

Entomologie médicale

LE PALUDISME URBAIN A YAOUNDÉ (CAMEROUN)

2. — Étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés

Par E. FONDJO(*), V. ROBERT(**), G. LE GOFF(**), J. C. TOTO(**)
& P. CARNEVALE(**)(***)

Urban malaria in Yaounde (Cameroon). 2. — Entomological study in two suburban districts.

Summary: A one year entomological survey was carried out to precise the malaria vectors and the malaria transmission in Yaounde, the Cameroon capital (800 000 inhabitants). The study was done in two districts not yet fully urbanized: Nkol Bikok and Nkol Bisson. The latter is located at the periphery and has a pool.

Anopheles gambiae was the only human malaria vector. Its aggressivity for man depended on the urbanization of the district. Annual man biting rate was 284 in Nkol Bikok and 1 813 in Nkol Bisson. The densities were maximum in May-June and in October-November, corresponding to the end of the short and long rainy seasons. The presence of *A. gambiae* was permanent except in August-September in Nkol Bikok. In Nkol Bisson the density was higher in the houses near the pool. The yearly inoculation rate (*h*) was 14 in Nkol Bikok and 30 in Nkol Bisson. The vectorial transmission was observed in May in Nkol Bikok and during four months (June, August, January, February) in Nkol Bisson. These entomological data showed clearly that malaria transmission actually occurred in Yaounde and that the probability to receive at least one infected anopheline bite per year was very near to 1 for inhabitants unprotected against mosquito bites.

Résumé : Une étude longitudinale basée sur la capture des moustiques sur sujets humains s'est déroulée pendant un an dans deux quartiers de la ville de Yaoundé, l'un est situé à la périphérie de la ville (Nkol Bisson) et l'autre est plus central (Nkol Bikok). Ces deux quartiers présentent encore un caractère périurbain mais ils sont en pleine urbanisation. Le vecteur du paludisme humain identifié est *Anopheles gambiae*. Sa densité agressive pour l'homme (*ma*) est variable selon le degré d'urbanisation des quartiers : forte en zone périphérique (*ma* annuel = 1 813) et faible en zone centrale (*ma* annuel = 284). Cette densité est importante de mai à juin et d'octobre à novembre, c'est à dire à la fin de la saison

Parmi les méthodes de lutte anticulicidienne réalisables au niveau des communautés, on peut envisager :

- les pulvérisations intra et extra-domiciliaires d'insecticides;
- l'assainissement péridomestique et éventuellement l'épandage d'insecticides dans les gîtes larvaires;
- l'utilisation des moustiquaires imprégnées.

Dans le cadre de la lutte contre le paludisme, l'application d'une méthode de lutte antivectorielle exige une connaissance de la biologie des agents vecteurs mis en cause ainsi qu'une étude de faisabilité et d'acceptabilité de la méthode au niveau des populations. Dans ces conditions, il est apparu nécessaire de mener une étude entomologique dans la ville de Yaoundé en vue d'élaborer ultérieurement un plan de lutte adapté à ses réalités écologiques, épidémiologiques et économiques.

Le présent article est le second d'une série dont le premier est celui de MANGA *et al.* (10).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Description de la zone d'étude

La région d'étude est la capitale du Cameroun, située dans la zone méridionale du pays et dans le domaine congo-guinéen de forêt dégradée. Elle présente un relief particulier avec une alternance de collines et de bas-fond marécageux. Le climat est équatorial de type guinéen, caractérisé par quatre saisons (9) :

- une grande saison sèche de mi-novembre à mis-mars,
- une petite saison de pluie de mi-mars à fin juin,
- une petite saison sèche de juillet à août,
- une grande saison de pluie de septembre à mi-novembre.

De mars 1989 à mars 1990, 1 431 mm de pluies ont été enregistrés. Les précipitations maximales sont celles de mai et de septembre (tableau I). Les températures moyennes ont varié entre 23° et 26° avec un maximum en mars et un minimum en juillet.

La ville compte environ 800 000 habitants. L'habitat est diversifié (terre sèche, semi-dur, dur) et le degré

d'urbanisation est variable d'un quartier à l'autre. Les deux quartiers d'étude présentent les caractéristiques suivantes :

- Nkol Bikok est situé en zone sub-urbaine. L'habitat est dense. L'absence de canalisations fait que les eaux usées stagnent autour des habitations. Le quartier est délimité par un bas-fond marécageux;
- Nkol Bisson est situé en zone périurbaine. C'est un quartier de transition entre la ville et la campagne. L'habitat est dispersé et situé pour la plupart le long d'une route carrossable. Les cultures maraîchères pratiquées à l'orée des zones marécageuses créent des gîtes favorables au développement des larves d'anophèles. Ce quartier a un réseau hydrographique composé d'une rivière, la Mefou, qui traverse le quartier sur toute sa longueur, et d'un étang naturel autour duquel sont groupées les maisons d'habitations.

Méthodologie de l'enquête

Dans chaque quartier, quatre maisons de captures ont été choisies en fonction :

- de leur position par rapport aux gîtes potentiels à anophèles; la maison 1 est la plus proche du gîte et la maison 4 la plus éloignée,
- du type d'habitat,
- de l'accord des habitants.

L'échantillonnage des moustiques a été effectué par captures nocturnes sur sujets humains (protégés du paludisme par une prophylaxie médicamenteuse) placés à l'intérieur des maisons. Une première équipe de quatre captureurs a travaillé de 21 heures à 1 heure et la seconde de 1 heure à 5 heures de matin. La semaine suivante, la même enquête a été répétée dans l'autre quartier. Les captures ont été effectuées pendant un an. Les mêmes huit captureurs ont travaillé toute l'année; ils ont changé d'équipe, de quartier et de maison à chaque nuit de capture, selon un programme préétabli, dans le but de diminuer le biais dû au facteur « captureur » dans les résultats.

Les moustiques récoltés ont été identifiés et les vecteurs potentiels du paludisme disséqués directement pendant la séance de capture. La parturité a été déterminée sur l'aspect des trachéoles ovariennes par la méthode de DETNOVA (4); ceci a permis d'évaluer le taux de parturité qui est le rapport du nombre de femelles pares sur l'ensemble des femelles pares

Tab. I. — Données climatologiques à Yaoundé (mars 1989 — mars 1990).

	Mar 89	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv 90	Fév	Mar
Précipitations (mm)	127,8	171,2	308,4	139,9	44,2	200,3	215,3	22,6	137	3,6	14,5	10,8	35,1
Températures (°C)	25,1	24,8	23,8	23,6	22,8	22,9	23,5	23,4	23	23,6	24,6	25,8	26,6

— elle est minimale en août et en février-mars qui correspondent à la petite et à la grande saison sèche (fig. 1).

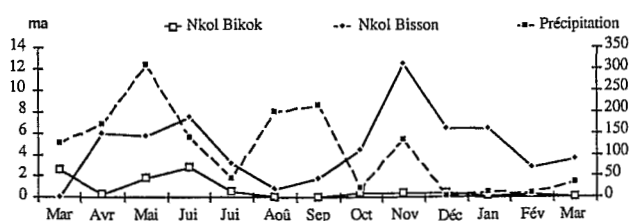


Fig. 1. — Variations mensuelles de la densité agressive quotidienne (ma) d'*A. gambiae* et de la pluviométrie (pointillés) dans deux quartiers de la ville de Yaoundé (Cameroun).

Taux de parturité d'*A. gambiae*

Le taux de parturité d'*A. gambiae* dans le quartier Nkol Bikok est de 97 % alors que dans le quartier Nkol Bisson il est de 85 % (tableau IV). La différence est significative ($\chi^2 = 5,193$, $p = 0,023$).

Le taux de parturité des *A. gambiae* des deux quartiers varie selon les heures entre 74 % dans la tranche 23-24 heures et 93 % dans la tranche 0-1 heure. Ces variations ne dégagent pas de nette tendance (fig. 2).

Indice sporozoïtique et taux d'inoculation entomologique d'*A. gambiae*

Dans le quartier Nkol Bikok, 40 glandes salivaires ont été examinées et 2 ont été trouvées porteuses de sporozoïtes; ce qui correspond à un indice sporozoïtique (s) de 5 %. Dans le quartier Nkol Bisson, 6 glandes ont été trouvées positives sur 359 glandes observées correspondant à un s de 1,7 % (tableau V).

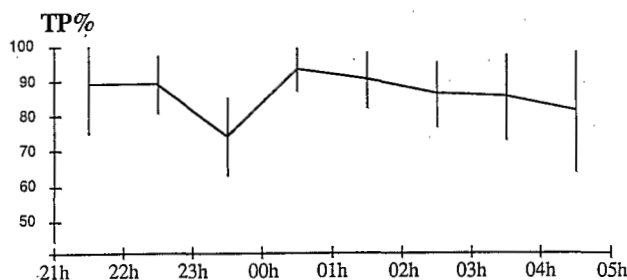


Fig. 2. — Évolution horaire des taux de parturité (TP) des *A. gambiae* de deux quartiers de Yaoundé (Cameroun). Les intervalles de confiance sont précisés.

Le taux quotidien moyen d'inoculation dans le quartier Nkol Bikok est de 0,039 soit 14 piqûres infectées par homme par an (calcul effectué sur les moyennes annuelles du ma et de l's). A Nkol Bisson le taux quotidien est de 0,082, soit 30 piqûres infectées par homme par an.

La transmission par *A. gambiae* a été observée pendant un mois (mai) dans le quartier Nkol Bikok et pendant quatre mois (juin, août, janvier, février) dans le quartier Nkol Bisson (fig. 3). Il faut noter que la transmission n'est pas observée lors des maximums des taux de piqûres.

Dispersion d'*A. gambiae*

L'analyse de l'échantillon anophélien récolté sur sujets humains (tableau VI) montre qu'à Nkol Bikok, entre les maisons 1 et 4 distantes de 60 m, la différence de densité agressive n'est pas significative ($\chi^2 = 0,36$; $p = 0,55$), peut-être parce que la distance entre les maisons est trop faible par rapport aux potentialités volantes des moustiques. Par contre, à Nkol Bisson, la proximité des gîtes larvaires potentiels se traduit par des effectifs d'*A. gambiae* nettement supérieurs : entre les maisons 1 et 4 distantes

Tab. IV. — Nombre et état physiologique des femelles d'*A. gambiae* récoltées sur sujets humains par tranches d'horaires.

Quartiers	Tranches horaires	21 - 22 h	22 - 23 h	23 - 24 h	00 - 01 h	01 - 02 h	02 - 03 h	03 - 04 h	04 - 05 h	Total 21-05h
Nkol Bikok	Capturées	2	10	5	12	12	10	3	3	57
	Fréquences horaires (%)	3	18	9	21	21	18	5	5	100
	Pares	2	6	5	8	8	7	2	3	41
	Nullipares	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	T.P. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	97
Nkol Bisson	Capturées	22	66	71	82	71	65	40	26	443
	Fréquences horaires (%)	5	15	16	18	16	15	9	6	100
	Pares	15	49	41	54	47	43	26	14	289
	Nullipares	2	7	16	5	5	8	5	4	52
	T.P. (%)	88	87	72	91	90	84	83	77	85

Tab. V. — Évolution mensuelle de l'indice sporozoïtique (s) et du taux d'inoculation entomologique (h) d'*A. gambiae*.

Quartiers	Mois	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	Total ou Moyenne
		89											90		
Nkol Bikok	glandes disséquées	3	1	7	17	2	0	0	2	3	3	1	1	-	40
	glandes positives	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2
	s	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,05
	h	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,039
Nkol Bisson	glandes disséquées	-	23	1	68	8	5	10	18	97	74	21	12	22	359
	glandes positives	-	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	1	0	6
	s	-	0	0	0,01	0	-	0	0	0	0	0,09	-	0	0,017
	h	-	0	0	0,11	0	0,3	0	0	0	0	0,61	0,22	0	0,083

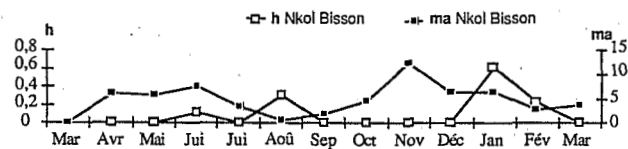
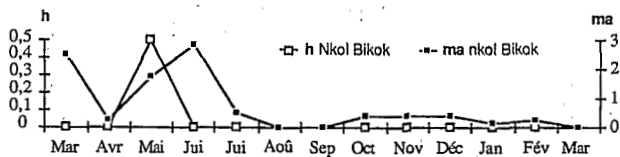


Fig. 3. — Évolution annuelle du taux quotidien d'inoculation et de la densité anophélienne agressive dans deux quartiers de la ville de Yaoundé (Cameroun).

de 150 m, la différence est significative ($\chi^2 = 23,2$; $p < 10^{-4}$). *A. gambiae* a une dispersion relativement faible et reste concentré autour des gîtes larvaires; cette observation va dans le même sens que celle de SABATINELLI *et al.*, 1986 (13) et TRAPE *et al.*, 1987 (15).

Cycle d'agressivité d'*A. gambiae*

La distribution horaire de l'agressivité des femelles d'*A. gambiae* n'est pas significativement différente dans les deux quartiers. Ceci a permis de regrouper les fréquences horaires (fig. 4). *A. gambiae* a une activité toute la nuit avec un maximum au milieu de la nuit vers minuit et 1 heure.

Risque d'infection

Le risque (r) qu'a un habitant de chacun des deux quartiers d'être piqué par un anophèle infecté a été calculé par la formule de Birley :

$$r = 1 - (1 - s)^{ma \cdot t}$$

avec :

- s = indice sporozoïtique,
- ma = nombre de piqûres d'anophèles par homme par nuit,
- t = durée de la période considérée en jours.

Dans le quartier Nkol Bikok, le risque quotidien d'au moins une inoculation est de 0,038 contre 0,081 dans le quartier Nkol Bisson. Ce risque, calculé mensuellement, donne respectivement 0,69 et 0,92 dans les deux quartiers. Calculé annuellement, ce risque

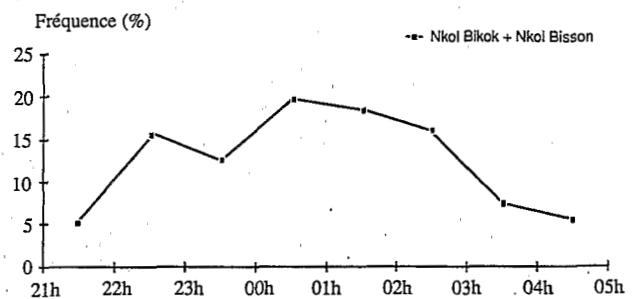


Fig. 4. — Cycle d'agressivité d'*A. gambiae* dans la ville de Yaoundé (moyenne de deux quartiers).

Tab. VI. — Effectifs des *A. gambiae* par maison de captures. La maison 1 est la plus proche des gîtes larvaires et la 4 est la plus éloignée.

Quartier	Maison 1	Maison 2	Maison 3	Maison 4	Total
Nkol Bikok	19	8	15	15	57
Nkol Bisson	151	137	84	71	443

atteint pratiquement 1 dans les deux quartiers, signant la quasi certitude pour tous les habitants de ces quartiers qui ne prendraient pas de précaution contre les moustiques, de recevoir annuellement au moins une piqûre infectée d'anophèles.

DISCUSSION

La présente enquête entomologique démontre que la transmission du paludisme dans la ville de Yaoundé est une réalité. Cette transmission est plus faible dans le quartier central plus urbanisé où la densité anophélienne est moins importante. *Manga et al.* (10) ont trouvé que la transmission du paludisme dans deux autres quartiers centraux de Yaoundé était encore plus faible (taux annuel d'inoculation calculé de 13 à Essos et estimé à 3 à Obili). Il en résulte qu'une grande hétérogénéité de la transmission a été trouvée entre les différents quartiers. Cette observation semble être une constante du paludisme urbain puisqu'elle a aussi été faite à Bobo-Dioulasso (11), dans la ville de Ouagadougou (12) et à Brazzaville (16).

Dans le quartier Nkol Bikok, *Culex quinquefasciatus* est l'espèce la plus représentée à cause de la prédominance dans cette zone de nombreux gîtes larvaires riches en matières organiques et plus favorables à leur développement.

Dans le quartier Nkol Bisson, la dominance de l'espèce *A. gambiae* et l'agressivité permanente observée sont liées à deux faits majeurs :

— les activités agricoles pratiquées dans la zone créent de nombreux gîtes larvaires le plus souvent favorables au développement des larves d'anophèles ;

— l'existence d'un étang naturel permanent offre des conditions favorables (ensoleillement, peu de végétation) à son développement ; il a d'ailleurs été régulièrement trouvé des larves d'*A. gambiae* dans cet étang.

La présence des *Mansonia* en densité élevée s'explique également par la présence de l'étang naturel renfermant des végétaux dont les parties immergées sont favorables au développement larvaire de cette espèce.

Les densités agressives respectivement nulles et faibles observées en août-septembre dans les quartiers Nkol Bikok et Nkol Bisson résultent de l'abondance des pluies qui ont contribué au lessivage des gîtes larvaires. Il est à noter qu'au cours de l'année d'étude la petite saison sèche a été bien arrosée notamment en août où les précipitations ont été plus importantes qu'en octobre et novembre, mois qui relèvent normalement de la grande saison des pluies.

Le risque d'inoculation d'*A. gambiae* plus élevé dans le quartier Nkol Bisson est lié essentiellement à l'agressivité plus importante observée dans cette zone.

La transmission vectorielle peut intervenir toute l'année. Elle est plus fréquente pendant la petite et la grande saison sèche ; cette situation serait liée à la longévité du vecteur plus élevée pendant cette période où le taux de parturité est de 87 % contre 74 % en saison de pluies.

Dans un quartier de Pikine, ville proche de Dakar, VERCRUYSE et JANCLOES (17) ont montré que la transmission annuelle est de 43 piqûres infectées d'*A. arabiensis* par homme. Cette transmission relativement forte est due à la proximité de marécage et à une forte densité anophélienne, environ sept fois plus élevée que dans la ville de Yaoundé.

Dans la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso), ROBERT *et al.* (11) rapportent que la transmission est plus faible (de 0,14 à 4,6 piqûres annuelles infectantes selon les quartiers) à cause de la faible densité et de la faible infectivité des vecteurs.

CONCLUSION

Cette étude entomologique de la transmission du paludisme intéresse deux quartiers aux faciès écologiques assez différents. Le vecteur du paludisme humain identifié est *A. gambiae*.

La densité agressive de cette espèce varie en fonction de nombreux paramètres : saisons, maisons, heures d'exposition aux piqûres.

L'intensité de la transmission vectorielle est variable selon les quartiers. Elle n'est pas strictement dépendante des densités agressives et dépend aussi de l'infectivité.

Il est nécessaire de prendre en considération toutes ces variables pour promouvoir la lutte contre le paludisme dans ces deux milieux.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARBAZAN (P.). — Étude des gîtes larvaires à Yaoundé. *Thèse 3^e cycle*, Université de Paris Sud, Centre d'Orsay, 1985.
2. BENASSENI (R.), GAZIN (P.), CARNEVALE (P.) & BAUDON (D.). — Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso ; 3. — Étude de la morbidité palustre. *Cah. ORSTOM, série Ent. Méd. Parasitol.*, 1987, **25** (3-4), 165-170.
3. DESFONTAINE (M.), GELAS (H.), GOGHOMU, KOUKA-BEMBA (D.) & CARNEVALE (P.). — Évaluation des pratiques et coûts de lutte antivectorielle à l'échelon familial en Afrique centrale. 1. — Ville de Yaoundé. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 1989, **82**, 558-565.
4. DETINOVA (T. S.). — *Méthodes à appliquer pour classer par groupe d'âge les diptères présentant une importance médicale*. OMS, Genève, Sér. Monogr., 1963, **47**, 220.
5. FRANQUEVILLE (A.). — *Yaoundé. Construire une capitale*. Ed. ORSTOM, Coll. Mémoires, (104), Paris, 1984.

6. GAZIN (P.), ROBERT (V.) & CARNEVALE (P.). — Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso. 2. — Les indices paludologiques. *Cah. ORSTOM, Série Ent. Méd. Parasitol.*, 1987, 25 (1), 27-31.
7. GAZIN (P.), ROBERT (V.), AKOGBETO (M.) & CARNEVALE (P.). — Réflexions sur les risques d'infection palustre selon la densité et l'inféctivité anophélienne. *Ann. Soc. belge Méd. Trop.*, 1985, 65, 263-269.
8. KRAFSUR (E. S.) & ARMSTRONG (J. C.). — An integrated view of entomological and parasitological observations of falciparum malaria in Gambela, Western Ethiopian Lowlands. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1978, 72, 348-356.
9. LOUNG (J. F.) & LACLAVERE (G.). — *Les Atlas de la République unie du Cameroun*. Ed. J.A., Groupe J. A., Paris, 1973.
10. MANGA (L.), ROBERT (V.), MESSI (J.), DESFONTAINE (M. A.) & CARNEVALE (P.). — Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). 1. — Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mémoires Société royale belge Entomologie*, 1991, 35, sous presse.
11. ROBERT (V.), GAZIN (P.), OUEDRAOGO (V.) & CARNEVALE (P.). — Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso. 1. — Étude entomologique de la transmission. *Cah. ORSTOM, série Ent. Méd. Parasitol.*, 1986, 24 (2), 121-128.
12. ROSSI (P.), BELLI (A.), MANCINI (L.) & SABATINELLI (G.). — Enquête entomologique longitudinale sur la transmission du paludisme à Ouagadougou (Burkina Faso). *Parassitologia*, 1986, 28, 1-15.
13. SABATINELLI (G.), ROSSI (P.) & BELLI (A.). — Étude sur la dispersion d'*Anopheles gambiae* s.l. dans une zone urbaine à Ouagadougou. *Parassitologia*, 1986, 28, 33-39.
14. SUBRA (R.). — Études écologiques sur *Culex pipiens fatigans* dans une zone urbaine de savane soudanienne Ouest-Africaine. *Cah. ORSTOM, série Ent. Méd. Parasitol.*, 1971, 9 (1), 73-102.
15. TRAPE (J. F.), LEGROS (F.), NDIAYE (G.) & SALEM (G.). — Vector density gradients and epidemiology of urban malaria in Senegal. *Bull. Soc. franç. Parasitol.*, 1990, 8, Suppl. 2, 1189.
16. TRAPE (J. P.) & ZOULANI (A.). - Malaria and urbanization in Central Africa: the example of Brazzaville. 3. — Relationship between urbanization and the intensity of malaria transmission. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1987, 81, Suppl. 2, 19-25.
17. VERCRUYSE (J.) & JANCLOES (M.). — Étude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans la zone urbaine de Pikine (Sénégal). *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 1981, 19 (3), 165-178.

Commentaire en séance : 8 janvier 1992

MONSIEUR KALEMA S. JOHN HUGHLETT

Question. — Dans quelle mesure les facteurs liés à la pollution chimique et biologique de l'environnement peuvent-ils intervenir sur l'épidémiologie du paludisme dans ces deux quartiers ?

Réponse. — Les différences constatées entre ces deux quartiers de Yaoundé tiennent surtout à la proximité des gîtes larvaires des anophèles vecteurs et aux caractères de ces gîtes : à Nkol Bisson, présence d'une rivière et d'un étang naturel et de nombreux gîtes à *Anopheles* liés à l'activité des maraichers ; à Nkol Bikok, urbanisation plus

intense, nettement moins favorable au développement des vecteurs du paludisme.

Le degré de pollution biologique et surtout chimique intervient peu dans le cas présent car *A. gambiae* se développe de préférence dans des gîtes non ou peu pollués. Ces facteurs seraient par contre, à considérer soigneusement si l'on s'intéressait à d'autres moustiques urbains qui, tel *Culex quinquefasciatus*, se développent surtout dans des gîtes contenant des eaux usées fortement polluées.