

# ENTOMOLOGIE MÉDICALE

## Infectivité d'*Anopheles melas* vis-à-vis du *Plasmodium falciparum* dans le milieu côtier lagunaire du Bénin.

M. Akogbeto (1) & R. Romano (2)

(1) Centre OCCGE de Cotonou, 06 BP 2604 Cotonou, Bénin

(2) Institut de parasitologie de l'université de Rome "La Sapienza", 00185 P. Le Aldo Moro 5, Rome, Italie.

Manuscrit n°1939. "Entomologie médicale". Reçu le 5 mars 1998. Accepté le 13 novembre 1998.

**Summary:** *Anopheles melas* Infestation Rate for *Plasmodium falciparum* in the Coastal and Lagoon Area of Benin, West Africa.

In this article *An. melas* infestation rate for *P. falciparum* is compared to the rate of *An. gambiae* in the coastal and lagoon area of Benin where the two species are sympatric. We studied the variation of *An. gambiae* complex infestation rate in three zones where the two species occur in different proportions. This infestation rate is higher in areas where *An. gambiae* is prevalent. In a second experiment we separated *An. melas* and *An. gambiae* according to cytogenetic and biometrical analysis. Then we established the infestation rate of each species by microscope examination of salivary glands and presence of *P. falciparum* C.S. antigens by ELISA method.

In areas where *An. melas* is the most abundant species (80-90%), the sporozoitic index and antigen C.S. + *P. falciparum* rate are significantly lower. These results are confirmed by the infestation rates observed for each species.

In conclusion, *An. melas* infestation rate is significantly lower than the *An. gambiae* one. *An. gambiae* is the best malaria vector in Africa. In spite of an environment such as Ganvie where animals are rare, which increases anthropophilic and endophilic tendencies of *An. melas*, antigens C.S. + *P. falciparum* rate of *An. gambiae* (3.5 %) are significantly higher than *An. melas* (1.9%).

**Résumé :**

Nous avons comparé l'infectivité d'*An. melas* par *P. falciparum* à celle d'*An. gambiae*, meilleur vecteur du paludisme en Afrique. L'étude a été réalisée dans le milieu côtier lagunaire du Bénin où les deux espèces vivent en sympatrie. Dans un premier temps, nous avons étudié la variation des taux d'infection du complexe *An. gambiae* dans trois zones où les fréquences des deux espèces sont différentes. Dans un second temps, nous avons séparé les deux espèces jumelles grâce à la technique cytogénétique et à celle de la morphologie des palpes et précisé le taux d'infection de chacune d'elles. Nous avons utilisé le thorax du moustique pour rechercher la positivité en antigène circumsporozoïte de *P. falciparum* par la méthode classique ELISA et procédé à l'extraction des glandes salivaires pour détecter les sporozoïtes au microscope.

Dans les localités où *An. melas* est l'espèce la plus abondante (80-90 %), l'indice sporozoïtique et le taux de positivité en antigène C.S. + *P. falciparum* sont significativement les plus faibles. Ces résultats sont confirmés par les taux d'infection observés chez chacune des deux espèces jumelles.

**Key-words:** Infestation rate - *Anopheles melas* - *Anopheles gambiae* - *Plasmodium falciparum* - Malaria - Benin - Africa

**Mots-clés :** Infectivité - *Anopheles melas* - *Anopheles gambiae* - *Plasmodium falciparum* - Paludisme - Bénin - Afrique

## Introduction

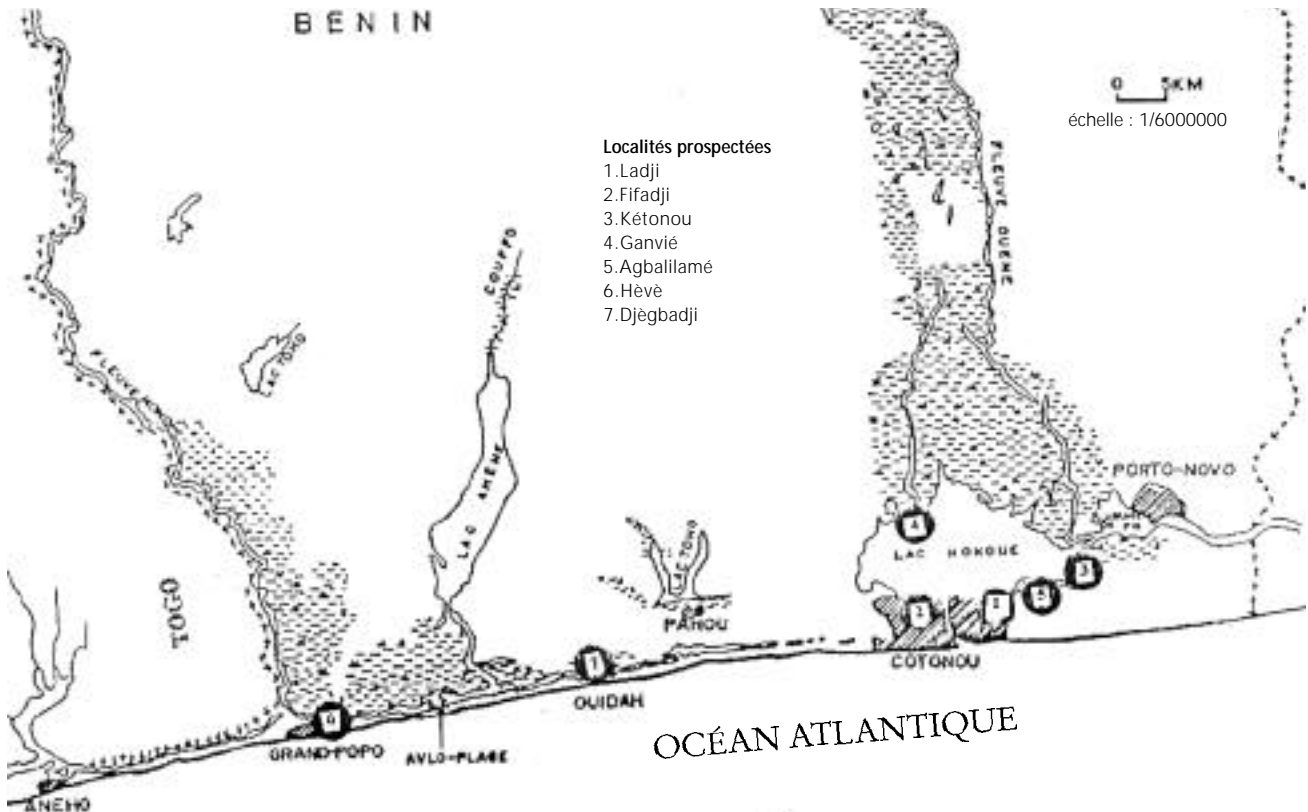
En Afrique, le complexe *Anopheles gambiae* est composé de six espèces jumelles (11, 12) dont trois sont rencontrées en Afrique de l'Ouest : *An. gambiae* GILES 1902, *An. arabiensis* PATTON 1905 et *An. melas* THEOBALD 1903 (9, 13, 15, 18). Parmi ces espèces, *An. gambiae* joue le rôle le plus important dans la transmission du paludisme en raison de sa forte capacité vectorielle et de sa large distribution. Quant à *An. melas*, il jouerait un rôle de vecteur mineur. Selon COZ (14), dans la région de Sassandra en Côte d'Ivoire, l'indice d'infection d'*An. gambiae* en forêt est supérieur à celui qui est observé dans les villages côtiers du fait de la présence dans ces villages d'*An. melas*. Toutefois, il s'agit là d'une conclusion partielle qui mérite des précisions. Selon BRYAN (6), en Gam-

bie, dans une zone où *An. gambiae* et *An. melas* vivent en sympatrie, l'infectivité d'*An. melas* est inférieure à celle d'*An. gambiae* avec des indices sporozoïtiques respectifs de 0,35 % et 3,5 %.

Dans la présente étude, l'application de techniques performantes, comme la méthode cytogénétique à l'identification des espèces jumelles du complexe *An. gambiae* et la technique ELISA à la mise en évidence des antigènes circumsporozoïtes de *Plasmodium falciparum* dans le thorax des moustiques, nous a permis de comparer le rôle vecteur d'*An. melas* à celui d'*An. gambiae*, vecteur de référence dans la transmission du paludisme en Afrique. Le choix des sites prospectés a tenu compte de l'environnement, étant donné que le pouvoir vecteur d'une espèce est lié à sa facilité d'accès à l'homme ou à l'animal, c'est-à-dire au rapport vecteur-hôte.

Figure 1.

Zone d'étude : la zone côtière lagunaire du Bénin montrant les localités prospectées.  
Area of study: lagoon coastal areas showing prospected zones.



## Matériel et méthode

### Zone d'étude

L'étude est réalisée dans le milieu côtier lagunaire du Bénin où se succèdent, parallèlement à la côte, un chapelet de lacs et de lagunes. Ces étendues d'eau saumâtre sont séparées de la mer par un mince cordon littoral. D'est en ouest, on peut distinguer la lagune de Porto-Novo, le lac Nokoué, le lac Toho, la lagune de Ouidah, la lagune de Grand-Popo. Ces lacs et lagunes se combinent progressivement par les apports alluviaux des fleuves qui s'y jettent : fleuves Ouémé, Couffo, Mono (figure 1). L'eau des lagunes est beaucoup moins salée que celle de la mer. Cette zone côtière lagunaire s'étend sur environ 150 km et sa largeur varie de 4 à 30 km. Elle est très peuplée en raison de l'implantation des deux capitales, Porto-Novo (capitale administrative) et Cotonou (capitale économique), de la présence de l'université, des grandes écoles, des plus grandes structures politiques et économiques, sans oublier le plaisir que procurent la proximité de la mer et les pêches florissantes offertes par les lacs et les lagunes.

Les récoltes de moustiques ont été effectuées dans sept localités :

- Ladji et Fifadji à la périphérie de Cotonou où le complexe *An. gambiae* est représenté essentiellement par *An. gambiae* à plus de 95 % en sympatrie avec *An. melas* (moins de 5 %) (2, 4). Nous avons désigné le milieu constitué par ces deux localités "zone A" ;
- Kétonou et Agbalilamé, deux villages en bordure du lac Nokoué et Ganvié, une commune sur pilotis construite sur le même lac. Deux espèces anophéliennes sont présentes dans ces trois localités : *An. melas* et *An. gambiae*. *An. melas* est l'espèce la plus abondante. Elle représente 90 % du complexe (1, 2), c'est la zone B. La principale activité est la pêche, associée à un élevage familial d'ovins, de porcins, de caprins et de volaille à Kétonou et à Agbalilamé. En revanche, l'écosys-

tème de Ganvié, représenté par un habitat situé sur l'eau, n'autorise aucun élevage ; seuls des chats et des chiens sont rencontrés dans quelques familles ;

- Djègbadji et Hèvé sont situés respectivement en bordure de la lagune de Ouidah et de celle de Grand-Popo. Dans ces deux villages, les espèces *An. melas* et *An. gambiae* coexistent dans des proportions similaires (1). Nous avons appelé cette zone "zone intermédiaire" ou "zone C".

### Protocoles

Des captures d'anophèles ont été organisées pendant les saisons pluvieuses dans les sept localités et ont permis de récolter des femelles du complexe *An. gambiae* après pulvérisation de bombes insecticides le jour dans les habitations humaines. Certaines captures ont eu lieu tôt le matin ; les anophèles de ces captures constituent le lot 1. D'autres ont été faites dans l'après-midi entre 15 heures et 18 heures. Les moustiques de cette collection, qui ont atteint un stade de développement ovarien (stade III F- IV D de CHRISTOPHERS) permettant les observations cytologiques, constituent le lot 2. Ceux des stades inférieurs (I et II) représentent le lot 3. Ces trois lots de moustiques sont exploités séparément.

#### Protocole 1

Une partie des moustiques du lot 1 a servi à mettre en évidence les antigènes circumsporozoïtes (C.S.) de *P. falciparum* dans le thorax. La deuxième partie a été disséquée pour rechercher les sporozoïtes dans les glandes salivaires. Cette méthode permet d'étudier la variation des taux d'infection (taux en antigène C.S. *P. falciparum* et indice sporozoïtique) des membres du complexe *An. gambiae* dans les zones A, B et C sans la séparation des espèces jumelles *An. gambiae* et *An. melas*.

#### Protocole 2

Chaque moustique du lot 2 a été divisé en deux parties : le thorax pour la recherche de la protéine C.S. *P. falciparum* par la technique classique ELISA et l'abdomen pour la séparation des

espèces *An. gambiae* et *An. melas* par la technique cytogénétique. Le thorax et l'abdomen portent un même numéro qui est celui du moustique. Ce numéro permet de reconnaître la provenance du moustique après l'utilisation du thorax et de l'abdomen. Contrairement au protocole 1, cette technique permet de préciser les taux d'infection observés, individuellement, chez *An. melas* et *An. gambiae*.

**Protocole 3**

Parallèlement au protocole 2, la tête des femelles du lot 3 a servi à l'identification de l'espèce par la technique de la biométrie des palpes et le reste du corps, en particulier le thorax, à l'extraction des glandes salivaires et à la recherche des sporozoïtes. Ici aussi, les deux parties du corps de l'anophèle portent un même numéro de reconnaissance du moustique. Cette méthode permet de séparer *An. melas* et *An. gambiae* et de comparer les indices sporozoïtiques des deux espèces jumelles.

**Identification des espèces *An. melas* et *An. gambiae***  
Deux méthodes ont été utilisées.

**Méthode cytogénétique**

L'identification des deux espèces a été faite grâce à l'examen des chromosomes polytènes des femelles du lot 2 récoltées et conservées dans du Carnoy (une partie d'acide acétique glacial, trois parties d'alcool éthylique). Ces chromosomes ont été traités selon la technique de l'observation chromosomique décrite par COLUZZI (8, 10) et HUNT (16). La lecture des préparations chromosomiques et des inversions a été effectuée selon la nomenclature de COLUZZI *et al.* (11).

Tableau I.

Résultats de détermination des espèces jumelles *An. melas* et *An. gambiae* par la technique cytogénétique et celle de la biométrie des palpes.  
Results of determination of twin species *An. melas* and *An. gambiae* by cytogenetic and biometric techniques.

| localités  | identifications chromosomiques (1) |    |                  |    | biométrie des palpes (2) |    |                  |    | écart en % (1) / (2) |
|------------|------------------------------------|----|------------------|----|--------------------------|----|------------------|----|----------------------|
|            | <i>An. gambiae</i>                 |    | <i>An. melas</i> |    | <i>An. gambiae</i>       |    | <i>An. melas</i> |    |                      |
|            | nb                                 | %  | nb               | %  | IP 0,81 nb               | %  | IP 0,81 nb       | %  |                      |
| Ladji      | 665                                | 95 | 35               | 5  | 580                      | 90 | 64               | 10 | 5                    |
| Fifadji    | 980                                | 98 | 20               | 2  | 500                      | 95 | 26               | 5  | 3                    |
| Kétonou    | 112                                | 20 | 350              | 80 | 127                      | 15 | 720              | 85 | 5                    |
| Ganvié     | 229                                | 15 | 1300             | 85 | 200                      | 10 | 1800             | 90 | 5                    |
| Agbalilamé | 230                                | 15 | 1305             | 85 | 100                      | 11 | 809              | 89 | 4                    |
| Hèvé       | 90                                 | 50 | 90               | 50 | 205                      | 56 | 162              | 44 | 6                    |
| Djègbadji  | 123                                | 40 | 185              | 60 | 185                      | 50 | 185              | 50 | 10                   |

**Méthode de la biométrie des palpes**

La détermination de l'indice des palpes est basée sur le rapport entre la longueur des 4ème et 5ème segments des palpes et celle du 3ème. Cet indice est un caractère de distinction entre *An. melas* et les autres espèces d'eau douce du complexe *An. gambiae* (19). La méthode consiste à éclaircir les palpes des moustiques dans du chloral-lactophénol pendant 48 heures. Ces palpes sont ensuite montés entre lame et lamelle dans une goutte de phénol-balsame. Les mensurations sont effectuées au microscope optique à l'objectif 10x muni d'un oculaire micrométrique 10x. La valeur 0,81 de l'indice palpal (IP) est la limite de séparation entre les espèces d'eau douce et celles d'eau saumâtre. Les valeurs des espèces d'eau douce ont un indice inférieur ou égal à 0,81. Lorsque l'IP est supérieur à 0,81, il s'agit d'*An. melas*.

**Recherche des infections**

Elle a été réalisée selon deux méthodes.

**La méthode parasitologique classique par examen microscopique**

Les glandes salivaires des moustiques sont extraites sous stéréomicroscope sur une lame dans une goutte d'eau physiologique. La présence de sporozoïtes est recherchée à frais, sans coloration.

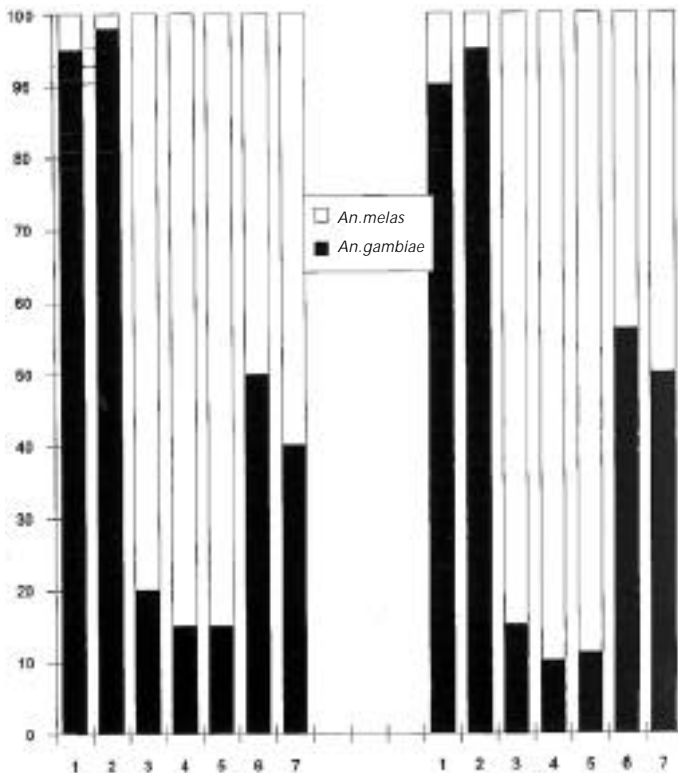
**Le titrage immunoenzymatique**

Le thorax du moustique a été utilisé pour rechercher la positivité en protéine circumsporozoïte (C.S.) de *P. falciparum*. La mise en évidence de l'antigène C.S. a été réalisée par la méthode classique ELISA, technique de BURKOT *et al.* (7) et LOMBARDI *et al.* (18) avec des anticorps monoclonaux. Nous avons utilisé le monoclonal 2A10 conjugué à la peroxidase et un substrat chromogène ABTS pour détecter les puits positifs.

Figure 2.

Fréquence en pourcentage des espèces *An. melas* et *An. gambiae* dans les sept localités prospectées.  
Frequency of percentage of *An. melas* and *An. gambiae* species in seven prospected zones.

a. Détermination par la technique cytogénétique      b. Détermination par la technique de la biométrie des palpes



**Résultats**

**Identification des espèces jumelles *An. melas* et *An. gambiae***

La technique cytogénétique et celle de la biométrie des palpes ont confirmé les résultats d'AKOGBÉTO *et al.* (2) et AKOGBÉTO et DI DECO (4) sur la distribution géographique des membres du complexe *An. gambiae* dans le milieu côtier lagunaire du Bénin. En effet, Ladji et Fifadji (zone A) sont deux localités où *An. gambiae* est l'espèce presque exclusive (figure 2). En revanche, à Kétonou, Ganvié et Agbalilamé (zone B), la proportion d'*An. melas* atteint 80 à 90 %. Hèvé et Djègbadji (zone C) constituent une zone intermédiaire où *An. melas* et *An. gambiae* sont répartis dans des proportions quasiment égales (tableau I).

De façon générale, les deux techniques permettent de séparer aisément les deux espèces. Une erreur de 3 à 6% est enregistrée pour chaque échantillon sauf pour l'échantillon Djègbadji (tableau I). Cette erreur est imputable à la méthode de la biométrie des palpes, moins performante que celle de la cytogénétique.

Tableau II.

Variation de l'indice sporozoïtique (s) et de la positivité en antigène circumsporozoïte (C.S.) de *Plasmodium falciparum* dans le complexe *An. gambiae* dans les zones A, B et C.

Variation of sporozoitic index (s) and positivity in circumsporozoitic antigen of *Plasmodium falciparum* (C.S.) in the *An. gambiae* complex in zones A, B and C.

| localité                                | nbre de thorax testés | Elisa     |            | microscopie               |           | S %        |
|---|-----------------------|-----------|------------|---------------------------|-----------|------------|
|   |                       | C.S. +    | % C.S. +   | nbre de glandes examinées | glandes + |            |
| zone à dominance <i>An. gambiae</i> (A) |                       |           |            |                           |           |            |
| Ladji                                   | 300                   | 12        | 4          | 1797                      | 26        | 1,4        |
| Fifadji                                 | 150                   | 7         | 4,6        | 255                       | 5         | 1,9        |
| <b>total A</b>                          | <b>450</b>            | <b>19</b> | <b>4,2</b> | <b>2052</b>               | <b>31</b> | <b>1,5</b> |
| zone à dominance <i>An. melas</i> (B)   |                       |           |            |                           |           |            |
| Kétonou                                 | 260                   | 3         | 1,1        | 680                       | 3         | 0,4        |
| Ganvié                                  | 690                   | 7         | 1          | 1140                      | 5         | 0,4        |
| Agbalilamè                              | 520                   | 7         | 1,3        | 1200                      | 4         | 0,3        |
| <b>total B</b>                          | <b>1470</b>           | <b>17</b> | <b>1,3</b> | <b>3020</b>               | <b>12</b> | <b>0,4</b> |
| zone intermédiaire (C)                  |                       |           |            |                           |           |            |
| Hèvé                                    | 70                    | 2         | 2,8        | 141                       | 1         | 0,7        |
| Djègbadji                               | 308                   | 4         | 1,3        | 301                       | 1         | 0,3        |
| <b>total C</b>                          | <b>378</b>            | <b>6</b>  | <b>1,6</b> | <b>442</b>                | <b>2</b>  | <b>0,4</b> |

### Variation des taux d'infection des deux espèces du complexe *An. gambiae*. dans les zones A, B et C

Dans la zone A où *An. gambiae* représente plus de 95% des deux espèces jumelles, 19 thorax ont été trouvés positifs en protéine C.S. *P. falciparum* sur un total de 450, soit un taux de positivité de 4,2 % (tableau II). Dans la zone B où *An. melas* est l'espèce la plus abondante (plus de 80 %), le taux de positivité est plus faible (1,1 % : 17 thorax/1470). La différence est significative ( $\chi^2 = 17,60$ ,  $p = 0,3 \cdot 10^{-5}$ ).

Parallèlement, dans les deux zones, 2052 et 3020 glandes ont été respectivement extraites, ce qui donne des indices sporozoïtiques (s) respectifs de 1,5 % et 0,4 %. La différence est significative ( $\chi^2 = 18,02$ ;  $p = 0,2 \cdot 10^{-5}$ ).

Toutefois, en comparant le taux d'infection de l'ensemble du complexe *An. gambiae* en zone B (C.S.+ = 1,1 %) à celui de la zone C (C.S.+ = 1,6 % : 6 C.S.+ / 378) où la fréquence d'*An. gambiae* est élevée, on trouve des résultats similaires ( $\chi^2_{yates} = 0,17$ ,  $p = 0,7$ ). Au total, 42 thorax ont été trouvés positifs en antigène CS *P. falciparum* sur 2298 (1,82%) et 45 glandes hébergeant des sporozoïtes sur 5514 disséquées (0,8 %) (tableau II). Ces résultats montrent que le titrage immunoenzymatique ELISA

Tableau III.

Positivité en antigène C.S. de *P. falciparum* observée chez *An. melas* et *An. gambiae* dans le milieu côtier lagunaire du Bénin. Les deux espèces ont été séparées par la technique cytogénétique.

Positivity in C.S. *P. falciparum* antigenes observed in *An. melas* and *An. gambiae* in lagoon coastal area of Benin.

| localité                 | <i>An. melas</i> |           |            | <i>An. gambiae</i> |           |            |
|--------------------------|------------------|-----------|------------|--------------------|-----------|------------|
|                          | thorax           | C.S. +    | % C.S. +   | thorax             | C.S. +    | % C.S. +   |
| Ladji                    | 35               | 0         | 0          | 100                | 4         | 4          |
| Fifadji                  | 18               | 0         | -          | 101                | 3         | 3          |
| Kétonou                  | 250              | 2         | 0,8        | 95                 | 0         | 0          |
| Ganvié                   | 301              | 6         | 1,9        | 201                | 7         | 3,5        |
| Agbalilamè               | 350              | 2         | 0,6        | 226                | 9         | 4          |
| Hèvé                     | 45               | 0         | 0          | 85                 | 5         | 5,9        |
| Djègbadji                | 180              | 1         | 0,5        | 98                 | 4         | 4,1        |
| <b>total et CS moyen</b> | <b>1179</b>      | <b>11</b> | <b>0,9</b> | <b>906</b>         | <b>32</b> | <b>3,5</b> |

Tableau IV.

Indices sporozoïtiques (s) observés chez *An. melas* et *An. gambiae* dans le milieu côtier lagunaire du Bénin. Les deux espèces ont été séparées par la technique de la biométrie des palpes.

Sporozoitic index observed in *An. melas* and *An. gambiae* in lagoon coastal area of Benin.

| localité                | <i>An. melas</i> |           |            | <i>An. gambiae</i> |           |          |
|-------------------------|------------------|-----------|------------|--------------------|-----------|----------|
|                         | glandes          | glandes + | s %        | glandes            | glandes + | s %      |
| Ladji                   | 30               | 0         | 0          | 250                | 2         | 0,8      |
| Fifadji                 | 20               | 0         | -          | 175                | 3         | 1,7      |
| Kétonou                 | 250              | 1         | 0,4        | 125                | 2         | 1,6      |
| Ganvié                  | 201              | 1         | 0,5        | 195                | 1         | 0,5      |
| Agbalilamè              | 250              | 1         | 0,4        | 80                 | 0         | -        |
| Hèvé                    | 30               | 0         | 0          | 201                | 1         | 0,5      |
| Djègbadji               | 170              | 0         | -          | 180                | 3         | 1,6      |
| <b>total et s moyen</b> | <b>951</b>       | <b>3</b>  | <b>0,3</b> | <b>1206</b>        | <b>12</b> | <b>1</b> |

de détection de la protéine C.S. est plus sensible que la méthode parasitologique classique de recherche des sporozoïtes au microscope optique ( $\chi^2 = 15,07$ ,  $p = 10^{-4}$ ).

### Positivité en antigène C.S. de *P. falciparum* chez *An. melas* et *An. gambiae*

Cette étude a porté sur 1179 thorax d'*An. melas* et 906 d'*An. gambiae* après avoir séparé les deux espèces grâce à la technique cytogénétique. Chez la première espèce, le taux de positivité en antigène C.S. *P. falciparum* est de 0,9 % (tableau III). Chez la deuxième espèce, il est de 3,5 % (32/906). L'inféctivité d'*An. gambiae* vis-à-vis de *P. falciparum* est nettement supérieure à celle d'*An. melas*. La différence est significative ( $\chi^2 = 17,13$ ,  $p = 3,4 \cdot 10^{-6}$ ).

En revanche, à Ganvié, l'écart entre les deux taux d'infection est faible. Sur 301 thorax d'*An. melas* analysés, 6 sont positifs en antigènes C.S. *P. falciparum* soit 1,9 %. Chez *An. gambiae* le taux est de 3,5 % (7 thorax sur 201) (tableau III). La différence n'est pas significative ( $\chi^2 = 1,06$ ,  $p = 0,3$ ). Le faible écart observé entre les deux résultats est probablement lié à l'écosystème de Ganvié représenté par un habitat construit (sur l'eau) où les animaux sont rares et les abris extérieurs presque inexistants. Il impose à tous les anophèles un comportement anthropophile et endophile qui favorise leur capacité vectorielle. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons comparé les résultats de Ganvié à ceux de Kétonou et d'Agbalilamè qui sont situés en bordure du même lac mais où le petit élevage familial de porcins, d'ovins et de volaille est pratiqué dans tous les ménages. Là, l'inféctivité d'*An. melas* est de 0,66 % (4 thorax positifs sur 600), c'est-à-dire 3 fois moins qu'à Ganvié.

### Indices sporozoïtiques observés chez *An. melas* et *An. gambiae*

Après avoir séparé les espèces *An. melas* et *An. gambiae* du lot 3 par la technique de la biométrie des palpes, nous avons disséqué les glandes salivaires contenues dans le thorax et recherché le taux d'infection de chaque espèce. Chez *An. melas*, nous avons extrait 901 glandes dont 3 hébergeaient des sporozoïtes de *Plasmodium*, soit un indice sporozoïtique de 0,3 %. Chez *An. gambiae*, l'indice sporozoïtique est 3 fois plus élevé (1 % : 12 glandes + / 1206). Cependant, la différence n'est pas significative ( $\chi^2 = 3,20$ ,  $p = 0,07$ ) (tableau IV).

## Discussion-Conclusion

Plus de 5000 préparations chromosomiques ont été réalisées. La possibilité d'un nombre aussi important d'identifications chromosomiques se justifie essentiellement par le fait que, dans cette étude, nous ne nous sommes pas intéressés au polymorphisme chromosomique du complexe *An. gambiae*, mais seulement à la distinction des espèces *An. melas* et *An. gambiae*. Cette distinction porte sur la structure du chromosome X qui, chez *An. gambiae*, est caractérisé par les inversions fixées a et g (11).

Parallèlement, plus de 5000 palpes des membres du complexe *An. gambiae* ont été mesurés et analysés par la technique biométrique. La biométrie des palpes permet de séparer aisément *An. melas* et *An. gambiae* en Afrique de l'Ouest. Les résultats obtenus par cette méthode ont été comparés à ceux qui l'ont été par la cytogénétique dans une zone d'Afrique de l'Est où vivent en sympatrie *An. merus*, *An. gambiae* et *An. arabiensis*; ceux-ci avaient confirmé sa fiabilité et son utilité pratique (18). Toutefois, les auteurs avaient mis en évidence une erreur d'identification de 1,5% dans le couple *An. merus-An. gambiae* et de 3,5% dans le couple *An. merus-An. arabiensis*. Au

Bénin, une comparaison de la fiabilité de la méthode à celle de la cytogénétique avait fait également apparaître une erreur de 3 à 5 % (3). Le même coefficient d'erreur est enregistré dans la présente étude (3 à 6 %). Cette erreur est probablement imputable à la technique de l'analyse morphologique des palpes, moins performante que celle de la cytogénétique. Mais, sur le plan épidémiologique, elle n'est pas significative.

*An. melas* est un vecteur de paludisme mais ses compétences vectorielles sont significativement inférieures à celles d'*An. gambiae*. Les résultats de cette étude se rapprochent de ceux de BRYAN (6) en Gambie où les deux espèces présentent des indices sporozoïtiques respectifs de 0,35 % et 3,5 %. Ces résultats sont également proches de ceux de COZ (14) à Sassandra en Côte d'Ivoire et expliquent les variations des taux d'infection dans les zones A, B et C. Dans la zone A où *An. gambiae* est majoritaire (95 %), les indices sporozoïtiques et la positivité en antigène circumsporozoïte de *P. falciparum* sont 4 fois plus élevés que ceux de la zone B où *An. melas* représente 80 à 90 % des deux espèces. Nous pouvons admettre que dans la zone A, la presque totalité de la transmission est assurée par *An. gambiae*, compte tenu de la faible proportion d'*An. melas* (5 %) dans cette zone. Dans la zone B, les femelles du complexe *An. gambiae* hébergeant des parasites appartiennent sûrement aux deux espèces, compte tenu des densités non négligeables d'*An. gambiae* (10-20 %). En effet, si l'on exclut la participation de cette espèce à la transmission du paludisme dans la zone B, les taux d'infectivité réellement dus à *An. melas* devraient être au moins 5 fois inférieurs à ceux d'*An. gambiae*.

Le rôle vecteur d'*An. melas* est probablement lié à son comportement vis-à-vis de l'homme. De façon générale, cette espèce manifeste des tendances exophages (6). Ces tendances se sont effectivement révélées dans notre zone d'étude lors d'une enquête sur la bioécologie d'*An. melas* (5). Le lien étroit entre *An. melas* et les animaux est probablement la raison fondamentale de sa faible infectivité. Dans un environnement où les animaux sont rares, *An. melas* est plus attiré par l'homme qui est son hôte disponible. Ce phénomène, qui a pour corollaire un taux d'anthropophilie d'*An. melas* significativement plus élevé à Ganvié que dans le reste du milieu lagunaire du Bénin (5), explique probablement le taux de positivité en antigène C.S. *P. falciparum* plus important à Ganvié (1,9 %) qu'à Kétonou et Agbalilamé (0,66 %). Des situations similaires ont été observées dans d'autres régions de l'Afrique. La présence du bétail entraîne une déviation zoophagique très importante chez certaines espèces comme *An. arabiensis* (9, 16) et par conséquent une baisse de l'infectivité. Ainsi selon TOURÉ (20), *An. gambiae* et *An. arabiensis* présentent des indices sporozoïtiques globalement comparables en absence de bétail. Toutefois, malgré un environnement qui impose à *An. melas* un comportement anthropophile et endophile qui favorise sa capacité vectorielle, cette espèce fait preuve d'une infectivité plus faible que celle d'*An. gambiae*. C'est ce qui explique les taux d'antigène C.S. *P. falciparum* d'*An. gambiae* deux fois plus élevés (3,5 %) que ceux d'*An. melas* (1,9 %) à Ganvié. La même observation a été faite par LEMASSON *et al.* (17) qui ont montré que, dans des conditions de milieu similaires, *An. gambiae* transmet 2 fois plus qu'*An. arabiensis*. Dans la présente étude, nous n'avons pas pu établir la longévité des espèces *An. gambiae* et *An. melas*. Il est également possible que la faible infectivité d'*An. melas* soit liée à sa faible infectivité comme l'a montré BRYAN (6).

En conclusion, *An. gambiae* demeure le meilleur vecteur de paludisme dans le milieu côtier lagunaire du Bénin.

## Remerciements

Ce travail a bénéficié d'une subvention du Programme spécial pour la recherche et la formation sur les maladies tropicales PNUD/Banque mondiale/OMS (ID n° 850132) et de l'Association des universités partiellement ou entièrement de langue française AUPELF. Nous exprimons nos sincères remerciements à ces deux institutions.

## Références bibliographiques

1. AKOGBÉTO M - *Etude des aspects épidémiologiques du paludisme côtier lagunaire au Bénin*. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Université de Paris XI, 1992.
2. AKOGBÉTO M & DI DECO MA - Répartition des membres du complexe *Anopheles gambiae* et de leurs variants chromosomiques au Bénin et au Togo, Afrique Occidentale. *Journal of African Zoology*, 1995, **109**, 443-454.
3. AKOGBÉTO M, DI DECO MA & ROMANO R - Utilizzazione dell'indice palpale nella diagnosi differenziale tra *Anopheles melas* e *An. gambiae* nella zona lagunare del Benin. Africa Occidentale. *Parassitologia*, 1988, **30** (Suppl. 1).
4. AKOGBÉTO M, DI DECO MA, ROMANO R & COLUZZI M - Analisi comparativa del ruolo vettore per la malaria di *Anopheles gambiae* e *Anopheles melas* nella zona lagunare costiera del Benin. *Parassitologia*, 1988, **30** (suppl. 1), 7-8.
5. AKOGBÉTO M, LAUGÉ G & COLUZZI M - Observation sur la bioécologie d'*Anopheles melas* dans un milieu côtier lagunaire, Bénin, Afrique Occidentale. *Journal of African Zoology*, 1995, **109**, 400-406.
6. BRYAN JH - *Anopheles gambiae* and *An. melas* at Brefet, the Gambia, and their role in malaria transmission. *Ann Trop Med Parasit*, 1982, **77**, 1-12.
7. BURKOT TR, ZAVALA F, GWADZ RW, COLLINS FH, NUSSENZWEIG RS & ROBERT DR - Identification of malaria infected mosquitoes by a two-site enzyme-linked immunosorbent assay. *Am J Trop Med Hyg*, 1984, **33**, 227-232.
8. COLUZZI M - Cromosomi poligenici delle cellule nitiche ovariche del complesso *gambiae* del genere *Anopheles*. *Parassitologia*, 1968, **10**, 179-184.
9. COLUZZI M & PETRARCA V - Aspirator with paper cup for collecting mosquitos and other insects. Mosquitoes News. *Ann Soc belge Méd trop*, 1973, **33**, 249-250.
10. COLUZZI M, PETRARCA V & DI DECO MA - Chromosomal inversion intergradation and incipient speciation in *Anopheles gambiae*. *Bolletino di Zoologia*, 1985, **52**, 45-63.
11. COLUZZI M, SABATINI A & PETRARCA V - Chromosomal investigations on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex in the Garki District (Kano State, Nigeria). *Results on Species identifications from 1971-1974*. WHO/TN/1975, 1, n° 24.
12. 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 Med Hyg*, 1979, **73**, 483-497.
13. COZ J - Contribution à l'étude du complexe *An. gambiae*. Répartition géographique et saisonnière en Afrique de l'Ouest. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol*, 1973, **11**, 3-31.
14. COZ J - Contribution à la bioécologie du complexe *Anopheles gambiae* Gillies en Afrique Occidentale. *Cah ORSTOM, sér Ent Méd Parasitol*, 1973, **11**, 33-40.
15. COZ J & HAMON J - Importance pratique de la résistance aux insecticides en Afrique du Sud du Sahara pour l'éradication du paludisme dans ce continent. *Cah ORSTOM, sér Ent méd*, 1963, **1**, 27-37.
16. HUNT RH - A cytological technic for the study of *Anopheles gambiae* complex. *Parassitologia*, 1973, **15**, 137-139.
17. LEMASSON JJ, FONTENILLE D, LOCHOUARN L, DIA I, SIMARDA F *et al.* - Comparison of behaviours and vector efficiency of *An. gambiae* and *An. arabiensis* (Diptera, Culicidae) in Barkedji, a sahelian area of Senegal. *J Med Entomol*, 1997, **34**, 396-403.
18. LOMBARDI S, ESPOSITO F, ZAVALA F, LAMIZANA L, ROSSI P *et al.* - Detection and anatomical localization of *Plasmodium falciparum* circumsporozoïte protein in the afro-tropical malaria vector *Anopheles gambiae sensu lato*. *Am J Trop Med Hyg*, 1987, **37**, 491-494.
19. PETRARCA V, CARRARA GC, DI DECO MA & PETRANGELI G - Il complesso *gambiae* in Guinea Bissau. *Parassitologia*, 1983, **25**, 29-39.
20. TOURÉ YT - *Génétique écologique et capacité vectorielle des membres du complexe Anopheles gambiae au Mali*. Thèse de doctorat d'Etat es-science Naturelles, Aix Marseille III, 1985.