

Étude de la sensibilité d'*Anopheles funestus* et d'*Anopheles gambiae* sensu lato aux insecticides dans une zone rurale de savane soudanienne au Mali

Y.-T. TOURÉ (1)

Résumé

La sensibilité des vecteurs majeurs du paludisme et de la filariose de Bancroft à deux insecticides organochlorés (d.d.t. et dieldrine), à trois insecticides organophosphorés (fenthion, fenitrothion, malathion) et à un carbamate, le propoxur, est étudié dans un village du Mali. *A. funestus* et, à un moindre degré, *A. gambiae* s.l. sont sensibles au d.d.t. Les deux vecteurs sont résistants à la dieldrine et sensibles aux organophosphorés et au propoxur. L'étude de la mortalité d'*A. funestus* en fonction de la durée d'exposition aux organophosphorés et au propoxur permet de les classer par ordre d'efficacité décroissante : fenthion, malathion, propoxur et fenitrothion. L'apparition d'une hétérogénéité au sein de la population exposée au fenitrothion mérite de retenir l'attention. Les résultats de ces tests devraient permettre une meilleure efficacité de la lutte imagicide.

Mots-clés : Anophèles — Sensibilité — Insecticides — Mali.

Summary

STUDY OF *Anopheles funestus* AND *Anopheles gambiae* SENSU LATO SUSCEPTIBILITY TO INSECTICIDES IN A RURAL AREA OF SUDAN SAVANNA IN MALI

Susceptibility of major vectors of malaria and bancroftian filariasis to two chlorinated hydrocarbons (d.d.t. and dieldrin), three organophosphorus insecticides (fenthion, fenitrothion, malathion) and one carbamate insecticide (propoxur) was studied in a village in Mali. *A. funestus* and to a smaller extent *A. gambiae* s.l. were susceptible to d.d.t. both resistant to dieldrin and sensitive to organophosphorus and carbamate insecticides. Mortality studies of *A. funestus* with respect to exposure time to organophosphorus insecticides and propoxur permit a classification of these compounds in order of decreasing activity : fenthion, malathion, propoxur and fenitrothion. The development of an heterogeneous population after exposure to fenitrothion is worth being emphasized. These test results should lead to better potency in anopheline population control.

Key words : *Anopheles* — Susceptibility — Insecticides — Mali.

1. BUT DE L'ÉTUDE

La connaissance de la sensibilité des vecteurs aux insecticides est d'une importance capitale avant toute opération de lutte antivectorielle. En Répu-

blique du Mali notamment, nous disposons de peu d'information sur la sensibilité d'*A. funestus* aux insecticides (Hamon *et al.*, 1961). Or, dans la zone que nous avons étudiée, *A. funestus* représente le vecteur majeur du paludisme et de la filariose de

(1) Entomologiste médical, Laboratoire d'Épidémiologie des Affections Parasitaires (Prof. Ag. Ph. Banque), École Nationale de Médecine et de Pharmacie du Mali. B.P. 1805, Bamako-Mali.

Bancroft en toutes saisons. Il est responsable de 81,02 % des piqûres infectantes à *Plasmodium*, et de 77,96 % de celles à *Wuchereria bancrofti* (Touré, 1979).

2. LIEU DE L'ÉTUDE

Nos expérimentations sur la sensibilité aux insecticides d'*A. funestus* et *A. gambiae s.l.* ont eu lieu dans le village de Banambani situé à 22 km au Nord de Bamako, (12°48' de latitude Nord, 8°02' de longitude Est). Dans ce village, longé par un cours d'eau, le Dabani, à débit variable, *A. funestus* et secondairement *A. gambiae s.l.*, sont responsables d'une endémie palustre intense et stable (moyenne annuelle de l'indice splénique des enfants de 0 à 9 ans égale à 84,6 %).

3. HISTORIQUE DES ASPERSIONS INSECTICIDES DANS LA ZONE ÉTUDIÉE

A des fins de protection de la population contre les maladies transmissibles par vecteur, il a été successivement utilisé :

— à partir de 1944, d.d.t. en poudre mouillable à 50 %,

— de 1962 à 1973 :

- dieldrine en poudre mouillable à 50 %,
- dieldrine en concentré émulsifiable à 20 %,
- dieldrine huileuse en nébulisation à 5 %,

— à partir de 1974, d.d.t. en concentré émulsifiable à 25 % contre les larves de moustiques et de simules infectant le Dabani.

Aucun renseignement sur la périodicité des aspersion, sur les quantités de matière active épanchées et sur les insecticides employés à des fins agricoles n'a pu être obtenu.

Les appareils utilisés étaient du type à pression préalable.

4. MATÉRIEL ET MÉTHODES DE TRAVAIL

Les tests de sensibilité ont été effectués sur des femelles sauvages gorgées et gravides d'*A. funestus* et *A. gambiae s.l.* capturées au repos le matin dans les habitations.

Les moustiques ont été exposés à la dieldrine 4 %, au d.d.t. 4 %, au malathion 5 % et 0,5 %,

au fenthion 2,5 % et 0,25 %, au fénitrothion 1 % et 0,1 % et au propoxur 0,1 % et 0,01 %, selon la méthode de Busvine-Nash modifiée, en utilisant l'équipement standardisé mis à notre disposition par la Division de la Biologie des Vecteurs et de la lutte contre les Vecteurs de l'Organisation Mondiale de la Santé. Dans le cas d'*A. funestus*, en densité suffisante, nous avons étudié la mortalité aux organophosphorés et au propoxur, en fonction de la durée d'exposition (15, 30, 60 et 120 minutes).

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement et représentés graphiquement sur papier gausso-logarithmique.

Tous les tests ont été réalisés sur le terrain pendant la saison humide (août et septembre 1978), dans une case ronde à toit de chaume. Les valeurs moyennes de la température au cours des expositions ont varié entre 28,0°C et 29,0°C, celles de l'humidité entre 75 % et 82 %. La température minimale pendant les observations a oscillé entre 20,5 % et 27°C et la température maximale entre 29,0°C et 30,0°C.

5. RÉSULTATS

5.1. Sensibilité d'*A. funestus* aux insecticides

Ce vecteur est sensible au d.d.t., au malathion, au fenthion, au fénitrothion et au propoxur, mais résistant à la dieldrine (tabl. I et II).

ÉTUDE DE LA MORTALITÉ EN FONCTION DE LA DURÉE D'EXPOSITION AU FENTHION 0,25 % (tabl. III)

L'analyse statistique des résultats a été faite selon la méthode de Litchfield et Wilcoxon (in Swaroops, 1968) en utilisant une droite de régression exprimant la mortalité par rapport à la durée d'exposition (fig. 1).

Test du Chi carré (χ^2) pour apprécier l'ajustement de la droite de régression : χ^2 définitif = 2,28, pour ddl = 2, $\alpha > 0,3$

Cette valeur étant inférieure à celle de la table au seuil de signification 5 %, on peut donc conclure que la différence entre les mortalités attendues et les mortalités observées n'est pas significative. La droite est bien ajustée et les données sont homogènes.

Estimation du TL 50

Le TL 50 lu sur le graphique est égal à 32 minutes.

SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES FUNESTUS* ET D'*ANOPHELES GAMBIAE* AUX INSECTICIDES

TABLEAU I

Tests préliminaires de sensibilité d'*A. funestus* et *A. gambiae* s.l. au d.d.t., à la dieldrine, au malathion, fenitrothion, fenthion et propoxur (durée d'exposition égale à une heure)

INSECTICIDES ET CONCENTRATIONS	ESPÈCE EXPOSÉE	NOMBRE EXPOSÉ	NOMBRE DE MORTS	MORTALITÉ %
d.d.t. 4 %	<i>A. funestus</i>	25	18	72
	<i>A. gambiae</i>	24	9	37,5
dieldrine 4 %	<i>A. funestus</i>	25	10	40
	<i>A. gambiae</i>	25	0	0
malathion 5 %	<i>A. funestus</i>	25	25	100
	<i>A. gambiae</i>	25	25	100
fenitrothion 1,0 %	<i>A. funestus</i>	25	25	100
	<i>A. gambiae</i>	25	25	100
fenthion 2,5 %	<i>A. funestus</i>	25	25	100
	<i>A. gambiae</i>	25	25	100
propoxur 0,1 %	<i>A. funestus</i>	25	25	100
	<i>A. gambiae</i>	25	25	100

TABLEAU II

Exposition d'*A. funestus* et *A. gambiae* s.l. au d.d.t. 4 % pendant deux heures

ESPÈCE EXPOSÉE	INSECTICIDE	NOMBRE EXPOSÉ	NOMBRE DE MORTS	MORTALITÉ %
<i>A. funestus</i>	d.d.t.	84	84	100
	Témoin	64	2	3,12
<i>A. gambiae</i>	d.d.t.	68	62	91,17
	Témoin	48	0	0

TABLEAU III
Sensibilité d'*A. funestus* au fenthion 0,25 % et 2,5 %

CONCENTRATIONS DURÉE D'EXPO- SITION en mm	0,25 %			2,5 %			TÉMOINS		
	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%
15	99	2	2,02	100	100	100	—	—	—
30	100	44	44	100	100	100	—	—	—
60	99	98	98,98	100	100	100	94	1	1,06
120	100	100	100	100	100	100	66	2	3,03

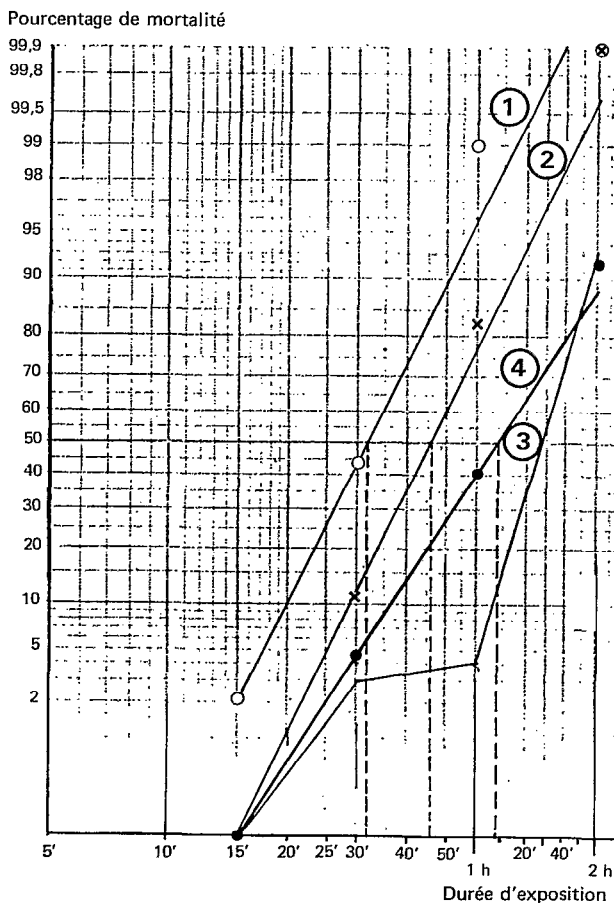


Fig. 1. — Droites de régression mortalité/durée d'exposition d'*A. funestus* aux organo-phosphorés. 1 : Fenthion 0,25 % ; 2 : Malathion 0,5 % ; 3 : Fenitrothion 0,1 % ; Propuxur 0,01 %

Limites de confiance du TL 50 à 5 %.

On a : TL 16 = 22 minutes

TL 84 = 46 minutes

N : nombre de moustiques exposés à l'insecticide pendant des durées qui entraîne une mortalité attendue allant de 16 à 84 % = 100

S : fonction de pente = 1,445

f TL 50 : facteur du TL 50 = 1,103,

d'où limite supérieure = 35 minutes et limite inférieure = 29 minutes.

ÉTUDE DE LA MORTALITÉ EN FONCTION DE LA DURÉE D'EXPOSITION AU MALATHION 0,5 % (tabl. IV)

La droite de régression obtenue est représentée sur la figure 1.

Test du χ^2 pour apprécier l'ajustement de la droite de régression, $\chi^2 = 2,78$, pour ddl = 2, $\alpha > 0,20$

La différence entre les mortalités observées et attendues n'est pas significative. La droite est bien ajustée et les données sont homogènes.

Estimation du TL 50

Le TL 50 lu sur la figure 1 est égal à 46 minutes.

Limites de confiance à 5 % du TL 50.

On a : TL 16 = 32 minutes

TL 84 = 66 minutes

N = 103

S = 1,436

f TL 50 = 1,104

d'où limite supérieure = 51 minutes et limite inférieure = 42 minutes.

ÉTUDE DE LA MORTALITÉ EN FONCTION DE LA DURÉE D'EXPOSITION AU FÉNITROTHION 0,1 % (tabl. V)

La courbe obtenue est représentée sur la figure 1. Il n'a pas été possible de la transformer en une droite de régression ajustée, les données sont probablement hétérogènes. Le TL 50 se situe autour de 88 minutes.

ÉTUDE DE LA MORTALITÉ EN FONCTION DE LA DURÉE D'EXPOSITION AU PROPOXUR 0,01 % (tabl. VI).

La droite de régression obtenue est représentée sur la figure 1.

Test du χ^2 pour apprécier l'ajustement de la droite de régression, $\chi^2 = 1,6$, pour ddl = 2, $\alpha > 0,3$.

La différence entre les mortalités observées et attendues n'est pas significative. La droite est bien ajustée et les données sont homogènes.

Estimation du TL 50

Le TL 50 lu sur la figure 1 est égal à 68 minutes.

Limites de confiance à 5 % du TL 50

On a : TL 16 = 41 minutes

TL 84 = 110 minutes

N = 100

S = 1,637

f TL 50 = 1,146

d'où limite supérieure = 78 minutes et limite inférieure = 59 minutes.

5.2. Sensibilité d'*A. gambiae* aux insecticides

Les données des tableaux I et II montrent qu'il est sensible au fenthion, au malathion, au fenitrothion, au propoxur et au d.d.t. mais résistant à la dieldrine.

Les faibles densités d'*A. gambiae s.l.* dans le village ne nous ont pas permis d'étudier les variations de sa mortalité en fonction de la durée d'exposition aux organophosphorés et au propoxur.

6. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Coz *et al.* (1968) ont déjà montré qu'*A. funestus* est résistant à la dieldrine au Sud du Mali.

Dans notre étude, les fonctions de pente des lignes de régression concernant l'étude de la sensibilité d'*A. funestus* aux organophosphorés et au propoxur, sont comprises entre 1,4 et 1,6. Les facteurs du TL 50 sont toujours faibles, en général égaux à 1,1. Nos résultats sont tout à fait équivalents à ceux de travaux antérieurs employant la méthode normalisée de l'O.M.S. et concernant des populations de moustiques sensibles aux insecticides étudiés.

La population exposée au fenitrothion serait composée d'individus standards et hybrides, tous sensibles, à moins que des facteurs climatiques ou nutritionnels n'aient influencé les résultats.

Hamon *et al.* (1961) avaient montré qu'à Bamako, *A. gambiae s.l.* est sensible au d.d.t., mais

TABLEAU IV

Sensibilité d'*A. funestus* au malathion 0,5 % et 5 %

CONCENTRATIONS DURÉE D'EXPOSITION en mm	0,5 %			5 %			TÉMOINS		
	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%
15	100	0	0	100	100	100	—	—	—
30	86	10	11,62	100	100	100	—	—	—
60	103	86	83,49	100	100	100	94	0	0
120	97	97	100	100	100	100	66	2	3,03

TABLEAU V

Sensibilité d'*A. funestus* au fenitrothion 0,1 % et 1 %

CONCENTRATIONS DURÉE D'EXPOSITION en mm	0,1 %			1 %			TÉMOINS		
	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%
15	100	0	0	100	96	96	—	—	—
30	100	3	3	100	100	100	—	—	—
60	95	4	4,2	100	100	100	99	1	1,01
120	100	93	93	100	100	100	66	2	3,03

TABLEAU VI

Sensibilité d'*A. funestus* au propoxur 0,01 % et 0,1 %

CONCENTRATIONS DURÉE D'EXPOSITION en mm	0,01 %			0,1 %			TÉMOINS		
	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%	Nombre exposé	Morts	%
15	100	0	0	100	92	92	—	—	—
30	100	4	4	100	100	100	—	—	—
60	100	41	41	100	100	100	94	0	0
120	100	92	92	100	100	100	66	2	3,03

qu'une certaine proportion des femelles est résistante à la dieldrine et au gamma hch.

D'après nos observations, sa sensibilité au d.d.t. serait plus faible que celle d'*A. funestus*.

Par contre, Subra *et al.* (1965) ont montré qu'*A. gambiae s.l.* est résistant à la dieldrine et au d.d.t. dans la région de Bamako. Par ailleurs, Coz *et al.* (1968) avaient remarqué qu'*A. gambiae s.l.* était résistant à la dieldrine au Sud du Mali.

La résistance d'*A. funestus* et *A. gambiae s.l.* à la dieldrine pourrait résulter de la pression insecticide consécutive à l'utilisation massive de ce produit dans la zone étudiée. A l'opposé, le d.d.t. n'a pas été utilisé de façon continue comme la dieldrine. La sensibilité des vecteurs au d.d.t. est probablement une situation temporaire, compte tenu de l'implantation récente dans la zone d'une opération de développement agricole utilisant des insecticides organochlorés pour la protection des cultures.

7. CONCLUSION

Les vecteurs majeurs du paludisme et de la

filariose de Bancroft dans le village de Banambani restent encore sensibles au d.d.t., insecticide organochloré dont la rémanence est bien connue.

La résistance actuelle des vecteurs à la dieldrine nous prive d'un insecticide en général très efficace et rémanent. Si l'on tient compte de la non biodégradabilité du d.d.t., les insecticides organophosphorés et le propoxur restent les seuls utilisables contre les adultes d'*A. gambiae s.l.* et d'*A. funestus* dans cette zone. Bien qu'il soient efficaces, ces insecticides présentent une plus faible rémanence, une plus grande toxicité et un coût plus élevé que les insecticides organochlorés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement le Docteur J. Hamon, chef de la Division de la Biologie des Vecteurs et de la Lutte contre les Vecteurs, O.M.S., Genève, pour le matériel technique mis à notre disposition.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.,
le 8 février 1982

BIBLIOGRAPHIE

- BROWN (A. W. A.) et PAL (R.), 1973. — Résistance des arthropodes aux insecticides. *Org. mond. Santé, Série, Monographies*, 2^e éd., n° 38.
- COZ (J.), DAVIDSON (G.), CHAUVET (G.) et HAMON (J.), 1968. — La résistance des anophèles aux insecticides en Afrique tropicale et à Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. VI, n° 3/4 : 207-210.
- HAMON (J.), EYRAUD (M.), DIALLO (B.), DYEMKOUMA (A.), BAILLY-CHOUMARA (H.) et OUANOU (S.), 1961. — Les moustiques de la République du Mali (*Dipt., Culicidae*). *Ann. Soc. ent. Fr.*, 130 : 95-129.
- HAMON (J.) et SALES (S.), 1970. — Étude de la relation existant, chez les moustiques adultes, entre la durée d'exposition à un insecticide et la mortalité résultante. *Bull. Org. mond. Santé*, 45 : 757-762.
- O.M.S., 1970. — Résistance aux insecticides et lutte antivectorielle. Dix-septième rapport du Comité O.M.S. d'Experts des Insecticides. *Org. Mond. Santé, Sér. rapp. Techn.*, n° 443.
- O.M.S., 1976. — Criteria and meaning of tests for determining the susceptibility or resistance of insects to insecticides. *V.B.C.*, 76.2.
- SCHWARTZ (D.), 1963. — Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 2^e éd., Flammarion, France.
- SUBRA (R.), SALES (S.) et DYEMKOUMA (A.), 1965. — Compte rendu de la mission entomologique faite dans la vallée du Niger (Rep. du Mali) du 1^{er} au 20 fév. 1965. *Doc. ronéot. O.C.G.G.E. Bobo-Dioulasso*, n° 7/Rap/DOC, 33 p.
- SWAROOP (S.), 1968. — Méthodes statistiques utilisables dans les campagnes d'éradication du paludisme. *Org. Mond. Santé, Série Monographies*, n° 51.
- TOURÉ (Y. T.), 1979. — Bio-écologie des anophèles (*Diptera, Culicidae*) dans une zone rurale de savane soudanienne au Mali — Village de Banambani — Arrondissement central de Kati. Incidence sur la transmission du paludisme et de la filariose de Bancroft. Thèse Doct. III^e cycle, C.P.S., Bamako.