

Imprimé avec le périodique *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*.  
Extrait du tome 65, n° 5, Septembre-Octobre 1972 (pages 668 à 675).

---

**ÉTUDE EN LABORATOIRE DE LA RÉCEPTIVITÉ  
À LAVERANIA FALCIPARA D'ANOPHELES GAMBIAE A  
ET D'ANOPHELES GAMBIAE B**

Par J. COZ (\*) et J. J. PICQ (\*\*) (\*\*\*)

(\*) Pharmacien-chimiste des Armées, Entomologiste médical O. R. S. T. O. M.

(\*\*) Médecin des Armées, Bactériologiste des hôpitaux des Armées.

(\*\*\*) Séance du 8 mars 1972.

IMPRIMERIE BARNÉQUET S. A. LAVAL

18 SEP. 1973

O. R. S. T. O. M. 2x1

Collection de Références

n° 6329 Ewt  
Dec

*A. gambiae* Giles (*s. l.*) est un des principaux insectes vecteurs de maladies en Afrique. Il transmet les paludismes humains à *Laverania falcipara* Welch, *Plasmodium ovale* Stephens et *P. malariae* Laveran, la filariose à *Wuchereria bancrofti* Cobbold et certaines

viroses ; virus O'Nyong Nyong (WILLIAMS *et al.*, 1965), virus Tata-guine (SALAUN *et al.*, 1968), virus chikungunya (BRES *et al.*, 1962), virus Ilesha (CORNET communication personnelle). En fait par *A. gambiae s. l.* on entend un complexe d'espèces jumelles, très difficiles à différencier par les caractères morphologiques et qu'on ne peut séparer qu'en utilisant des techniques plus précises comme le croisement avec des souches de référence ou l'examen de chromosomes polytènes des glandes salivaires larvaires et des cellules nourricières folliculaires. On connaît actuellement cinq espèces jumelles dans le complexe *A. gambiae* (DAVIDSON 1964), dont trois se trouvent en Afrique occidentale (Coz et HAMON 1964, Coz et BRENGUES 1967, Coz 1972), *A. melas* Théobald et les espèces A et B.

Ce sont, en général, les espèces A et B que l'on entend par l'appellation *A. gambiae*. Dans le cadre d'études comparées sur la biologie des espèces A et B, nous avons au laboratoire examiné leurs capacités de transmission de paludisme à *L. falcipara*.

#### MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les moustiques utilisés pour les infestations expérimentales sont constitués d'une souche de l'espèce A, originaire de Pala, village à proximité de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) et d'une souche de l'espèce B originaire de Kano (Nigéria). La souche « Pala » a déjà fait l'objet d'infestations expérimentales (Coz *et al.*, 1970). Des femelles âgées de deux-trois jours sont nourries, pour leur premier repas de sang, sur des sujets de gamétocytémie connue. Les moustiques sont ensuite anesthésiés à l'éther éthylique et triés de façon à éliminer les femelles qui ne sont pas gorgées. Ils sont ensuite entretenus sur sérum glucosé à 5 0/0 dans un insectarium (humidité relative 70-80 0/0, température 28-30° C). Au bout de 13 jours, les glandes salivaires des femelles survivantes sont examinées pour y rechercher les sporozoïtes. L'index retenu est l'index sporozoïtique qui ne tient compte que de la présence des sporozoïtes et non de leur nombre.

Les gamétocytes sont repérés à l'objectif 40 du microscope, sur gouttes épaisses colorées au giemsa et recouvertes d'une fine couche d'huile à immersion. Les gamétocytes sont numérés par rapport à 2.000 leucocytes ; on procède sur le même sujet, le même jour à une numération leucocytaire ; on en déduit le nombre de gamétocytes par mm<sup>3</sup>. A l'issue d'une première évaluation du nombre de gamétocytes, les porteurs sont conduits au laboratoire où les moustiques sont gorgés ; on procède ensuite à une seconde évaluation de la gamétocytémie. Les deux chiffres (Tableau I) indiquent les numé-

rations avant et après le repas des moustiques ; les deux numérations sont séparées par deux ou trois jours.

TABLEAU I

*Infestations expérimentales d'A. gambiae A et B de janvier à mars 1971.*

| N° de l'expérience et description du sujet            | Espèce d' <i>A. gambiae</i> | Moustiques morts après 13 jours | Moustiques vivants | Sporozoïtes | Total |
|---|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|-------------|-------|
| N° 1<br>garçon, 4 ans<br>48-44 g./mm <sup>3</sup>     | <i>A. gambiae</i> A         | 18                              | 18                 | 12          | 36    |
|   | <i>A. gambiae</i> B         | 7                               | 2                  | 1           | 9     |
| N° 2<br>fille, 4 ans<br>182-169 g./mm <sup>3</sup>    | <i>A. gambiae</i> A         | 9                               | 14                 | 11          | 23    |
|   | <i>A. gambiae</i> B         | 27                              | 27                 | 6           | 54    |
| N° 3<br>fille, 5 ans<br>55-60 g./mm <sup>3</sup>      | <i>A. gambiae</i> B         | 13                              | 9                  | 0           | 22    |
| N° 4<br>garçon, 5 ans<br>24-30 g./mm <sup>3</sup>     | <i>A. gambiae</i> A         | non relevés                     | 21                 | 1           | 18    |
|   | <i>A. gambiae</i> B         | 15                              | 3                  | 0           |       |
| N° 5<br>garçon, 10 ans<br>27-24 g./mm <sup>3</sup>    | <i>A. gambiae</i> A         | 22                              | 37                 | 1           | 59    |
|   | <i>A. gambiae</i> B         | 14                              | 4                  | 0           | 18    |
| N° 6<br>garçon, 12 ans<br>24-16 g./mm <sup>3</sup>    | <i>A. gambiae</i> A         | 44                              | 5                  | 1           | 49    |
|   | <i>A. gambiae</i> B         | 26                              | 7                  | 1           | 33    |
| N° 7<br>fille, 4 ans<br>56-48 g./mm <sup>3</sup>      | <i>A. gambiae</i> A         | 21                              | 5                  | 2           | 26    |
| N° 8<br>garçon, 18 mois<br>630-540 g./mm <sup>3</sup> | <i>A. gambiae</i> A         | 19                              | 3                  | 3           | 22    |

## RÉSULTATS

1) L'infestation du moustique et la formation des oocystes nécessite la présence de gamétocytes mâles et femelles. Les chances de formation de l'ookinète sont d'autant plus grandes que les gamétocytes sont plus abondants. Il existe très vraisemblablement une liaison mathématique entre le nombre d'unités infectantes (gamétocytes) et le pourcentage de moustiques porteurs de sporozoïtes,

mais nous n'avons pas pu la mettre exactement en évidence du fait de la faiblesse de nos échantillons.

Autour de 20 gamétocytes au millimètre cube, il n'y a pour l'espèce A que très peu de moustiques infestants, environ 5 0/0 ; on peut admettre que c'est la limite inférieure. A 50 gamétocytes au millimètre cube, on approche 61 0/0 de moustiques infestants ; à 175 gamétocytes au millimètre cube, on obtient 79 0/0 d'infestants, autour de 500 g/mm<sup>3</sup> tous les moustiques présentent des sporozoïtes dans leurs glandes salivaires.

Il y a lieu lorsqu'on utilise la formule de MACDONALD (1957) de corriger la valeur de  $x$

$$s = \frac{ax - p^n}{ax - \log_e p}$$

où  $s$  : représente la proportion de moustiques ayant des sporozoïtes dans leurs glandes salivaires,

$a$  : le nombre moyen d'hommes piqués en un jour par un moustique,

$p$  : la probabilité de survie des anophèles,

$n$  : la durée du cycle extrinsèque du *Plasmodium*,

$x$  : la proportion de gens parasités.

$x$ , proportion de gens parasités dans la population, doit être corrigée par la probabilité d'infection des moustiques pour la gamétocytémie trouvée. Le problème est de plus compliqué par le fait que deux espèces de moustiques, en l'occurrence les espèces A et B sont susceptibles de donner des résultats différents pour une même gamétocytémie.

2) Mortalité comparée des espèces A et B. BRENGUES et COZ (1972), lors d'infestation d'*A. gambiae* A et B par *W. bancrofti*, concluent à une meilleure survie de l'espèce A dans les conditions de travail, pour une température moyenne de 25° C et une humidité relative de 70 0/0. Dans l'actuelle expérimentation (Tableau II), nous n'observons pas de différence significative au seuil de 5 0/0 ( $\chi^2 = 2,02$  pour 1 d.d.l.). Dans les deux séries de travail la nourriture et les conditions de mise en observation sont les mêmes ; la température a toutefois été légèrement supérieure de 3-4° C, dans l'actuelle expérimentation sur le paludisme.

3) Pouvoir vecteur intrinsèque des espèces A et B. N'observant pas de différence statistiquement significative entre les pourcentages de mortalité des espèces A et B, nous avons comparé les indices sporozoïtiques obtenus, à partir de la totalité des femelles forgées sur différents malades (Tableau II), treize jours après le repas infectant.

TABLEAU II

Mortalité des espèces A et B du complexe *A. gambiae*  
dans les expériences couplées (1-2-5-6).

| Espèce                                    | Morts | Vivants | Total |
|---|-------|---------|-------|
| <i>A. gambiae</i> A . . . . .             | 93    | 74      | 167   |
| <i>A. gambiae</i> B . . . . .             | 74    | 40      | 114   |
| Total . . . . .                           | 167   | 114     | 281   |
| $\chi_c^2 = 2,02$ pour 1 d. d. l. (n. s.) |       |         |       |

L'analyse des résultats du fait de la faiblesse des effectifs présentait quelques difficultés. Seules ont été retenues pour l'analyse les séries 1, 2, 5, 6, qui étaient complètes. Sur les quatre séries, une seulement, la seconde, pouvait être analysée par un test classique de  $\chi^2$  à cause de l'importance des effectifs ( $\chi_c^2 = 5,098$  pour 1 d.d.l. significatif). Nous avons préféré utiliser un test de FISHER (1946) pour les quatre séries d'expériences (\*) :

- série 1 : p. Fisher = 0,1859 (non significatif)
- série 2 : p. Fisher = 0,012785 (significatif)
- série 5 : p. Fisher = 0,7662 (N. S.)
- série 6 : p. Fisher = 0,1590 (N. S.)

Pour combiner ces différentes probabilités et obtenir un test unique de l'égalité des proportions, nous avons utilisé la formule proposée par FISHER (*loc. cit.*) :

$$\chi^2 = -2 \sum_{i=1}^K \log_e p_i \quad (\text{distribué comme un } \chi^2 \text{ à } 2K \text{ degrés de liberté}).$$

$$= 16,29 \text{ (significatif à } 5\% \text{ pour } 8 \text{ d. d. l.)}$$

Nous pouvons donc admettre que la souche de Pala (espèce A) transmet le paludisme, légèrement mieux que la souche de Kano (espèce B). Ces deux colonies sont maintenues sur lapin et cobaye depuis plusieurs années et il est possible que leur pouvoir de transmission ne soit plus tout à fait le même qu'à l'origine.

(\*) Nous tenons à remercier M. DÉJARDIN, chef du Service de Biométrie de l'O. R. S. T. O. M. qui, nous a suggéré le test de Fisher et Mme D. SCHWARTZ, qui en a effectué les calculs.

## CONCLUSION

Il est hasardeux d'extrapoler au terrain les expériences de laboratoire et d'admettre que l'espèce B est, intrinsèquement, une moins bonne vectrice de paludisme, d'autant que l'on observe que l'espèce B, sensiblement plus zoophile se trouve dans des pays où le bétail est abondant (Coz, 1971). Les différences observées entre les pouvoirs vecteurs traduisent peut-être un contact moins étroit de l'espèce B avec le parasite humain, mais elle peut n'être qu'un phénomène de laboratoire ; ceci demanderait à être confirmé par des expériences ultérieures.

## RÉSUMÉ

Les auteurs ont infesté expérimentalement *A. gambiae* A et B avec *L. falcipara* provenant de différents sujets avec des degrés divers de gamétocytémie. Ils concluent que la souche A utilisée est un meilleur vecteur de *L. falcipara* que la souche B. Ils n'ont pas observé de différences entre les mortalités de A et de B.

## SUMMARY

The authors have infested experimentally *A. gambiae* A and B with *L. falcipara* coming from different children showing various degrees of gametocytemia. They conclude that the A strain they have used is a better vector of *L. falcipara* than the B strain. They have not observed differences in the mortalities of A and B.

S. C. D., O. R. S. T. O. M., Bondy ;  
Centre Muraz, O. C. C. G. E., Bobo-Dioulasso

## BIBLIOGRAPHIE

- BRENGUES (J.) et Coz (J.), 1972. — Réceptivité comparée à la filaire de Bancroft de trois espèces du complexe *Anopheles gambiae* Giles, 1902, présentes en Afrique de l'ouest. *Cah. O. R. S. T. O. M. sér. Ent. méd.* (à paraître).
- BRES (P.), CAMICAS (J. L.), CORNET (M.), ROBIN (Y.) et TAUFFLIEB (R.), 1969. — Considérations sur l'épidémiologie des arboviroses au Sénégal. *Bull. Soc. Path. exot.*, 62, 253-259.
- Coz (J.), 1972. — Contribution à l'étude du complexe *A. gambiae*. Répartition géographique et saisonnière en Afrique de l'ouest. *Cah. O. R. S. T. O. M., sér. Ent. méd.* (à paraître).

- Coz (J.) et BRENGUES (J.), 1967. — Le complexe *Anopheles gambiae* et l'épidémiologie du paludisme et de la filariose de Bancroft en Afrique de l'ouest. *Méd. Afr. noire*, 6, 301-303.
- Coz (J.) et HAMON (J.), 1964. — Le complexe *Anopheles gambiae* en Afrique occidentale. *Riv. Malariol.*, 43, 233-263.
- Coz (J.), PICQ (J. J.) et RICOSSE (J. H.). — Sporogonie chez *A. gambiae* A de souches de *Plasmodium falciparum* résistantes à la pyriméthamine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 63, 201-208.
- DAVIDSON (G.), 1964 b. — The five mating types in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, 43, 167-183.
- FISHER (R. A.), 1946. — Statistical Methods for research workers. *Oliver and Boyd. London*, 368 p.
- MACDONALD (G.), 1957. — The epidemiology and control of malaria. *Oxford University Press, London*, 266 p.
- SALAUN (J. J.), RICKENBACH (A.), BRES (P.), GERMAIN (M.), EOZAN (J. P.) et FERRARA (L.), 1968. — Isolement au Cameroun de trois souches de virus Tataguine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 61, 557-564.
- WILLIAMS (M. C.), WOODDALL (J. P.), CORBET (P. S.) and GILLET (J. D.), 1965. — O'Nyong Nyong fever : an epidemic virus disease in East Africa. VIII. Virus isolations from *Anopheles mosquitoes*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 59, 300-306.

### Discussion.

L. LAMY. — La terminologie utilisée par les auteurs pour désigner *Plasmodium falciparum* est celle qu'avaient préconisée GARNHAM en 1953, puis BRAY en 1959. Depuis cette date, les choses ont été réétudiées d'une manière plus globale et il a été décidé, comme cela a été fait pour le groupe des Trypanosomes, de conserver un seul et même genre *Plasmodium* pour toutes les espèces et de subdiviser ce genre en une douzaine de sous-genres, (CORRADETTI, GARNHAM et LAIRD, *Parasitology*, 1963, 5, 1-4), ce qui est beaucoup plus simple et beaucoup plus correct dans l'état actuel de nos connaissances.

C'est ainsi qu'en ce qui concerne les quatre espèces de l'Homme, elles ont été classées en deux sous-genres : *Laverania* et *Plasmodium*, ce qui donne :

- *Plasmodium (Plasmodium) vivax*,
- *Plasmodium (Plasmodium) malariae*,
- *Plasmodium (Plasmodium) ovale*,
- *Plasmodium (Laverania) falciparum*.

Naturellement, l'intérêt de ces subdivisions ne se situe pas au niveau de quelques espèces intéressant un hôte particulier, mais au niveau de tout un groupe et pour l'ensemble des hôtes intéressés (par exemple, tous les *Plasmodium*, pour tous les Vertébrés).

Pratiquement, on continue dans le langage courant à parler de

*Plasmodium falciparum* ou de *Plasmodium vivax*, ce qui est correct.

Dans les textes, on peut faire de même, ou bien si cela est utile, on écrira : *Plasmodium (Laverania) falciparum*. Par contre, il est incorrect d'écrire *Laverania falcipara*, le nom du sous-genre devenant alors celui du genre.

Ce travail a reçu l'aide financière de l'Organisation Mondiale de la Santé.