

Données entomologiques sur le paludisme urbain en Afrique tropicale

Pierre Carnevale, Vincent Robert, Gilbert Le Goff, Etienne Fondjo, Lucien Manga, Martin Akogbeto, Jean-Philippe Chippaux, Jean Mouchet

Quarante pour cent de la population mondiale vit dans des villes. Plus de 50 % y vivra, estime-t-on, en l'an 2000. Le taux annuel d'accroissement de la population urbaine est en moyenne de 6 %, avec de grandes disparités dans le temps et l'espace. Il y aurait actuellement plus de cent villes de deux millions d'habitants. Il y aura sous peu cinq cents villes de plus d'un million d'habitants. En l'an 2000, plusieurs villes dépasseront les vingt millions d'habitants, quarante villes devraient avoir plus de cinq millions et dix-huit villes plus de dix millions. Bien que toutes ces prévisions soient à prendre avec précaution, trois points doivent être retenus :

- l'urbanisation est sans aucun doute le phénomène social majeur de notre époque ;
- la ville est une agglomération d'habitations qui s'est implantée sur un milieu préexistant ;
- le processus d'urbanisation échappe en grande partie au pouvoir politique ; l'insuffisance des infrastructures dans

les « nouveaux quartiers » se traduit au niveau de l'approvisionnement en eau et de l'évacuation des excréments et des eaux usées.

D'un point de vue écologique, la ville est un compromis entre le milieu naturel primaire et un milieu purement anthropique peuplé d'une faune importée ou adaptée à ces nouvelles conditions environnementales. Le milieu primaire, encore présent à la périphérie, s'estompe en allant vers le centre où l'espace est occupé par les habitations et les infrastructures.

L'urbanisation s'est accompagnée d'une « coévolution » entomologique [1-3]. *Culex quinquefasciatus*, qui peut se développer dans les eaux riches en détergents (qui éliminent ses compétiteurs tel *Culex cinereus*) et/ou en matières organiques, est ainsi devenu le « moustique urbain » [2, 4]. *Aedes aegypti* est l'hôte des réserves d'eau. Grâce à sa grande plasticité écologique [5] et à sa diversité génétique [6], *An. gambiae* s.l., espèce du milieu naturel, peut s'adapter à différents environnements urbains, dans les collections d'eaux peu polluées, plus ou moins temporaires et ensoleillées.

Le développement de la résistance de *P. falciparum* aux médicaments, dans plusieurs pays, a rendu insuffisante la prophylaxie médicamenteuse simple par la chloroquine, en particulier chez les expatriés et les citadins présentant une faible immunité. Les autorités sanitaires ont réagi devant cette situation nouvelle qui concerne leurs proches et leurs bailleurs de fonds. Aussi, un certain nombre de recherches entomologiques sur la transmission du paludisme ont-elles été menées à

Pikine au Sénégal [7], à Kinshasa [8, 9], à Ouagadougou [10, 11], à Bobo-Dioulasso [12], à Maradi au Niger [13], à Yaoundé [14, 15], à Brazzaville [16], à Lusaka en Zambie [17], etc.

Le présent article fait le point des observations entomologiques dans des villes anciennes bien urbanisées dans leur centre comme Bobo-Dioulasso, Ouagadougou, Brazzaville, Yaoundé, dans une ville nouvelle comme Pikine et dans la situation particulière de Cotonou.

La transmission du paludisme à Bobo-Dioulasso

L'évaluation entomologique de la transmission du paludisme, réalisée par Robert *et al.* [12], a concerné trois quartiers de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) choisis par leur situation écologique :

- Dioulassoba : cœur historique de la ville, à proximité du Houet, petit cours d'eau temporaire ;
- Diaradougou : quartier ancien, bien urbanisé ;
- Colma-nord : quartier périphérique.

Trois points doivent être soulignés :

- *Culex quinquefasciatus* est, de loin, le moustique le plus abondant, infligeant quelque 20 à 25 000 piqûres/homme/an (P/H/A) dans les quartiers centraux ; en s'éloignant du centre ville, le taux de piqûres par *Culex* diminue (4 200 P/H/A) tandis que celui par *Anopheles* augmente. *Culex*

P. Carnevale : DLMT/OMS, 1211 Genève 27, Suisse.

V. Robert, G. Le Goff, E. Fondjo, L. Manga : Dpt d'entomologie médicale, antenne ORSTOM de l'OCEAC, BP 288, Yaoundé, Cameroun.

M. Akogbeto : Centre de recherches entomologiques, BP 06, Cotonou, Bénin.

J.-P. Chippaux : Service de parasitologie, ORSTOM, Centre Pasteur, BP 1274, Yaoundé, Cameroun.

J. Mouchet : ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10, France.

Tirés à part : P. Carnevale



Cliché 1. Un puisard pour le recueil des eaux usées à Bobo-Dioulasso. Gîte à *Culex quinquefasciatus*, jamais d'*Anopheles* (Burkina Faso). (Cliché P. Carnevale)

Plate 1. Sewage collector in Bobo-Dioulasso. Breeding place of *Culex quinquefasciatus*, never *Anopheles* (Burkina Faso).

quinquefasciatus est donc un bon marqueur de l'urbanisation à Bobo-Dioulasso (cliché 1) ;

— le taux de piqûres par *An. gambiae* est relativement faible au centre de la ville (75 P/H/A à Diaradougou, 289 P/H/A à Dioulassouba) et augmente très fortement à la périphérie (2 441 P/H/A à Colma-nord). Dans toutes les situations, il est lié aux précipitations ;

— le taux moyen de parturité d'*An. gambiae* (42 %) indique une longévité réduite ($p = 0,71$) qui se traduit par un indice sporozoïtique très faible (0,19 %).

Dans ces conditions, le taux d'inoculation est variable selon les quartiers avec un gradient de 0,14 piqûre infectée/homme/an (PI/H/A) à Diaradougou, au centre ville (soit 1 piqûre infectée en 7 ans), de 0,55 PI/H/A (soit 1 piqûre infectée en 2 ans) à Dioulassouba, au bord du Houet et de 4,6 PI/H/A (soit 5 piqûres infectées/an) à Colma-Nord, en périphérie. Il est évidemment maximum en saison des pluies.

Ce taux annuel d'inoculation est nettement plus faible en ville que dans les villages de savane avoisinants où il varie entre 50 (vallée du Kou) et 400 (Soumouso) PI/H/A [18].

L'étude entomologique s'est accompa-

gnée d'une étude parasitologique [19] et clinique [20]. Sans entrer dans le détail, il faut retenir trois informations des enquêtes parasitologiques :

— au centre ville la prévalence plasmodiale est nettement inférieure à celle notée dans les villages environnants ; en milieu suburbain la prévalence à une valeur intermédiaire ;

— les variations saisonnières avec un maximum corrélé à celui de la transmission sont bien notées dans la zone suburbaine mais pratiquement pas au centre ville ;

— le maximum de prévalence est observé dans le groupe d'âge 10-15 ans, soit plus tardivement que dans la zone rurale, ceci pouvant indiquer un développement plus tardif de l'immunité.

La transmission du paludisme à Ouagadougou

A Ouagadougou (Burkina Faso) [10, 11], une étude entomologique a été réalisée dans cinq quartiers « urbains » et trois villages des environs.

Les quartiers ont été choisis pour leur représentativité écologique dans des

zones loties ou non loties, et à distance ou à proximité des barrages construits dans la ville-même.

La faune anophélienne récoltée le matin dans les maisons par pyréthrage est principalement composée d'*An. gambiae* s.s. (53,5 % dont 77,5 % du cytotype « Mopti » et 19,4 % du cytotype « Savana ») et d'*An. arabiensis* (46,5 %) ; *An. funestus*, *An. coustani*, *An. rufipes* et *An. pharoensis* ont aussi été récoltés mais en faible nombre.

Dans le centre loti de la ville, la densité moyenne d'*An. gambiae* est très faible (0,7 à 2 femelles d'*An. gambiae*/maison), elle augmente normalement en périphérie ou à proximité des barrages où elle atteint des valeurs égales à celles relevées en zone rurale.

L'indice sporozoïtique de la population urbaine d'*An. gambiae* est significativement plus faible (1,07 % ; $n = 2\,419$) que celui noté dans les villages avoisinants (6,95 % ; $n = 2\,072$).

Dans ces conditions, la transmission présente des variations saisonnières mais reste nettement plus faible que dans les zones rurales avoisinantes. Elle est très hétérogène selon les quartiers, variant de une piqûre infectée en 3 ans au centre ville (loti) à 12 PI/H/A, près des barrages où la transmission dure 6 mois. Une étude complémentaire de la dispersion a montré que les femelles d'*An. gambiae* restent généralement dans un rayon de moins de 400 m du gîte principal.

Les prévalences plasmodiales suivent la même évolution temporelle et spatiale que les indices entomologiques :

— l'indice plasmodique (IP) global est de 14,0 % en ville et de 62 % dans les villages environnants ;

— cet indice est très variable selon les quartiers et au sein d'un même quartier ; il diminue significativement en fonction de l'éloignement des maisons par rapport aux gîtes larvaires :

- entre 100 et 300 m, IP = 33,3 %,
- entre 400 et 1 000 m, IP = 11,4 % ;

— l'indice plasmodique augmente avec l'âge jusqu'à 5 ans (6,4 % chez les 0 à 11 mois ; 9,8 % chez les 12 à 23 mois et 17,3 % chez les 2 à 5 ans) ;

— l'indice gamétocytaire est de 3,2 %.

En fonction des données entomologiques et parasitologiques, il est alors

possible de proposer une stratification de la ville en trois parties :

a) le centre ville loti où la transmission et la prévalence plasmodiales sont faibles ;

b) la partie de la ville non encore lotie où la transmission et la prévalence peuvent être considérées comme « intermédiaires » ;

c) les secteurs à proximité des barrages où la transmission est intense et longue (6 mois) ; la prévalence plasmodiale y est élevée, se rapprochant des valeurs observées en zone rurale.

La transmission du paludisme à Brazzaville

D'octobre 1982 à mai 1984, des captures de nuit, sur sujets humains, ont été réalisées dans différents quartiers de Brazzaville (Congo) pour y évaluer la transmission du paludisme [16].

La capitale congolaise est en pleine expansion, dépassant les 500 000 habitants inégalement répartis dans le centre ville, commercial et administratif, les quartiers historiques comme Bacongo et Poto-Poto ou les implantations récentes comme Talangai.

Les informations entomologiques montrent trois points importants :

— pour l'ensemble de la ville, la faune culicidienne, ainsi échantillonnée, ne comprend que 7 % d'anophèles, essentiellement *An. gambiae* (99 %), *An. funestus* (0,7 %) et *An. nili* (0,3 %) ;

— le taux quotidien moyen de piqûres d'*An. gambiae* est de 1,8 piqûre/homme/nuit avec une infectivité moyenne de 3,3 % (n = 812), soit un taux quotidien moyen d'inoculation de $h = 0,06$ (soit 22,5 PI/H/A). Le taux de parturité moyen est de 0,82 (n = 745), soit un taux quotidien moyen de survie de $p = 0,92$, et l'indice de stabilité est de 5,1 (donc un paludisme très stable) ;

— il y a de grandes variations d'un quartier à l'autre en terme de composition de la faune culicidienne, de densité anophélienne et d'intensité de la transmission du paludisme.

Dans les quartiers centraux historiques (Poto-Poto), toute la faune culicidienne est constituée de *Culex quinquefascia-*

tus (avec une moyenne de 36,3 piqûres/homme/nuit) ; aucun anophèle n'a été récolté, ni en capture de nuit sur sujets humains, ni en faune résiduelle matinale. Dans ces conditions, en considérant que des femelles d'*An. gambiae* pourraient provenir de quartiers voisins, les auteurs estiment la transmission à 1,3 PI/H/A.

Dans le quartier périphérique récemment urbanisé (« Mfilou ») où sont pratiquées des cultures maraîchères, la faune culicidienne est composée à 36,9 % d'*An. gambiae* (avec une agressivité quotidienne moyenne de 4,9 piqûres/homme/nuit et un indice sporozoïtique moyen de 3,76 %). Dans ce quartier, la transmission serait

permanente avec un taux annuel d'inoculation de 100,8 PI/H/A.

A titre indicatif, à Djoumouna, station piscicole située à 25 km de Brazzaville, la transmission est permanente avec un total de plus de 1 000 PI/H/A [21].

A l'issue des études entomologiques, les auteurs proposent une stratification de la ville en fonction de la transmission « h » en quatre classes :

— « très faible » : $h < 0,5$ PI/H/A ;

— « faible » : $2 < \text{PI/H/A} < 12$;

— « modérée » : $12 < \text{PI/H/A} < 50$;

— « élevée » : $\text{PI/H/A} > 50$.

Les prévalences plasmodiales observées dans cinq écoles appartenant aux strates ainsi définies concordent avec les informations entomologiques :

Summary

Entomological data on urban malaria in tropical Africa

P. Carnevale, V. Robert, G. Le Goff, E. Fondjo, L. Manga, M. Akogbeto, J.-P. Chippaux, J. Moucher

Urbanization is sharply increasing in Africa south of the Sahara and is becoming an important ecological, epidemiological and socioeconomic phenomenon. It induces a great shift which affects mosquito populations mainly at their larval stage. In such conditions urban malaria has become an important matter.

We report the results of four studies in West and Central Africa, in Pikine, in the Sabelian bush, in Ouagadougou and Bobo-Dioulasso in Soudanian savannas, in Cotonou, along the coast of the gulf of Guinea and in Brazzaville in the equatorial belt.

Land occupation by buildings reduces available space for anophelines breeding. Moreover, man-made organic pollution, including detergents, makes surface water unsuitable for Anophelines. But Culex quinquefasciatus is well adapted to these new environmental conditions and can be considered as « The urban mosquito », and even as a good indicator of urbanization.

Four points should be underlined :

— *malaria transmission is occurring in towns but much less so than in outlying neighbourhoods ;*

— *there are wide variations in urban situations : malaria transmission is different from one town to another and even from one part to another of the same town ;*

— *parasitological indexes are in accordance with entomological parameters, the plasmodic index being lower in towns than in surrounding rural areas ;*

— *suburbs can be considered as « intermediate » ; entomological and parasitological indexes are higher than downtown and lower than in rural area.*

The clinical impact of malaria in towns is difficult to assess because of sociological factors and access to health care but it appears that immunological status is lower than in rural endemic situations and cases of malaria can be observed in every age group. Cerebral malaria was actually diagnosed in adults in Yaounde Hospital.

Cahiers Santé 1993 ; 3 : 239-45.

- elles sont basses dans la zone à transmission « très faible » (de 3,4 % à Poto-Poto à 9,4 % à Moungali) ;
- elles sont « intermédiaires » dans la zone où la transmission est de l'ordre de 12 à 24 PI/H/A (65,8 % à Talangaï) ;
- elles sont élevées là où la transmission est la plus intense (80,9 % à Massina).

Fait notable, l'incidence des accès pernicieux ne diffère pas en fonction du lieu d'habitation et n'est pas en relation avec la prévalence.

La transmission du paludisme à Yaoundé

Yaoundé, la capitale administrative du Cameroun, a connu une importante extension démographique. On estime qu'elle compte actuellement près d'un million d'habitants contre 50 000 en 1960.

La topographie de Yaoundé est très contrastée, avec des hauts reliefs à l'extérieur de la ville (Mont Fébé) et un paysage de collines ou plateaux à l'intérieur. La rivière Mfoundi, avec ses affluents, a découpé la ville en vallées disposées en « arêtes de poisson ». Les fonds de ces vallées sont souvent des marécages où des étangs ont été aménagés (pisciculture, loisirs...).

Pour évaluer la transmission du paludisme à Yaoundé, quatre quartiers représentatifs des diverses situations écologiques ont été choisis.

- Essos : quartier central, bâti sur les pentes d'une colline à faible dénivelé dont le bas-fond marécageux est aménagé pour des cultures maraîchères et comporte de bons gîtes à moustiques (*clichés 2 et 3*).

- Obili : quartier central près des universités où le bas-fond a été, autrefois, aménagé en étangs de pisciculture. L'activité d'aquaculture s'est ralentie et des plantes aquatiques ont envahi ces bassins.

- Nkol Bikok : quartier densément peuplé, situé à la sortie ouest de la ville avec un bas-fond marécageux herbeux.

- Nkol Bisson : quartier périurbain, en pleine expansion, caractérisé par la présence d'un grand étang et la prati-

que de cultures maraîchères.

Dans chacun de ces quatre quartiers, trois types d'informations entomologiques ont été recueillies par des captures de nuit sur sujets humains protégés, à l'intérieur des maisons : la composition de la faune, le taux de piqure et le taux d'inoculation du paludisme.

Composition de la faune culicidienne

- Essos : la faune culicidienne anthropophile est constituée de *Culex quinquefasciatus* (84 %), de *Mansonia* (9 %) et d'*An. gambiae* (6 %).

- Obili : la faune est composée, à parts égales, de *Culex quinquefasciatus* (50 %) et de *Mansonia* (48 %) dont les larves se développent sur les racines de plantes aquatiques des étangs ; les *Anopheles* sont rares.

- Nkol Bikok : la faune, voisine de celle d'Essos, présente une dominante de 91 % de *Culex* contre 8 % d'*Anopheles*.

- Nkol Bisson : la situation est complètement inversée avec une majorité d'*An. gambiae* (91 %), puis des *Mansonia* (6 %) et peu de *Culex* (3 %).

Le taux de piqures

- Essos : la présence des *Culex* et des *Anopheles* est permanente et on peut estimer qu'à la fin de l'année, les habitants du quartier ont reçu 4 560 piqures de moustiques dont 3 800 de *Culex* et 260 d'*Anopheles* (soit un rapport de 15 fois en faveur des *Culex*).

- Obili : les gens sont piqués toute l'année et on peut considérer que les habitants du quartier reçoivent annuellement plus de 7 000 piqures de moustiques dont 3 600 de *Culex*, 3 300 de *Mansonia* et 70 d'*Anopheles* (soit environ 50 fois plus de *Culex* et de *Mansonia* que d'*Anopheles*).

- Nkol Bikok : les piqures sont permanentes et le taux annuel de piqures est de l'ordre de 3 330 dont 3 070 de *Culex* et 260 d'*An. gambiae* (soit 10 fois plus de *Culex* que d'*Anopheles*).

- Nkol Bisson : la présence d'*An. gambiae* est permanente et le taux de piqures est de 2 000 femelles d'*An. gambiae* pour 70 de *Culex* soit 25 fois plus d'*Anopheles* que de *Culex*.

Le taux d'inoculation

L'indice sporozoïtique moyen est de l'ordre de 4 %. Les taux d'inoculation s'établissent comme suit dans les différents quartiers.

- Obili : aucun anophèle n'a été trouvé infecté près des bassins de pisciculture. En fonction des possibilités d'invasion d'*An. gambiae* venant d'autres quartiers, on peut estimer le taux d'inoculation à 7 PI/H/A.

- Essos et Nkol Bikok : le taux annuel d'inoculation est de l'ordre de 13 PI/H/A, concentrées d'avril à juin (saison des pluies).

- Nkol Bisson : près des étangs, la transmission est plus importante, atteignant 32 PI/H/A, pendant les saisons des pluies (juin-août) et pendant la saison sèche (janvier-février).

Les quatre enquêtes parasitologiques menées dans ces quartiers ont montré que les indices plasmodiques des enfants de 2 à 15 ans, les plus faibles, sont enregistrés à Obili (environ 27 %) ; ils sont comparables à Essos et Nkol Bikok (environ 35 à 40 %) ; les plus élevés se rencontrent à Nkol Bisson (environ 80 %). Ces informations sont en accord avec les données entomologiques.

La faible transmission s'ajoute aux données socio-économiques et éthologiques (autotraitements fréquents à la chloroquine devant tout syndrome fébrile) pour expliquer la faible prévalence des populations urbaines. Dans ces conditions, il n'est pas rare d'observer des accès palustres et même des cas de neuropaludisme survenant chez les adultes de Yaoundé [22].

La transmission du paludisme à Pikine

Vercruysse et Jancloes [7] ont étudié la transmission du paludisme à Pikine, ville satellite de Dakar en pleine expansion (30 000 habitants en 1959 ; 450 000 en 1981). La population creuse des puits dans le sable pour arroser les cultures maraîchères encore fort nombreuses.

Le climat général de la zone est caractérisé par une seule et courte saison des pluies de juillet à octobre.



Clichés 2 et 3. Gîtes urbains à *An. gambiae* dans un quartier périphérique de Yaoundé (Cameroun). (Clichés P. Carnevale)

Plates 2 and 3. Urban breeding places of *An. gambiae* in the surroundings of Yaounde (Cameroon).

Au niveau entomologique, cinq points sont à noter :

- la faune anophélienne, agressive pour l'homme la nuit dans les maisons, est essentiellement composée d'*An. arabiensis* (91 %), d'*An. pharoensis* (7 %) et d'*An. ziemanni* (2 %). Sur près de 7 000 spécimens prélevés en capture de nuit, il n'y avait qu'un seul *An. funestus* ;

- *An. arabiensis*, espèce des zones arides et sèches, se développe à Pikine dans les puits creusés par l'homme, signant son adaptation à l'anthropisation du milieu ;

- le taux moyen quotidien de piqûres est de 19,6 piqûres/homme/nuit (P/H/N), avec un minimum de 4 P/H/N en fin de saison sèche et un maximum supérieur à 100 P/H/N en septembre. Mais *An. arabiensis* est toujours présent, ce qui incite 30 % de la population à utiliser des moustiquaires ;

- le taux général moyen de parturité d'*An. arabiensis* est faible (56 %), ce qui résulte d'une grande productivité

des gîtes larvaires et d'une faible longévité des adultes ($p = 0,82$) ;

- malgré une forte anthropophilie (99 %), l'infectivité générale est faible puisque l'indice sporozoïtique est de 0,55 % (5 600 glandes salivaires disséquées).

Dans ces conditions, la transmission est pratiquement nulle pendant 6 mois ; elle est maximale en fin de saison des pluies avec 0,55 PI/H/N et, en moyenne, de 0,11 PI/H/N.

En une année, un habitant de Pikine peut avoir reçu 43 piqûres infectées (concentrées sur 6 mois) de la part d'*An. arabiensis* dont les caractéristiques biologiques (anthropophilie, longévité) induisent un paludisme épisodique plutôt instable (indice de stabilité 2,3).

Les sept enquêtes parasitologiques [7] concernant un groupe de 296 enfants (6 mois-6 ans) ont indiqué :

- une prévalence générale faible (8,8 %) avec des variations saisonnières liées à la dynamique de la trans-

mission : un maximum de 13,5 % en janvier et un minimum de 2,2 % en août (et une incidence parasitaire pratiquement nulle de mai à août) ;

- un indice gamétocytaire moyen de 4,2 % qui n'est jamais nul (minimum = 0,9 % en août), maintenant la pérennité du réservoir de parasites ;

- pas de variations statistiquement significatives des indices parasitologiques selon les groupes d'âge ; ceci indique le faible niveau d'immunité qui explique que les accès cliniques et le neuropaludisme atteignent tous les groupes d'âge ; ces observations caractérisent une endémie instable,

A Pikine, il y a une évolution similaire des paramètres entomologiques parasitologiques et cliniques. Mais, ainsi que le soulignent les auteurs, différents facteurs extrinsèques, comme une consommation élevée d'antipaludiques et l'accessibilité aux centres de santé, rendent difficile l'estimation du poids du paludisme en terme de santé publique.

La transmission du paludisme à Cotonou

La ville de Cotonou (Bénin) est située entre l'océan et une grande lagune d'eau saumâtre. De très nombreux gîtes sub-permanents, alimentés par une pluviométrie importante, favorisent le développement des vecteurs.

Deux espèces du complexe *An. gambiae* sont présentes : *An. gambiae* s.s., espèce dulçaquicole, et *An. melas* qui se développe dans les gîtes d'eau saumâtre. La fréquence relative de ces deux espèces dans les quartiers de Cotonou est fonction du voisinage de l'un ou l'autre type de gîtes ; l'urbanisation favorise plutôt *An. gambiae* s.s.

Ces deux espèces ont des taux de parité identiques (50 %) et des taux quotidiens de survie voisins ($p = 0,75$). A Cotonou, comme dans l'ensemble de la région afrotropicale, *An. gambiae* s.s. est un excellent vecteur de paludisme ; en revanche, *An. melas* a une capacité vectorielle faible, conséquence d'une forte tendance à l'exophilie et à la zoophagie (de préférence sur les porcs). Il en résulte des indices sporozoïtiques très différents : 1,52 % pour *An. gambiae* et 0,47 % pour *An. melas*.

Dans les zones périurbaines, la transmission est pratiquement permanente avec simplement une réduction de l'intensité entre le milieu de la saison sèche et le début de la saison pluvieuse. Le taux d'inoculation entomologique (h) atteint 91,2 PI/H/A.

Au contraire, dans le quartier central étudié, la transmission est saisonnière, courte, concentrée à la fin de la saison pluvieuse où elle peut atteindre 1 piqure infectée/homme/nuît (en novembre).

Au total, la transmission est nettement plus élevée dans la ville de Cotonou que dans les autres villes d'Afrique tropicale. Ceci constitue un cas particulier qui s'explique par le contexte écologique de la capitale béninoise. Le régime équatorial de pluviosité, conjugué à l'absence de relief, favorise la présence de nombreuses retenues naturelles d'eau douce et de zones marécageuses, une grande partie de l'année.

Discussion et conclusion

Les données exploitées proviennent de villes situées dans des faciès épidémiologiques différents, représentatifs de l'Afrique centrale et occidentale : zone équatoriale de transmission continue à Yaoundé et Brazzaville ; zone à transmission saisonnière forte à Ouagadougou ; zone sahélienne à Pikine ; zone lagunaire à Cotonou.

D'une façon constante, il y a une diminution de la transmission de la périphérie vers le centre. Ce phénomène est accentué par le degré d'occupation du sol par des habitations et/ou des infrastructures urbaines. Il traduit la raréfaction des emplacements disponibles pour les gîtes à anophèles et le degré de pollution des eaux de surface. Une relation inverse s'observe en ce qui concerne *Culex quinquefasciatus*, produit de l'urbanisation.

Ces phénomènes généraux sont tempérés par les caractéristiques locales. Des transmissions importantes sont notées en pleine ville, à Cotonou et à Ouagadougou, autour des retenues d'eau. Dans ces sites, le paludisme est stable comme dans la zone rurale voisine. A Pikine, la transmission (43 PI/H/A) est comparable à celle des zones rurales voisines et présente le même caractère de faible stabilité. Mais l'échantillonnage a privilégié les zones maraîchères périphériques. A Yaoundé, il faut rappeler qu'en 1958 il n'y avait pas de transmission et que, lors de la mise en place de la zone pilote de lutte antipaludique, il n'avait pas été jugé utile de traiter la ville [23]. C'était alors une petite agglomération qui n'occupait que les quartiers centraux actuels où une faible transmission a été observée (13 PI/H/A).

La faible transmission urbaine a pour corollaire une faible prémunition puisque les stimulations antigéniques sont rares. Les sujets contaminés dans la ville ou au cours de sorties à la campagne présentent des accès, parfois graves, qui touchent de plus en plus les classes d'âge avancées. Les accès pernicieux observés à Yaoundé signent cette évolution de la situation. Pendant ces vingt dernières années, le contingent des migrants venus à la ville était composé de ruraux déjà immuns. Mais, de plus en plus, la ville sera peuplée

d'« autochtones urbains » qui développeront peu d'immunité et auront tendance à se comporter comme des migrants venant de pays hors des zones d'endémie.

Il faut donc envisager la protection des citadins qui constituent une population à risque. Les traitements intradomestiques généralisés sont d'un coût prohibitif pour la plupart des villes africaines et ne seraient pas toujours acceptés. Mais les mesures de protection individuelle, en particulier par moustiquaires imprégnées, ont leur plein emploi. La nuisance engendrée par la présence de *Culex quinquefasciatus* est un élément motivateur majeur pour l'utilisation de moustiquaires. L'acceptation de leur imprégnation doit être facile à obtenir et leurs bonnes performances devraient ensuite engendrer une demande de la population.

On peut donc envisager une protection raisonnable de la population à un coût acceptable pour les services de santé nationaux et municipaux ■

Références

1. Rodhain F. Maladies transmises par les culicidés et urbanisation : un exemple de coévolution. *Bulletin de l'Institut Pasteur* 1983 ; 71 : 33-54.
2. Subra R, Service M, Mosha FW. The effect of domestic detergents on the population dynamics of the immature stages of two competitor mosquitoes, *Culex cinereus* Theobald and *Culex quinquefasciatus* Say, in Kenya. *Acta Tropica* 1983 ; 41 : 69-75.
3. Mouchet J. Review of urban vectors and pests in developing countries in the tropics 1987 ; VBC/ECV/EC/87.5/05.
4. Subra R. Étude écologique sur *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1928 (*Diptera culicidae*) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest africaine. Dynamique des populations préimaginales. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol* 1971 ; 9 : 73-102.
5. Bruce-Chwatt LJ. Paludisme et urbanisation. *Bull Soc Pathol Exot* 1983 ; 76 : 243-9.
6. Coluzzi M, Sabatini A, Petrarca V, Di Deco MA. Chromosomal differentiation and adaptation to human environments in the *Anopheles gambiae* complex. *Trans R Soc Trop Méd Hyg* 1979 ; 73 : 483-97.
7. Vercruysse 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 : 165-78.
8. Coene J, Ngimbi NP, Mandiangu M, Mulumba MP. Note sur les anophèles à Kinshasa, Zaïre. *Ann Soc Belg Méd Trop* 1987 ; 67 : 375-9.

9. Ngimbi NP, Beckers A, Wery M. Aperçu de la situation épidémiologique du paludisme à Kinshasa (République du Zaïre) en 1980. *Ann Soc Belg Méd Trop* 1982 ; 62 : 121-37.

10. Rossi P, Belli A, Mancini L, Sabatinelli G. Enquête entomologique longitudinale sur la transmission du paludisme à Ouagadougou (Burkina Faso). *Parasitologia* 1986 ; 28 : 1-15.

11. Sabatinelli G, Lamizana L. Le paludisme dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). *Urbanisation et Santé dans le Tiers Monde*. ORSTOM éd., Collection : Colloques et Séminaires 1989 : 187-93.

12. Robert V, Gazin P, Ouédraogo V, Carnevale P. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). I — Étude entomologique de la transmission. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol* 1986 ; 24 : 121-8.

13. Le Bras M, Soubiran G, Baraze A, et al. Paludisme urbain et rural au Niger. *Bull Soc Pathol Exot* 1986 ; 79 : 695-706.

14. Manga L, Robert V, Messi J, Desfontaine M, Carnevale P. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). I — Étude entomologique dans deux quartiers centraux. *Mém Soc R Belg Ent* 1991 ; 35.

15. Fondjo E, Robert V, Le Goff G, Toto JC, Carnevale P. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun). II — Étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. *Bull Soc Pathol Exot* 1992 ; 85 : 57-63.

16. Trape JF, Zoulani A. Malaria and urbanization in Central Africa: the example of Brazzaville. Part II : Results of entomological surveys and epidemiological analysis. *Trans R Soc Trop Méd Hyg* 1987 ; 81, suppl. 2 : 10-8.

17. Watts T, Wray JR, Ng'andu NH, Draper CC. Malaria in an urban and a rural area of Zambia. *Trans R Soc Trop Méd Hyg* 1990 ; 84 : 196-200.

18. Robert V, Gazin P, Boudin C, Molez JF, Ouédraogo V, Carnevale P. La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann Soc Belg Méd Trop* 1985 ; 65, suppl. 2 : 201-14.

19. Gazin P, Robert V, Carnevale P. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) — 2. Les indices paludologiques. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol* 1987 ; 25 : 27-31.

20. Benasseni R, Gazin P, Carnevale P, Baudon D. Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) — 3. Étude de la morbidité palustre. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol* 1987 ; 25 : 165-70.

21. Carnevale P. *Le paludisme dans un village des environs de Brazzaville*. Thèse Sciences, Université de Paris XI, 1979, n° 2 175.

22. Fargier JJ, Louis FJ, Cot M, et al. Reduction of coma by quinine loading dose in falciparum cerebral malaria. *Lancet* 1991 ; 338 : 896-7.

23. Livadas G, Mouchet J, Gariou J, Chastang R. Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la région forestière du Sud-Cameroun ? *Rivista di Malariaologia* 1958 ; 37 : 229-56.

Résumé

L'urbanisation, un des phénomènes sociaux les plus importants de cette fin de siècle, s'accompagne de nombreux changements écologiques qui retiennent sur la faune culicidienne.

Nous rapportons, ici, les résultats des études exécutées par divers auteurs, à Pikine (Sénégal) en zone sahélienne, à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) en zone soudanienne, à Cotonou (Bénin) en zone côtière lagunaire et à Brazzaville (Congo) en zone équatoriale.

Outre l'occupation des sols par les infrastructures urbaines qui limite spatialement les surfaces disponibles pour les gîtes des anophèles, la pollution domestique, notamment les détergents, rend les eaux de surface impropres au développement du vecteur majeur *An. gambiae*. En revanche, elle favorise *Culex quinquefasciatus* qui s'est adapté à ces nouveaux environnements et constitue, désormais, le moustique urbain, devenant même un marqueur de l'urbanisation.

De façon générale, quelques conclusions s'imposent :

- la transmission du paludisme est une réalité en milieu urbain, mais elle est quantitativement inférieure à celle sévissant dans la zone rurale environnante ;
- les milieux urbains sont très hétérogènes et les conditions entomologiques sont donc très variables, d'une ville à l'autre et d'un quartier à l'autre de la même ville ;

- les indices parasitologiques classiques sont en accord avec les informations entomologiques ; ils sont moins élevés que ceux des villages avoisinants ;

- la zone périurbaine constitue un milieu intermédiaire, les indices entomologiques et parasitologiques étant supérieurs à ceux du centre ville et inférieurs à ceux de la zone rurale.

Sur le plan clinique, la situation est rendue complexe par les nombreux facteurs sociaux (autotraitements, facilités d'accès aux soins...). Mais il apparaît que l'immunité antipalustre est plus faible chez les citadins que chez les ruraux, de sorte que le paludisme maladie peut toucher toutes les classes d'âge et que des accès pernicioseux ont pu être notés chez les adultes.