541
- Roessler, P. & Brown, A. W. A. (1964) A comparison of oestrogens and amino acids as attractant for Aedes aegypti mosquitoes, Proc. 12th Internat. Congr. Ent., 794
- Sippel, W. L. & Brown, A. W. A. (1953) Studies of the responses of the female Aedes mosquito. V. The role of visual factors, Bull. ent. Res., 43, 567-574
- Smart, M. R. & Brown, A. W. A. (1956) Studies of the responses of the female Aedes mosquito. VII. The effect of skin temperature, hue and moisture on the attractiveness of the human hand, Bull. ent. Res., 47, 80-100
- Smith, A. (1961) Observations on the man-biting habits of some mosquitoes in the South Pare area of Tanganyika, E. Afr. med. J., 38, 246-255

- Smith, A. & Weitz, B. (1959) The feeding habits of "Anopheles gambiae", with particular reference to subsidiary hosts, Ann. trop. Med. Parasit., 53, 414-415
- Snow, W. F. (1970) The effect of a reduction in expired carbon dioxide on the attractiveness of human subjects to mosquitoes, Bull. ent. Res., 60, 43-48
- Spencer, M. (1967) Anopheline attack on mother and infant pairs, Fergusson Island, Papua N. Guinea med. J., 10, 75
- Stryker, R. G. & Young, M. W. (1970) Effectiveness of carbon dioxide and L (+) lactic acid in mosquito light trap with and without light, Mosquito News, 30, 388-393
- Thomas, T. C. E. (1951) Biting activity of Anopheles gambiae, Brit. med. J., 2, 1402
- Thorsteinson, A. J. & Brust, R. A. (1962) The influence of flower scents on aggregation of caged adults Aedes aegypti, Mosquito News, 22, 349-351
- Tsyba, I. F. (1971) Orientation of blood-sucking mosquitoes to blood odors. In: Vsesoiuznyi Simposium po Kehmoretseptsii Nasekomykh, Vilna, Khemoretseptsiya Nasekomykh, Materialy, 139-143
- Wensler, R. J. D. (1972) The effect of odors on the behaviour of adult Aedes aegypti and some factors limiting responsiveness, Can. J. Zool., 50, 415-420
- White, G. B. (1973) The insect repellent value of Ocimum spp (Labiatae) traditional anti-mosquito plants, E. Afr. Med. J., 50, 248-252
- Willis, E. R. (1947) The olfactory responses of female mosquitoes, J. econ. Ent., 40, 769
- Wilton, D. P. & Fay, R. W. (1972) Responses of adult Anopheles stephensi to light of various wave lengths, J. med. Ent., 9, 301-304
- Wood, C. S., Harrison, G. A., Dore, C. & Weiner, J. S. (1972) Selective feeding of Anopheles gambiae according to ABO blood group status, Nature (Lond.), 239, 165
- Wright, A. H. & Kellogg, F. E. (1964) Host size as a factor in the attraction of malaria mosquitoes, Nature (Lond.), 202, 321-322

TABLEAU 1. COMPOSITION, PAR GROUPES D'AGE PHYSIOLOGIQUE,  
 DES ECHANTILLONS D'ANOPHELES GAMBIAE A

"Dormeurs-appâts"		<u>Anopheles gambiae</u> A					
Groupe d'âge	Sexe	Nombre de femelles capturées	Nombre de femelles disséquées	Femelles nullipares		Femelles pares	
				Nb	%	Nb	%
Bébés	Mâles	194	184	34	18,47	150	81,52
	Femelles	355	326	82	25,15	244	78,84
Enfants	Mâles	646	604	144	23,84	460	76,15
	Femelles	797	745	154	20,67	591	79,32
Adolescents	Mâles	907	840	190	22,61	650	77,38
	Femelles	945	886	219	24,71	667	75,28
Adultes	Mâles	1516	1384	321	23,19	1063	76,80
	Femelles	1125	1050	251	23,90	799	76,09
Ensemble des dormeurs	Mâles	3263	3012	689	22,87	2323	77,12
	Femelles	3222	3007	706	23,47	2301	76,52
Ensemble des dormeurs mâles et femelles		6485	6019	1395	23,17	4624	76,82
Captureurs témoins	Mâles	376	358	74	20,67	284	79,32
	Femelles	166	155	47	30,32	108	69,67
Ensemble des captureurs témoins		542	513	121	23,58	392	76,41
Ensemble des sujets humains		7027	6532	1516	23,20	5016	76,79

TABLEAU 2. REPARTITION DES PIQÛRES D'ANOPHELES GAMBIAE A EN FONCTION DE L'AGE ET DU SEXE DES "DORMEURS-APPATS"

"Dormeurs-appâts"				<u>Anopheles gambiae</u> A			
Sexe	Groupe d'âge	Nombre	Nombre de nuits	Nombre de femelles capturées	Nombre de piqûres par appâts par nuit	Pourcentages relatifs	Pourcentages cumulés
Mâle	Bébés	2	41	194	4,73	10,30	10,30
	Enfants	3	66	646	9,78	21,30	31,60
	Adolescents	3	64	907	14,17	30,87	62,47
	Adultes	4	88	1 516	17,22	37,51	99,98
Femelle	Bébés	3	55	355	6,45	12,76	12,76
	Enfants	3	65	797	12,26	24,27	37,03
	Adolescents	3	64	945	14,76	29,22	66,25
	Adultes	3	66	1 125	17,04	33,73	99,98
Ensemble des dormeurs	Bébés	5	96	549	5,71	11,81	11,81
	Enfants	6	131	1 443	11,01	22,78	34,59
	Adolescents	6	128	1 852	14,46	29,92	64,51
	Adultes	7	154	2 641	17,14	35,47	99,98
Captureurs témoins							
Mâle			11	376	34,18		
Femelle			11	166	15,09		

TABLEAU 3. DISSECTIONS IMMEDIATES ET RECHERCHES DE SPOROZOITES DANS LES GLANDES SALIVAIRES DES ANOPHELES PRIS SUR APPATS HUMAINS, DE NUIT, A DJOUROUNA

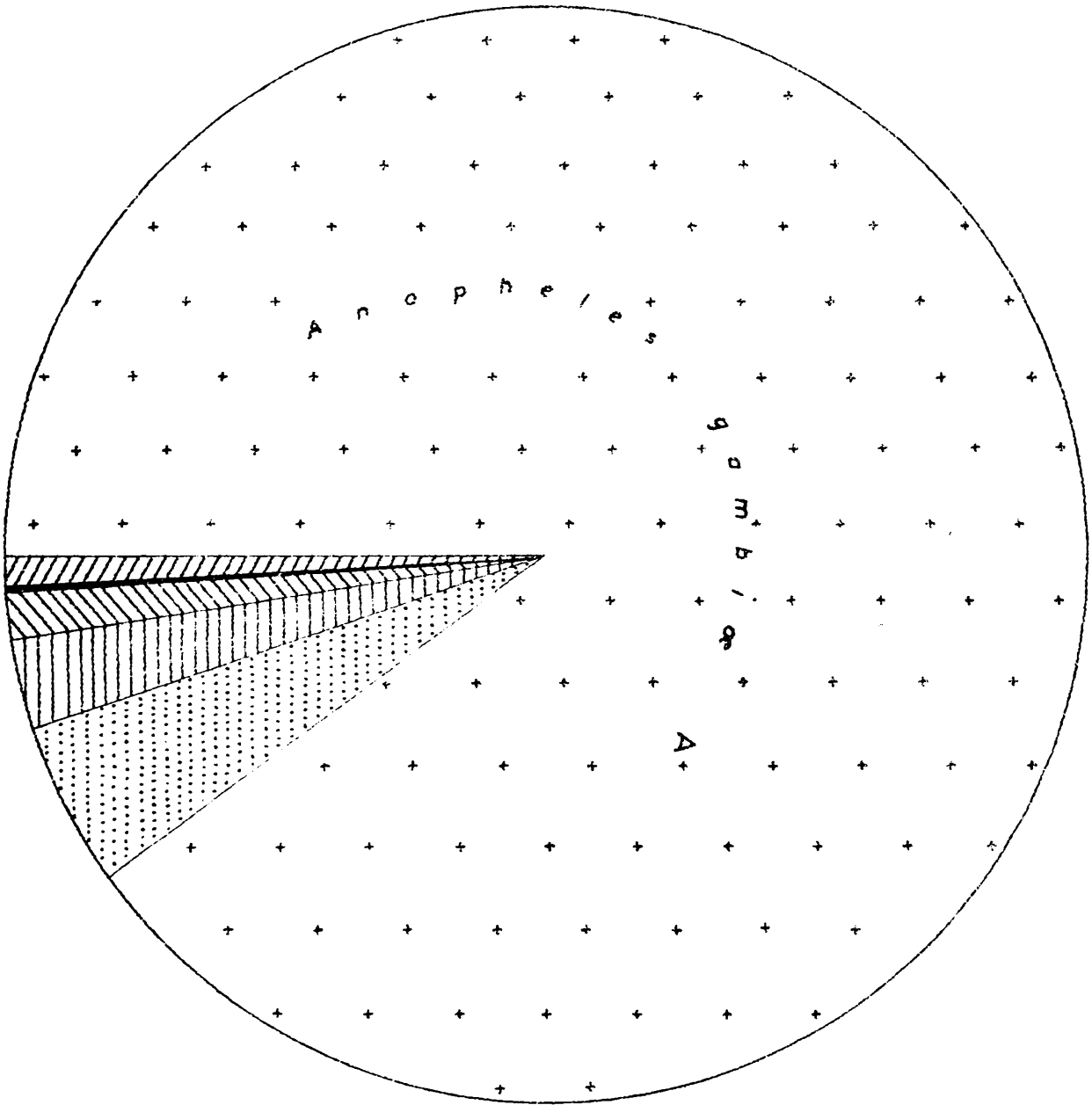
Espèce d'Anopheles	Décembre 1973			Janvier 1974			Février 1974			Ensemble de l'enquête			
	Nb ♀ disséquées	Nb ♀ infectées	I.S.	Nb ♀ disséquées	Nb ♀ infectées	I.S.	Nb ♀ disséquées	Nb ♀ infectées	I.S.	Nb ♀ capturées	Nb ♀ disséquées	Nb ♀ infectées	I.S.
<u>A. gambiae</u>	1 704	90	5,28	1 341	102	7,60	944	21	2,22	7 027	3 989	213	5,33 - 0,69
<u>A. funestus</u>	26	1		9	0		8	0		75	43	1	2,32
<u>A. paludis</u>	46	0		70	0		56	0		220	172	0	
<u>A. mouchei</u>	62	0		191	5		77	1		387	330	6	1,81
<u>A. hancocki</u>	8	0		11	0		32	0		84	51		
<u>A. nili</u>	7	1		1	0		0	0		10	8	1	

TABLEAU 4. INDICES SPOROZOITIQUES DES DIFFERENTS ECHANTILLONS D'ANOPHELES GAMBIAE A

"Dormeurs-appâts"		<u>A. gambiae</u> A <sup>1</sup>			
		Nb de ♀ capturées	Nb de ♀ disséquées	Nb de ♀ infectées	I.S.
Bébés	♂	194	110	5	4,54
	♀	355	202	10	4,95
	Total	549	312	15	4,80
Enfants	♂	646	367	19	5,17
	♀	797	452	24	5,30
	Total	1 443	819	43	5,25
Ado- lescents	♂	907	515	26	5,04
	♀	945	536	28	5,22
	Total	1 852	1 051	54	5,13
Adultes	♂	1 516	860	48	5,58
	♀	1 125	639	36	5,63
	Total	2 641	1 499	84	5,60
Ensemble des dormeurs	♂	3 263	1 852	98	5,29
	♀	3 222	1 829	98	5,35
	Total	6 485	3 681	196	5,32
Captureurs témoins	♂	376	214	12	5,60
	♀	166	94	5	5,31
	Total	542	308	17	5,51
Ensemble des sujets humains	♂	3 639	2 066	110	5,32
	♀	3 388	1 923	103	5,35
	Total	7 027	3 989	213	5,33

<sup>1</sup> Les moustiques disséqués pour l'examen de leurs glandes salivaires ont été choisis au hasard juste après la dissection des ovaires; il n'y a donc pas eu de tri préalable entre les femelles nullipares et pères et les indices sporozoitiques obtenus concernent des échantillons comprenant des femelles nullipares et des femelles pères.

FIGURE 1



Composition, en espèces, de la population anophélienne endophage et anthropophile observée dans le village de Djoumouna







- |   |  |  |
|---|--|--|
|  <u>A. gambiae</u> A |  <u>A. paludis</u>  |  <u>A. nili</u>     |
|  <u>A. moucheti</u>  |  <u>A. hancocki</u> |  <u>A. funestus</u> |

FIGURE 2

Nombre moyen de piqûres d'A.gambiae reçues par nuit  
par chaque groupe d'âge

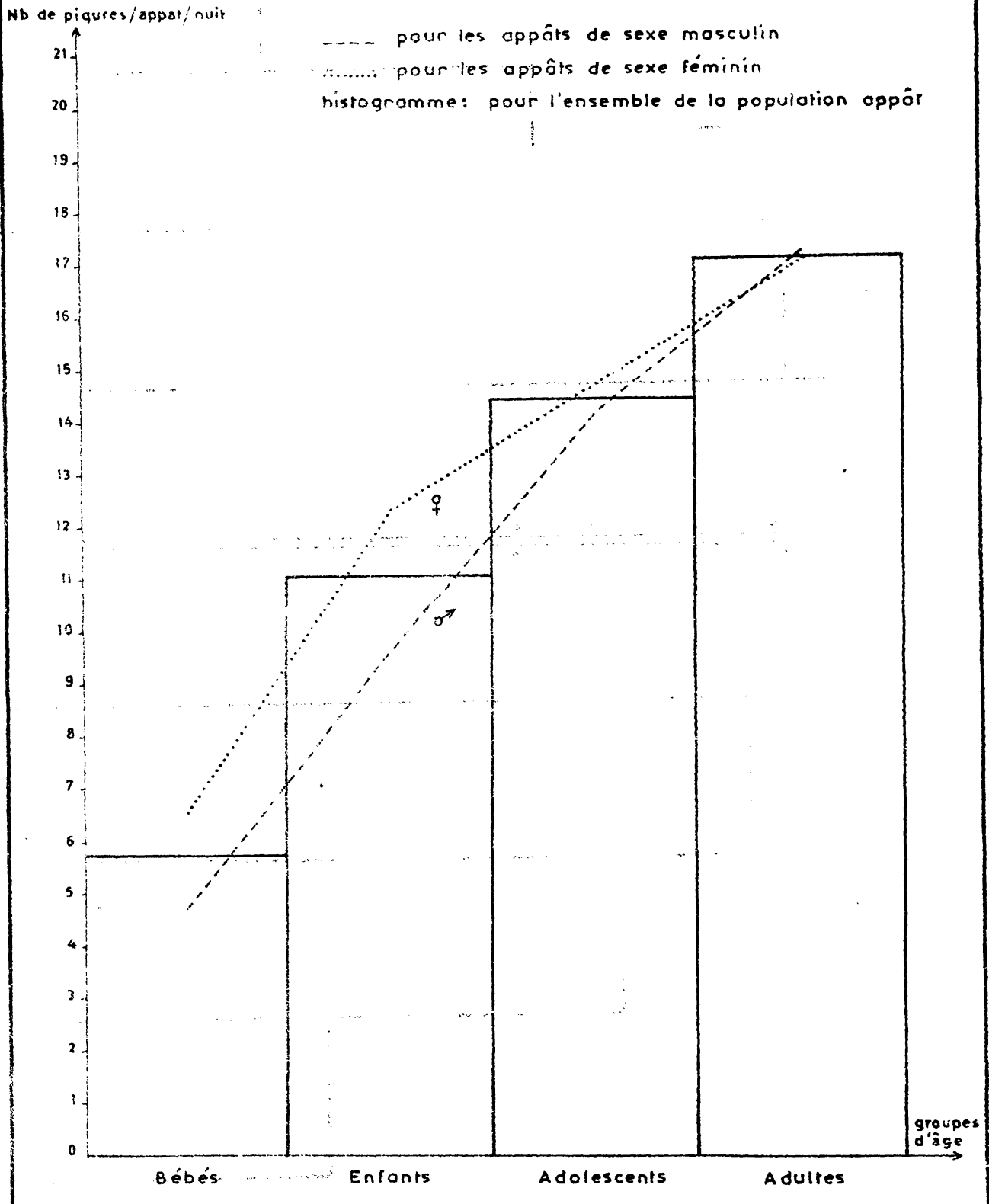


FIGURE 3

Pourcentages réalisés de piqûres  
 reçues par chaque groupe d'âge  
 de chaque sexe

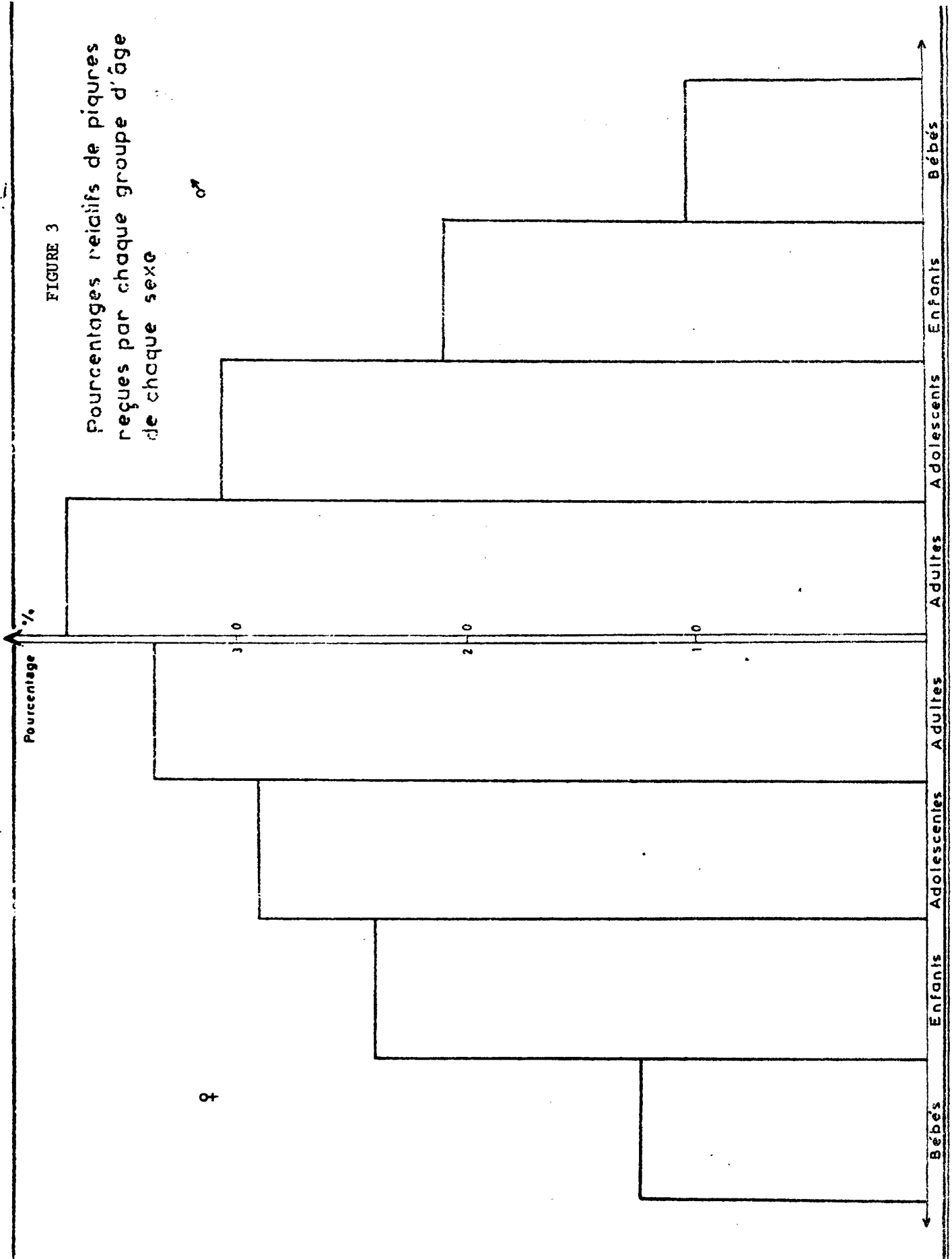
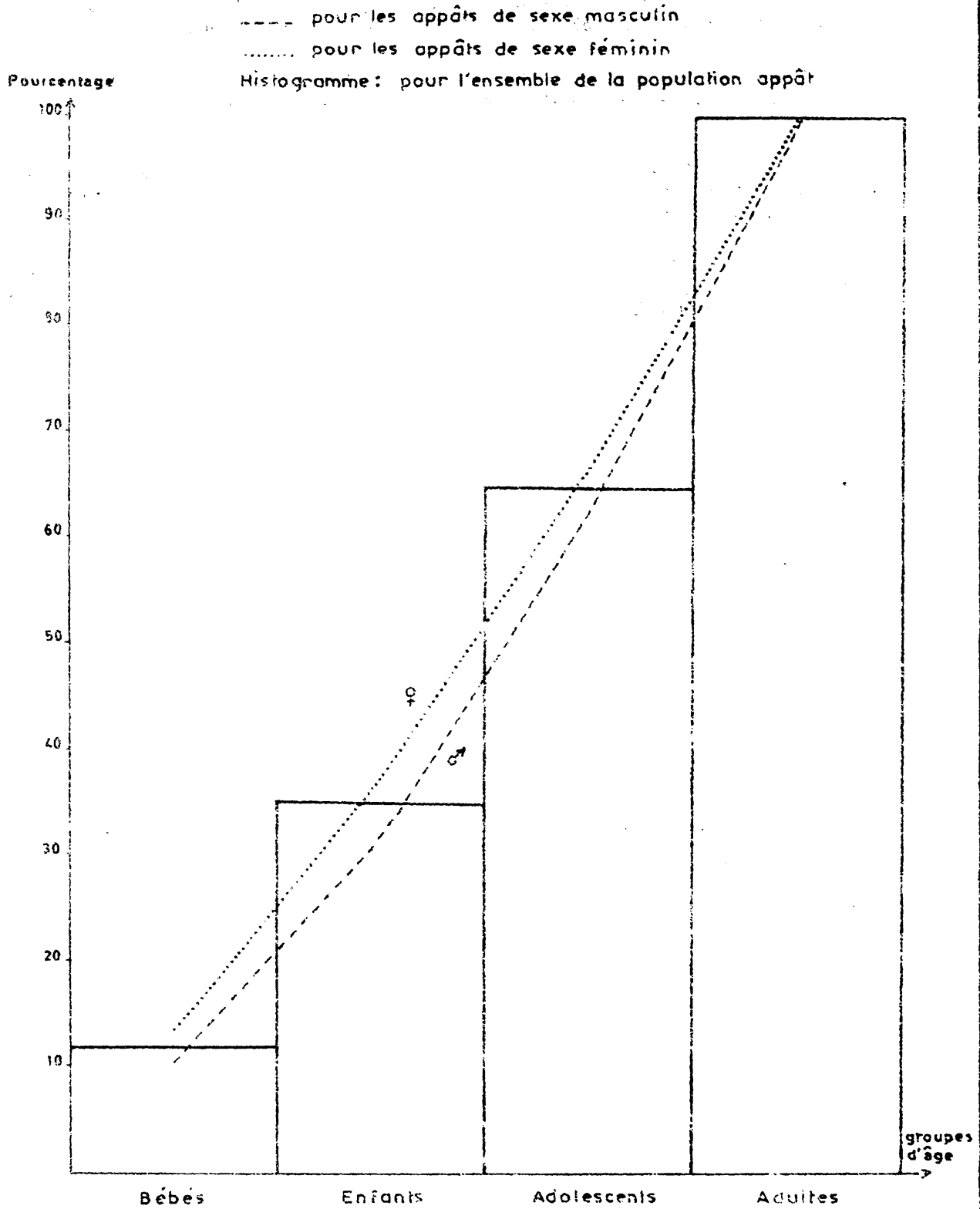


FIGURE 4

"Pourcentages cumulés" de piqûres reçues par  
chaque groupe d'âge



Le but des documents de la série WHO/MAL est le suivant :

a) mettre le personnel de l'OMS, les instituts nationaux, les chercheurs et les travailleurs de la santé publique au courant de l'évolution des recherches sur le paludisme et des progrès de l'éradication du paludisme au moyen d'exposés succincts relatifs à quelques problèmes en cause;

b) distribuer, aux catégories de lecteurs indiquées ci-dessus, les rapports d'opérations et autres communications qui présentent un intérêt particulier, mais qui ne sont pas normalement imprimés dans les publications de l'OMS;

c) communiquer aux intéressés différents articles qui sont destinés à la publication mais qui, en raison de leur actualité, méritent d'être rapidement connus.

On notera que les résumés de travaux non publiés représentent souvent des rapports préliminaires d'investigations; les conclusions de ces travaux peuvent donc être sujettes à des révisions ultérieures.

La parution d'un article dans cette série ne constitue donc pas une publication officielle et un tel article peut donc, avec l'accord de l'auteur et de l'OMS, être publié dans un périodique de l'OMS ou ailleurs.

Les articles signés n'engagent que leurs auteurs. La mention des manufactures et des produits commerciaux n'implique pas que ces maisons ou leurs produits soient recommandés ou approuvés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres.