

NOTES SUR L'IRRITABILITE D'*ANOPHELES GAMBIAE*

AU D.D.T.

par

G. CHAUVET

Chargé de Recherche de l'O.R.S.T.O.M.
en Entomologie médicale I.R.S.M. - Tananarive

INTRODUCTION

L'efficacité d'un traitement par insecticide dépend, d'une part, de la rémanence propre à cet insecticide et, d'autre part, du comportement de l'anophèle. Ce comportement détermine la durée de contact de l'insecte avec les parois sur lesquelles il se pose. Dans le cas de parois traitées au D.D.T., ce comportement est modifié par l'action irritante que provoque cet insecticide sur l'anophèle.

En 1956, KENNEDY démontre expérimentalement « l'effet excitant et répulsif » du D.D.T. sur *Anopheles labranchiae atroparvus* Van Thiel et *Aedes aegypti* (L). En 1947, puis en 1950, MUIRHEAD-THOMSON observe, sur le terrain, que par suite de « l'effet irritant » du D.D.T., *A. gambiae* et *A. funestus* quittent les parois traitées avant d'avoir absorbé une dose létale d'insecticide. DAVIDSON (1953) reprend les observations de MUIRHEAD-THOMSON et confirme tout au moins cet « effet irritant ».

TRAPIDO (1952) remarque qu'après 5 ans de lutte antipalustre au D.D.T., à Panama, *A. albimanus* a changé de comportement et qu'il est devenu « hyper-irritable » à cet insecticide, ce qui lui permet d'échapper au traitement.

Après avoir étudié la rémanence propre au D.D.T. avec une population d'*Anopheles gambiae* des environs de Tananarive (CHAUVET, 1962) nous rapportons, dans cet article, les observations faites sur l'irritabilité que produit le D.D.T. sur cette même population (*).

Ces observations ont été faites à Ambohimandraisoa, village des environs de Tananarive, de janvier à juin 1961, dans une étable. Ce village avait été traité pour la dernière fois en janvier 1959, soit près de 2 ans avant ces différentes épreuves. Il avait été alors employé une émulsion de « Dielmul 20 » (200 g de D.L.D. à 85 p. 100 d'exo-époxyde de l'isomère endo-exo par litre de concentré) utilisée à la dose de principe, de 500 mg de D.L.D./m². Les années précédentes, le Service Provincial de Santé de Tananarive avait fait réaliser des pulvérisations domiciliaires avec les produits suivants appliqués une fois par an :

1958 et 1957 : Emulsion de D.L.D. - Diazinon.

1956 à 1953 : Emulsion à 20 p. 100 de D.D.T. technique.

(*) Ce travail, comme le précédent, a été réalisé pour le compte et avec l'aide matérielle du Service Central Antipaludique de Madagascar que nous remercions vivement ici.

Nous n'avons pu avoir aucune autre précision. Nous retiendrons seulement l'utilisation, pendant 4 ans, de D.D.T., qui, par ailleurs, n'a plus été employé depuis 5 ans.

A. - OBSERVATIONS DIRECTES DANS DES CONES PLASTIQUES O.M.S.

HADAWAY et BARLOW (1953) observent en laboratoire sur différents Culicidés, dont *A. gambiae*, le phénomène d'« activation », c'est-à-dire la stimulation au vol produite par divers insecticides seulement après un bref contact. Ces moustiques étaient observés un à un par groupe de 5 dans de petits cylindres plastiques posés sur les surfaces traitées.

BROWN (1958) est l'auteur du premier essai de standardisation d'une méthode de mesure de l'irritabilité des moustiques. Il utilise les chambres d'exposition coniques employées pour les essais biologiques de rémanence et mesure le « temps de premier envol après le premier contact avec un insecticide », par observation individuelle d'exemplaires d'*A. albimanus*.

Enfin, le dixième rapport du Comité d'Experts des insecticides (1960) donne une méthode provisoire pour déterminer l'irritabilité des moustiques adultes en présence d'insecticides.

Nos expériences sont inspirées de ces méthodes, mais comportent diverses variantes.

Nous n'avons pas, en particulier, décompté un temps de préobservation de 3 minutes, partant du principe que *A. gambiae* est très sensible à la toxicité du D.D.T. (CL50 = 0,37 p. 100) et que celui-ci agit très rapidement, comme nous avons pu le constater dans les essais biologiques de rémanence.

Pour ces deux raisons, nous avons voulu éviter, autant que faire se peut, une intoxication possible qui pourrait interférer avec l'irritabilité. Par contre, nous avons pris de grandes précautions dans la manipulation des Anophèles : repos d'environ une heure après capture, dans un coin de l'étable à lumière diffuse ; répartition des anophèles à tester par petits lots de 10 à 20 par pots ; aspiration et expiration brève pour la capture et l'introduction des anophèles dans les chambres d'exposition, à l'aide du tube « d'aspiration ».

Nous avons utilisé des exemplaires d'*A. gambiae* gorgés, capturés au matin, dans des étables non traitées (elles ne le sont pas dans la région).

1° Irritabilité et mortalité observées durant des essais biologiques de rémanence

Les essais biologiques de rémanence ont commencé le 16 décembre 1960, 18 jours après la pulvérisation de D.D.T. poudre mouillable à 75 p. 100 de produit actif, à la dose de 2 g de D.D.T. technique par mètre carré, sur les murs poreux d'une étable nouvellement construite. De tels murs, fabriqués avec des blocs de boue argileuse séchée, de pH acide (5 à 6), sont tout à fait classiques et utilisés pour toutes les constructions, qu'elles soient destinées à abriter des hommes ou des bovidés.

Les premiers tests d'irritabilité sur murs traités ont commencé fin janvier. Nous avons placé les cônes plastiques aux endroits mêmes où ils étaient posés durant les essais biologiques.

Les anophèles ont été lâchés individuellement dans les cônes et nous avons compté le nombre d'envols à partir du substrat traité, pendant 5 minutes. Après ce temps, les anophèles ont été mis en observation et la mortalité relevée au bout de 24 heures (Tableau I).

TABLEAU I

Irritabilité et mortalité observées durant les essais biologiques de rémanence

Période des essais	Nombre moyen d'envols par femelle (*)		Coefficient d'irritabilité	Mortalité moyenne p. 100
	Mur traité	Mur vierge		
28-1-1961	3 (10)	0,6 (5)	5	83 p. 100
15-3 au 17-4-1961	2 (23)	0,8 (19)	2,8	36 p. 100
2-5 au 25-5-1961	2,1 (36)	0,4 (13)	5,2	16 p. 100
8-6 au 30-6-1961	2,2 (48)	0,5 (27)	4,4	9 p. 100

(*) Entre parenthèses : nombre d'anophèles soumis à l'épreuve.

Il ressort de l'étude de ce tableau que si la valeur du coefficient d'irritabilité varie, cette variation est sans corrélation avec la période d'observation.

Par contre, la mortalité diminue assez régulièrement, en relation avec la période d'observation. L'irritabilité est donc « indépendante » du pouvoir létal du D.D.T., elle est produite par une dose d'insecticide qui peut être beaucoup plus faible que la dose mortelle.

L'irritabilité persiste donc après que le traitement a perdu son efficacité réelle (pouvoir létal). D'un point de vue pratique, il en résulte que la diminution du nombre des anophèles habituellement endo ou mésophiles ou leur absence totale, peu après l'aube, n'apporte aucune indication sur l'efficacité des traitements, lorsque l'insecticide est le D.D.T. Cette diminution ou cette absence des anophèles pouvant être la seule conséquence de l'irritabilité et non d'une mortalité.

2° Temps précédent le premier envol de femelles exposées à des papiers témoins vierges ou imprégnés de solution huileuse de D.D.T. ; mortalité après ce premier contact

Cette expérience correspond à la « détermination A » de la méthode provisoire pour déterminer l'irritabilité des moustiques en présence de D.D.T. (O.M.S., 1960), sauf qu'il n'y a pas eu de période de préobservation (BROWN, 1958 ; COLUZZI, 1958).

Ce test a été réalisé, ainsi que les suivants, durant le mois de juin 1961. Un échantillonnage d'âge sur 74 dissections (36, le 17 juin et 38 le 22 juin) nous indique que nous travaillons surtout avec des anophèles parés (92 p. 100) et « gorgés » qui sont au stade ovarien II fin ou III début (repas de la nuit même) ou au stade IV (repas de la nuit précédente) dans des proportions à peu près identiques.

Nous avons utilisé comme substrat :

- des papiers O.M.S. imprégnés de solution huileuse de D.D.T. 2 p. 100, afin d'être sûr que la concentration et la répartition de l'insecticide étaient constantes ;
- des papiers O.M.S. vierges pour les témoins.

Les 2 sortes de papier étaient placés côte à côte par groupe de deux. Sur ces papiers, nous avons appliqué des cônes plastiques. L'expérience a également été faite dans une étale.

La survie ou la mortalité était notée au bout de 24 heures (Tableau II).

TABLEAU II
Laps de temps avant le premier envol

SUR PAPIER O.M.S. D.D.T. 2 p. 100				SUR PAPIER O.M.S. TEMOIN	
Minutes	Secondes	Minutes	Secondes	Minutes	Secondes
0	12	0	12	4	00
1	50	0	20	4	16
0	38	3	20	5	00
1	50	0	30	2	15
0	30	1	15	3	10
1	20	0	30	1	40
1	22	0	50	2	00
0	18	1	00	1	20
0	20	6	10	4	22
1	15	7	00	3	16

Valeur médiane de la durée du temps de contact avant le premier envol :

Papier O.M.S. D.D.T. 2 %	1 minute 32 secondes
Papier O.M.S. témoin	3 minutes 8 secondes

Le temps moyen, au bout duquel s'effectue le premier envol sur papier vierge, est de 3 minutes 8 secondes. Sur papier D.D.T. 2 p. 100, il est abaissé à 1 minute 32 secondes. Le D.D.T. 2 p. 100 sur papier augmente donc d'au moins deux fois la stimulation au vol par rapport au papier vierge.

Les 10 anophèles témoins ont tous survécu au bout de 24 heures. Parmi les anophèles ayant eu ce seul contact avec le papier D.D.T. 2 p. 100, nous avons fait 2 lots d'observation. D'une part, les 17 ayant mis moins de 2 minutes à s'envoler (10 moins d'une minute et 7 moins de 2 minutes), d'autre part, les 3 ayant mis plus de 3 minutes à s'envoler. La mortalité a été nulle pour le premier lot, 24 heures après, alors qu'il y a eu 2 morts sur 3 dans le deuxième lot. Il semble logique d'admettre que les deux morts sont ceux qui ont mis 6 à 7 minutes avant de s'envoler.

Dans les conditions de cette expérimentation, les anophèles, irrités par l'action répulsive du D.D.T., se sont envolés avant d'avoir reçu une dose létale pour la plupart. Le temps moyen de réaction pour ceux-là a été de 50 secondes. Une faible fraction (3/20) des anophèles n'a pas réagi aussi rapidement et 2 d'entre eux ont reçu une dose létale par un contact continu supérieur à 6 minutes.

3° Détermination du nombre des envols d'une surface traitée ou non traitée, au cours de 5 et 15 minutes

Cette expérience correspond à la « détermination B » de la méthode provisoire de l'O.M.S. (1960), si ce n'est qu'il n'y a pas eu de période de préobservation (de ZULUETA, 1959 ; DUPORT, SANDULESCO, COMBIESCO et CRITESCO, 1959 ; SACCA et GUY, 1960) et que nous avons également noté le nombre d'envols au cours des 5 premières minutes, en plus de celui correspondant à 15 minutes.

Nous avons employé les papiers O.M.S. traités au D.D.T. 2 p. 100 et

les papiers témoins. Nous avons utilisé la même méthode et les mêmes emplacements que précédemment (Tableau III).

TABLEAU III

Détermination du nombre des envols d'une surface traitée ou non traitée

Temps de contact	Nombre moyen d'envols par femelle sur (*)		Coefficient d'irritabilité	Mortalité après 24 h	
	Papier DDT	Papier témoin		Lot D.D.T.	Lot témoin
5 minutes	7,7 (35)	3,5 (31)	2,2	46 p. 100	0 p. 100
15 minutes	28,3 (34)	7,1 (31)	4	78 p. 100	0 p. 100

(*) Entre parenthèses : nombre d'anophèles soumis à l'épreuve.

L'étude des résultats consignés dans ce tableau nous permet de constater que l'agitation diminue avec le temps de contact chez le lot témoin.

Elle est dans un rapport de 1 à 2 pour un temps de contact triple.

Par contre, l'agitation due à l'irritabilité qu'occasionne le D.D.T., augmente à peu près proportionnellement avec le temps. Elle est en effet dans un rapport de 1 à 3,6 pour un temps de contact triple.

Nous constatons également que la mortalité, déjà importante pour 5 minutes de contact (46 p. 100) est élevée pour 15 minutes (78 p. 100). Dans ces conditions, si un temps de préobservation permet de faire abstraction de l'agitation artificielle due à la manipulation des anophèles, il risque par contre de le fausser en prolongeant le temps d'expérimentation. En effet, les réactions des anophèles, intoxiqués par le contact répété avec le D.D.T., risquent d'être tout aussi peu naturelles.

4° Influence du substrat

Au paragraphe 1°, nous avons vu que l'irritabilité occasionnée par le D.D.T. à *A. gambiae* était indépendante de la concentration de cet insecticide. Dans ces conditions, nous considérons la moyenne d'envols par femelle, obtenue par un contact de 5 minutes sur mur traité et celle obtenue par le même temps sur mur non traité. Puis nous comparons ces résultats à ceux que nous avons obtenus dans le paragraphe précédent (3°) puisque ces expériences sont du même type, au substrat près (Tableau IV).

TABLEAU IV

Coefficient d'irritabilité suivant le substrat utilisé

Substrat	Papier vierge	Papier traité	Mur vierge	Mur traité
Nombre moyen d'envols par femelle (*)	3,5 (31)	7,7 (35)	0,5 (28)	2,2 (48)
Coefficient d'irritabilité	2,2		4,4	

(*) Pendant 5 minutes. Entre parenthèses : nombre de moustiques soumis à l'épreuve.

Pour 5 minutes de contact, le nombre moyen d'envols sur substrats non traités, qui est de 0,5 sur le mur est de 3,5 sur papier, c'est-à-dire qu'*A. gambiae*

est 7 fois plus stimulé au vol sur papier que sur mur (A). Les données correspondantes sur substrats traités sont de 2,2 sur mur contre 7,7 sur papier, c'est-à-dire qu'*A. gambiæ* est de 3,5 fois plus stimulé sur papier que sur mur. Enfin, l'irritabilité, qui était de 4,4 sur mur, n'est que de 2,2 sur papier (B).

Il est ainsi démontré la grande influence propre à la qualité du substrat lui-même (A) ; celle-ci conditionne, par ailleurs, la structure physique des dépôts d'insecticides.

Il est bien connu que le D.D.T. est moins accessible sous forme de solution huileuse que sous forme de petits cristaux. C'est ainsi que suivant le substrat considéré, le coefficient d'irritabilité peut passer du simple au double (B).

Ce paragraphe nous permet de souligner, s'il en était besoin, qu'il ne faut considérer « la méthode provisoire de détermination de l'irritabilité des moustiques adultes aux insecticides » (O.M.S., 1960) que dans l'esprit même de ses promoteurs : seulement comme un moyen de comparer, grâce aux artifices de normalisation, les différences d'irritabilité de différentes espèces entre elles ou d'une même espèce en des milieux (zones traitées ou non) ou des lieux géographiques différents. Il faut se garder d'extrapoler les résultats obtenus suivant cette méthode de laboratoire avec ce qui peut se produire dans la nature sur murs traités.

D'autant que différents chercheurs, ayant travaillé récemment sur ce problème, suggèrent la standardisation de plus en plus poussée de la méthode, ce qui l'éloigne encore plus des conditions naturelles. SACCA et GUY (1960) donnent une technique permettant d'obtenir une « irritabilité proche de zéro chez les témoins », c'est-à-dire rendant tout à fait inutile une période de préobservation.

Par contre, HAMON et EYRAUD (1961) proposent de prolonger la période de préobservation ; ils démontrent par ailleurs que l'irritabilité est également sous la dépendance de l'âge et de l'état de réplétion.

B. - ÉTUDE COMPARÉE DES CAPTURES DIURNES (matin) ET NOCTURNES ; EN ÉTABLES TRAITÉES OU NON TRAITÉES

1° Captures diurnes, au matin, en étables traitées ou non traitées

L'étable traitée que nous avons utilisée était voisine de celle où nous avons fait les essais biologiques de rémanence, et les différentes expériences sur l'irritabilité.

Elle avait été traitée le même jour avec le même soin, également au D.D.T. (Poudre mouillable à 75 p. 100 de produit actif, à la dose de 2 g de D.D.T. technique par mètre carré).

Cette étable abritait la nuit deux vaches et un veau. Elle possédait deux portes qui n'étaient fermées que par des claies de bois.

Avant traitement, cette étable, tout comme les autres avoisinantes, nous permettait la capture d'une importante faune résiduelle du matin, de l'ordre de 150 à 200 *A. gambiæ*. Les autres espèces (*) endophages également, ne serait-ce le plus souvent que par obligation, mais très exophiles, ne se trouvaient qu'en petit nombre.

A partir du traitement (28 novembre 1960) jusqu'à la fin de janvier 1962 (14 mois), avec une moyenne de deux chasses par semaine durant 1/2 heure

(*) *A. constanti*, *A. squamosus*, *A. pharoensis*.

par deux captureurs entre 9 et 10 heures, nous avons capturé un *A. gambiae*, 37 jours après la pulvérisation de D.D.T. Cet anophèle était fraîchement gorgé et paré au stade ovarien II moyen. Puis deux exemplaires en décembre 1961, fraîchement gorgés également.

Pendant ce temps-là, les étables non traitées continuaient à nous fournir de nombreux exemplaires d'*A. gambiae*, avec toutefois une certaine diminution de densité du mois de mai à octobre.

Autrement dit, dans cette étable traitée, la faune résiduelle fut inexistante depuis le début du traitement jusqu'à la fin des visites systématiques (janvier 1962), soit au minimum pendant 14 mois.

2° Captures nocturnes en étable traitée ou non traitée

Parallèlement à cette recherche d'anophèles en faune résiduelle du matin, nous avons effectué des captures de nuit sur appât humain, de 18 heures à 6 heures, dans cette étable traitée et dans une étable non traitée, proche et assez semblable. *A. gambiae*, en particulier, en présence d'appâts représentés par des hommes et des vaches, manifeste une préférence trophique marquée pour les bovidés, mais sa zoophilie n'est pas stricte (CHAUVET, 1960). De ce fait, les hommes-appâts peuvent capturer cet anophèle, en le coiffant d'un tube à essai lorsqu'il les agresse. Ces captures représentent plusieurs exemplaires pour chaque chasse de nuit, assez généralement (Tableau V).

Pour les espèces anophéliennes agressives pendant les chasses de nuit (*A. gambiae*, *A. squamosus*, *A. coustani*, *A. pharoensis*), il n'y a pratiquement plus de différence dans le nombre des captures réalisées dans l'une ou l'autre étable, 4 mois après traitement.

Pendant ces quatre premiers mois, il y a trois explications possibles à cette rareté des captures de nuit en étable traitée :

- ou les anophèles n'entrent pas dans le local traité : effet purement répulsif,
- ou ils entrent, se posent sur les parois traitées et, irrités, quittent le local avant d'avoir pris un repas de sang, effet irritant,
- ou ils entrent, se posent sur les parois traitées et tombent rapidement « know-down » avant de mourir : effet létal.

Nous allons exposer rapidement les idées exprimées par différents chercheurs sur ces diverses possibilités. Nous en ferons ensuite la synthèse en utilisant également nos éléments de travail.

a) *Effet purement répulsif : les anophèles n'entrent pas dans les locaux traités où leur nombre est très réduit.*

Pour certains chercheurs, cette réduction du nombre des anophèles est la conséquence d'une répulsion propre au D.D.T. (GABALDON, 1949 ; BERTAM, 1950 ; MUIRHEAD-THOMSON, 1950 ; DOWNS et BORDAS, 1951 ; LAMBRECHT, 1954).

Par contre, cette réduction pourrait être due pour WILKINSON (1951) au fait que l'odeur de l'insecticide masque l'odeur de l'appât et, pour GÉBERT (1948), à l'émission de microondulations électroniques sonores causées par la désintégration du D.D.T. et agissant sur les antennes des moustiques.

Mais, en 1952, HADAWAY et BARLOW et, en 1953, DAVIDSON, démontrent que le D.D.T. n'est pas répulsif dans le sens strict du mot (action à distance par une vapeur). Ce dernier chercheur met en évidence « l'effet particulier du D.D.T. ». Cet effet particulier est dû à de petites particules cristallines

d'insecticides détachées des parois, qui flottent, entraînées par d'inévitables courants d'air. REID et WHARTON (1956) se rangent à cette démonstration et notent que la diminution du nombre des anophèles pénétrant dans les locaux traités au D.D.T. ne dépasse pas 4 semaines.

L'expérience de LAMBRECHT (1954), observant une diminution des entrées d'*A. funestus* obligé de passer à une distance minimum de 4,5 cm d'anneaux en ruban imprégnés de D.D.T., est à notre avis plus à rapprocher d'un « effet particulier » que d'un effet répulsif. En effet, il note que « l'effet répulsif est moins marqué par l'emploi de D.D.T.-émulsion que par celui de D.D.T.-poudre mouillable ». Cette dernière présentation offre, par rapport à la première, moins de cohésion sur ce matériel poreux que représente le ruban. Par ailleurs, depuis le début de l'emploi généralisé du D.D.T., de nombreux auteurs ont noté que les anophèles continuent d'entrer en masse dans les locaux traités (METCALF, 1945 ; SYMES, 1946 ; MUIRHEAD-THOMSON, 1950 ; HADAWAY, 1951 ; HAMON, 1953).

En définitive, l'idée que le D.D.T. exerce à distance une action répulsive est à rejeter. Notre première hypothèse nous semble improbable, parce qu'il est démontré que le D.D.T. n'agit que par contact et que notre étable traitée possède deux larges ouvertures de 1,5 sur 2 mètres. Quant à l'action particulière, elle n'est possible qu'au cours des premiers jours qui suivent la pulvérisation et son effet correspond à un contact, même s'il est passif.

b) *Effet irritant : les anophèles entrent, se posent sur les parois traitées et, irrités, quittent le local avant d'avoir pris un repas de sang.*

METCALF (1945), avec *A. quadrimaculatus* dans la vallée du Tennessee (U.S.A.), signale que si des pulvérisations de D.D.T. n'empêchent pas les anophèles d'entrer dans les locaux traités, elles les empêchent totalement de piquer pendant 1 à 6 semaines et partiellement pendant 8 à 10 semaines.

TARZWELL (1947) confirme ce fait dans cette même région avec le même anophèle, et précise que le temps de pose, avant le repas de sang, est en moyenne beaucoup plus court.

KENNEDY (1946) étudie ce phénomène en laboratoire à Londres avec *A. maculipennis* et *Aedes aegypti* et démontre l'« effet excito-répulsif » du D.D.T.

SYMES, la même année, avec *A. darlingi* en Guyane britannique, note que cet anophèle entre librement, mais que seuls les individus n'ayant eu aucun contact avec une surface traitée au D.D.T., attaquent. Ceux qui ont eu un tel contact en sont affectés et fuient vers la sortie du local.

De BUSTAMANTE (1951), sur cette même espèce, mais au Brésil, remarque également qu'après traitement domiciliaire au D.D.T., 75 à 80 p. 100 des femelles récoltées dans les fenêtres-pièges des huttes traitées étaient à jeun, contre 36 p. 100 dans les huttes non traitées.

TRAPIDO (1946), de même, avec *A. albimanus* au Panama, ne trouve plus que 7,1 p. 100 de femelles gorgées dans les villages traités au D.D.T., contre 47,4 p. 100 dans les villages non traités. Il précise que cet anophèle se pose avant de piquer, qu'il est alors irrité et ensuite ne pique pas.

BERTRAM (1950), avec *A. minimus* en Assam, note aussi un effet irritant du D.D.T. à 2 p. 100 à dose faible (45 mg/sq. ft) sur cette espèce, dont il retrouve la plus grande partie, dans les fenêtres-pièges, vivante et non gorgée.

En 1960, MUIRHEAD-THOMSON, dans une mise au point du problème de l'irritabilité, introduit le terme de « comportement d'évitement ». Il distingue

un « comportement d'évitement protecteur », comportement qui existe d'emblée chez des populations de moustiques qui n'ont jamais eu de contact avec les insecticides, et une « résistance de comportement », qui est une réaction d'évitement après des traitements insecticides.

Avant d'appliquer les enseignements de ces différents auteurs à cette deuxième hypothèse, nous préférons continuer la revue des travaux en relation avec la troisième hypothèse qui nous semble inséparable de la précédente.

c) *Effet létal : les anophèles entrent, se posent sur les parois traitées et tombent « knock-down ».*

SWELLENGREBEL (1949), avec *A. aconitus* en Indonésie, ne trouve du sang dans l'estomac des femelles mortes dans les locaux traités au D.D.T., que dans 25 p. 100 des cas, alors que dans les locaux non traités, presque toutes les femelles sont gorgées.

BERTRAM (1950), avec *A. minimus*, remarque que s'il n'y a qu'un « effet excitant » avec le D.D.T. 1 p. 100 à faible dose (45 mg/sq. ft), par contre, avec une dose plus élevée de D.D.T. à 5 p. 100 utilisé à 215 mg/sq. ft (soit 2,3 g/m²), 25 p. 100 des femelles meurent avant d'avoir pu se nourrir.

DAVIDSON (1953), reprenant les observations de MUIRHEAD-THOMSON, note, à la différence de ce dernier, une mortalité de 40 p. 100 pendant le premier mois après traitement des huttes expérimentales au D.D.T., 37 p. 100 à la dose de 98 mg/sq. ft. Avec l'emploi de « D.D.T. oil-bound suspension » contenant 43,5 p. 100 de D.D.T. et utilisé à la dose de 309 mg/sq. ft, il y eut environ 60 p. 100 de mortalité parmi *A. gambiae* et *A. funestus* pendant 2 mois.

Si REID et WHARTON (1956), avec *A. maculatus*, signalent seulement une réduction de 11 p. 100 des femelles nourries au matin après un traitement au D.D.T., ils supposent toutefois que cet anophèle ne se repose que rarement avant de piquer. [Tout comme l'admet WALLACE (1950) pour la même espèce et BERTRAM (1950) pour *A. minimus*.]

Quant à HADAWAY et BARLOW (1952), s'ils observent qu'*A. stephensi* est capable de s'envoler de présentations variées de D.D.T. sur matériaux différents, ils remarquent également que cet anophèle peut absorber une dose mortelle avant d'être stimulé au vol, si les particules d'insecticides sont petites (moins de 10 microns) et non adhérentes à la surface traitée.

DAVIDSON (1953 - cf. supra) note également que les petites particules cristallines de D.D.T. (environ 10 microns) permettent un plus haut pourcentage de mortalité (40 à 70 p. 100) que les grosses (environ 60 microns). KUHLOW (1961), employant la même présentation et la même dose de D.D.T. au m² que celles que nous avons utilisées, montre qu'on obtient plus de 70 p. 100 de mortalité pendant les 4 premiers mois et qu'ensuite cette mortalité tombe aux environs de 25 p. 100.

d) *Synthèse :*

Il ressort de l'examen de ces différents travaux que les anophèles ont un « comportement d'évitement » dû à l'irritabilité qu'occasionne le D.D.T. Mais celui-ci, lorsqu'il est frais, a une action toxique rapide et tue une partie de ces anophèles (variant suivant les auteurs et les doses utilisées de 25 à 70 p. 100) pendant les premiers mois.

Il est, quant à notre travail, assez remarquable de constater que, si au bout de 4 mois, nous n'enregistrons pratiquement plus de différence dans le nombre de captures en chasse de nuit, entre étale traitée et non traitée

(Tableau V), c'est à cette période qu'apparaît justement une très nette diminution de l'effet toxique du D.D.T. (Tableau VI, repris de l'article sur la rémanence du D.D.T., CHAUVET, 1962).

TABLEAU V

Résultats des captures sur hommes en chasse de nuit (de 18 à 6 heures)
1-2 vaches par étable et 2 captureurs-appât côte à côte

Date Nombre de jours après traitement	Etable traitée				Etable non traitée			
	A. g.	A. s.	A. c.	A. ph.	A. g.	A. s.	A. c.	A. ph.
30-11-60 2	0	4	0	0	21	81	0	1
14-12-60 16	1	12	0	0	16	78	5	3
22-12-60 24	0	16	1	1	7	82	8	0
11- 1-61 44	2	29	4	6	5	84	2	4
16- 1-61 59	2	46	17	6	9	112	34	10
12- 3-61 104	0	105	16	6	3	172	33	4
21- 3-61 113	2	128	31	3	7	183	42	6
4- 4-61 127	2	114	38	7	7	139	45	11
13- 4-61 140	2	83	31	2	0	97	31	2
18- 4-61 145	1	114	9	3	2	108	12	3
28- 4-61 155	3	121	14	1	3	119	27	0

Abréviation : A.g. : *A. gambiae*,
A.c. : *A. constant*,
A.s. : *A. squamosus*,
A.ph. : *A. pharoensis*.

TABLEAU VI

Essais biologiques de rémanence avec *A. gambiæ*

Dates essais Jours écoulés depuis la pulvérisation	Pourcentage de mortalité (corrigé s'il y a lieu) pour un contact de			Pourcentage mortalité brute Témoins
	30 minutes	15 minutes	5 minutes	
16-12-60 18	100	100	100	0
30-12-60 32	100	100	80	0
13- 1-61 46	100	94	89	10
28- 1-61 61	100	87	74	0
11- 2-61 75	94	94	82	16
27- 2-61 91	88	100	56	10
15- 3-61 107	61	57	31	20
4- 4-61 127	71	65	36	14
17- 4-61 144	55	30	20	16
2- 5-61 159	21	13	17	9
25- 5-61 182	31	25	15	0
2- 6-61 189	25	21	9	0
30- 6-61 217	11	23	10	0
18- 7-61 235	0	6	0	0

De plus, dans la première partie de ce travail, si nous avons vu (cf. A2) que la majorité des exemplaires d'*A. gambiæ* étaient capables d'éviter une dose

létale, nous avons noté également (cf. A1) que, pour 5 minutes de contact avec le mur traité, il n'y avait en moyenne que 2 ou 3 envols, souvent, sans doute, insuffisants pour permettre à l'anophèle de ressortir de l'étable. Si ces 2 ou 3 poses sur parois traitées précédant ces 2 ou 3 envols, sont effectives, elles correspondent à une mortalité qui atteint encore 70 à 80 p. 100, au bout de 2 mois et demi.

En définitive, il apparaît que pendant les premiers mois qui suivent les pulvérisations du D.D.T., les parois sont très toxiques pour *A. gambiae*. Une importante proportion de ces anophèles, bien qu'irritée par cet insecticide (qui, par ailleurs, a une action rapide) doit absorber néanmoins une dose létale avant de trouver l'issue de sortie. Après 4 mois environ, seul persiste l'effet irritant. Il n'empêche probablement plus les anophèles de prendre leur repas de sang, mais il les amène à quitter le local traité peu de temps après le repas, d'où l'absence d'anophèles en faune résiduelle du matin.

Afin, d'un point de vue pratique, de serrer le problème de plus près, nous nous proposons de réaliser le projet O.M.S. d'évaluation des effets entomologiques du D.D.T. sur le terrain, qui codifie, en particulier, l'emploi de piège de sortie (O.M.S., 1961).

RESUME

Des essais d'irritabilité ont été entrepris sur *A. gambiae* avec des temps de « contact » différents.

L'auteur a utilisé deux sortes de substrats (mur de boue ou papier O.M.S.) traités ou non au D.D.T.

Il résulte de ces essais que :

- L'irritabilité occasionnée par le D.D.T. est indépendante de son action létale et de sa concentration.
- Le temps de premier envol est au moins 2 fois plus court sur papier O.M.S. au D.D.T. 2 p. 100 que sur papier vierge. Après un premier contact, les anophèles, pour la plupart, s'envolent avant d'avoir reçu une dose létale.
- L'agitation de ces moustiques diminue avec le temps de contact sur papier vierge, alors qu'elle augmente à peu près proportionnellement avec le temps sur papier traité au D.D.T. 2 p. 100.
- Le coefficient d'irritabilité peut passer du simple au double suivant le substrat employé, mur de boue ou papier O.M.S.

D'autre part, l'auteur a comparé les résultats des captures en chasse nocturne et en chasse de jour au matin, dans une étable traitée au D.D.T. et dans une étable non traitée.

Il apparaît ainsi que cet insecticide :

- supprime pratiquement toute faune résiduelle du matin pendant 14 mois, bien qu'il ait perdu son pouvoir létal depuis de nombreux mois ;
- réduit le nombre des piqûres pendant 4 mois environ.

SUMMARY

Irritability tests have been carried out with *A. gambiae*. The mosquitoes were exposed on different types of surface : Mud walls and papers (D.D.T. treated or not) at different exposure times.

From those tests it is concluded that :

- D.D.T. irritability is not related to insecticide concentration and lethal activity.
- The time of the first take off is at least two times shorter on 2 p. 100 D.D.T. impregnated paper than on control paper. Generally during this time the mosquitoes do not pick up a lethal dose of insecticide.

- The mosquito excitation decreases when exposed a sufficient time on control paper.
- On the contrary, it increases when exposed on D.D.T. impregnated papers.
- The mosquitoes are two times more irritable when exposed to D.D.T. paper than when exposed on D.D.T. treated mud walls.

In a second part, the author has compared the results of night catching, on human bait to the morning hand catching, in D.D.T. treated stables and untreated ones. It appears that no resting mosquitoes are found in treated stables during 14 months after spraying although D.D.T. had no lethal potentiality for several months. At the same time and in the same place more than two hundred *A. gambiae* were found every morning in the untreated stable. The anophelines keep coming in the D.D.T. treated huts, but the biting rate was considerably reduced during four months after the spraying.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAM (D.M.). — Malaria control by residual insecticide. — *Brit. Med. J.* 2, p. 1200, 1950.
- BROWN (A.W.A.). — Laboratory studies on the behaviouristic resistance of *Anopheles albimanus* in Panama. — *Bull. Org. Mond. Santé* 19 (6), pp. 1053-1061, 1958.
- BUSTAMANTE (F.M. de). — Efeito das aplicações intra domiciliares de DDT sobre a densidade do *Anopheles darlingi* em varias regiões de Brasil. — *Rev. Bras. Malar.* 3 (4), pp. 571-590, 1951.
- COLUZZI (M.). — Dati sperimentali sulla irritabilità di diverse specie di anofeli a contatto con pareti trattate con DDT. — *Riv. Malar.* 37 (4-6), pp. 199-228, 1958.
- CHAUVEY (G.). — Rémanence du D.D.T. dans les environs de Tananarive. Sensibilité d'*Anopheles gambiae* à cet insecticide. — *Méd. Trop.* (Marseille) 22 (5), pp. 616-623, 1962.
- DAVIDSON (G.). — Experiments on the effect of residual insecticides in houses against *Anopheles gambiae* and *A. funestus*. — *Bull. Ent. Res.* 44 (2), pp. 231-254, 1953.
- DOWNS (W.G.) et col. — Control of *Anopheles pseudopunctipennis* in Mexico with D.D.T. residual sprays applied in buildings. Part. V : Effectiveness of residual applications of D.D.T. and Gammexane up to one year after application under controlled conditions. — *Amer. J. Hyg.* 54 (1), pp. 150-156, 1961.
- DUPORT (M.) et col. — Irritabilité des Anophèles adultes au D.D.T. WHO/Insecticides et WHO/Mal/Inform/230, 22 juin 1959. — O.M.S. Genève.
- GABALDON (A.). — The Nation-wide campaign against Malaria in Venezuela. II : Control campaign with D.D.T. — *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 43 (2), pp. 113-160, 1949.
- GEBERT (S.). — Notes on certain aspects of the action of D.D.T. residual sprays, and on the partial treatment of dwellings as means of antianopheline protection. — *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 42 (3), pp. 295-297, 1948.
- HADAWAY (A.B.). — Observations on mosquito behaviour in native huts. — *Bull. ent. Res.* 41 (1), pp. 63-78, 1950.
- HADAWAY (A.B.) et col. — Some physical factors affecting the efficiency of insecticides. — *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 46 (3), pp. 236-242, 1952.
- HADAWAY (A.B.) et col. — Studies on aqueous suspensions of insecticides ; IV : the behaviour of mosquitoes in contact with insecticidal deposits. — *Bull. ent. Res.* 44 (2), pp. 255-271, 1953.
- HAMON (J.). — Etude biologique et systématique des culicidés de l'île de La Réunion. — *Mém. Inst. Scient. Madagascar* (E) 5, pp. 521-541, 1953.
- HAMON (J.) et col. — Etude des facteurs physiologiques conditionnant chez les anophèles l'irritabilité au D.D.T. — *Riv. Malar.* 40 (4-5), pp. 219-242, 1961.
- KENNEDY (J.S.). — The excitant and repellent effects on mosquitos of sublethal contacts with D.D.T. — *Bull. ent. Res.* 37 (4), pp. 593-607, 1947.
- KUHLOW (F.). — Field experiments on the behaviour of malaria vectors in an unsprayed hut and in a hut sprayed with D.D.T. in Northern Nigeria. — *WHO/Mal/Inform/310* 1961. — O.M.S. Genève.
- LAMBRECHT (F.L.). — Notes sur l'anophélisme dans la vallée de la Ruzizi (Congo Belge) et des essais de DDTisation. — *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.* 34 (6), pp. 931-961, 1954.
- METCALF (R.L.) et col. — Observations on the use of D.D.T. for the control of *Anopheles quadrimaculatus*. — *Pub. Hlth. Rep.* (Wash.) 60 (27), pp. 753-774, 1945.
- MOUCHET (J.) et col. — L'irritabilité vis-à-vis du D.D.T. d'*Anopheles gambiae* et d'*A. funestus* dans le nord Cameroun. — *Rivar. Malar.* 40 (4-6), pp. 191-217, 1961.
- MUIRHEAD-THOMSON (R.C.). — The effects of house spraying with pyrethrum and D.D.T. on *Anopheles gambiae* and *A. melas* in West Africa. — *Bull. Ent. Res.* 38 (3), pp. 449-464, 1947.

- MUIRHEAD-THOMSON (R.C.). — D.D.T. and Gammexane as residual insecticides against *Anopheles gambiae* in African houses. — *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 43 (4), pp. 401-412, 1950.
- MUIRHEAD-THOMSON (R.C.). — The significance of irritability, behaviouristic avoidance and allied phenomena in malaria Eradication. — *Bull. Org. Mond. Santé* 22 (6), pp. 721-734, 1960.
- Org. Mond. Santé. — Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Dixième rapport du Comité d'experts des Insecticides. — *Rapp. techn.* 191, 106 p., 1960.
- Org. Mond. Santé. — Essais entomologiques pratiques pour évaluer les effets de différents dosages de D.D.T. — *WHO/Mal/285* et *WHO/Insecticides/120*, 1961.
- REID (J.A.) et col. — Trials of residual insecticides in window — trap huts against Malayan Mosquitoes. — *Bull. ent. Res.* 47 (3), p. 433, 1956.
- SACCA (G.) et col. — Résistance de comportement au D.D.T. chez *A. labranchiae* au Maroc. — *Bull. Org. Mond. Santé* 22 (6), pp. 735-741, 1960.
- SWELLENGREBEL (N.H.) et col. — *Anopheles aconitus* and D.D.T. spraying. — *Docum. neerl. indones. Morb. trop.* 1 (3), pp. 245-254, 1949.
- SYMES (C.B.) et col. — Initial experiments in the use of D.D.T. against mosquitoes in british Guiana. — *Bull. ent. Res.* 37 (3), pp. 399-430, 1947.
- TARZWELL (C.M.) et col. — Observations on the nighttime resting and biting habits of Anopheline mosquitoes in D.D.T.-treated and untreated buildings. — *Publ. Hlth. Rep.* (3), pp. 84-94, 1947.
- TRAPIDO (H.). — The residual spraying of dwellings with D.D.T. in the control of malaria transmission in Panama, with special reference to *Anopheles albimanus*. — *Amer. J. Trop. Med.* 26 (4), pp. 383-415, 1946.
- TRAPIDO (H.). — Modified reponse of *Anopheles albimanus* to D.D.T. residual house spraying in Panama. — *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 1 (5), pp. 853-861, 1952.
- TRAPIDO (H.). — Recents experiments on possible resistance to D.D.T. by *Anopheles albimanus* in Panama. — *Bull. Org. Mond. Santé* 11 (4-5), pp. 885-889, 1954.
- WALLACE (R.B.). — Further observations on insecticides and *A. maculatus*. — *Med. J. Malaya* 5 (2), pp. 115-139, 1950.
- WILKINSON (P.R.). — Distribution and fate of *Anopheles gambiae* and *A. funestus* in two differents types of huts treated with D.D.T. and B.H.C. in Uganda. — *Bull. ent. Res.* 42 (1), pp. 45-54, 1951.
- ZULUETA (J. de). — Insecticide resistance in *Anopheles sacharovi*. — *Bull. Org. Mond. Santé* 20 (5), pp. 797-822, 1959.

Ewr.

NOTES SUR L'IRRITABILITÉ D'ANOPHELES GAMBIE
AU D.D.T.

par

G. CHAUVET

*Chargé de Recherche de l'O.R.S.T.O.M.
en Entomologie médicale I.R.S.M. - Tananarive*

Extrait de
" MÉDECINE TROPICALE "
Vol. XXIII - N° 1 - Janvier-Février 1963



O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° B10564 ex1

9 MAI 1966