

Le complexe *Anopheles gambiae* en Afrique continentale et à Madagascar *

par

G. CHAUVET **, G. DAVIDSON *** et J. COZ ****

Les travaux de BURGESS (1962), DAVIDSON (1962, 1964), KUHLOW (1962), PATERSON (1962, 1964), PATERSON *et al.* (1963) ont permis de différencier cinq membres dans ce que l'on nommait auparavant *A. gambiae* Giles. Ces cinq membres forment le complexe *A. gambiae*. Trois de ceux-ci se développent en eau douce (*A. B* et *C*) et les deux derniers en eau salée (*A. melas* Theo. et *A. merus* Dönitz). Ces travaux d'identification ont fait appel à la technique de croisement, par insémination forcée, entre femelle ou mâle de souche inconnue et mâle ou femelle de souche de référence puis examen des individus-fils de la génération F1. Si les parents appartiennent à des groupes différents, la descendance mâle est stérile. La cause de cette stérilité serait due à un réarrangement aberrant des autosomes. La femelle-fille y échapperait en passant ces chromosomes aberrants dans les corps polaires (DAVIDSON *et al.*, 1967). A partir des cinq formes connues, vingt croisements différents sont possibles. Dans quatorze de ceux-ci, le rapport des sexes (sex-ratio) est normal ou proche de la normale, avec des mâles-fils dont les testicules sont réduits en taille et dans lesquels les cellules germinales les plus évoluées ne dépassent pas le stade de spermatozoïdes immatures. Dans les six autres croisements qui concernent mâles *A* et *B* et femelles *C*, *melas* et *merus*, la descendance est presque uniquement représentée par le sexe mâle dont les testicules, ainsi qu'une partie des spermatozoïdes, ont un aspect qui paraît normal.

Des hybrides naturels de l'espèce *A* et *melas* ont été trouvés, épisodiquement, en Guinée (MARCHAL, 1959) et en Côte d'Ivoire (Coz et HAMON, 1964). De même, ces derniers auteurs ont rencontré en Haute-Volta, durant une période limitée, des mâles sauvages stériles dans une région où coexistent les formes *A* et *B*. Par contre, aucun hybride naturel n'a été découvert par ces mêmes auteurs dans de nombreuses autres enquêtes en Afrique de l'Ouest, ni par PATERSON (1964) en Rhodésie, dans une région où se mêlent les espèces *A*, *B* et *C*, ni par RAMSDALE et LEPORT (1966) au Nigeria, ou CHAUVET (non publié) à Madagascar, dans les aires communes à *A* et *B*. Enfin DAVIDSON (*in* DAVIDSON *et al.*, 1967) n'a jamais obtenu de mâles stériles à partir des très nombreux envois d'œufs qu'il a reçus en provenance de la plupart des pays africains. L'hybridité naturelle n'apparaissant que tout à fait exceptionnelle, le statut d'espèce vraie a été adopté pour chacun des membres du complexe. De ce fait, et étant donné qu'il est difficile ou impossible, dans l'état actuel des travaux, de reconnaître ces espé-

* Communication présentée au Congrès de Téhéran (7-15 septembre 1968).

** ORSTOM, Centre de Tananarive, BP 434 (Madagascar) ;

*** Ross Institute, Keppel Str., London, W.C.I. (U.K.) ;

**** ORSTOM, Mission entomologique auprès de l'OCCGE, BP 171, Bobo-Dioulasso (Hte-Volta).

ces par leur morphologie, elles sont qualifiées de jumelles (sibling species de MAYR, 1942).

L'existence de ce complexe pose de multiples problèmes, concernant non seulement la spéciation mais, plus pratiquement, l'épidémiologie du paludisme et de la filariose. Il apparaît, en effet, à la suite des études menées ces dernières années, que chacune des espèces se différencie par sa répartition, son écologie et par certains caractères de son comportement et de sa physiologie. La nécessité de résoudre rapidement le problème de la détermination précise et rapide de chacune des espèces s'impose et, en particulier, celle des espèces *A* et *B* à large distribution.

La méthode la plus sûre et la seule certaine demeure celle des croisements. Elle est appliquée d'une façon systématique au Ross Institute de Londres depuis plusieurs années, et a permis à ce jour près de 1.300 identifications à partir de souches provenant de 36 pays de la Région éthiopienne. La majorité des données permettant d'établir la distribution des différentes espèces du complexe en Afrique et dans la péninsule arabique lui est due. Toutefois, cette technique présente l'inconvénient d'être lente ; entre la réception des pontes et le résultat final de l'examen des adultes-fils de génération F1, il faut compter un minimum de trois semaines. Elle requiert également un insectarium et un laboratoire parfaitement organisés pour entretenir les souches de référence et celles à étudier, ainsi qu'un personnel très entraîné et sûr pour les diverses manipulations.

Une seconde méthode, basée sur des études cytogénétiques, vient d'être décrite par COLUZZI et SABATINI (1967) et permet de distinguer les espèces *A* et *B*. Ces études ont été poursuivies activement et les mêmes auteurs viennent d'exposer à Téhéran (septembre 1968) * le moyen de distinguer également les trois autres espèces. La détermination se fait par l'examen des chromosomes géants des glandes salivaires des larves au 4^e stade après coloration et éclatement mécanique des cellules. Les trois espèces d'eau douce présentent sur le bras droit de l'hétérochromosome une succession de bandes géniques, groupées ou non, très caractéristiques pour chacune des espèces, pendant que les deux espèces d'eau saumâtre se reconnaissent par des réarrangements particuliers sur les autosomes 2 R et 3 R. Cette nouvelle méthode est rapide puisqu'elle ne demande, actuellement, que le temps nécessaire à l'évolution des œufs jusqu'au dernier stade larvaire. Elle exige toutefois, dans la préparation des étalements, une certaine habileté. D'autre part, les lectures sont largement facilitées par un élevage à une température comprise entre 22 et 24 °C durant les deux derniers stades larvaires. Cette sujétion peut présenter des difficultés techniques dans un laboratoire de terrain. Toutefois, des essais sont actuellement entrepris pour appliquer ces méthodes à des larves directement prélevées sur le terrain (HAMON, communication personnelle) ou sur des larves gardées en milieu conservateur. Cette technique présente un très important progrès et semble être celle de l'avenir.

Il n'en reste pas moins qu'il serait très avantageux et pratique de trouver une méthode d'identification basée sur l'examen de caractères morphologiques externes qui permettrait une détermination rapide et directe, ne nécessitant qu'un matériel réduit et un laboratoire sommairement aménagé. Dans cet esprit, des critères morphologiques ont été recherchés par COLUZZI (1964) sur les différents stades de développement des cinq espèces à partir de diverses souches africaines. Trois cent cinquante caractères ont été étudiés. Seules des différences statistiques ont été trouvées entre les deux espèces d'eau salée et entre celles-ci et les espèces d'eau douce. Toutefois, entre les espèces *A* et *B*, la soie prothoracique n° 1 des larves au 4^e stade est apparue intéressante sur les souches de laboratoire. Malheureusement, ce critère, appliqué sur le terrain par COZ (1967), en Haute-Volta et par CHAUVET et DÉJARDIN (1968) à Madagascar n'a pas donné de bons résultats, y compris pour les souches *A* et *B* provenant de Pala (Haute-Volta), qui avaient servi à l'étude initiale. Il faut préciser que ces souches d'expérimentation avaient été conservées longtemps en insectarium. La source de confusion provient probablement de ce fait.

* Huitième Congrès Internationaux de médecine tropicale et du paludisme.

Plus récemment, une étude biométrique semblable était reprise dans le cadre relativement limité de Madagascar, à partir de deux populations d'espèces *A* et *B*. Treize des soies, qui présentaient les plus grandes variations interspécifiques dans l'étude de COLUZZI, ont été étudiées (CHAUVET et DEJARDIN, 1968). L'étude fut réalisée à partir de quatre échantillonnages de chacune des espèces. Les larves de chacun de ces échantillonnages furent élevées dans des conditions différentes, soit naturelles, soit artificielles, pour essayer de produire le maximum de variations intraspécifiques. Après études biométriques et statistiques, deux caractères se sont avérés être significativement différents, avec des tailles d'échantillonnage aisées à obtenir à partir d'une ponte. Il s'agit du nombre moyen de branches de la soie mésothoracique n° 1 et de la proportion d'individus porteurs de soies suturales internes à deux branches (Nomenclature de PURI, 1928). L'application de cette méthode à l'ensemble des populations dispersées sur le territoire a alors été entreprise. Parallèlement, une comparaison de ces identifications chétotaxiques avec les identifications faites par la méthode des croisements a été réalisée en collaboration avec le Ross Institute, sur de nombreuses souches récoltées dans les diverses régions écologiques de l'île. Pour chaque souche, la ponte initiale était partagée en deux parties égales et l'application de chacune des méthodes se faisait sur une moitié de la descendance. Cette comparaison a montré la parfaite validité de la méthode utilisant la soie mésothoracique n° 1 comme caractère de diagnostic d'espèce, mais elle n'a pas confirmé l'intérêt accordé initialement à la soie suturale externe (CHAUVET, DAVIDSON et DÉJARDIN, 1968 - en préparation). A partir de la soie mésothoracique n° 1, plus de huit cents identifications d'espèces *A* et *B* ont été faites. Elles ont permis une étude plus rapide sur la distribution, les variations saisonnières et l'écologie de ces deux espèces. Il restait à savoir si cette méthode chétotaxique était applicable hors de Madagascar. Expérimentée en Haute-Volta, elle n'a pas donné de résultats encourageants (Coz, 1967). Il serait intéressant d'en faire l'essai sur les espèces d'Afrique Orientale. Quoi qu'il en soit, on peut déjà conclure que les populations *A* et *B* de Madagascar présentent une spécificité chétotaxique inconnue en Afrique Occidentale. Ceci tendrait à prouver une évolution particulière de ces espèces dans ce territoire, peut-être due à son insularité. A l'appui de cette observation, on peut ajouter que l'étude comparée des comportements des espèces *A* et *B* à Madagascar démontre également une spécificité éthologique qui apparaît plus tranchée qu'en Afrique continentale.

Les identifications réalisées par ces méthodes génétiques, cytogénétiques ou microtaxonomiques à partir de matériel provenant de zones écologiques variées d'Afrique continentale ou de Madagascar font apparaître d'indéniables différences dans les facteurs écologiques de répartition et dans le comportement de fait de chacune des espèces.

A. melas et *A. merus* sont des espèces côtières d'eau salée. La première se trouve en bordure littorale ouest africaine, la seconde en Afrique orientale et à Madagascar.

L'espèce *A* semble caractéristique des régions chaudes et humides, forêt et savane arborée. Elle montre une certaine tendance à l'anthropophilie et à l'endophagie, ce qui en fait un vecteur potentiellement d'autant plus dangereux. L'espèce *B* est rencontrée dans une grande variété de climats allant du haut plateau malgache, frais et humide, aux zones sèches et chaudes du sahel et même du désert. Elle semble plus exophage (et zoophage) que l'espèce *A*. Quant à l'espèce *C*, autant que l'on puisse le savoir actuellement, elle se limiterait à l'Afrique du Sud-Est et à l'île de Zanzibar. Elle apparaît être uniquement zoophile.

Le rôle de chacune de ces espèces dans la transmission du paludisme fait actuellement l'objet de recherches approfondies. Il est fort probable qu'une des causes des échecs enregistrés dans l'éradication du paludisme en Afrique tient à ce que l'on a traité jusqu'à maintenant les différents membres de ce complexe comme une seule et même espèce, négligeant ainsi ces différences biologiques. Le rôle primordial de la « Nouvelle systématique » est ainsi mis une fois de plus en relief.

BIBLIOGRAPHIE

- BURGESS (R. W.), 1962. — Preliminary experiments on the hybridization of *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles melas* Theobald. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, **11**, 702-704.
- CHAUVET (G.) et DÉJARDIN (J.), 1968. — Caractères chétotaxiques de distinction entre larves (stade IV) du complexe *Anopheles gambiae* à Madagascar. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd.*, **VI**, (1), 69-101.
- COLUZZI (M.), 1964. — Morphological divergence in the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, **43**, 197-232.
- COLUZZI (M.) and SABATINI (A.), 1967. — Cytogenetic observations on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex. *Parassitologia*, **9**, 73-88.
- COZ (J.) and HAMON (J.), 1964. — Le complexe *Anopheles gambiae* en Afrique occidentale. *Riv. Malariol.*, **43**, 233-244.
- 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**.
- DAVIDSON (G.), 1962. — *Anopheles gambiae* complex. *Nature (Lond.)*, **196**, 907.
- DAVIDSON (G.), 1964. — *Anopheles gambiae*, a complex of species. *Bull. WHO*, **31**, 625-634.
- DAVIDSON (G.) *et al.*, 1967. — The *Anopheles gambiae* complex, in *Genetics of Insect vectors of disease*, by Wright (J. W.) et Pal (R.), *chap. 6*, 211-248. *Elsevier publishing company, Amsterdam*.
- KUHLOW (F.), 1962. — Beobachtungen und Experimente über den *Anopheles gambiae* Komplex, Abtrennung von *Anopheles tangensis* n. sp. *Z. Tropenmed. Parasit.*, **13**, 442-449.
- MARCHAL (E.), 1959. — Variation de la population anophélienne d'une mare à salinité variable de la région de Konakry (Guinée française). *Bull. Inst. fr. Afr. noire, sér. A*, **21**, 180-203.
- MASON (G. F.), 1964. — The cause of male sterility in *Anopheles gambiae* A-B group crosses. *Riv. Malariol.*, **43**, 165-166.
- MAYR (E.), 1963. — *Animal species and evolution*. Oxford University Press, London.
- PATERSON (H. E.), 1962. — Status of the East African salt-water breeding variant of *Anopheles gambiae* Giles. *Nature (Lond.)*, **195**, 469-470.
- PATERSON (H. E.), 1964. — Direct evidence for the specific distinctness of forms A, B and C of the *Anopheles gambiae* complex. *Riv. Malariol.*, **43**, 191-196.
- PATERSON (H. E.) *et al.*, 1963. — A new member of the *Anopheles gambiae* complex. *Med. Proc.*, **9**, 414-418.
- RAMSDALE (C. D.) and LEPORT (G. H.), 1966. — Studies of the *Anopheles gambiae* complex in West Africa. *WHO/Mal./66.585*.