

LE D.D.T. ET SA REMANENCE DANS LA ZONE PILOTE DE BOBO-DIOULASSO

par

A. RICKENBACH
Chargé de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

A. CHARTOL
*Pharmacien Commandant
du Service de Santé des Tr. O.M.*

A. ESCUDIE
*Médecin Capitaine
du Service de Santé des Tr. O.M.*

et

J. RICOSSE
*Médecin Capitaine
du Service de Santé des Tr. O.M.
Assistant des Hôpitaux des Tr. O.M.*

La zone pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso, créée en 1952 par accords entre le Gouvernement français et les institutions spécialisées de l'O.N.U., occupe actuellement une superficie de 7.347 km². Dans cette zone ont été pratiquées les formules de house-spraying suivantes, pendant la période d'expérimentation considérée :

	VILLAGES	HABITANTS
Secteur 1. — D.D.T. annuel	86	37.875
Secteur 2. — D.D.T. semestriel	18	9.074
Secteur 3. — a) D.D.T. sélectif annuel ..	1	2.113
b) Dieldrine annuelle	2	1.185
	107	50.247

Le climat, de type soudanien, comporte 2 saisons, sèche et humide, nettement différenciées avec maximum de précipitations en août. Le degré hygrométrique maximum moyen est toujours supérieur à 50 p. 100 et la température moyenne supérieure à 25° C.

L'habitat humain (et ses dépendances) est caractérisé par la prédominance des constructions entièrement faites de boue latéritique séchée au soleil (murs et toits), le toit reposant sur une armature de troncs et branchages très rapprochés.

La paroi interne des murs est le plus souvent en terre crue poreuse et rugueuse, facilement effritable. Dans quelques cases, elle est revêtue d'un enduit argileux lisse et dur, badigeonné ou non à la chaux. Dans de rares cases, la paroi est recouverte d'un enduit en ciment très mince.

Le D.D.T. annuel donnant des résultats entièrement comparables au D.D.T. semestriel, il était donc sans intérêt de continuer ce dernier

traitement, d'autant qu'au point de vue entomologique « la suppression de la zone D.D.T. 2 fois l'an ne correspond à rien au point de vue transmission, puisque la majeure partie de la transmission semble se produire au niveau des hameaux de culture qui ne sont traités qu'une fois l'an » (HAMON).

Le D.D.T. est utilisé sous forme de poudre mouillable à 75 p. 100, pulvérisée par pulvérisateur Hudson Minima Xpert à manomètre de pression, à raison de 2,7 g D.D.T. poudre mouillable 75 p. 100 par mètre carré de surface traitée au cours de chaque traitement.

L'intérêt des suspensions aqueuses obtenues avec les poudres mouillables, de plus en plus préférées à cet effet en solutions dans les hydrocarbures, est précisément de ne pas être absorbées par les parois, de sorte qu'après évaporation de l'eau, les cristaux de D.D.T. restent adhérents au mur. Cependant, il est établi que dans les cases africaines, certains facteurs entrent en cause pour abaisser le pouvoir rémanent de l'insecticide : porosité des parois en « banco » qui amène la disparition d'une partie de l'insecticide à l'intérieur du matériau ; abondance des poussières (surtout en saison sèche) qui se déposent sur les surfaces traitées et recouvrent donc les cristaux de D.D.T. ; souvent abondance de fumées donnant lieu à des dépôts de noir de fumée et jouant le même rôle.

Il nous a paru donc intéressant d'étudier la rémanence de cet insecticide (D.D.T. une fois l'an) en vue de comparer éventuellement l'incidence de cette rémanence sur les résultats observés.

I. - EXPÉRIMENTATION CHIMIQUE

par A. CHARTOL

Cette étude, qui a porté sur une période de 12 mois, a été faite dans 3 villages différents de la zone pilote, pour tenir compte à la fois du type de matériau et du mode de vie des populations.

La rémanence a été étudiée sur différents types de substrats, tels qu'ils sont rencontrés habituellement dans les habitations, et à différentes hauteurs sur ces substrats.

Il aurait peut-être paru plus simple d'étudier cette rémanence en laboratoire sur des plaques de dimensions choisies et constituées respectivement suivant la nature des différents matériaux rencontrés dans les villages. Nous avons préféré étudier cette rémanence sur place même, afin de nous placer dans les conditions réelles, telles qu'elles sont rencontrées et au sein desquelles vivent les populations traitées.

La technique de prélèvement utilisée a été celle des papiers siliconés. Dans les techniques antérieures, les prélèvements étaient effectués soit par grattage de la paroi, soit par pression et adhérence au « Cellotape ». Les inconvénients de ces 2 méthodes sont évidents : d'une part, pertes impossibles à éviter lors du grattage ; d'autre part, apport de substances organiques par le Cellotape et amenant des colorations parasites dans le dosage.

Récemment, ALESSANDRINI a utilisé le « Dow Corning Silicone Lubricant ». Nous estimons que cette méthode est actuellement la

meilleure : pas de réactions parasites — les parois les plus difficiles sont facilement accessibles. Il s'agit en somme d'un « négatif » de la paroi. Cette façon de prélever reflète mieux à notre avis la physiologie en *surface* de la paroi, celle en contact immédiat et réel avec l'anophèle, par rapport au grattage qui prélève quelque peu en *profondeur*.

La technique du dosage proprement dit a été celle d'ALESSANDRINI, légèrement modifiée et adaptée pour les lectures de densité optique au photocolorimètre.

Nous avons pensé utiliser la technique de LANZINO (nitration par nitrate de potasse et acide sulfurique) mais nous avons dû y renoncer, cette méthode donnant des colorations trop faibles, difficilement lisibles pour les très faibles quantités, surtout plusieurs mois après la pulvérisation.

Mode opératoire

Nous avons utilisé des carrés de papier parcheminé de 5×5 cm, enduits d'une couche très mince de silicone (graisse SI. Saint-Gobain). Le prélèvement était effectué en appliquant fortement les carrés ainsi préparés sur les parois traitées et en frottant plusieurs fois dans tous les sens avec le bout de l'index, de manière à obtenir une bonne adhérence du carré. Les prélèvements doivent toujours être effectués par le même opérateur, et la pression appliquée ne doit être ni trop faible, ni trop forte, ce qui aurait pour effet de ramener sur la paroi une partie des parcelles prélevées.

Les prélèvements sont traités par « ruissellement » à l'acétone, de manière à dissoudre le D.D.T. ; les papiers ainsi traités sont mis à nouveau en contact avec de l'acétone pendant 30 minutes.

La verrerie utilisée est rincée avec les précautions d'usage, les solutions ainsi obtenues sont réunies et concentrées à des volumes finaux de 5 ou 10 ml suivant la nature du substrat.

Une partie aliquote de chaque solution (de 0,5 à 5 ml suivant le cas) est évaporée au bain-marie et traitée par nitration suivant la méthode d'ALESSANDRINI.

Le D.D.T. polynitré ainsi obtenu est extrait au benzène. La solution benzénique est amenée à un volume final de 3 ml. On ajoute alors avec précaution 2 ml de solution de KOH N alcoolique, sans mélanger les 2 liquides. Contact une minute. Au bout de ce temps, on mélange les 2 phases et on laisse la coloration se poursuivre pendant 2 minutes.

On procède alors à la lecture de la densité optique au photocolorimètre (filtre 65), le témoin étant constitué par 3 ml de benzène pur additionné de 2 ml de potasse alcoolique N.

La gamme est constituée par une solution étalon à 0,1 p. 100 de D.D.T. technique dans l'éther, traité dans les mêmes conditions.

Il convient, lors de l'addition de KOH N alcoolique, de traiter chaque tube à doser séparément, l'un après l'autre, et de faire la lecture dans les 5 minutes qui suivent la réaction.

Les lectures ont été refaites 24 heures plus tard avec filtre 490.

Les résultats obtenus sont relevés dans le tableau ci-après, en faisant observer que pour chaque type de substrat une concentration moyenne a été choisie.

TABLEAU N° 1

M O I S .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Banco nu	0,45	0,40	0,23	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,10
Banco enduit	0,50	0,40	0,20	0,10	0,06	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,02
Ciment enduit	2,65	2,00	1,00	0,55	0,30	0,30	0,25	0,45	0,55	0,25	0,25	0,25
Partie en bois	0,40	0,20	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,17	0,23	0,23	0,15	0,15
Ciment exposé au soleil	0,20	0,10	0,08	0,05	0,04	0,03	0,03	0,10	0,08	0,08	0,04	0,02
Peinture exposée au soleil	2,50	0,20	2,00	0,50	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,12	0,10	0,10

Les résultats sont exprimés en Gr DDT/m².

- Par banco enduit, il faut entendre banco enduit d'une légère couche de plâtre.
- Par ciment enduit, un ciment enduit d'un badigeonnage à l'eau.

Les 10 courbes placées en fin d'article font mieux ressortir les phénomènes observés.

On constate :

1° Que la nature de la paroi interfère très nettement sur la rémanence en insecticide. Les parois poreuses, du genre banco nu ou banco enduit (recouvert de plâtre) absorbent une partie de la solution aspergée dès le début pour ne laisser *en surface* qu'une couche d'insecticide variant entre 0,80 à 0,40 g/m². Cette quantité s'abaisse progressivement au cours des mois suivants.

Les parties dures non poreuses (ciment, bois, peinture) non exposées au soleil gardent pendant longtemps une rémanence élevée en insecticide.

Le D.D.T. diminue très rapidement sur les parties exposées au soleil. Le phénomène est très visible lors de la 2^e lecture (24 heures après) au cours du dosage (déchloruration).

2° On assiste à une résurgence très nette de l'insecticide à la fin de la saison des pluies. Le phénomène est particulièrement net surtout pour les parois poreuses (banco nu, banco enduit).

3° Que pour une même paroi poreuse, le banco nu en l'occurrence, le phénomène de résurgence en fin de saison des pluies s'applique de bas en haut ; la rémanence du haut des parois augmente au détriment des parois basses.

En conclusion, on peut dire que la rémanence en D.D.T. observée dans les villages examinés est principalement fonction du support et du degré hygrométrique avec nette augmentation de la rémanence à la fin de la saison des pluies.

II. - EXPÉRIMENTATION BIOLOGIQUE

par A. RIGKENBACH

Nous avons poursuivi, de juillet à décembre 1959, une étude biologique de la rémanence du D.D.T. dans les habitations de la zone pilote de lutte antipaludique de Bobo-Dioulasso.

Nous avons pour cela choisi quatre villages situés entre 15 et 40 kilomètres du laboratoire. Dans deux de ces villages, nous avons pris trois cases, dans les deux autres six, et dans chacune de ces cases nous avons choisi une pièce. A chaque test, nous opérons sur un groupe de trois pièces. Les groupes étaient toujours les mêmes. Nous avons fait deux à trois tests par semaine, sauf cas de force majeure, par exemple la pénurie de moustiques.

Les murs testés étaient faits de briques de terre crue et recouverts d'un enduit de terre crue ou quelquefois de ciment. L'enduit peut être rugueux ou lisse : dans ce dernier cas, il est généralement badigeonné à la chaux.

1° Technique

a) MATÉRIEL.

C'était celui fourni par l'Organisation Mondiale de la Santé : chambres d'exposition coniques, aspirateurs, gobelets de carton pour la mise en observation.

Nous avons utilisé des *Anopheles gambiae* femelles de première génération, nourries sur eau sucrée, et accessoirement des *Aedes aegypti* femelles pour comparaison.

b) TRANSPORT.

Les villages choisis étant assez éloignés du laboratoire, il nous a fallu prendre quelques précautions pour le transport des moustiques. Du laboratoire au lieu de test, ils étaient transportés dans une cage cubique de 18 cm de côté, placée elle-même dans une boîte en contreplaqué, cubique également, sans couvercle et garnie au fond d'un matelas de coton hydrophile cousu dans une poche en gaze. Ce coton était mouillé avant l'introduction de la cage. La boîte était fermée par un second matelas de coton entouré de gaze et maintenu par des cordons. Il était également mouillé avant le départ.

Pour transporter les gobelets de mise en observation, nous avons fait fabriquer une caisse à tiroirs en contreplaqué. Chaque tiroir contenait deux gobelets. Au sortir des cônes, les moustiques étaient introduits immédiatement dans les gobelets fermés d'un morceau de tulle moustiquaire maintenu par un élastique. Les gobelets étaient alors recouverts d'une gaze mouillée pliée en quatre. Si le trajet de retour était long ou s'il faisait très sec, la gaze était remouillée en cours de route.

Pour atténuer les secousses dues au mauvais état des pistes, la boîte cubique contenant la cage, à l'aller, et la boîte à tiroirs au retour, étaient tenues dans les bras par un auxiliaire africain.

c) EXÉCUTION DU TEST.

Pour chaque test, nous utilisons dix cônes : quatre étaient posés dans l'une des pièces, trois dans chacune des deux autres, toujours

aux mêmes emplacements numérotés et marqués à la craie. De plus, deux cônes témoins étaient placés dans la première pièce. Ils étaient posés contre le mur comme les autres, mais on glissait une feuille de papier entre eux et le mur.

Les murs des cases n'étant le plus souvent ni plans ni lisses, il fallut coller sous le rebord basal des cônes une bande de plastique spongieux de 8 mm d'épaisseur qui assurait la bonne adaptation du cône au mur. Les rubans adhésifs ne tenant pas sur les murs de terre crue, nous utilisions, pour maintenir les cônes en place, des piquets métalliques de 1,60 à 2 mètres de long environ (c'étaient d'anciens mâts de tentes) terminés par un cercle en fil de fer de même diamètre que la base du cône. Ce cercle en fil de fer était enfilé sur le cône et le maintenait plaqué contre le mur par la pression qu'il exerçait sur le rebord basal sous le poids du piquet posé obliquement.

Chaque cône était bouché avec un tampon de coton.

Nous mettions une quinzaine de moustiques par cône en une ou deux fois.

Pour les introduire, nous utilisions successivement deux aspirateurs en matière plastique, tout au moins en saison des pluies où la buée produite par le souffle de l'opérateur devenait gênante après cinq ou six utilisations successives, en collant les moustiques sur les parois de l'aspirateur.

L'heure était notée à chaque introduction. On notait également la température et l'humidité relative dans l'une des pièces.

Le temps d'exposition était d'une demi-heure.

Pour extraire les moustiques des cônes, nous utilisions des aspirateurs coudés en verre, à raison d'un pour deux cônes, plus un pour les témoins. Nous nous étions en effet aperçus que le passage de quelques moustiques exposés dans un aspirateur suffisait à les contaminer et à augmenter notablement la mortalité dans les lots suivants.

Les moustiques étaient introduits dans les gobelets à raison du contenu d'un cône par gobelet.

d) MISE EN OBSERVATION.

Après retour au laboratoire, les moustiques étaient gardés en pièce climatisée à une température de 26 à 28° C avec une humidité relative de 90 p. 100.

Nous faisons deux lectures : la première six heures et la seconde vingt-quatre heures après la fin du contact.

e) DÉCONTAMINATION DU MATÉRIEL.

Après usage, les cônes étaient lavés à l'alcool absolu, les aspirateurs, les gazes, le tulle moustiquaire et les gobelets au teopol. Ces derniers étaient testés de temps à autre pour voir s'ils n'étaient pas restés contaminés. Ils étaient remplacés de toute façon après huit ou neuf utilisations.

2° Résultats

a) Les taux de mortalité six heures et vingt-quatre heures après la fin de contact sont peu différents. Sur 5.858 moustiques exposés,

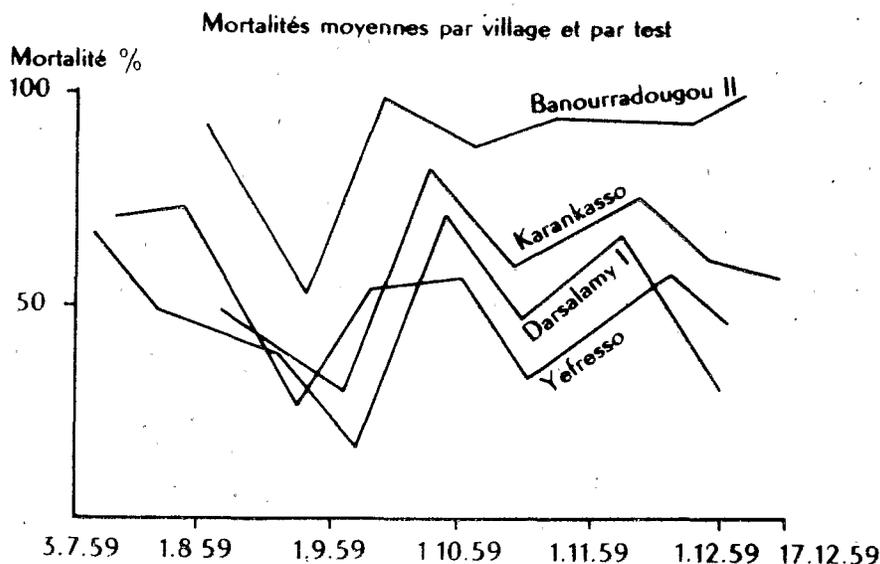
la mortalité est de 63,2 p. 100 au bout de six heures et de 61,5 p. 100 au bout de vingt-quatre heures. La différence de 1,7 p. 100, bien que faible, paraît assez constante (au mois d'octobre, elle était de 2,1 p. 100) et toujours dans le même sens.

b) A deux reprises, nous avons eu l'occasion d'effectuer les tests juste après l'aspersion domiciliaire (deux jours dans un cas, un dans l'autre). La mortalité n'a pas été de 100 p. 100, mais respectivement de 92 et 93 p. 100.

c) L'évolution de la mortalité n'a pu être suivie de bout en bout que dans quatre villages. En ce qui concerne les deux autres, il a fallu pour le premier remplacer l'une des pièces testées dont les murs avaient été recouverts intérieurement par son propriétaire d'un enduit de terre neuf, et dans l'autre, les tests ont d'abord été faits dans deux pièces, ensuite dans trois.

On s'aperçoit que dans les quatre villages les courbes de mortalité (graphiques 1 et 2) ont la même allure générale : fin août, début septembre, une chute brutale des taux de mortalité se produit, suivie dans la deuxième quinzaine de septembre d'une remontée non moins

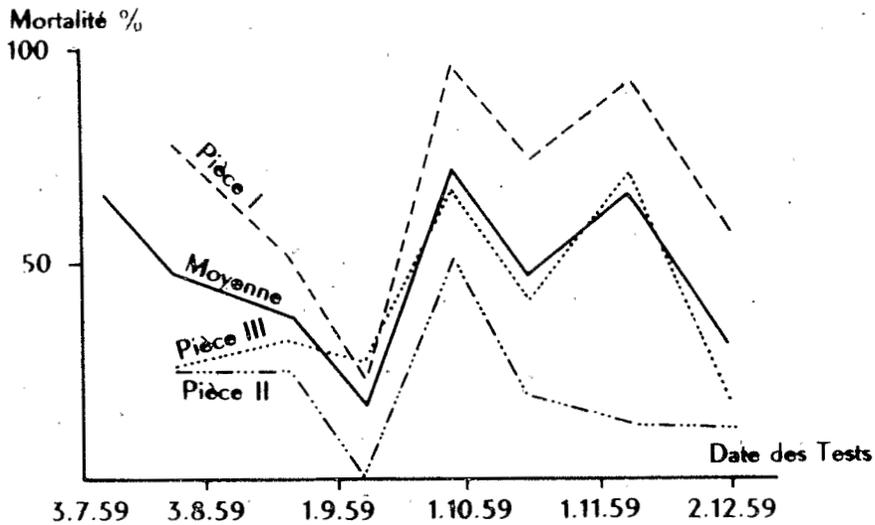
Graphique 1



vive. Ensuite vient en octobre une seconde baisse des taux de mortalité, beaucoup moins importante que la première. En novembre et décembre, les courbes diffèrent d'une pièce à l'autre, mais les courbes moyennes par village montrent encore le même profil.

A quoi sont dues ces variations ?

Nous avons dressé la courbe de pluviométrie de Bobo-Dioulasso de juillet à décembre, semaine par semaine, en totalisant les précipitations quotidiennes. Nous avons, d'autre part, dressé une courbe moyenne de mortalité pour les quatre villages. Pour cela, nous avons



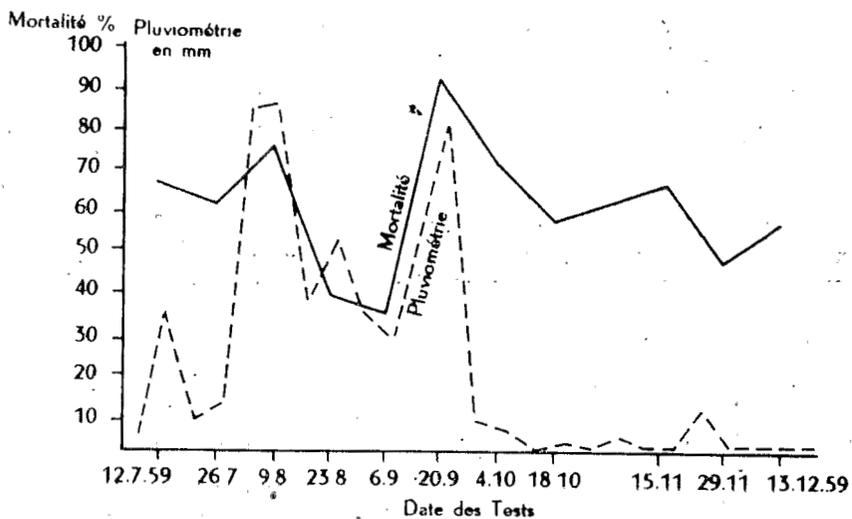
Graphique 2

Mortalités par pièce et par test à Darsalamy I

groupé les résultats des tests par quinzaine et calculé pour chaque quinzaine la moyenne des mortalités pour l'ensemble des quatre villages. Sur le graphique 3, cette moyenne a été portée en abscisse au milieu de la quinzaine considérée. La comparaison des deux courbes suggère une relation entre la pluviométrie et la mortalité. Les mortalités les plus basses correspondent à une baisse de la pluviométrie. BURNETT, en 1957, avait déjà noté cette relation. Mais d'autres facteurs interviennent puisque la mortalité, après une

Graphique 3

Mortalité moyenne par quinzaine pour l'ensemble des quatre villages
et pluviométrie totale par semaine



nouvelle baisse en octobre, se maintient pendant la saison sèche quand les précipitations sont nulles.

d) Il y a des variations importantes d'une pièce à l'autre dans un même village et d'un point à un autre dans une même pièce.

Elles sont dues naturellement aux phénomènes de la sorption liés à la nature physico-chimique du substrat et à la qualité de l'aspersion, mais aussi, et pour une grande part, à la dégradation des murs de terre crue qui s'effritent en vieillissant, entraînant le D.D.T.

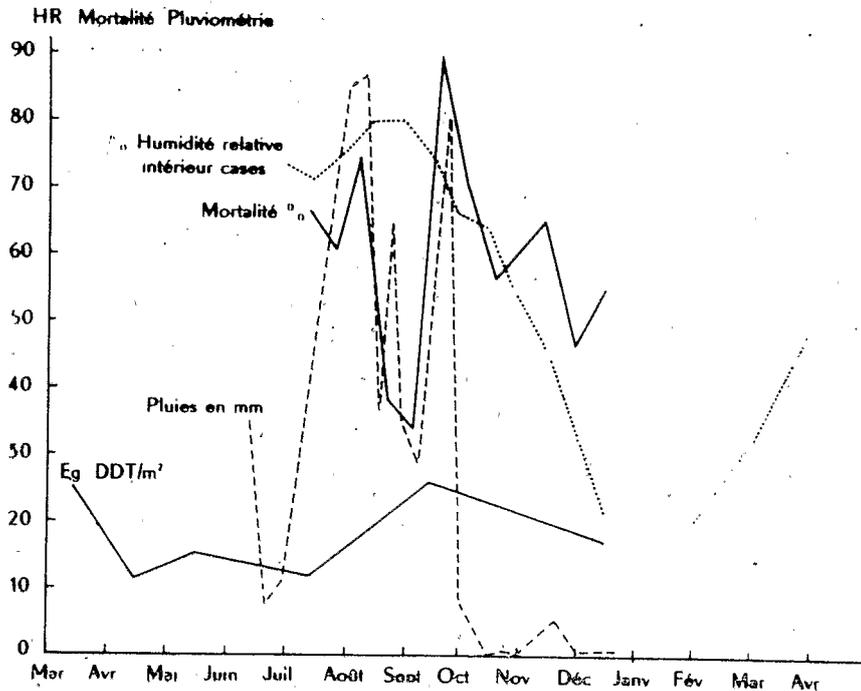
TABLEAU N° 2
RELEVÉ DES MORTALITÉS PAR PIÈCE ET PAR VILLAGE
(Test par test)

DATE DU TEST.	T. °C.	HUMIDITÉ - MORTALITÉ			TRAITE le	MORTALITÉ CORRIGÉE %			MOYEN- NE.
		RE- LATIVE %	TE TE- MOINS %			Pièce I	Pièce II	Pièce III	
Village I YEORESSO									
13- 7-59	27°6	73	25	25-5-	-	-	-	71	
29- 7-59	27°8	72	15	59	49	91	96	73	
24- 8-59	25°2	82	4		8	34	49	27	
11- 9-59	27°4	79	0		12	86	84	54	
2-10-59	29°	69	3		26	78	72	56	
19-10-59	30°2	59	9		0	80	-	38	
20-11-59	30°8	45	5		21	72	92	58	
4-12-59	29°2	32	3		13	48	90	46	
Village BAMOUARADOUGOU I									
20- 7-59	28°	70	5	24-4-	77	69	42	64	
31- 7-59	29°	72	5	59	72	71	44	63	
9- 9-59	29°2	79	5		66	56	27	51	
18- 9-59	26°2	83	3		86	67	14	59	
7-10-59	30°2	59	14		64	59	24	51	
16-11-59	30°1	56	5		31	93(II)	65	59	
23-11-59	29°2	45	6		23	67(II)	40	39	
9-12-59	27°	31	10	24-11- 59	100	100(II)	92	98	
Village BAMOUARADOUGOU II									
3- 8-59	27°	78	8	1-8-59	85	95	95	92	
26- 8-59	25°7	80	5		42	78	40	53	
14- 9-59	25°4	83	14		100	100	98	99	
5-10-59	29°6	78	10		78	100	86	87	
23-10-59	28°7	72	14		84	100	100	94	
25-11-59	29°6	60	24		89	100	95	93	
7-12-59	26°2	43	9	24-11- 59	96	100	100	99	
Village DARSALAMY I									
8- 7-59	25°5	73	0	12-2-59	-	-	-	67	
24- 7-59	26°6	72	8		78	25	26	48	
21- 8-59	25°	80	0		52	25	32	38	
7- 9-59	24°8	84	11		24	0	27	17	
28- 9-59	27°6	77	7		95	51	67	72	
16-10-59	30°4	61	3		74	19	41	47	
9-11-59	29°4	54	9		92	12	70	63	
2-12-59	27°4	37	3		56	11	18	30	
Village DARSALAMY II									
5- 8-59	26°6	75	10	12-2-59	9	-	86	57	
31- 8-59	27°2	77	7		14	-	75	53	
22- 9-59	30°1	68	19		0	-	100	61	
10-10-59	29°	66	17		5	-	95	61	
18-11-59	30°4	48	3		16	27	81	39	
27-11-59	27°6	47	3		7	41	44	30	
15-12-59	25°	21	8		14	10	51	23	
Village KARANASSO.									
7- 8-59	27°6	73	15	28-1-59	61	28	54	49	
4- 9-59	28°	77	12		50	8	24	30	
25- 9-59	27°8	72	14		82	77	87	82	
14-10-59	30°6	57	9		52	49	76	58	
13-11-59	29°4	53	16		74	69	85	75	
30-11-59	26°4	25	7		49	74	55	60	
17-12-59	23°8	15	11		51	73	45	56	

DISCUSSION GÉNÉRALE DES RÉSULTATS

Reprenant les graphiques des deux études précédentes, nous avons dressé un graphique où sont notés, chronologiquement et ensemble, les renseignements les plus importants de ces différents graphiques.

Graphique 4



A - Étude du graphique

— La courbe de la mortalité et celle de la pluviométrie suivent une évolution véritablement parallèle.

— La résurgence du D.D.T. correspond au maximum d'humidité relative. Les courbes sont parallèles.

— Il y a discordance entre les courbes de la mortalité et la pluviométrie d'une part et les courbes de la résurgence du D.D.T. et de l'humidité relative.

Donc :

— La mortalité est maximum au cours des pluies.

— La résurgence du D.D.T. est maximum quand l'humidité relative est très élevée (70 p. 100) à l'intérieur des habitations.

— La saturation en humidité de l'atmosphère est maximum au moment des pluies, mais l'humidité relative extérieure reste élevée entre les pluies en raison de l'imbibition aqueuse du sol et de l'évaporation de cette eau sous l'influence de la chaleur.

Il serait donc absurde de dissocier le facteur pluviométrique du facteur hygrométrique à l'époque de l'année où il pleut.

Nous avons donc constaté que :

1° la résurgence du D.D.T. est en fonction directe de l'importance des pluies qui entraînent une haute humidité relative moyenne.

2° Le taux de mortalité anophélienne suit étroitement la pluviométrie et non pas le facteur hygrométrique qui en est pourtant essentiellement dépendant à la saison des pluies.

B. - Discussion des observations chimiques

De nombreux auteurs ont déjà constaté la relation existant entre la quantité résiduelle de D.D.T. superficiel d'une paroi traitée, et l'importance de l'humidité relative. HADAWAY et BARLOW (14) ont constaté en 1952 que le rythme de disparition des particules d'insecticide de la surface des blocs de boue décroît si l'humidité relative de l'air augmente. Les mêmes auteurs, en 1956 (10), ont confirmé que, au laboratoire, une augmentation de l'humidité peut accroître la disponibilité de l'insecticide à la surface des substrats traités par une suspension aqueuse de cet insecticide.

Ceci vient à l'appui de nos observations.

La quantité superficielle de D.D.T. sur une paroi traitée depuis plusieurs mois augmente, en même temps que l'humidité relative s'élève à un niveau supérieur à 70 p. 100.

L'insecticide, absorbé rapidement à l'intérieur de la paroi traitée après pulvérisation (HADAWAY et BARLOW [14]), réapparaît à la surface de la paroi sous l'influence d'une augmentation d'hygrométrie.

BARLOW et HADAWAY (9) ont observé que lorsque l'insecticide (D.D.T.) a été absorbé, il est concentré immédiatement au-dessous de la surface traitée, mais ensuite, il *diffuse* lentement vers l'intérieur. Il se produit donc un phénomène de sorption puis de diffusion de l'insecticide à l'intérieur des parois traitées. Ce phénomène semble indépendant de la nature du substrat traité. Mais ces observations montrent que ce phénomène est particulièrement net, surtout avec les parois poreuses (banco enduit, banco pur).

BARLOW et HADAWAY (8) ont étudié, en 1951, les caractéristiques en surface des dépôts de D.D.T. pulvérisé en suspension aqueuse sur différents types de substrats : plâtre, verre et bloc de boue : « La disponibilité (availability) des dépôts de suspensions aqueuses de particules d'insecticide est influencée considérablement par le type du matériau sur lequel elles sont appliquées : quand les suspensions aqueuses sont pulvérisées sur des matériaux poreux, tels que boue et plâtre, l'agent mouillant solubilisé pénètre en grande partie dans le matériau et laisse les particules solides librement disponibles à la surface. Sur les matériaux non poreux (verre par exemple), l'agent mouillant solidifié maintient les particules d'insecticide solidement sur le matériau, de telle sorte que celles-ci ne sont plus facilement détachables (par l'insecte qui se pose sur cette surface). »

Les auteurs précités avaient déjà observé ce phénomène vers 1947 (7) ; BUSVINE (12, p. 130) le constate aussi en 1957. Ceci explique

que l'utilisation d'insecticide en solution dans un excipient résineux destiné à rendre non absorbant un matériau poreux, doit aggraver encore en séchant le phénomène constaté avec la solution aqueuse + agent mouillant sur les matériaux non absorbants. Rappelons dès maintenant que l'insecticide n'est actif sur un insecte que dans la mesure où cet insecte peut facilement détacher les particules d'insecticide et les emporter avec lui, pour un insecticide non volatil. Nous étudierons ce phénomène en détail dans la dernière partie de cette étude.

Rapidement, après l'application de suspension aqueuse de D.D.T. la sorption s'installe. HADAWAY et BARLOW (14, p. 307) ont observé que « la plus importante découverte au cours de leurs expériences, du point de vue « contrôle » des vecteurs du paludisme par les pulvérisations d'insecticides sur les parois intérieures des habitations, est la rapide sorption d'insecticides par la boue sèche, spécialement quand le phénomène se produit sur les blocs de boue faits de terre rouge des sols latéritiques utilisés dans la construction des maisons de nombreux pays tropicaux (Uganda, Jamaïque, Nigéria et Inde, et nous ajoutons Haute-Volta). Les dépôts superficiels de suspensions aqueuses disparaissent beaucoup plus rapidement des murs de boue que de tout autre matériau testé, et même les particules de D.D.T. de 10-20 microns qui sont classiquement considérés comme un insecticide de contact à long effet résiduel, ne sont plus visibles au bout de quelques jours à 25°,5 C. »

Ils ont également constaté que « quand les cristaux de D.D.T. et de Dieldrine ne sont pas plus longtemps visibles à la surface des blocs de boue, ils perdent leur toxicité pour les moustiques (*Aedes aegypti*) exposés sur cette surface pendant une longue période de contact ».

Cependant, l'insecticide sorbé reste intact à l'intérieur des blocs de boue et HADAWAY et BARLOW (14, p. 391) ont pu extraire, des blocs de boue traités par une suspension aqueuse d'insecticide (D.D.T. en particulier), 90 p. 100 du D.D.T. originellement pulvérisé sur les blocs.

Il est maintenant établi que la sorption est ralentie par les humidités relatives élevées (HADAWAY et BARLOW, 14) tandis que la diffusion s'accroît avec l'humidité (BUSVINE, 12, p. 144 et rapport O.M.S. [19]) : « Après sorption et diffusion, l'augmentation de l'humidité semble entraîner le retour d'une portion de D.D.T. dans les couches superficielles, ce qui ne se produit pas d'ailleurs avec la Dieldrine et le H.C.H.. »

La diffusion de l'insecticide à l'intérieur des parois où il a été sorbé semble donc le phénomène qui explique la résurgence de l'insecticide à l'extérieur des parois.

Cette diffusion, à l'intérieur d'une paroi à humidité relative égale dans toutes ses parties, doit se faire dans tous les sens. Seule donc une partie de l'insecticide sorbé réapparaît à la surface interne des murs des habitations traitées.

Cependant : le microclimat d'une habitation africaine, et en particulier celles de notre zone, est différent du climat ambiant ou tout au moins les variations climatiques intérieures aux cases ne suivent pas exactement les variations climatiques extérieures. Ceci

s'explique par le fait que ces cases présentent peu d'ouvertures et, surtout en pays Bobo, ont l'apparence de caves ; murs et toits sont en banco ou boue latéritique séchée. Il en résulte que la partie externe des murs de ces cases doit réagir différemment de la partie interne et vice-versa, selon les variations de l'humidité relative à l'intérieur et à l'extérieur des cases.

Ainsi, on pourrait expliquer que l'augmentation de l'humidité relative à l'intérieur des cases, enregistrée après de fortes pluies, persiste plus longtemps qu'à l'extérieur où l'évaporation est plus intense et l'assèchement des parois externes plus rapide que celui des parois internes (vent, soleil). Il en résulterait qu'en saison de fortes pluies où nous avons enregistré le maximum de résurgence du D.D.T., le phénomène de diffusion se produirait en direction de la paroi interne plutôt que vers d'autres directions.

Cette polarisation de la diffusion serait encore plus marquée en fin de saison des pluies, début de saison sèche, ce qui expliquerait un taux de mortalité des anophèles encore élevé à cette période de l'année.

Le fait que la résurgence commence à se manifester par le bas des murs peut s'expliquer par le fait que c'est par la base des murs en contact avec le sol détrempe par les pluies que le phénomène de diffusion commence. La résurgence est finalement moins importante à ce niveau que plus haut, en raison du manque de polarisation de la diffusion causée par une humidité des parois pratiquement aussi importante à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Enfin, BUSVINE (12, p. 144) a constaté que la « quantité totale d'insecticide sorbé diminue quand la température augmente, cet effet étant réversible ».

Un de nos graphiques (n° 4) montre bien que le phénomène de résurgence du D.D.T. est maximum au moment où la température est maximale : à la diminution de sorption par l'augmentation de la température, s'ajoute un maximum de la diffusion de l'insecticide sorbé par l'augmentation de l'humidité relative du substrat où s'est produite la sorption.

En résumé, loin d'avoir un effet défavorable, le phénomène de sorption, particulièrement net dans les matériaux à base de boue, permet la protection de la plus grande partie de l'insecticide. Le phénomène de diffusion et la réapparition du D.D.T. sorbé se produisent au moment le plus favorable, celui où la pullulation anophélienne est la plus intense dans notre région (septembre-octobre).

Cependant, la quantité résiduelle superficielle de D.D.T. encore toxique pour les moustiques est extrêmement faible peu de jours après la pulvérisation. Ce phénomène de sorption est d'autant plus intense que les cristaux de D.D.T. sont plus petits.

Or, nous allons voir dans le paragraphe suivant que la dimension des cristaux d'insecticide, et de D.D.T. en particulier, a une importance primordiale sur l'effet toxique à attendre de ces cristaux à l'égard des moustiques.

C. - Discussion des observations biologiques

Le D.D.T. agit par contact (au contraire de l'effet fumigant du H.C.H. et particulaire de la Dieldrine).

Il a été prouvé (BARLOW et HADAWAY [8] et ALEXANDER et col. [3]) que l'intensité d'action des particules de D.D.T. retenues par les moustiques s'accroît lorsque la taille des particules décroît, et l'adhérence des particules de 0-10 et 10-20 microns est plus grande que celle des particules plus grosses. Les particules de 15 microns et moins adhèrent bien à l'insecte tandis que celles plus grosses se détachent généralement de l'insecte.

M. GRATWICK (13) a observé que « tandis que le ramassage des particules d'insecticides se trouve être le plus élevé pour les grands insectes, les insectes plus petits ramassent davantage de particules par unité de poids corporel à chaque pas. Ce sont les segments tarsaux des pattes qui collectent les particules et les mouvements des pattes contaminent progressivement le corps entier de l'insecte. Sa conclusion est qu'un traitement insecticide est probablement moins efficace sur les insectes possédant des tarsi pourvus de soie que sur ceux en ayant peu, et plus efficace sur les insectes qui se nettoient fréquemment (avec les pattes) que ceux qui le font rarement. L'effet du nettoyage par les insectes qui sont particulièrement soyeux doit contrecarrer une certaine protection apportée par ces soies. »

LEWIS et HUGUES (15) font des observations comparables et insistent sur l'influence de la « Lipoid solubility » (une propriété fondamentale des insecticides de contact sur l'adhérence des particules sèches d'insecticide, sur les surfaces lipophiles de l'insecte et le feuillet cuticulaire (and leaf cuticle).

Ils considèrent que les mouvements de nettoyage des pattes d'insectes doivent grandement faciliter l'action toxique d'un dépôt d'insecticide.

Or, l'anophèle est un insecte dont les mouvements sur une paroi où il s'est posé sont très limités, aussi bien en ce qui concerne sa progression sur la paroi que ses mouvements de nettoyage. Les anophèles ne sont pas par ailleurs très vclus.

Il faut donc, pour qu'une surface traitée aux insecticides ait un effet toxique sur eux, que cette surface soit :

- 1° Recouverte de fins cristaux d'insecticide (10-20 microns) ;
- 2° Que ces cristaux soient suffisamment rapprochés pour qu'un anophèle se posant ait une possibilité d'entrer en contact avec au moins l'un d'entre eux ;
- 3° Que ces cristaux soient facilement détachables de la paroi par l'insecte et que, grâce à leur finesse, ils adhèrent mieux à l'insecte que des cristaux plus lourds ou plus volumineux.

Or, après une aspersion de suspension aqueuse de D.D.T. sur une paroi de boue poreuse, seuls persistent en surface les gros cristaux. Les fins cristaux sont sorbés.

Lorsque la diffusion se produit, ce sont les fins cristaux qui réapparaissent à la surface du substrat, et cela explique l'augmentation de la toxicité du dépôt insecticide quand le phénomène de diffusion est maximum.

Mais HADAWAY et BARLOW (14) ont remarqué que plus la taille des particules est grande, plus la rémanence de l'insecticide est forte. Dès les semaines ou les premiers mois qui suivent une pulvérisation, nous avons vu qu'on ne trouve plus en surface des parois traitées que les gros cristaux d'insecticide. Ces gros cristaux ne sont pas aussi toxiques pour les petits insectes que les petits cristaux. Il n'empêche que ce sont eux qui agissent à ce moment-là.

Dans ces conditions, il est évident que la composition de l'insecticide utilisé a une importance primordiale.

Un insecticide de contact (D.D.T.) dont la préparation ne contient que de fins cristaux sera entièrement sorbé par les parois de boue poreuse. Donc, aucun ou très faible effet toxique pour les insectes peu de temps après la pulvérisation. Mais excellente toxicité quand la diffusion se produira à l'intérieur de la masse de boue.

Par contre, un D.D.T. riche en gros cristaux sera plus difficilement sorbé et sa faiblesse d'action immédiate, due à la grosseur de ces cristaux, ne sera pas compensée par une résurgence tardive de la faible portion sorbée. En outre, l'érosion mécanique des parois friables de boue séchée doit éliminer une grande partie de ces grosses particules.

Mais, pendant quelques mois, ce D.D.T. riche en grosses particules aura un effet de contact, grâce au nombre superficiel des particules, supérieur à celui d'un D.D.T. pauvre en grosses particules.

Ceci doit pouvoir expliquer les discordances que l'on peut enregistrer au cours d'expériences pourtant analogues sur l'effet toxique résiduel des pulvérisations de suspensions aqueuses d'insecticides, selon que l'on a utilisé un insecticide plus ou moins riche en fines et grosses particules.

Quant à la discordance enregistrée dans notre expérimentation entre la courbe de mortalité et la courbe de l'humidité relative à l'intérieur des cases testées, à l'époque des fortes chutes de pluies, nous proposons l'explication suivante : on peut penser que des chutes de pluies importantes provoquent rapidement une remontée de l'eau du bas des murs vers le haut et de l'intérieur des murs vers la surface, entraînant rapidement un apport superficiel de *fines particules*, importantes surtout pour le test biologique.

Toute diminution temporaire de l'humidité des murs entraînant à nouveau leur sorption et une baisse subite de la toxicité de la paroi traitée pour l'anophèle, il faut donc une véritable saturation en humidité des parois traitées pour que le phénomène de diffusion ait un effet maximum. Cette saturation est très transitoire immédiatement après une chute de pluie : les très fins cristaux d'insecticide s'extériorisant à ce moment-là sont difficilement captables par le papier revêtu d'enduit siliconé, car ils sont concentrés essentiellement au fond des cratères de la surface rugueuse du banco.

Ainsi, la courbe de résurgence de D.D.T. ne donne qu'une notion de la moyenne générale de l'importance de cette résurgence, et les poussées transitoires correspondant aux chutes de pluie n'ont pu être enregistrées.

RESUME

Les auteurs ont étudié parallèlement et dans les mêmes conditions, la rémanence chimique du D.D.T. pulvérisé sous forme de suspension aqueuse sur différents types de substrats et les fluctuations de sa toxicité résiduelle sur les anophèles mis en contact avec ces parois traitées au cours des mois suivant la pulvérisation.

Ces expérimentations ont eu lieu dans quatre villages de la zone pilote anti-paludique de Bobo-Dioulasso, où sont pratiquées, depuis 1953, des aspersions domiciliaires d'insecticides à effet rémanent.

Les phénomènes de sorption et de diffusion de l'insecticide sont étudiés comparativement aux renseignements déjà fournis par d'autres auteurs. Le phénomène de polarisation de la diffusion sous l'influence des variations hygrométriques, à la fois à l'intérieur des substrats dont une surface a reçu une pulvérisation d'une suspension aqueuse de D.D.T., et à l'extérieur de ces substrats, permet d'apporter une explication aux constatations enregistrées. Il a été constaté qu'à une haute humidité relative correspond une résurgence manifeste, en surface des substrats traités, de l'insecticide sorbé. Cette résurgence est surtout nette quand le substrat est composé de boue latéritique séchée. Elle entraîne une augmentation de la mortalité des anophèles mis en contact avec ces parois, ce qui est logique, d'autant que le D.D.T. « résurgi » est constitué de fins cristaux de produit actif, dont on sait qu'ils sont particulièrement efficaces sur les petits insectes comme les anophèles.

La mortalité des anophèles est maximum à l'occasion des chutes de pluies, mais diminue considérablement dans l'intervalle de ces pluies, alors qu'aucune variation n'est enregistrée dans le phénomène de résurgence de D.D.T. et malgré le maintien entre les chutes de pluies d'une humidité relative atmosphérique élevée. Une explication de cette anomalie apparente est donnée.

Qu'il nous soit permis de remercier M. HAMON, Chef du Laboratoire d'Entomologie Médicale du Centre Muraz, à Bobo-Dioulasso, pour l'importante documentation qu'il a bien voulu nous donner.

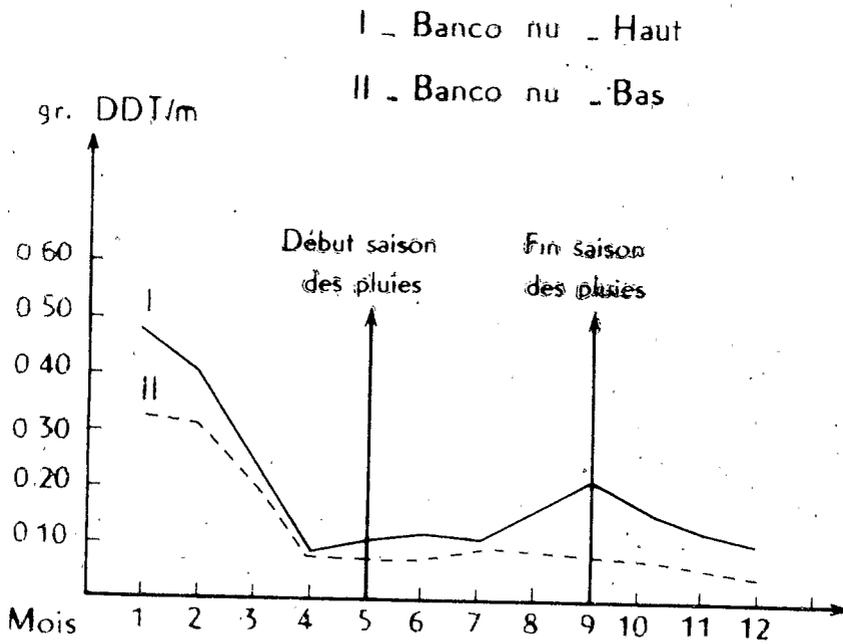
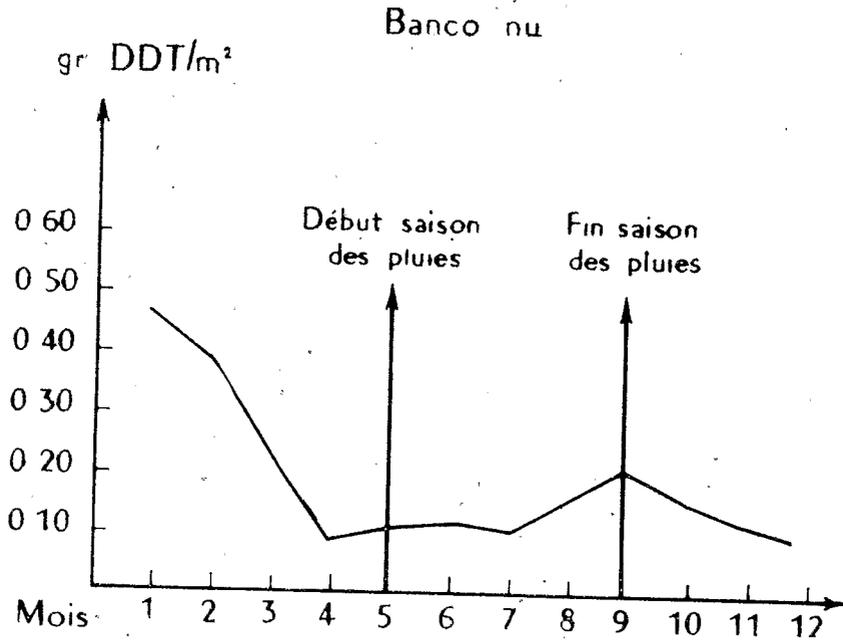
*Travail du Centre Muraz,
Bobo-Dioulasso (Haute-Volta).*

BIBLIOGRAPHIE

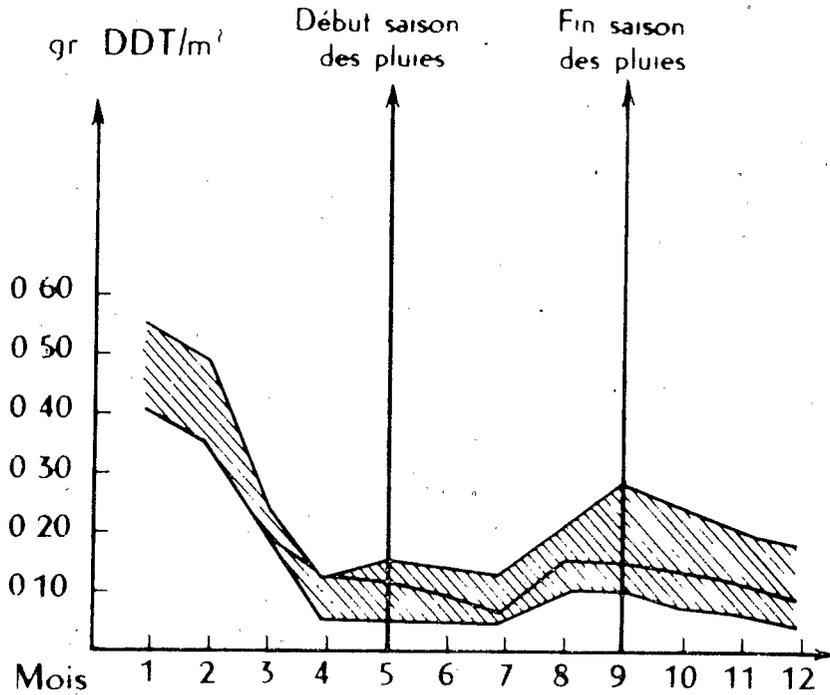
- 1 — ALESSANDRINI (M.E.). — Dosage du D.D.T. résiduel. D'une méthode rapide pour déceler et doser de petites quantités de D.D.T. sur les surfaces traitées. — *Bull. World Health Org.*, 2 (4), pp. 669-676, 1950.
- 2 — ALESSANDRINI (M.E.). — Nouvelle méthode de prélèvement du D.D.T. ou d'autres insecticides sur des surfaces traitées. — *Bull. World Health Org.*, 13 (6), pp. 999-1002, 1955.
- 3 — ALEXANDER (P.), KIKCHENER (J.A.) et BRISCOE (H.V.A.). — *Ann. Appl. Biol.*, 31, pp. 150-156, 1944.
- 4 — ARMSTRONG (J.A.). — Epreuve biologique des dépôts d'insecticides sur les murs et interprétation des résultats. — *Doc. O.M.S., Afr. - Symp. Pest - 9*, 1952.
- 5 — ARMSTRONG (J.A.) et BRANSBY-WILLIAMS (W.R.). — Rapport sur l'utilisation du nécessaire O.M.S. d'épreuve de moustiques adultes pour l'essai biologique de dépôts d'insecticides sur des surfaces murales. — *Doc. O.M.S., Com. Exp. Insect.*, n° 10, Add. I, 1959.
- 6 — BARLOW (F.). — A method for removing insecticide residues of wettable powders from sprayed surfaces. — *Bull. World Health Org.*, 12 (3), pp. 359-364, 1955.
- 7 — BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.). — Preliminary notes on the loss of D.D.T. and Gammexane by absorption. — *Bull. Ent. Res.*, 38, part. 2, août 1947.
- 8 — BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.). — Studies on aqueous suspensions of insecticides. - Part. II. - Quantitative determination of weights of D.D.T. picked up retained. — *Bull. Ent. Res.*, 42, pp. 769-777, 1951.
- 9 — BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.). — Studies on aqueous suspensions of insecticides. - Part. V. — The sorption of insecticides by soils. — *Bull. Ent. Res.*, 46, pp. 547-559, 1955.

- 10 — BARLOW (F.) et HADAWAY (A.B.). — Effect of changes in humidity on the toxicity and distribution of insecticides sorbed by some dried soils. — *Nature*, London, 178 (4545), pp. 1299-1300, 1956.
- 11 — BURNETT (G.F.). — Trials of residuel insecticides against anophelines in African type huts. — *Bull. Ent. Res.*, 48, pp. 631-668, 1957.
- 12 — BUSVINE (J.R.). — A critical review of the techniques for testing insecticides. — Commonwealth Institute of Entomology, 1957, London.
- 13 — GRATWICK (M.). — The contamination of insects of different species exposed to dust deposits. — *Bull. Ent. Res.*, 48, pp. 741-755, 1957.
- 14 — HADAWAY (A.B.) et BARLOW (F.). — Studies on aqueous suspensions of insecticides. - Part. III - Factors affecting the persistance of some synthetic insecticides. — *Bull. Ent. Res.*, 43, pp. 281-311, 1952.
- 15 — LEWIS (C.T.) et HUGUES (J.C.). — The uptake of contact insecticides. - II. The contamination of flies exposed to particulate deposits. — *Bull. Ent. Res.*, 48, pp. 755-768, 1957.
- 16 — LONGBRIDGE (D.M.). — Org. Mond. Santé W.H.O. - Mal. - 155. Lagos. Conf., 27, 15 février 1956.
- 17 — MAIER (J.), RENDTORFF (R.C.) et SUAREZ (M.). — The duration of residual effect of D.D.T. sprays on building materials used in rural Venezuela. — *Am. J. Trop. Med.*, 28 (6), pp. 889-94, 1948.
- 18 — RICHARD (C.). — Application de la méthode ALESSANDRINI, modifiée par LANZING, à l'évaluation de très faibles quantités de D.D.T. — *Bull. World Health Org.*, 9 (6), pp. 813-820, 1953.
- 19 — Rapport préliminaire sur la Réunion technique sur les insecticides (Symposium sur les pesticides) tenue à Brazzaville, du 9 au 13 novembre 1959. Tiré à part dactylographié.

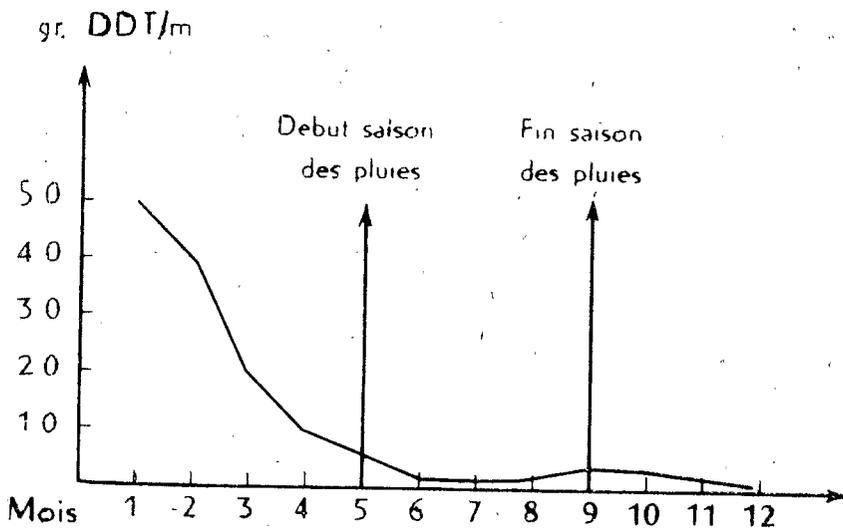
Voir schémas à la suite.

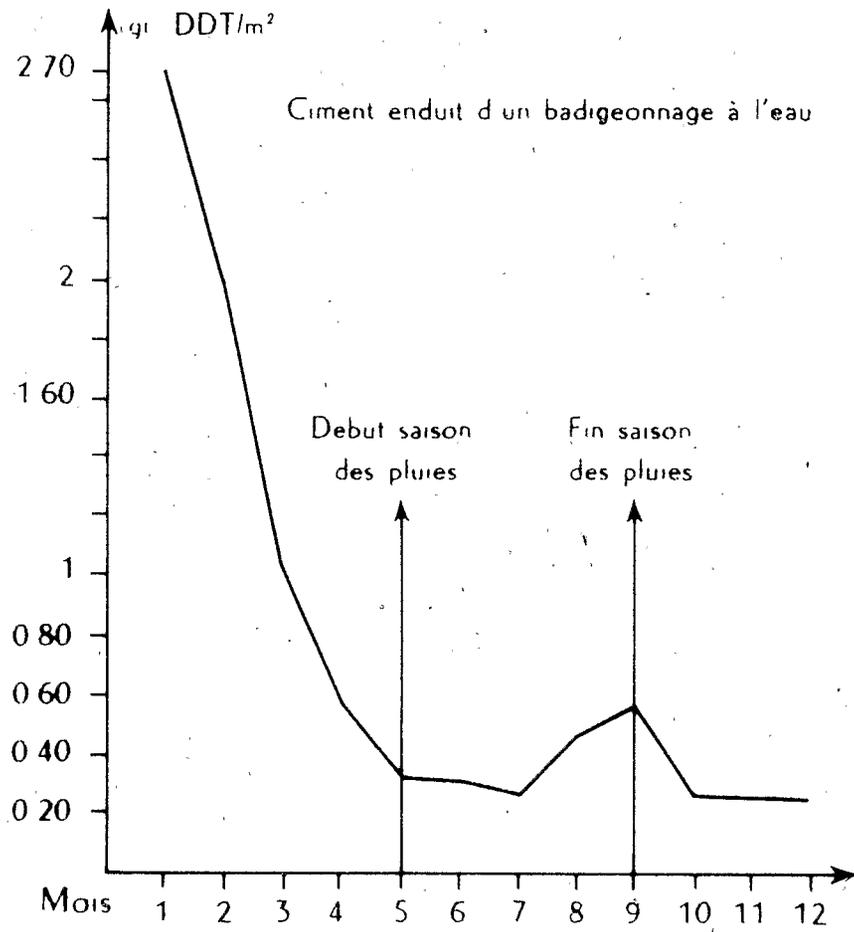


Banco nu

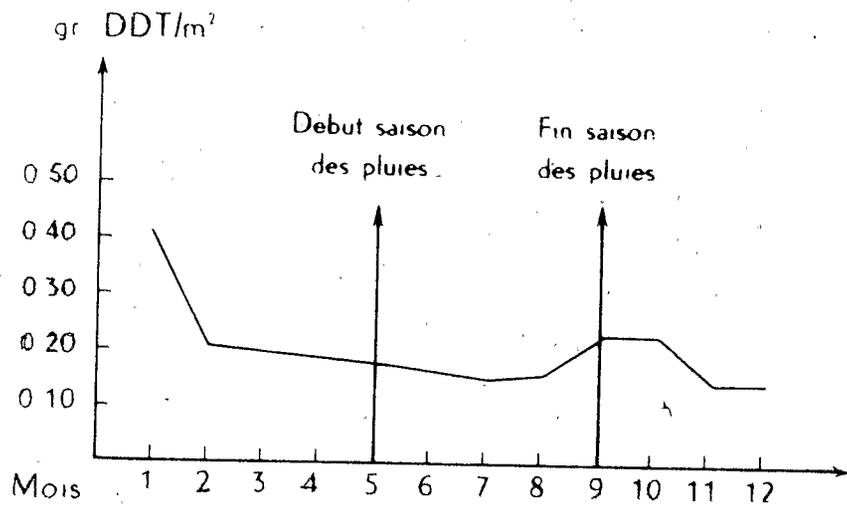


Banco enduit





Parties en bois dans les cases



Paroi en ciment exposée au soleil

