

APPRÉCIATION EN LABORATOIRE DE L'ACTIVITÉ DES INSECTICIDES A L'ÉGARD DU CRIQUET MIGRATEUR

par

J. GRY

Maître de Recherches Principal
Chef de Laboratoire de Phytopharmacie (IRAT)

J. COQUARD et G. COQUARD

Techniciens à la Division de Défense des Cultures
(IRAT)

A la demande de l'Organisation Internationale Contre le Criquet Migrateur Africain (OICMA) et de l'Organisation Commune de Lutte Antiacridienne (OCLA) et grâce aux subventions accordées par l'un et l'autre de ces organismes, la Division de Défense des Cultures de l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT) a entrepris, de 1963 à 1965, en son laboratoire de phytopharmacie de Nogent-sur-Marne, le contrôle biologique de la persistance d'efficacité de certains stocks de produits destinés à la lutte antiacridienne après plusieurs années de conservation en Afrique, ainsi que la recherche de nouveaux produits utilisables contre le criquet migrateur.

L'équipement nécessaire de laboratoire, ainsi que les techniques d'élevage et de tests insecticides employées ont été décrits dans le numéro 12 de *l'Agronomie Tropicale* de décembre 1963, pages 1307-1317.

Le présent article indique la méthode statistique (première partie) appliquée pour l'évaluation de l'activité insecticide des produits soumis aux contrôles, évaluation considérablement facilitée par la technique de calcul mécanographique mise au point par M. VAN DEN DRIESSCHE, Biométricien de l'ORSTOM, et il rend compte des résultats obtenus au contrôle des stocks des produits classiques après des durées de trois à cinq ans de conservation en Afrique (deuxième partie) et dans la recherche de nouveaux produits utilisables en lutte antiacridienne (troisième partie).

I

ÉTUDE DE LA SENSIBILITÉ DES ACRIDIENS AUX INSECTICIDES ET MÉTHODE EMPLOYÉE POUR L'ÉVALUATION DES POSSIBILITÉS D'UTILISATION DES PRODUITS EN LUTTE ANTIACRIDIENNE

DEFINITION DE LA SENSIBILITE AUX INSECTICIDES

On dit qu'un insecte est sensible à un insecticide donné s'il suffit, pour provoquer sa mort, d'administrer à l'insecte une faible quantité (ou dose) de cet insecticide. Si un autre insecte à qui est administrée la même dose d'insecticide ne meurt pas, on dit qu'il « tolère » cette quantité d'insecticide et qu'il est moins sensible à l'insecticide que le premier insecte.

DEFINITION DU SEUIL DE TOXICITE OU DE LA TOLERANCE

Pour tout insecte, un insecticide donné n'entraîne la mort de cet insecte que s'il lui est administré en quantité suffisante; pour un insecte donné, il existe une quantité de cet insecticide telle que, si la dose de l'insecticide qui lui est administrée atteint ou dépasse cette quantité, l'insecte meurt, et telle que, si la dose qui lui est administrée est inférieure à cette dose, l'insecte

« tolère » l'insecticide et ne meurt pas; on appelle souvent « seuil de toxicité » ou tolérance la valeur de cette dose limite à partir et au-dessus de laquelle l'insecticide se montre toxique pour l'insecte et au-dessous de laquelle l'insecticide est toléré et n'entraîne pas la mort de l'insecte.

DISTRIBUTION DES SENSIBILITES

Chez les espèces d'acridiens que nous avons à combattre, cette tolérance est loin d'avoir, pour une population donnée, la même valeur pour tous les individus de cette population; en général, elle varie au contraire d'un individu à l'autre entre d'assez larges limites, c'est-à-dire qu'à l'égard d'un insecticide donné, certains insectes de la population se montreront très sensibles, ne tolérant que de très faibles doses de cet insecticide, tandis que d'autres seront beaucoup moins sensibles et toléreront des doses nettement plus élevées.

EXEMPLE DE DISTRIBUTION DES SENSIBILITES

Sensibilités des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. à la Dieldrine en intoxication par contact (élevage IRAT à Nogent-sur-Marne).

C'est ainsi que les essais de Dieldrine en traitement par contact effectués à Nogent-sur-Marne au Laboratoire de Phytopharmacie de l'IRAT montrent qu'en moyenne, sur 1.000 individus adultes d'une population de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. élevée en insectarium dans des conditions bien déterminées, 5 sauterelles sont sensibles à des doses égales ou inférieures à 1,5 microgramme de matière active de la Dieldrine par gramme de leur poids; 29 sauterelles sur 1.000 ont un seuil de toxicité de l'ordre de 2 microgrammes de Dieldrine par gramme de leur corps ou, plus précisément, compris entre 1,5 et 2,5 microgrammes/gramme, c'est-à-dire que l'insecticide tue ces 29 sauterelles si la dose qui leur est administrée atteint ou dépasse 2,5 microgrammes par gramme de leur poids; ces 29 sauterelles « tolèrent » l'insecticide s'il leur est administré à une dose inférieure à 1,5 microgramme par gramme du poids de leur corps.

Dans la même population, il y a une proportion de 61 pour 1.000 d'insectes un peu moins sensibles que les précédents dont le seuil de toxicité est compris entre 2,5 et 3,5 microgrammes par gramme, une proportion de 84 pour 1.000 d'insectes encore moins sensibles dont le seuil de toxicité est compris entre 3,5 et 4,5 microgrammes/gramme et on notera les proportions suivantes de *Locusta* adultes ayant des sensibilités de plus en plus faibles (en microgrammes/gramme) :

95 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	4,5	et	5,5
95 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	5,5	et	6,5
89 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	6,5	et	7,5
80 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	7,5	et	8,5
70 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	8,5	et	9,5
60 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	9,5	et	10,5
50 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	10,5	et	11,5
42 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	11,5	et	12,5
35 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	12,5	et	13,5
30 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	13,5	et	14,5
25 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	14,5	et	15,5
21 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	15,5	et	16,5
18 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	16,5	et	17,5
16 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	17,5	et	18,5
14 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	18,5	et	19,5
12 sauterelles dont la tolérance est comprise entre	19,5	et	20,5

Le dénombrement des différents effectifs de *Locusta* adultes dont les tolérances à la Dieldrine se répartissent entre les intervalles successifs de doses est reporté de façon complète sous forme de pourcentages dans le tableau I.

TABLEAU I

Sensibilité des adultes
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
à l'égard de la Dieldrine en traitement par contact

Intervalles de doses exprimées en microgrammes de matière active par gramme d'insecte	Pourcentage de <i>Locusta</i> adultes dont les tolérances sont comprises entre les limites des intervalles successifs de doses (%)
0,5 - 1,5	0,50
1,5 - 2,5	2,90
2,5 - 3,5	6,10
3,5 - 4,5	8,40
4,5 - 5,5	9,50
5,5 - 6,5	9,50
6,5 - 7,5	8,90
7,5 - 8,5	8,00
8,5 - 9,5	7,00
9,5 - 10,5	6,00
10,5 - 11,5	5,00
11,5 - 12,5	4,20
12,5 - 13,5	3,50
13,5 - 14,5	3,00
14,5 - 15,5	2,50
15,5 - 16,5	2,10
16,5 - 17,5	1,80
17,5 - 18,5	1,60
18,5 - 19,5	1,40
19,5 - 20,5	1,20
20,5 - 21,5	1,00
21,5 - 22,5	0,80
22,5 - 23,5	0,67
23,5 - 24,5	0,57
24,5 - 25,5	0,47
25,5 - 26,5	0,42
26,5 - 27,5	0,37
27,5 - 28,5	0,32
28,5 - 29,5	0,27
29,5 - 30,5	0,23
30,5 - 31,5	0,21
31,5 - 32,5	0,19
32,5 - 33,5	0,17
33,5 - 34,5	0,15
34,5 - 35,5	0,13

REPRESENTATION GRAPHIQUE DE LA DISTRIBUTION DES SENSIBILITES AUX INSECTICIDES SUR L'ECHELLE NATURELLE

La proportion de *Locusta* adultes dont la tolérance à l'égard de la Dieldrine en toxicité de contact est comprise dans un certain intervalle de doses, par exemple entre 5,5 et 6,5 microgrammes de matière active par gramme d'insecte, peut se représenter graphiquement par l'aire hachurée d'un rectangle ABCD dont un côté AB est construit sur un axe des abscisses sur lesquels sont portées les valeurs des doses de l'insecticide. Le côté AB du rectangle est délimité sur cet axe des abscisses par les deux valeurs 5,5 et 6,5 microgrammes/gramme. Les deux autres côtés, AD et BC, sont constitués par l'une et l'autre des ordonnées élevées en l'un et l'autre des points A et B sur une hauteur égale à la valeur 9,5 du pourcentage des insectes dont la tolérance se situe entre 5,5 et 6,5 microgrammes par gramme (voir tableau I et figure 1).

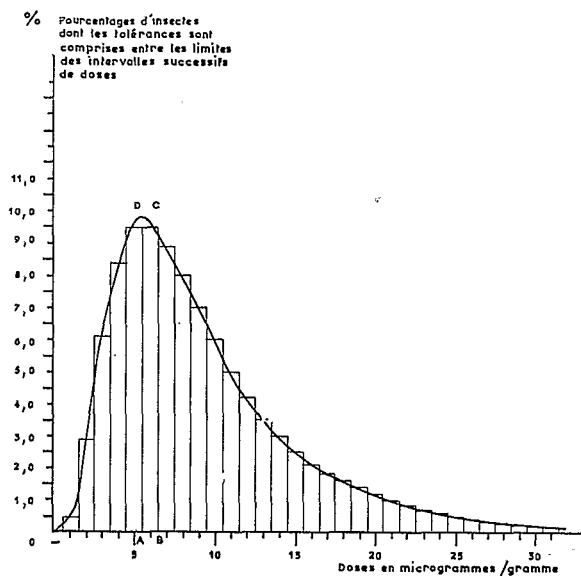


FIGURE 1

Courbe de distribution des tolérances à l'échelle naturelle des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. à l'égard de la Dieldrine en toxicité de contact

On peut représenter de la même façon par des aires hachurées de rectangles les différentes proportions de *Locusta* adultes dont les tolérances sont comprises respectivement entre les intervalles successifs de doses exprimées en microgrammes/gramme : 0,5-1,5, 1,5-2,5, 2,5-3,5, 3,5-4,5, 4,5-5,5, 5,5-6,5, 6,5-7,5, 7,5-8,5, 8,5-9,5, 9,5-10,5, etc.

On peut considérer comme courbe représentative des sensibilités (ou courbe de distribution des tolérances) des *Locusta* adultes à l'égard de la Dieldrine la courbe qui passe par le milieu du côté supérieur des rectangles (voir fig. 1).

REPRESENTATION DE LA DISTRIBUTION DES SENSIBILITES PAR UNE COURBE NORMALE

Lorsque l'on effectue, à la suite d'essais d'insecticides sur acridiens, la représentation graphique de la distribution des tolérances en portant successivement en abscisses les valeurs croissantes réelles

des doses exprimées en microgrammes de matière active par gramme d'insecte et en ordonnées les fréquences exprimées en pourcentages des tolérances correspondant aux intervalles délimités par deux doses successives, on constate que les courbes obtenues sont tout à fait dissymétriques ; la figure 1 qui représente la distribution des tolérances à la Dieldrine en toxicité de contact pour les *Locusta* adultes montre un exemple d'une telle dissymétrie.

Il se trouve que par un changement d'échelle des mesures des doses portées en abscisses, changement qui consiste à porter en abscisses non pas les valeurs des doses exprimées en microgrammes du produit par gramme d'insecte, mais les logarithmes de ces doses, on obtient une courbe symétrique.

Le tableau II porte en deuxième colonne les valeurs des logarithmes de toute la suite des doses ; à chacune des doses, sur la même ligne, en troisième colonne du tableau II, correspond une valeur qui est celle du pourcentage d'insectes pour lesquels les seuils de toxicité se trouvent dans l'intervalle compris entre la dose et la dose inférieure d'un microgramme, intervalle qui est indiqué en quatrième colonne.

La figure 2 représente la courbe construite en portant en abscisses chacun des logarithmes des doses successives et en ordonnées le pourcentage d'acridiens tolérants qui figure sur la même ligne à la droite des logarithmes.

La courbe obtenue est une courbe symétrique « en cloche » dite courbe de GAUSS, caractéristique d'une distribution normale.

REPRESENTATION GRAPHIQUE DES MORTALITES CUMULEES

L'administration d'une dose quelconque d'un insecticide à une population d'acridiens provoque la mort de tous les acridiens dont la tolérance à l'égard de cet insecticide est inférieure à cette dose.

C'est ainsi que l'administration en traitement par contact d'une dose de 1,5 microgramme de Dieldrine par gramme d'insecte à un lot suffisamment important d'insectes adultes provenant de l'élevage de *Locusta* dont la distribution est celle du tableau I, provoque 0,5 % de mortalité dans ce lot puisqu'il comporte une proportion de 0,5 % d'acridiens qui sont sensibles à des doses inférieures ou égales à 1,5 microgramme par insecte.

TABLEAU II

DISTRIBUTION DES SENSIBILITÉS À L'ÉGARD DE LA DIELDRINE EN TOXICITÉ DE CONTACT
CHEZ LES ADULTES DE *Locusta migratorioides* R. et F.

Transformation logarithmes de l'échelle des abscisses		Fréquence des tolérances	
Valeur des doses exprimées en microgrammes/gramme	Logarithmes décimaux des doses	Pourcentages d'acridiens dont la tolérance est comprise entre les valeurs des doses indiquées ci-contre en quatrième colonne	Intervalle des doses entre lesquelles se situent les seuils de toxicité
1,5	0,176	0,50	0 - 1,5
2,5	0,398	0,90	1,5 - 2,5
3,5	0,544	6,10	2,5 - 3,5
4,5	0,653	8,40	3,5 - 4,5
5,5	0,740	9,50	4,5 - 5,5
6,5	0,813	9,50	5,5 - 6,5
7,5	0,875	8,90	6,5 - 7,5
8,5	0,929	8,00	7,5 - 8,5
9,5	0,977	7,00	8,5 - 9,5
10,5	1,020	6,00	9,5 - 10,5
11,5	1,060	5,00	10,5 - 11,5
12,5	1,097	4,20	11,5 - 12,5
13,5	1,130	3,50	12,5 - 13,5
14,5	1,160	3,00	13,5 - 14,5
15,5	1,190	2,50	14,5 - 15,5
16,5	1,217	2,10	15,5 - 16,5
17,5	1,243	1,80	16,5 - 17,5
18,5	1,267	1,60	17,5 - 18,5
19,5	1,290	1,40	18,5 - 19,5
20,5	1,312	1,20	19,5 - 20,5
21,5	1,333	1,00	20,5 - 21,5
22,5	1,352	0,80	21,5 - 22,5
23,5	1,371	0,67	22,5 - 23,5
24,5	1,389	0,57	23,5 - 24,5
25,5	1,407	0,47	24,5 - 25,5
26,5	1,423	0,42	25,5 - 26,5
27,5	1,439	0,37	26,5 - 27,5
28,5	1,456	0,32	27,5 - 28,5
29,5	1,470	0,27	28,5 - 29,5
30,5	1,484	0,23	29,5 - 30,5
31,5	1,498	0,21	30,5 - 31,5
32,5	1,512	0,19	31,5 - 32,5
33,5	1,525	0,17	32,5 - 33,5
34,5	1,538	0,15	33,5 - 34,5
35,5	1,550	0,13	34,5 - 35,5

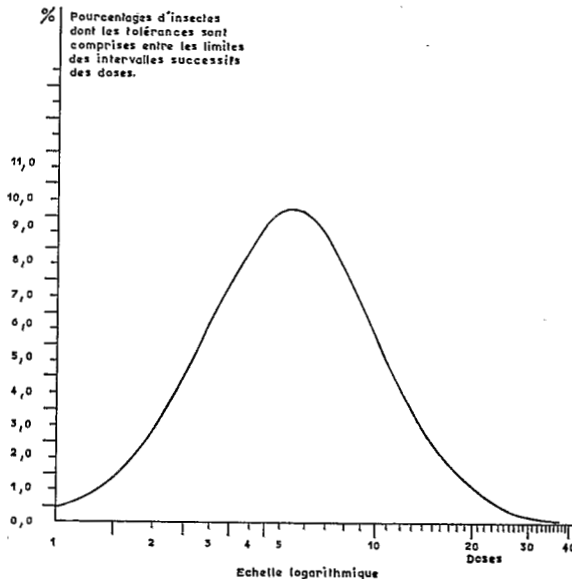


FIGURE 2

Courbe de distribution normale des tolérances après transformation logarithmique de l'échelle des doses pour adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. à l'égard de la Dieldrine en toxicité de contact

Le pourcentage d'insectes adultes qui, dans un un autre lot suffisamment important d'acridiens provenant du même élevage de *Locusta*, sera tué par une dose de 2,5 microgrammes de Dieldrine par gramme d'insecte en traitement de contact,

comprendra le pourcentage de 0,5 % des insectes dont le seuil de toxicité est compris entre 0 et 1,5 microgramme additionné du pourcentage de 2,9 % des acridiens dont le seuil de toxicité est compris entre 1,5 et 2,5 microgrammes/gramme, soit un pourcentage de $0,5\% + 2,9\% = 3,4\%$ d'acridiens tués par une dose de 2,5 microgrammes/gramme.

Le pourcentage total d'acridiens intoxiqués par une dose de 3,5 microgrammes/gramme est le total des pourcentages des insectes dont les tolérances sont comprises dans les intervalles de doses de 0 à 1,5 microgramme/gramme, de 1,5 à 2,5 microgrammes/gramme et de 2,5 à 3,5 microgrammes/gramme, c'est-à-dire : $0,5\% + 2,9\% + 6,1\% = 9,5\%$.

Dans le tableau III, en regard des doses ou seuils de toxicité qui, dans une première colonne, se succèdent à intervalles d'un microgramme par gramme, inscrivons dans une deuxième colonne les logarithmes de ces doses; dans une troisième colonne, inscrivons les mortalités qu'entraînerait l'administration de ces doses, c'est-à-dire les totaux des fréquences des tolérances pour l'ensemble des intervalles des doses situées en-dessous de ces seuils de toxicité ou « fréquences cumulées » :

0,5 % pour 1,5 microgramme/gramme;
 $0,5\% + 2,9\% = 3,4\%$ pour 2,5 microgramme/gramme;
 $0,5\% + 2,9\% + 6,1\% = 9,5\%$ pour 3,5 microgrammes/gramme;
 $0,5\% + 2,9\% + 6,1\% + 8,4\% = 17,9\%$ pour 4,5 microgrammes/gramme;
 $0,5\% + 2,9\% + 6,1\% + 8,4\% + 9,5\% = 27,4\%$ pour 5,5 microgrammes/gramme, etc.

Si l'on veut représenter graphiquement ces pourcentages d'insectes dont les tolérances se montrent inférieures aux doses successives en portant en abscisses les valeurs de ces doses exprimées en microgrammes par gramme de la première colonne du tableau III et en ordonnées les mortalités cumulées correspondantes, c'est-à-dire les précédents pourcentages de 0,5 %, 3,4 %, 9,5 %, 17,9 %, 27,4 %, etc., reportés en troisième colonne du tableau III, on obtient une courbe sigmoïde représentée en figure 3 qui dérive de la courbe dissymétrique de distribution des tolérances à l'échelle « naturelle » de la figure 1.

Si, au lieu de porter en abscisses les mesures des doses exprimées en microgrammes/gramme, on porte en abscisses les logarithmes des valeurs de ces doses indiquées dans la deuxième colonne du tableau III et si l'on mesure comme précédemment les ordonnées en pourcentages cumulés des mortalités (troisième colonne du tableau III) on obtient, dérivant de la courbe symétrique en cloche de GAUSS, une courbe sigmoïde normale (figure 4).

TABLEAU III
DISTRIBUTION DES FRÉQUENCES CUMULÉES DES TOLÉRANCES À L'ÉGARD DE LA DIELDRINE EN TOXICITÉ DE CONTACT
CHEZ LES ADULTES DE *Locusta migratorioides* R. et F.

Transformation logarithmique de l'échelle des abscisses		Fréquences cumulées (mortalités cumulées)	
Valeur des doses exprimées en microgrammes/gramme	Logarithmes des doses	Pourcentages	Probits
1,5	0,176	0,5	2,42
2,5	0,398	3,4	3,18
3,5	0,544	9,5	3,69
4,5	0,653	17,9	4,08
5,5	0,740	27,4	4,40
6,5	0,813	36,9	4,67
7,5	0,875	45,8	4,89
8,5	0,929	53,8	5,10
9,5	0,977	60,8	5,27
10,5	1,020	66,8	5,43
11,5	1,060	71,8	5,58
12,5	1,097	76,0	5,71
13,5	1,130	79,5	5,82
14,5	1,160	82,5	5,93
15,5	1,190	85,0	6,04
16,5	1,217	87,1	6,13
17,5	1,243	88,9	6,22
18,5	1,267	90,5	6,31
19,5	1,290	91,9	6,40
20,5	1,312	93,1	6,48
21,5	1,333	94,1	6,56
22,5	1,352	94,9	6,64
23,5	1,371	95,5	6,70
24,5	1,389	96,1	6,76
25,5	1,407	96,6	6,83
26,5	1,423	97,0	6,88
27,5	1,439	97,4	6,95
28,5	1,456	97,7	7,00
29,5	1,470	97,9	7,05
30,5	1,484	98,2	7,10
31,5	1,498	98,4	7,15
32,5	1,512	98,6	7,20
33,5	1,525	98,7	7,25
34,5	1,538	98,9	7,30
35,5	1,550	99,0	7,35

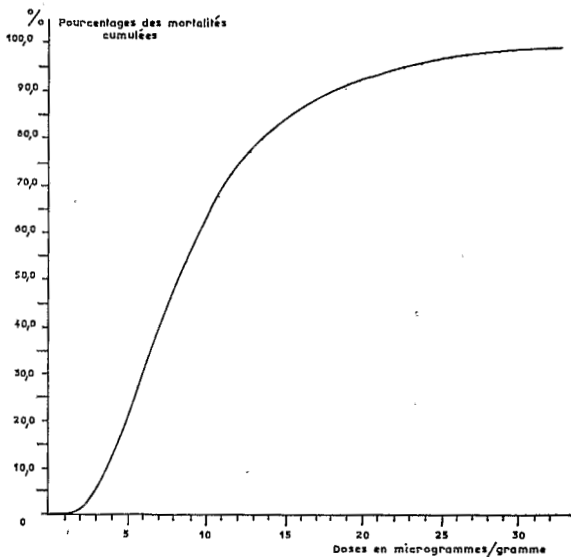


FIGURE 3

Courbe des mortalités cumulées à l'échelle naturelle des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. soumis à l'action de contact de la Dieldrine

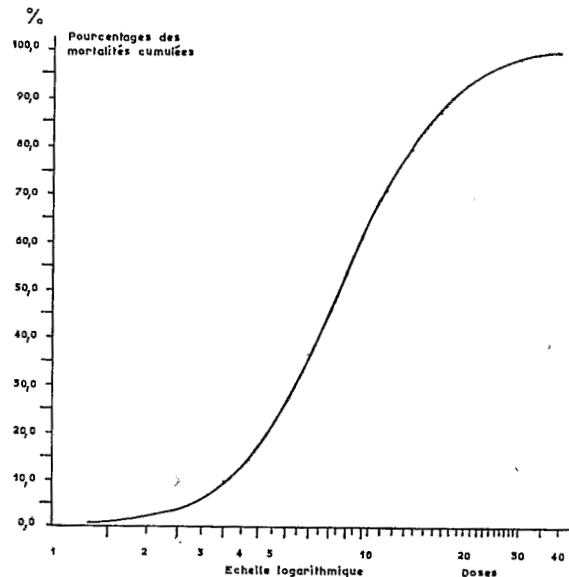


FIGURE 4

Courbe des mortalités cumulées après transformation logarithmique de l'échelle des doses pour les adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. soumis à l'action de contact de la Dieldrine

**REPRESENTATION LINEAIRE
DES MORTALITES CUMULEES
PAR LA DROITE DE REGRESSION PROBITS
DES MORTALITES/LOGARITHMES DES DOSES**

Dans le cas des essais insecticides sur sauteuses que nous avons pris pour exemple, nous voyons que, par un changement d'échelle de mesure, nous pouvons représenter l'accroissement des mortalités en fonction de l'accroissement des doses par la sigmoïde normale de la figure 4. Cette courbe, qui dérive de la courbe normale de GAUSS, est une courbe symétrique.

Une fois que cette sigmoïde normale est établie pour un insecticide donné sur un stade donné d'une espèce donnée d'insecte, on peut immédiatement connaître quelle est la dose de cet insecticide qu'il faut appliquer à l'insecte pour obtenir le pourcentage de mortalité que l'on désire, ce qui permet de juger de façon précise le pouvoir insecticide d'un produit.

Mais l'établissement d'une telle courbe, qui présente deux courbures et un point d'inflexion, nécessite l'essai d'un assez grand nombre de doses; les résultats de ces essais, c'est-à-dire les mortalités obtenues par l'administration des diverses doses, sont en effet reportés sur le graphique en ordonnées des logarithmes des doses correspondantes sous forme de points qui doivent être suffisamment nombreux pour que l'on puisse, en les réunissant d'un trait de crayon, obtenir un tracé assez sûr de la courbe en toute sa longueur.

Aussi apparaît-il bien plus commode de représenter les variations des mortalités en fonction des doses par une droite qui offre l'avantage de pouvoir être tracée sans qu'il soit évidemment besoin d'en déterminer autant de points.

Effectivement, un nouveau changement d'échelle de mesures, réalisé cette fois-ci sur les valeurs portées sur l'axe des ordonnées, permet de convertir la sigmoïde normale en droite. Ce changement d'échelle, c'est la transformation en probits (ou probability unit) proposée par les statisticiens BLISS, FISHER et FINNEY. Il s'agit, dans la représentation des mortalités en fonction des logarithmes des doses, de remplacer, pour les valeurs des ordonnées, les pourcentages de morts par leurs « probits ». Les résultats des essais de toxicité, c'est-à-dire les pourcentages de morts se convertissent immédiatement en leurs probits par simple consultation de la « table de transformation des pourcentages en probits » établie par BLISS.

Le tableau III donne, en regard des doses et des logarithmes de ces doses, les pourcentages de mortalités correspondants et les probits de ces pourcentages pour le cas de la toxicité de contact de la Dieldrine sur *Locusta* adultes.

La droite construite en reportant ces valeurs sur le graphique en figure 5 est la « droite de régression » probits des mortalités/logarithmes des doses.

**PROCEDE DE MESURE DU POUVOIR
INSECTICIDE PAR UTILISATION
DE LA DROITE DE REGRESSION PROBITS
DES MORTALITES/LOGARITHMES DES DOSES**

C'est cette possibilité de représenter graphiquement par une droite, après changement d'échelles, les variations des mortalités en fonction des doses que nous utilisons pour la détermination du pouvoir insecticide des produits à l'égard des acridiens.

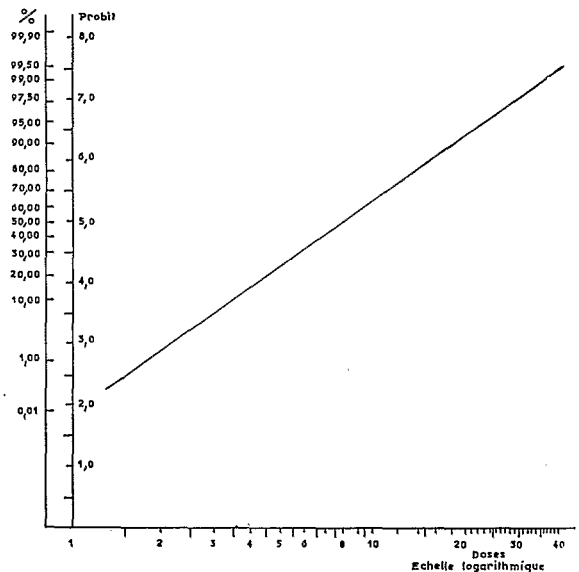


FIGURE 5
Droite de régression
probits des mortalités/logarithmes des doses
pour les adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
soumis à l'action de contact de la Dieldrine

Il nous suffit en effet d'effectuer un très petit nombre d'essais de différentes doses, de reporter sur un graphique les probits des pourcentages des mortalités en fonction des logarithmes décimaux des doses administrées.

Théoriquement, deux de ces points suffisent pour permettre de tracer une droite telle que la ligne de régression probits des mortalités/logarithmes des doses. Nous avons vu effectivement le cas de la distribution des sensibilités des adultes de *Locusta* à l'égard de la Dieldrine en toxicité de contact où, pour toute valeur de la dose administrée, le probit de mortalité correspondant se plaçait exactement sur une même droite de régression.

En réalité, les valeurs des probits de mortalités qui correspondent au tracé de la figure 5 ne sont que des valeurs approximatives des valeurs obtenues effectivement par essais des diverses doses; les points correspondants aux résultats bruts des essais se répartissent, dans la réalité, aussi bien au voisinage immédiat et de part et d'autre de la droite que sur la droite elle-même; c'est donc un peu artificiellement, par quelques approximations arbitraires, que ces points se trouvent en totalité localisés sur une même droite en figure 5 dans le seul but de simplifier l'exposé théorique concernant l'utilisation de la droite de régression.

Aussi, dans la pratique, au lieu de n'utiliser que les résultats d'essais de deux doses permettant de reporter sur graphique les deux seuls points qui, théoriquement, suffiraient pour tracer la droite de régression probits des mortalités/logarithmes des doses, nous essaierons un minimum de trois ou quatre ou, de préférence, cinq doses différentes pour obtenir, sur notre graphique, suffisamment de points de repère pour que nous puissions tracer au mieux la droite de régression en « l'ajustant », c'est-à-dire en la faisant passer au voisinage le plus immédiat possible de l'ensemble des points reportés sur le graphique.

**EXEMPLE D'AJUSTEMENT
D'UNE DROITE DE REGRESSION PROBITS
DES MORTALITES/LOGARITHMES DES DOSES
EN RESULTAT D'UN TEST INSECTICIDE**

Prenons l'exemple d'un essai, en toxicité de contact, d'un nouvel ester phosphorique, le Fénirothion (« Sumithion »), sur adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.

Nous disposons d'un lot témoin de cinquante adultes de *Locusta* ne recevant pas de Fénirothion et de quatre autres lots comprenant chacun cinquante adultes de *Locusta* et recevant respectivement en application cutanée les doses de 3,5 microgrammes, 3 microgrammes, 2,5 microgrammes et 2 microgrammes de la matière active du Fénirothion par gramme d'insecte.

Deux jours après le traitement, on dénombre quarante-deux morts dans le premier lot traité, trente dans le deuxième, vingt-trois dans le troisième et treize dans le quatrième lot, c'est-à-dire 84 %, 60 %, 46 % et 26 % de mortalités pour les doses respectives de 3,5, 3, 2,5 et 2 microgrammes/gramme.

Dans l'ensemble de nos essais, aux âges retenus de 21 jours et 35 jours après l'éclosion pour les insectes-tests, nous n'avons eu aucune mortalité dans les lots témoins.

Nous persistons à utiliser pour chaque essai un lot témoin d'insectes ayant le même âge et provenant des mêmes cages d'élevage que les insectes-tests des autres lots; nous appliquons en effet aux insectes du lot témoin le même solvant et, éventuellement, les mêmes adjuvants que ceux qui diluent la matière active appliquée aux insectes des autres lots; bien entendu, la matière active elle-même à essayer n'est pas appliquée au lot témoin; ce traitement du lot témoin nous permet de nous garantir l'absence de pouvoir insecticide du solvant et des adjuvants et de nous assurer que toutes les mortalités observées proviennent bien de la seule toxicité de la matière active.

Au moyen de la table de logarithmes des nombres, on convertit les valeurs des doses 3,5, 3, 2,5 et 2 en leurs logarithmes 0,54, 0,48, 0,40 et 0,30 et, au moyen de la table de transformation des pourcentages en probits, on convertit les pourcentages de 84 %, 60 %, 46 % et 26 % en leurs probits : 5,99, 5,25, 4,90 et 4,36.

Dans le système d'axes rectangulaires on fait figurer les points représentatifs des probits observés en fonction des logarithmes des doses (fig. 6).

Une fois que ces valeurs sont représentées sur papier par des points, on glisse sur le papier une règle transparente en s'efforçant de la placer de telle sorte que son bord passe aussi près que possible de tout l'ensemble de ces points. On trace alors la ligne droite le long du bord de la règle ainsi placée.

On constate qu'en pratique il n'est pas possible de tracer cette droite de telle sorte qu'elle passe exactement par tous les points représentant les mortalités aux différentes doses essayées. En réalité, à la verticale des abscisses correspondantes aux logarithmes de ces doses, on trouve sur la droite tracée des points correspondants aux valeurs de probits 5,4, 5,2, 4,9 et 4,6, probits que l'on appelle « probits attendus », au lieu des valeurs de 5,99, 5,25, 4,9 et 4,36 des probits des

mortalités effectivement observées à l'issue de l'essai, probits que l'on appelle « probits empiriques ».

On s'est tout au moins efforcé de tracer cette droite de telle sorte que les différences entre les valeurs des probits attendus et des probits empiriques soient les plus faibles possibles.

**EVALUATION DU POUVOIR INSECTICIDE
PAR DETERMINATION DES DOSES LETALES**

Un insecticide est d'autant plus puissant à l'égard d'une population d'insectes donnée que la dose de cet insecticide qu'il faut utiliser pour détruire un pourcentage de cette population est faible. Cette dose d'insecticide nécessaire pour obtenir un pourcentage donné de mortalité est ce que l'on appelle une « dose létale ».

Dans la pratique, les pourcentages de mortalités que l'on désire obtenir en traitements insecticides sont des pourcentages élevés de l'ordre de 90 %, 95 % ou 99 % avec les doses létales « DL 90 », « DL 95 », « DL 99 », c'est-à-dire les doses selon lesquelles doit être employé l'insecticide pour provoquer 90 % ou 95 % ou 99 % de mortalité. Pour qu'il soit possible de comparer l'efficacité des produits que nous essayons sur *Locusta* avec les résultats obtenus sur *Locusta* par d'autres expérimentateurs et présentés sous forme de DL 90, DL 95, DL 99, nous déterminerons nous-mêmes également les DL 90, DL 95 et DL 99 de tous les insecticides que nous avons à étudier.

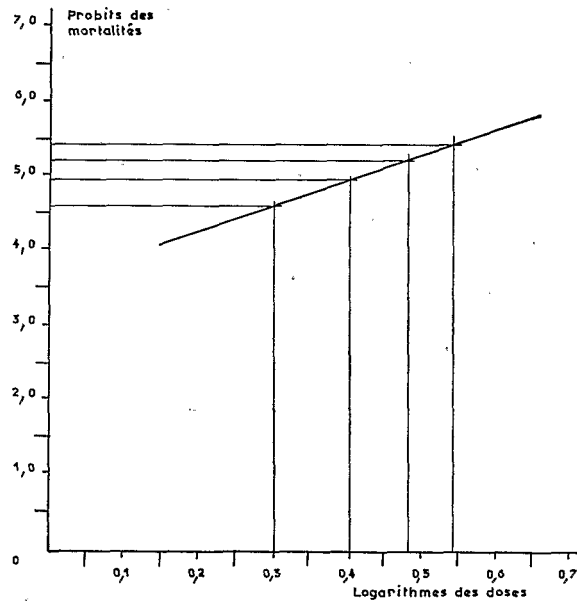


FIGURE 6
Ajustement d'une droite de régression
probit-mortalité/log-doses en résultat d'un essai
par contact du Fénirothion
sur adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.

Si, pour la pratique des traitements, les doses létales sont d'autant plus intéressantes à connaître qu'elles sont établies pour les hauts pourcentages de mortalités, leurs évaluations, malheureusement, ne peuvent être faites qu'avec d'autant moins de précision que ces pourcentages sont élevés et se rapprochent de 100 %.

Au contraire, ce sont les doses létales établies pour 50 % de mortalité, ou doses létales moyennes, ou DL 50, qui sont déterminées avec le plus de précision. Aussi l'usage est-il de plus en plus adopté de caractériser le pouvoir insecticide d'un produit et de le comparer à celui des autres produits par la DL 50. Nous déterminerons donc la DL 50 des produits que nous avons à étudier en plus de leurs DL 90, DL 95 et DL 99.

METHODE GRAPHIQUE DE DETERMINATION DES DOSES LETALES

Pour déterminer ces doses létales, il nous suffira d'élever des perpendiculaires sur l'axe des ordonnées, à l'emplacement des valeurs des probits correspondant aux proportions de 50 %, 90 %, 95 % et 99 %, c'est-à-dire :

5,000	=	probit de 50 %
6,282	=	probit de 90 %
6,645	=	probit de 95 %
7,326	=	probit de 99 %

A partir des points d'intersection de ces perpendiculaires à l'axe des ordonnées avec la droite de régression, l'on abaisse des perpendiculaires à l'axe des abscisses. Les valeurs des abscisses des points d'intersection de ces perpendiculaires avec l'axe des abscisses sont égales aux logarithmes des doses correspondant à 50 %, 90 %, 95 % et 99 % de mortalité. On relève la valeur de ces logarithmes, c'est-à-dire l'on mesure les abscisses et on cherche dans la table de logarithmes les nombres auxquels correspondent ces logarithmes. Les nombres trouvés sont les valeurs des doses létales DL 50, DL 90, DL 95 et DL 99.

C'est ainsi que sur la droite de régression que nous avons tracée en figure 6, le point qui a pour ordonnée 5,000, c'est-à-dire le probit de 50 %, a pour abscisse 0,42; en prenant l'antilogarithme de cet abscisse, on a la valeur approchée de la dose létale moyenne : DL 50 = antilogarithme 0,42 = 2,6.

METHODE MATHEMATIQUE ET MECANOGRAPHIQUE DE DETERMINATION DE LA DROITE DE REGRESSION ET DES DOSES LETALES

La précédente méthode graphique a l'intérêt d'être simple et rapide; elle donne souvent des résultats assez proches de ceux que l'on obtient par le calcul; elle a toutefois l'inconvénient de

ne pas donner d'information précise sur l'intervalle de confiance, c'est-à-dire qu'elle ne permet pas de préciser quelles sont les valeurs extrêmes (« limites de confiance ») entre lesquelles se tient vraisemblablement la vraie valeur de la dose létale recherchée.

A partir d'un premier tracé graphique d'une droite de régression provisoire telle que celle de la figure 6 et de la détermination des « probits attendus » correspondants, sur cette droite provisoire, aux doses expérimentales, le procédé mathématique établi par FINNEY (« Probit Analysis » et « Statistical Method in Bioassay ») permet de corriger le tracé de la ligne de régression des probits et de calculer les limites de confiance.

Les calculs sont extrêmement laborieux et longs. Aussi, à l'occasion de l'analyse des résultats d'essais insecticides sur *Locusta* du Laboratoire de Phytopharmacie de l'IRAT, M. VAN DEN DRIESCHÉ, Biométricien de l'ORSTOM, s'est-il attaché à les simplifier au maximum en mettant au point* un mode de présentation des résultats, un type de perforation de fiches et un programme sur ordinateur qui permettent de calculer à la minute trente-deux doses létales et leurs limites de confiance.

EXEMPLE PRATIQUE DU MODE D'EMPLOI DE LA METHODE MECANOGRAPHIQUE VAN DEN DRIESCHÉ D'ANALYSE PAR LES PROBITS DES RESULTATS DE TESTS INSECTICIDES

Chaque résultat d'essai (relevé, au bout d'un nombre donné d'heures ou de jours, des mortalités obtenues sur les différents lots d'insectes soumis aux différentes doses d'un même insecticide à essayer) doit être présenté par l'expérimentateur sous forme d'un tableau dont nous donnons ci-dessous un exemple tiré de l'essai présenté précédemment; il s'agit d'un essai de Fénitrothion réalisé en quatre doses différentes par contact sur quatre lots de cinquante *Locusta* adultes par lot et par dose.

* Avec la collaboration de M^{me} MASBOU, analyste au Laboratoire de Calcul Numérique du CNRS.

TABLEAU DES DONNEES

de l'essai de Fénitrothion en toxicité de contact après délai de 2 jours entre le traitement et l'observation des mortalités.

	N°	K	λ	X	n	r	p	TI	gr	W	Y
C = 5,000	4	1	3,5	0,54	50	42	84	5,99	5,44	30,0	5,90
C = 6,282		2	3,0	0,48	50	30	60	5,25	5,22	31,5	5,25
C = 6,645		3	2,5	0,40	50	23	46	4,90	4,94	31,5	4,90
C = 7,326		4	2,0	0,30	50	13	26	4,36	4,58	30,0	4,37

LEGENDES DU TABLEAU

C : Dans la première colonne on indique les probits tels que 5,000, 6,282, 6,645 et 7,326 des pourcentages de mortalité pour lesquels on désire établir les doses létales, tels que 50 %, 90 %, 95 % et 99 %.

Numéro : Chaque groupe de données d'essais tel que celui qui correspond au précédent tableau reçoit dans la deuxième colonne un numéro d'ordre qui se retrouvera avec les résultats donnés par l'ordinateur.

K : Pour chaque contrôle d'insecticide, chaque dose essayée reçoit, dans la troisième colonne, un numéro d'ordre.

λ : Chaque dose est exprimée dans la quatrième colonne en microgrammes ou en millimètres cubes du produit à contrôler par gramme d'insecte.

X : Dans la cinquième colonne, sur la même ligne que la dose correspondante, figure le logarithme de chaque dose.

n : Dans la sixième colonne, sur la même ligne que la dose correspondante, se trouve indiqué, pour chaque dose essayée, le nombre d'insectes qui reçoit cette dose.

r : Dans la septième colonne est relevé, pour chaque dose, le nombre de morts provoquées par cette dose.

p : Le pourcentage de mortalité, c'est-à-dire $\frac{r}{n} \times 100 \%$, est porté en huitième colonne.

TI : Pour chacune des mortalités portées en huitième colonne, on inscrit sur la même ligne, en neuvième colonne, le probit correspondant donné par le tableau I de la transformation des pourcentages en probits de l'ouvrage « Probits Analysis » de FINNEY; ce probit est dénommé « probit empirique ».

gr : En portant en abscisses les logarithmes des doses indiquées en cinquième colonne (X) et en ordonnées les probits empiriques correspondants de la colonne précédente (TI), on obtient une série de points entre lesquels on trace une ligne droite comme cela est précédemment décrit dans « l'exemple d'ajustement d'une droite de régression probits des mortalités/logarithmes des doses en résultat d'un test insecticide ». Cette droite est dite « empirique » ou « droite de régression provisoire ».

On mesure l'ordonnée des points de cette droite qui ont pour abscisses les différentes doses essayées; les valeurs mesurées sont celles des « probits attendus »; ce sont ces valeurs que l'on reporte en dixième colonne.

W : On cherche dans la table II des coefficients de pondération de l'ouvrage « Probit Analysis » de FINNEY pour chacun des probits attendus le coefficient de pondération correspondant que l'on doit lire dans la colonne correspondant au pourcentage naturel de mortalité constaté dans le lot témoin, c'est-à-dire, dans le cas de nos essais au cours duquel n'est survenu aucun décès d'insectes témoins, dans la colonne 0 (zéro).

On porte dans la onzième colonne du tableau des données, pour chaque dose, le produit du nombre d'insectes test auxquels a été administrée la dose par le coefficient de pondération du probit attendu de mortalité qui correspond à cette dose.

Y : Dans la dernière colonne du tableau des données, on inscrit pour chaque pourcentage de mortalité (p : huitième colonne) le probit de travail correspondant au « probit attendu » (gr : dixième colonne du tableau des données); ce probit de travail est donné par le tableau IV des probits de travail de l'ouvrage « Probits Analysis » de FINNEY, dans la colonne surmontée du probit attendu et à la hauteur du pourcentage de mortalité.

Les données qui sont fournies à la machine calculatrice sur cartes perforées sont celles des colonnes C (première colonne), N° (deuxième colonne), K (troisième colonne), X (cinquième colonne), W (onzième colonne) et Y (douzième colonne) du tableau des données.

RESULTATS FOURNIS PAR L'ORDINATEUR

Moins de huit secondes après avoir reçu les données du tableau présenté en exemple, l'ordinateur fournit une valeur moyenne du logarithme des doses létales DL 50, DL 90, DL 95 et DL 99 ainsi que les limites fiduciaires de ces logarithmes des doses létales :

	Limite inférieure (« N limits »)	Valeur moyenne (« M »)	Limite supérieure (« limits »)
(C = 5,000) : log DL 50	0,379	0,413	0,442
(C = 6,282) : log DL 90	0,570	0,625	0,726
(C = 6,645) : log DL 95	0,617	0,685	0,814
(C = 7,326) : log DL 99	0,703	0,797	0,980

DOSES LETALES ET INTERVALLES DE CONFIANCE

En prenant, au moyen de la table des logarithmes des nombres, les antilogarithmes de ces précédentes valeurs, on obtient, pour le Fénirothion en toxicité de contact sur *Locusta* adultes, les doses létales suivantes (exprimées en microgrammes de matière active par gramme d'insecte) ainsi que leurs intervalles de confiance :

DL 50	2,40	2,59	2,77
DL 90	3,72	4,22	5,32
DL 95	4,14	4,84	6,52
DL 99	5,05	6,27	9,55

Ces valeurs calculées permettent de construire à la place de la « droite empirique » la « droite de régression des probits » qui sera retenue pour définitive en figure 7.

Le calcul présente, sur la méthode exclusivement graphique, l'avantage de juger de la validité des essais et de préciser entre quelles limites il y a une assez grande probabilité (95 %) que se situent les doses létales recherchées.

On constate, en ce qui concerne la DL 50, qu'il n'y a qu'un écart raisonnablement réduit entre ces limites telles que celles de la DL 50 du Fénirothion (2,77 — 2,40 = 0,37) alors que la marge de variation est considérablement plus importante pour les DL 90 (5,32 — 3,72 = 1,60), DL 95 (6,52 — 4,14 = 2,38) et DL 99 (9,55 — 5,05 = 4,50).

Nous donnerons néanmoins à titre indicatif pour tout produit essayé les valeurs moyenne de ces DL 90, DL 95 et DL 99, mais ce sont les valeurs des DL 50, connues avec beaucoup plus de précision, que nous comparerons de préférence entre elles pour juger de l'efficacité relative des différents produits.

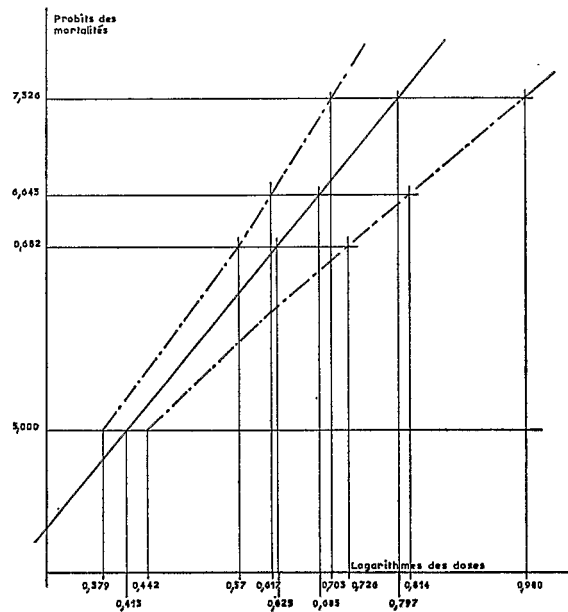


FIGURE 7

Droite de régression des probits et intervalle de confiance des doses létales pour la toxicité de contact du Fenitrothion à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.

II

CONTRÔLE DE LA PERSISTANCE D'ACTIVITÉ DES PRODUITS DE LUTTE ANTIACRIDIEENNE APRÈS DE LONGUES PÉRIODES DE STOCKAGE EN CONDITIONS TROPICALES

1) DÉTERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ÉCHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTION DE DIELDRINE À L'ÉGARD DES CRIQUETS MIGRATEURS ADULTES EN TOXICITÉ DE CONTACT

Ces déterminations ont été faites en dix-sept essais utilisant chacun une centaine d'adultes de *Locusta*.

Les produits essayés sur ces insectes en toxicité de contact ont été :

- 1) de la Dieldrine technique à 95 % de matière active;
- 2) un concentré liquide émulsionnable à 150 grammes de matière active par litre, produit de fabrication récente;
- 3) un concentré liquide émulsionnable à 200 grammes de matière active par litre, produit de fabrication récente;
- 4) un échantillon d'une solution huileuse de Dieldrine provenant d'un stock entreposé au Mali pendant cinq ans (1959-1964) ayant été préparé à la concentration initiale de 5 % de matière active;
- 5) un échantillon d'un concentré émulsionnable de Dieldrine provenant d'un stock entreposé au Mali pendant quatre ans (1960-1964), concentré qui, juste avant sa livraison, avait été préparé à la concentration initiale de 20 %.

Les trois premiers produits ont été utilisés comme produits de référence ou « étalons » pour permettre d'apprécier par comparaison la qualité de la persistance du pouvoir insecticide que présentent les deux dernières solutions après leur longue période de stockage en climat tropical. La Dieldrine technique a permis, grâce aux solvants et agents émulsifiants fournis par les fabricants des produits livrés au Mali, de réaliser, juste avant les essais, des solutions huileuses et concentrées émulsionnables de concentration exactement définie (5 % et 20 %) qui ont pu être comparées avec les formulations de même nature mais plus anciennes provenant des stocks du Mali.

L'administration de séries de doses des trois premiers produits par application cutanée aux adultes âgés de cinq à sept semaines élevés à l'insectarium de Nogent-sur-Marne de l'IRAT, a permis d'établir, pour le stade adulte des *Locusta* utilisés pour nos essais, provenant exclusivement de cet élevage, l'échelle des doses létales de la matière active de la Dieldrine ainsi que celles des formulations fraîchement préparées à 5 % et 20 % de matière active, doses létales par contact, établies à 50 %, 90 %, 95 % et 99 % et pour des délais d'observations de 1, 2, 3, 4, 7 et 14 jours.

Ces doses létales de la matière active et des formulations fraîches sont relevées respectivement sur les tableaux IV, V et VII.

Toxicité de contact de la solution huileuse de Dieldrine ayant subi un stockage de cinq ans en conditions tropicales (1959-1964).

Les doses létales par contact déterminées sur *Locusta* adultes pour la solution huileuse stockée depuis 1959 au Mali sont reportées au tableau VI.

Elles sont à comparer aux valeurs qui figurent au tableau V, valeurs qui sont celles des doses létales de la formulation fraîchement préparée à 5 % de la matière active, concentration qui était, au moment de sa fabrication, celle de la solution provenant du Mali.

On peut constater que les doses létales, pour les mêmes délais d'observation, sont nettement plus élevées pour la solution stockée.

Cela signifie que, pour obtenir un même pourcentage de mortalité au bout d'un même délai, après traitement avec la solution provenant du Mali après cinq ans de stockage en conditions tropicales, il faut utiliser une quantité nettement plus élevée que la quantité nécessaire de la même formulation fraîchement préparée à 5 % de matière active.

C'est ainsi que la dose létale DL 50 de la solution livrée en 1959 au Mali, pour un délai d'observation après traitement de trois jours, est de 0,213 mm³ de la solution par gramme de sauterelle traitée par contact alors que la DL 50 de la solution fraîchement préparée, contenant 50 grammes de matière active par litre, est de 0,16 mm³ de la solution par gramme d'insecte.

Un volume de 0,213 mm³ de la solution livrée au Mali en 1959 provoque, après cinq années de stockage sous climat tropical, la même mortalité qu'un volume de 0,160 mm³ de la solution fraîchement préparée à 50 grammes de matière active par litre. On peut donc admettre que le volume de 0,213 mm³ de la solution provenant du Mali contient la même quantité de matière active que le volume de 0,160 mm³ de la solution fraîchement préparée à la concentration de 50 grammes de matière active par litre ou de 50 microgrammes par millimètre cube, c'est-à-dire 0,16 × 50 microgrammes = 8 microgrammes.

TABLEAU IV
Doses létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de la matière active de la Dieldrine à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	15,0	9,8	8,0	7,0	6,0	5,5
DL 90 .	33,2	22,0	18,0	15,0	13,4	12,7
DL 95 .	41,5	28,0	23,0	18,6	16,8	16,1
DL 99 .	63,0	43,0	35,0	27,8	25,9	25,1

TABLEAUX V ET VI

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'une solution huileuse fraîchement préparée à 5 % de ma de la Dieldrine avec celui d'une solution huileuse ayant eu initialement la même concentration de 5 % de ma de Dieldrine après cinq années de stockage en Afrique (1959-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU V

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) de la solution huileuse fraîchement préparée à 5 % de ma de la Dieldrine à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,300	0,197	0,160	0,140	0,120	0,110
DL 90 .	0,664	0,440	0,360	0,300	0,268	0,254
DL 95 .	0,831	0,500	0,460	0,372	0,337	0,322
DL 99 .	1,259	0,860	0,700	0,555	0,517	0,502

TABLEAU VI

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) après cinq années de stockage en Afrique de la même solution huileuse (ayant eu une concentration initiale de 5 % de ma de Dieldrine) à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,400	0,262	0,213	0,187	0,160	0,147
DL 90 .	0,885	0,387	0,480	0,400	0,357	0,339
DL 95 .	1,108	0,747	0,610	0,496	0,449	0,429
DL 99 .	1,679	1,147	0,920	0,741	0,689	0,670

Le même volume de 0,213 mm³ de la solution provenant du Mali et renfermant actuellement 8 microgrammes contenait, juste au moment de sa livraison en 1959, quand il venait d'être fraîchement préparé à la concentration initiale de 50 microgrammes de matière active par millimètre cube (5 % ou 50 g/l), la quantité de 0,213 × 50 microgrammes = 10,65 microgrammes.

On peut donc admettre que la perte d'efficacité qui s'est produite au cours du stockage au Mali correspond à la disparition d'une quantité de 10,65 microgrammes — 8 microgrammes = 2,65 microgrammes, sur une quantité initiale de 10,65, c'est-à-dire une déperdition approximative du quart de la matière active que contenait initialement la solution avant d'être soumise au long stockage en Afrique.

La comparaison des DL 50 obtenues pour des délais d'observation des mortalités après traitement de 1, 2, 4, 7 et 14 jours, ainsi que la comparaison des DL 90, des DL 95 et des DL 99 obtenues avec la solution fraîchement préparée à 50 g de matière active par litre et avec la solution huileuse provenant du Mali après cinq ans de stockage en conditions tropicales confirme que la diminution du pouvoir insecticide de cette dernière solution correspond approximativement à la dégradation d'un quart de la matière active initialement incorporée à la solution au moment de sa fabrication.

Toxicité de contact du concentré liquide émulsionnable ayant subi un stockage de quatre ans en conditions tropicales (1960-1964).

On compare de la même façon les doses létales déterminées à l'égard des adultes de *Locusta* pour le concentré émulsionnable de Dieldrine qui a été stocké de 1960 à 1964 au Mali aux doses létales obtenues sur *Locusta* adultes avec un concentré émulsionnable fraîchement préparé à la concentration de 200 g de matière active de la Dieldrine par litre qui était la concentration initiale donnée, au moment de sa fabrication, au concentré livré en 1960 au Mali (tableaux VII et VIII).

On constate que les valeurs des doses létales de l'un et l'autre produit sont très voisines; c'est ainsi que la DL50 en toxicité de contact sur adultes de *Locusta*, après délai de trois jours d'observation des mortalités après traitement, est de 0,040 mm³ du concentré par gramme d'insecte pour le produit fraîchement préparé à 20 % et de 0,0445 mm/g pour le concentré émulsionnable qui a subi quatre années de stockage en conditions tropicales.

On peut en déduire qu'à la différence de la solution huileuse à 5%, ce type de formulation n'a subi en conditions tropicales qu'une faible dégradation, bien que la durée du stockage en de telles conditions ait été relativement longue.

Pour donner une évaluation chiffrée de cette faible dégradation on peut noter que, pour avoir 50 % de mortalité en trois jours, en traitement de contact, sur *Locusta* adultes, il faut 0,0445 mm³ du concentré provenant du Mali et 0,04 mm³ du concentré fraîchement préparé à 200 g de matière active par litre ou 200 microgrammes de matière active par millimètre cube.

TABLEAUX VII ET VIII

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'un concentré émulsionnable fraîchement préparé à 20 % de ma de la Dieldrine avec celui d'un concentré émulsionnable ayant eu initialement la même concentration de 20 % de ma de la Dieldrine après quatre années de stockage en Afrique (1960-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU VII

Doses létales

(exprimées en mm³ du concentré par gramme d'insecte) du concentré émulsionnable fraîchement préparé à 20 % de ma de la Dieldrine à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50	0,075	0,049	0,040	0,035	0,030	0,028
DL 90	0,166	0,110	0,090	0,075	0,067	0,064
DL 95	0,208	0,140	0,115	0,093	0,084	0,080
DL 99	0,315	0,215	0,175	0,139	0,129	0,126

TABLEAU VIII

Doses létales

(exprimées en mm³ du concentré par gramme d'insecte) après quatre années de stockage en Afrique du même concentré émulsionnable (ayant eu une concentration initiale de 20 % de ma de la Dieldrine) à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50	0,083	0,055	0,044	0,039	0,033	0,031
DL 90	0,184	0,122	0,100	0,083	0,074	0,071
DL 95	0,231	0,156	0,128	0,103	0,093	0,089
DL 99	0,350	0,239	0,194	0,154	0,144	0,140

On en déduit que le volume de 0,0445 mm³ de concentré provenant du Mali contient la même quantité de matière active que le volume de 0,04 mm³ de concentré fraîchement préparé à 200 microgrammes par millimètre cube, c'est-à-dire $0,04 \times 200 = 8$ microgrammes.

Initialement, c'est-à-dire au moment de sa livraison au Mali, en 1960, le concentré était à 200 microgrammes par millimètre cube; le volume de 0,0445 mm³ contenait donc avant stockage :

$$0,0445 \times 200 = 8,9 \text{ microgrammes.}$$

Au bout de quatre années de stockage au Mali, le même concentré a donc perdu :

8,9 microgrammes — 8 = 0,9 microgramme sur une quantité initiale de 8,9 microgrammes.

Les résultats des essais de concentré émulsionnable effectués avant et après stockage en Afrique, en traitement de contact sur *Locusta* adultes, permettent donc d'évaluer la déperdition de matière active subie en quatre années de stockage en conditions tropicales, approximativement au dixième de la matière active initialement contenue dans ces concentrés.

2) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ECHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTION DE DIELDRIINE A L'EGARD DES LARVES DE CRIQUET MIGRATEUR EN TOXICITE DE CONTACT

Ces déterminations ont été faites en huit essais utilisant chacun en moyenne 120 larves de *Locusta*.

Les produits essayés en traitement de contact sur larves furent :

1) de la Dieldrine technique à 95 % de matière active;

2) un concentré liquide émulsionnable de fabrication récente dosant, par litre de produit commercial, 200 g de matière active;

3) un concentré liquide émulsionnable de fabrication récente dosant 150 g de matière active par litre;

4) un échantillon prélevé sur les stocks d'une solution huileuse de Dieldrine livrée au Mali en 1961 et conservée dans ce pays pendant trois ans.

Les trois premiers produits ont été utilisés comme produits de référence pour déterminer à l'égard des larves du cinquième stade, âgées de trois semaines comptées à partir du moment de l'éclosion, les doses létales de la matière active de la Dieldrine, exprimées au tableau IX en microgrammes de matière active par gramme d'insecte, ainsi que les doses létales de la solution fraîchement préparée à la dilution de 50 grammes de matière active de la Dieldrine par litre, doses exprimées dans le tableau X en millimètres cubes par gramme d'insecte.

TABLEAU IX

Doses létales
(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte)
de la matière active de la Dieldrine
à l'égard des larves du cinquième stade
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	7,3	5,3	4,8	4,5	4,0	3,9
DL 90 .	12,4	9,2	8,1	7,6	7,1	6,9
DL 95 .	14,4	10,7	9,5	9,0	8,3	8,0
DL 99 .	19,0	14,3	12,5	12,0	11,2	10,8

Toxicité de contact de la solution huileuse de Dieldrine ayant subi un stockage de trois ans en conditions tropicales.

Les essais de traitements cutanés, effectués sur insectes du même âge avec des séries de doses du quatrième produit, c'est-à-dire avec la solution huileuse conservée pendant trois années au Mali, ont permis d'établir les doses létales de ce produit; ces doses sont reportées au tableau XI, juste en dessous du tableau des doses de la solution huileuse fraîchement préparée à 50 g de matière active par litre ou 50 microgrammes de matière active par millimètre cube de solution, concentration qui était, au moment de sa fabrication, celle de la solution huileuse livrée en 1961 au Mali.

On constate qu'il n'y a qu'une différence tout à fait négligeable entre les doses létales de la solution récemment préparée et de la solution conservée pendant trois ans en conditions tropicales, ce qui indique donc qu'il y a eu que très peu de diminution du pouvoir insecticide en trois ans de stockage. La DL 50 de la solution fraîchement préparée est de 0,095 mm³ par gramme d'insecte pour un délai d'observation de trois jours; elle est de 0,100 mm³ par gramme pour la solution qui a subi un stockage de trois ans en Afrique.

On peut admettre que ce volume de 0,100 mm³ de la solution la plus ancienne contient la même quantité de matière active que le volume de 0,095 mm³ de solution à 50 microgrammes par millimètre cube puisque, lorsque l'on applique par gramme d'insecte l'un et l'autre volume, l'on obtient la même mortalité de 50 %; cette quantité de matière active est de :

$0,095 \times 50$ microgrammes = 4,75 microgrammes pour 0,100 mm³ de la solution ayant subi trois années de stockage en conditions tropicales.

Le même volume, au moment de la fabrication de cette solution, juste avant que ne commence le stockage, contenait :

$0,100 \times 50$ microgrammes = 5 microgrammes.

Durant les trois années de stockage, la déperdition n'a donc été que la différence :

5 microgrammes — 4,75 = 0,25 microgramme.

Les résultats des essais réalisés sur larves du cinquième stade en traitement par contact permettent donc d'évaluer la quantité de matière active dégradée au cours de trois années de stockage en conditions tropicales, à l'intérieur d'une solution huileuse qui avait une concentration initiale de 5 % de matière active, au vingtième seulement de la matière active que contenait à l'origine cette solution.

TABLEAUX X ET XI

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens
d'une solution fraîchement préparée
à 5 % de ma de la Dieldrine avec celui d'une solution
huileuse ayant eu initialement la même concentration
de 5 % de ma de la Dieldrine
après trois années de stockage en Afrique
(1961-1964: à Kara, République du Mali)

TABLEAU X

Doses létales
(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte)
de la solution fraîchement préparée à 5 % de ma
de la Dieldrine à l'égard des larves du cinquième stade
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,146	0,106	0,095	0,089	0,080	0,078
DL 90 .	0,247	0,184	0,163	0,151	0,142	0,137
DL 95 .	0,288	0,214	0,190	0,180	0,166	0,161
DL 99 .	0,576	0,285	0,253	0,239	0,224	0,216

TABLEAU XI

Doses létales
après trois années de stockage en Afrique
(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte)
de la même solution huileuse
(ayant eu une concentration initiale de 5 % de ma de Dieldrine)
à l'égard des larves du cinquième stade
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,154	0,112	0,100	0,094	0,084	0,082
DL 90 .	0,260	0,194	0,171	0,159	0,149	0,144
DL 95 .	0,303	0,225	0,200	0,189	0,175	0,169
DL 99 .	0,400	0,300	0,264	0,252	0,236	0,228

3) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ECHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTION DE DIELDRINE A L'EGARD DES CRIQUETS MIGRATEURS ADULTES EN TOXICITE D'INGESTION

Ces déterminations ont été faites en neuf essais utilisant chacun entre 100 et 120 sauterelles adultes âgées de cinq semaines comptées à partir du moment des éclosions. Les résultats des essais effectués avec les produits de fabrication récente

appliqués en ingestion à différentes doses permirent d'établir les doses létales de la matière active en ingestion sur *Locusta* adultes, doses létales exprimées en microgrammes de matière active par gramme d'insecte et reportées au tableau XII ainsi que les doses létales de la solution huileuse fraîchement préparée à 5% de matière active, doses létales exprimées en millimètres cubes de la solution par gramme d'insecte et reportées au tableau XIII.

Toxicité par ingestion d'une solution huileuse de Dieldrine après cinq années de stockage en conditions tropicales.

Les essais de traitement de *Locusta* adultes du même âge furent également effectués au moyen de l'échantillon de solution huileuse provenant du Mali après cinq ans de stockage en ce pays; ils permirent d'établir pour cette solution les doses létales reportées au tableau XIV; la comparaison de ces doses létales avec celles des doses létales de la solution huileuse fraîchement préparée à 5% de matière active, doses létales reportées au tableau XIII, permet d'estimer qu'en cinq années de conservation en conditions tropicales le pouvoir insecticide de cette solution a subi une diminution qui correspond à une dégradation d'environ un quart de la quantité de matière active que contenait initialement cette solution au sortir de l'usine.

TABLEAU XII

Doses létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de la matière active de la Dieldrine à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	7,3	6,2	5,7	5,4	5,2	5,1
DL 90 .	14,5	12,3	11,3	10,6	10,3	10,1
DL 95 .	17,6	15,0	13,7	13,0	12,5	12,3
DL 99 .	25,3	21,5	19,6	18,7	17,9	17,6

TABLEAUX XIII ET XIV

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'une solution huileuse fraîchement préparée à 5% de ma de la Dieldrine avec celui d'une solution huileuse ayant eu initialement la même concentration de 5% de ma de la Dieldrine après cinq années de stockage en Afrique (1959-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU XIII

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) de la solution huileuse fraîchement préparée à 5% de ma de la Dieldrine à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,146	0,124	0,113	0,108	0,104	0,102
DL 90 .	0,290	0,247	0,225	0,212	0,205	0,202
DL 95 .	0,352	0,299	0,273	0,261	0,249	0,246
DL 99 .	0,506	0,429	0,392	0,374	0,357	0,353

TABLEAU XIV

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) après cinq années de stockage en Afrique de la même solution huileuse (ayant eu une concentration initiale de 5% de ma de Dieldrine) à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,195	0,165	0,151	0,144	0,138	0,136
DL 90 .	0,387	0,329	0,300	0,283	0,274	0,270
DL 95 .	0,469	0,399	0,364	0,348	0,332	0,328
DL 99 .	0,675	0,372	0,522	0,498	0,476	0,471

4) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ECHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTION DE DIELDRINE A L'EGARD DES LARVES DE CRIQUETS MIGRATEURS EN TOXICITE D'INGESTION

Ces déterminations ont été faites en huit essais portant chacun sur une centaine de larves du quatrième stade au dix-septième jour suivant l'éclosion. Les différentes mortalités obtenues à la suite des applications de séries de doses de solution fraîchement préparée ont permis d'établir les doses létales en ingestion sur larves du quatrième stade de *Locusta* pour la matière active, exprimées au tableau XV en microgrammes de matière active par gramme d'insecte, ainsi que pour la solution huileuse fraîchement préparée à 5% exprimées au tableau XVI en millimètres cubes du concentré par gramme d'insecte.

Toxicité par ingestion d'un concentré émulsionnable de Dieldrine après quatre années de stockage en conditions tropicales.

Les résultats des essais de l'échantillon de la solution huileuse conservée de 1961 à 1964 au Mali, en application par ingestion à des larves du quatrième stade, ont permis d'établir pour ce produit les doses létales reportées au tableau XVII; on peut estimer que la diminution du pouvoir insecticide par ingestion de cette solution en trois années de stockage dans des conditions tropicales correspond approximativement à une destruction d'un dixième de la quantité de la matière active que contenait la solution à l'origine.

TABLEAU XV

Dose létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de la matière active de la Dieldrine à l'égard des larves du quatrième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	4,3	3,3	2,9	2,8	2,6	2,5
DL 90 .	5,7	4,4	3,9	3,7	3,5	3,4
DL 95 .	6,2	4,8	4,2	4,0	3,8	3,7
DL 99 .	7,2	5,6	4,9	4,7	4,4	4,3

TABLEAUX XVI ET XVII

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'une solution huileuse fraîchement préparée à 5 % de ma de la Dieldrine avec celui d'une solution huileuse ayant eu initialement la même concentration de 5 % de ma de la Dieldrine après trois années de stockage en Afrique (1961-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU XVI

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) de la solution huileuse fraîchement préparée à 5 % de ma de la Dieldrine à l'égard des larves du quatrième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,085	0,067	0,058	0,056	0,053	0,051
DL 90 .	0,114	0,089	0,078	0,074	0,070	0,068
DL 95 .	0,123	0,096	0,084	0,081	0,076	0,074
DL 99 .	0,143	0,112	0,098	0,093	0,089	0,085

TABLEAU XVII

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) après trois années de stockage en Afrique de la même solution huileuse (ayant eu une concentration initiale de 5 % de ma de Dieldrine) à l'égard des larves du quatrième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	0,090	0,070	0,061	0,059	0,056	0,054
DL 90 .	0,120	0,093	0,082	0,078	0,074	0,071
DL 95 .	0,130	0,101	0,089	0,085	0,080	0,078
DL 99 .	0,151	0,118	0,103	0,098	0,093	0,090

TABLEAU XVIII

Doses létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de la matière active de la Dieldrine à l'égard des larves du cinquième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	14 jours et plus
DL 50 .	8,5	7,4	7,1	6,9	6,5	6,2
DL 90 .	14,5	12,5	12,0	11,5	11,1	10,5
DL 95 .	16,7	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5
DL 99 .	22,5	19,5	18,5	18	17,5	16,5

5) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ÉCHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTION DE HCH A L'ÉGARD DES LARVES DE CRIQUETS MIGRATEURS EN TOXICITE DE CONTACT

Cette détermination a été effectuée en cinq essais de traitement par contact utilisant chacun environ 200 larves de *Locusta* du cinquième stade âgées de vingt et un jours comptés à partir du moment des éclosions.

Les doses létales par contact sur larves de cet âge de l'isomère gamma de l'HCH, exprimées en microgrammes de cet isomère par gramme d'insecte au tableau XIX, ainsi que les doses létales

des solutions huileuses à 10 % d'isomère gamma de l'HCH exprimées en millimètres cubes de solution par gramme d'insecte au tableau XX, ont été établies d'après les résultats d'essais de solutions fraîchement préparées à 100 g d'isomère gamma par litre.

Toxicité de contact d'une solution huileuse HCH après cinq années de stockage en conditions tropicales.

Les traitements par contact sur larves de *Locusta* du cinquième stade furent également réalisés avec un échantillon d'une solution huileuse d'HCH qui fut livrée en 1959 au Mali. L'échantillon y fut prélevé en 1964 après cinq années de stockage. Les mortalités relevées sur lots de larves traités à différentes doses du produit ont permis d'établir pour cette solution conservée pendant cinq ans en conditions tropicales les doses létales en toxicité de contact exprimées en millimètres cubes de la solution par gramme d'insecte au tableau XXI.

On compare ces valeurs avec les valeurs du tableau XX correspondant aux doses létales établies pour la solution huileuse fraîchement préparée à la concentration de 100 g d'isomère gamma de l'HCH par litre de la solution, concentration qui était celle de la solution huileuse du Mali au moment de sa livraison en 1959.

Les doses létales déterminées par contact sur larves pour la solution qui a subi cinq années de stockage en conditions tropicales ne se montrent que modérément supérieures aux doses létales déterminées par des essais analogues sur *Locusta* du même âge pour la solution fraîchement préparée avec une teneur en matière active qui est celle qu'avait la solution du Mali au moment de sa livraison; ceci indique que cette dernière solution n'a pas perdu beaucoup de son efficacité entre le moment de sa livraison au Mali en 1959 et celui du prélèvement d'échantillon pour le contrôle biologique en 1964.

C'est ainsi que les DL 50, après délais de trois jours, de la solution fraîche et de l'échantillon sont, respectivement, de 0,044 et 0,049 mm³ de solution par gramme d'insecte.

La quantité de matière active, c'est-à-dire d'isomère gamma, que renferme le volume de 0,049 mm³ de la solution qui a subi cinq ans de stockage au Mali doit être la même que celle qui contient le volume de 0,044 mm³ de solution fraîchement préparée à 100 g/l ou 100 microgrammes d'isomère gamma de l'HCH par millimètre cube de solution, c'est-à-dire $0,044 \times 100 = 4,4$ microgrammes d'isomère gamma, puisque l'un et l'autre volumes appliqués en contact par gramme d'insecte donnent le même pourcentage de 50 % de mortalités sur larves du même âge.

TABLEAU XIX

Doses létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de l'isomère gamma de l'HCH à l'égard des larves du cinquième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	7 jours	10 jours et plus
DL 50 .	6,2	4,9	4,4	4,3	4,2	4,1
DL 90 .	12,0	9,4	8,3	8,1	7,9	7,8
DL 95 .	14,5	11,4	10,0	9,6	9,4	9,3
DL 99 .	20,5	16,2	14,1	13,5	13,2	13,1

TABLEAUX XX ET XXI

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'une solution huileuse fraîchement préparée à 10 % d'isomère gamma de l'HCH avec celui d'une solution huileuse ayant eu initialement la même concentration de 10 % d'isomère gamma de l'HCH après cinq années de stockage en Afrique (1959-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU XX

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) de la solution huileuse fraîchement préparée à 10 % d'isomère gamma de l'HCH à l'égard des larves du cinquième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours et plus
DL 50	0,055	0,047	0,044	0,043
DL 90	0,083	0,069	0,066	0,065
DL 95	0,092	0,078	0,074	0,073
DL 99	0,114	0,096	0,092	0,090

TABLEAU XXI

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) après cinq années de stockage en Afrique de la même solution (ayant eu une concentration de 10 % d'isomère gamma de l'HCH) à l'égard des larves du cinquième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours et plus
DL 50	0,062	0,052	0,049	0,048
DL 90	0,092	0,077	0,074	0,072
DL 95	0,103	0,086	0,082	0,081
DL 99	0,127	0,107	0,102	0,100

Au moment de la livraison au Mali, en 1959, cette solution venait d'être préparée à une teneur de 100 microgrammes d'isomère gamma par millimètre cube, de sorte que le volume de 0,049 mm³ de cette solution contenait primitivement 0,049 × 100 = 4,9 microgrammes d'isomère gamma alors qu'il n'en contient plus, après les cinq années de stockage au Mali, que 4,4 microgrammes; la déperdition de matière active en cinq années, sur une quantité initiale de 4,9 microgrammes, est donc de 4,9 — 4,4 = 0,5 microgramme.

On peut donc estimer qu'en cinq années de stockage en conditions tropicales la diminution du pouvoir insecticide par contact sur *Locusta* au cinquième stade larvaire que subit une solution huileuse à concentration initiale de 100 g d'isomère gamma par litre de solution correspond à une destruction d'environ le dixième de la quantité de l'isomère gamma que renfermait à l'origine cette solution.

6) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE D'ECHANTILLONS DE STOCKS DE SOLUTIONS D'HCH A L'EGARD DES ADULTES DE CRIQUETS MIGRATEURS EN TOXICITE DE CONTACT

En trois séries d'essais portant chacun sur 250 *Locusta* adultes traités par contact, les doses létales en toxicité de contact sur adultes furent établies pour la solution fraîche préparée à 100 g d'isomère gamma de l'HCH par litre et pour l'échantillon prélevé, après cinq ans de conservation au Mali, sur les stocks de la solution huileuse d'HCH qui avait initialement cette teneur en isomère gamma. Ces doses létales, exprimées en millimètres cubes de ces solutions par gramme d'insecte, sont reportées dans les tableaux XXIII et XXIV. La comparaison des doses létales de l'une et l'autre solutions montre que la diminution du pouvoir insecticide par contact à l'égard des adultes de criquets migrants que subit au cours de cinq années de stockage en conditions tropicales, une solution huileuse d'HCH à concentration initiale de 100 g d'isomère gamma par litre de solution correspond approximativement à une destruction du dixième de la quantité de cet isomère présente à l'origine dans la solution.

TABLEAU XXII

Doses létales

(exprimées en microgrammes de produit par gramme d'insecte) de l'isomère gamma de l'HCH à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours et plus
DL 50	7,5	6,3	5,9	5,8
DL 90	11,9	9,9	9,3	9,1
DL 95	13,6	11,3	10,7	10,4
DL 99	17,4	14,4	13,6	13,3

TABLEAUX XXIII ET XXIV

Comparaison du pouvoir insecticide à l'égard des acridiens d'une solution huileuse fraîchement préparée à 10 % d'isomère gamma de l'HCH avec celui d'une solution huileuse ayant eu initialement la même concentration de 10 % d'isomère gamma de l'HCH après cinq années de stockage en Afrique (1959-1964 à Kara, République du Mali)

TABLEAU XXIII

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte) de la solution huileuse fraîchement préparée à 10 % d'isomère gamma de l'HCH à l'égard des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours et plus
DL 50	0,075	0,063	0,059	0,058
DL 90	0,119	0,099	0,093	0,091
DL 95	0,136	0,113	0,107	0,104
DL 99	0,174	0,144	0,136	0,133

TABLEAU XXIV

Doses létales

(exprimées en mm³ de la solution par gramme d'insecte)
après cinq années de stockage en Afrique
de la même solution (ayant eu une concentration initiale
de 10 % d'isomère gamma de l'HCH) à l'égard des adultes
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours et plus
DL 50	0,084	0,070	0,066	0,064
DL 90	0,132	0,110	0,104	0,101
DL 95	0,151	0,125	0,118	0,115
DL 99	0,193	0,160	0,151	0,147

CONCLUSIONS PRATIQUES

DU CONTROLE BIOLOGIQUE DES STOCKS
DE PRODUITS DE LUTTE ANTIACRIDIEENNE

Parmi les produits actuellement les plus utilisés en lutte antiacridienne, les solutions huileuses d'HCH à 10 % d'isomère gamma conservent de façon assez satisfaisante et, en particulier, mieux que les solutions de Dieldrine, leur pouvoir insecticide à l'égard des sauterelles au cours des stockages de longue durée en climat tropical. Ces solutions d'HCH semblent pouvoir demeurer utilisables pour la lutte antiacridienne après cinq années de conservation en pays chaud puisque au bout de ce délai de stockage au Mali la diminution de leur efficacité contre *Locusta* a pu être évaluée à 10 % ; il suffira donc, au bout de cinq ans de stockage en pays chaud, de prendre la précaution, lorsque l'on utilisera ces solutions, de majorer d'un neuvième les doses que l'on avait reconnues efficaces pour des mêmes conditions de traitement avec des solutions huileuses d'HCH fraîchement préparées.

C'est ainsi que, si l'on a reconnu pour la solution huileuse fraîchement préparée à 10 % d'isomère gamma, l'efficacité sur des essais de sauterelles adultes posés au sol de la dose de 5 litres par hectares, il suffira d'augmenter cette dose d'un neuvième de 5 litres, c'est-à-dire d'utiliser environ 5,6 l/ha au lieu de 5 l/ha.

Il ne semble pas qu'il y ait réduction appréciable du pouvoir insecticide dans les stocks de produits à base de Dieldrine avant la quatrième année de conservation de ces produits en pays chauds. Il n'a pu, en effet, être décelé sur des solutions huileuses de Dieldrine à 5 % de matière active ayant subi trois années de stockage au Mali que des diminutions d'activité à l'égard des *Locusta* inférieures à 5 % de l'activité du produit fraîchement préparé.

Le risque de perte importante d'efficacité apparaît, par contre, dans les solutions huileuses de Dieldrine vers la quatrième et la cinquième années de stockage en conditions tropicales.

On a pu en effet évaluer la diminution du pouvoir insecticide à l'égard des *Locusta* à 25 % pour certaines solutions huileuses à teneur initiale de 5 % conservées durant cinq années consécutives au Mali.

Il serait souhaitable que de telles solutions puissent subir, en prolongation de stockage, de nouveaux contrôles d'efficacité à intervalles de six mois ou d'un an pour qu'il soit possible de se rendre compte si le restant de matière active se maintient après cette première détérioration ou si le processus de dégradation amorcé se poursuit lentement ou, au contraire, s'accélère après un certain délai.

Ces contrôles devraient permettre de s'assurer si les stocks demeurent encore utilisables en lutte antiacridienne et, dans ce cas, de déterminer les doses à appliquer en tenant compte du degré de toxicité qui leur reste vis-à-vis des sauterelles.

Pour l'emploi, dans un traitement donné, d'une solution de Dieldrine qui avait été fabriquée à la concentration initiale de 5 % de matière active, on peut recommander, dès la cinquième année de stockage de cette solution en climat tropical, de majorer d'un tiers la dose qui, dans les mêmes conditions de traitement, se montrait efficace durant les trois premières années qui suivirent sa livraison.

C'est ainsi que, dans les traitements où l'on employait par hectare 640 cm³ de la solution huileuse de Dieldrine à 5 % de matière active dans les trois premières années qui suivirent sa livraison, on emploiera la même solution après cinq ans de stockage en conditions tropicales à cette dose de 640 cm³ majorée du tiers de cette dose, c'est-à-dire que l'on devra employer au moins 850 cm³/ha de la même solution au lieu de 640 cm³/ha.

On peut supposer que la nature de la formulation et, en particulier, la qualité des produits pétroliers utilisés ainsi que la concentration en matière active interviennent dans le degré de conservation des produits ; c'est ainsi que dans les stocks de concentré liquide émulsionnable de Dieldrine à 20 % de matière active on n'a pas pu déceler plus de 10 % de perte d'efficacité après quatre années de conservation au Mali. Il suffira donc, après quatre ans de stockage de ces concentrés émulsionnables, de majorer d'un neuvième les doses qui avaient été reconnues efficaces avec le produit frais ; c'est ainsi que, dans les conditions où l'on utilisait 160 cm³ de concentré émulsionnable à 20 % de matière active, il suffira après quatre ans de stockage de porter cette dose à 180 cm³/ha.

III

RECHERCHES SUR LES POSSIBILITÉS

EN LUTTE ANTIACRIDIEENNE

DE NOUVELLES MATIÈRES ACTIVES

INSECTICIDES

Les essais de possibilités d'utilisation de nouveaux produits pour la lutte contre le criquet migrateur ont porté sur des produits présentant à l'égard des vertébrés une toxicité relativement faible ainsi qu'une rapidité d'action nettement supérieure à celle de la Dieldrine.

1) DETERMINATION DU POUVOIR
INSECTICIDE DU FENITROTHION
(SUMITHION)

A L'EGARD DU CRIQUET MIGRATEUR ADULTE
EN TOXICITE DE CONTACT

Cette détermination a été faite en cinq essais portant chacun sur environ deux cents adultes de *Locusta migratoria migratorioides* R. et T. âgés de cinq semaines comptées à partir du moment des éclosions.

Le Fénitrothion provenait de la société japonaise productrice Sumitomo et était présenté sous forme d'un concentré liquide émulsionnable à 500 g de matière active par litre.

Par essai, le produit fut appliqué par série de quatre doses à raison d'une dose par lot d'une cinquantaine de sauterelles.

Le Fénitrothion se montre d'une rapidité d'effet remarquable puisqu'il a pratiquement fini d'agir au bout de 48 heures; les mortalités relevées deux jours après les traitements peuvent être considérées comme définitives, ne variant très légèrement parfois que le troisième jour sans toutefois jamais augmenter de plus d'un ou deux pour cent entre le deuxième et le troisième jours.

C'est ainsi que la série de doses de 2 microgrammes, 2,5 microgrammes, 3 microgrammes et 3,5 microgrammes de matière active par gramme d'insecte donne, 48 heures après le traitement, respectivement pour chacune de ces doses successives, les mortalités moyennes approximatives de 25 %, 45 %, 65 % et 80 %.

Ces résultats ont permis d'établir les doses létales de la matière active du Fénitrothion, doses qui sont reportées au tableau XXV.

Il est intéressant de les comparer aux valeurs du tableau XXII dans lequel sont reportées les doses létales de l'isomère gamma de l'HCH en application par contact sur *Locusta* adultes.

TABLEAU XXV

Doses létales	
(exprimées en microgrammes de la matière active par gramme d'insecte) de Fénitrothion à l'égard des adultes de <i>Locusta migratoria migratorioides</i> R. et F. en toxicité de contact	
DL 50	2,71
DL 90	4,59
DL 95	5,33
DL 99	7,06

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours
DL 50	2,71	2,59	2,57
DL 90	4,59	4,22	4,17
DL 95	5,33	4,84	4,79
DL 99	7,06	6,27	6,17

On constate qu'il faut une durée de trois jours après le traitement, soit un jour de plus qu'avec le Sumithion, pour que l'isomère gamma ait achevé d'une façon qui puisse être considérée comme pratiquement complète son action sur des lots de sauterelles traitées.

On constate également que pour obtenir sur *Locusta* adulte, avec l'isomère gamma, trois jours après le traitement, le même pourcentage de mortalité que l'on obtient en deux jours avec le Fénitrothion, il faut approximativement deux fois un quart plus d'isomère gamma que de Fénitrothion en traitement de contact.

On peut donc estimer que le Fénitrothion est, en traitement de contact, plus de deux fois plus toxique à l'égard des criquets migrants adultes que l'isomère gamma de l'HCH.

Le Fénitrothion est, de plus, plus rapide d'action que l'isomère gamma de l'HCH qui peut lui-même est considéré comme agissant assez vite. Sur les lots de *Locusta* adultes traités, hébergés, pour la durée des observations des mortalités, en cages avec de l'herbe fraîche à leur disposition, on observe que la consommation d'herbe cesse très rapidement, c'est-à-dire dans les quelques heures qui suivent le traitement.

On peut donc en conclure que le Fénitrothion mérite d'être essayé, dans les conditions pratiques de la lutte antiacridienne, à des doses probablement inférieures à celles de l'isomère gamma de l'HCH, en traitement direct par contact, sur les essaims de criquets migrants ailés; cette application du Fénitrothion semble devoir être plus particulièrement recommandée lorsqu'il est très souhaitable d'obtenir sur la population à combattre une cessation immédiate de la prise de nourriture et la mort la plus rapide possible; c'est surtout le cas des vols de criquets migrants qui approchent des zones de cultures vivrières et risquent de provoquer de façon imminente des destructions considérables de récoltes.

En ce qui concerne l'utilisation du Fénitrothion en traitement de contact sur les larves, un seul essai a été effectué en quatre doses sur deux cents *Locusta* au cinquième stade larvaire, âgés de vingt et un jours comptés à partir des éclosions. Ce premier essai semble indiquer que le Fénitrothion a, à l'égard des larves du cinquième stade, une toxicité de contact analogue, bien que très légèrement inférieure, à celle qu'il présente à l'égard des *Locusta* adultes (voir tableau XXVI).

TABLEAU XXVI

Doses létales	
(exprimées en microgrammes de la matière active par gramme d'insecte) du Fénitrothion à l'égard des larves du cinquième stade de <i>Locusta migratoria migratorioides</i> R. et F. en toxicité de contact	
DL 50	3,07
DL 90	5,45
DL 95	6,41
DL 99	8,70

Après un délai d'observation de 24 heures entre fin du traitement et observation des mortalités :

DL 50	3,07
DL 90	5,45
DL 95	6,41
DL 99	8,70

2) DETERMINATION DU POUVOIR
INSECTICIDE DU FENITROTHION A L'EGARD
DES LARVES DU CRIQUET MIGRATEUR
EN TOXICITE D'INGESTION

Il était intéressant d'étudier les possibilités d'utilisation du même produit pour la destruction des larves du criquet migrateur par la technique du traitement de la végétation par bande. Dans cette méthode de lutte, les larves s'intoxiquent elles-mêmes au moment où elles parviennent, en cours de leur migration, à la hauteur d'une bande de terrain traité en ingérant de la végétation ayant reçu de l'insecticide; les essais effectués sur larves au laboratoire comportèrent donc l'administration de doses de Fénitrothion par ingestion à l'exclusion de toute action de contact; le produit était

présenté au criquet entre deux épaisseurs de limbe de graminées (« sandwich ») de façon à ce qu'aucune partie du corps de l'insecte autre que l'appareil digestif n'entre en contact avec le produit.

Quatre essais par ingestion sur larves du cinquième stade, âgées de trois semaines comptées à partir de l'éclosion, ont été réalisés, chaque essai comportant l'application de quatre doses sur une cinquantaine de larves par dose.

Les doses de 1,6 microgramme, 2 microgrammes, 2,5 microgrammes et 3,2 microgrammes administrées par ingestion aux larves ont provoqué des mortalités moyennes approximatives de 15 %, 40 %, 80 % et 100 %. L'interprétation graphique et statistique des résultats a permis d'établir les doses létales du Fénirothion en toxicité par ingestion pour larves du cinquième stade de *Locusta*.

Les valeurs de ces doses létales, reportées au tableau XXVII, apparaissent nettement inférieures à celles du tableau XXV, valeurs des doses létales par contact pour les adultes de *Locusta*. Le Fénirothion s'avère donc, en traitement des larves par ingestion, encore plus efficace qu'en traitement des adultes par contact.

Si l'on compare les doses létales par ingestion du Fénirothion (tableau XXVII) aux doses létales par ingestion de la Dieldrine (tableaux XII, XV, XVIII) on peut constater que le Fénirothion se montre considérablement plus efficace et plus rapide d'action que la Dieldrine, produit qui est actuellement le plus utilisé pour intoxiquer les criquets par ingestion en traitant la végétation par bandes ou par quadrillage.

TABLEAU XXVII

Doses létales
(exprimées en microgrammes
de la matière active par gramme d'insecte)
du Fénirothion à l'égard des larves du cinquième stade
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité d'ingestion

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours	3 jours
DL 50	2,19	2,07	2,05
DL 90	3,02	2,81	2,77
DL 95	3,29	3,07	3,01
DL 99	3,89	3,61	3,53

Le Fénirothion mérite donc d'être essayé dans les conditions réelles pratiques de la lutte anti-acridienne pour le traitement par bandes de la végétation que doivent consommer les larves; la rapidité avec laquelle se manifeste l'intoxication par ingestion et l'arrêt presque immédiat de prise de nourriture qu'elle déclenche sur l'insecte semblent devoir faire recommander ce traitement, surtout aux alentours des cultures menacées; pour le traitement des aires qui risquent d'être pâturées par le bétail peu de temps après l'opération et même pour le traitement des cultures dont les récoltes sont consommables dans un délai de moins d'un mois, le Fénirothion paraît devoir être utilisé, étant considérablement moins toxique pour les mammifères que la Dieldrine.

3) DETERMINATION DU POUVOIR INSECTICIDE DU NOUVEL ESTER PHOSPHORIQUE, PRODUIT EXPERIMENTAL 11.974 R.P. (PHOSALONE), A L'EGARD DU CRIQUET MIGRATEUR EN TOXICITE DE CONTACT

Ce produit, qui présente à l'égard des mammifères une toxicité assez modérée, a été expérimenté en trois essais, suivant huit doses différentes, sur un total de quatre cents larves du cinquième stade de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F. Alors qu'il se montre d'une excellente efficacité aussi bien contre un grand nombre d'insectes broyeurs, tels que chenilles et coléoptères, que contre des insectes piqueurs et suceurs, il s'est révélé très peu toxique contre les criquets et donc inutilisable en lutte anti-acridienne (voir tableau XXVIII).

TABLEAU XXVIII

Doses létales
(exprimées en microgrammes
de la matière active par gramme d'insecte)
du Phosalone à l'égard des larves du cinquième stade
de *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.
en toxicité de contact

Après des délais entre fin de traitement et observation des mortalités de :

	1 jour	2 jours et plus
DL 50	28	24,5
DL 90	68	47
DL 95	88	56
DL 99	142	79

BIBLIOGRAPHIE

FINNEY (D.J.). Probit analysis. Cambridge. The University Press, 1952.

GRY (J.), COQUARD (G.) et COQUARD (J.). Participation de la section de phytopharmacie de la Division de Défense des Cultures de l'IRAT aux recherches de lutte chimique anti-acridienne de l'OICMA.
In « L'Agronomie Tropicale », vol. XVIII, n° 12, 1963.

MASBOU (M.C.) et VAN DEN DRIESSCHE (R.). Programme IBP « Analyse par les probits » pour ordinateur 704. Laboratoire de calcul numérique du CNRS (inédit).

L'AGRONOMIE TROPICALE

Extrait des nos 6-7
JUN-JUILLET 1966

APPRÉCIATION EN LABORATOIRE DE L'ACTIVITÉ DES INSECTICIDES A L'ÉGARD DU CRIQUET MIGRATEUR

par

J. GRY

Maître de Recherches Principal
Chef de Laboratoire de Phytopharmacie (IRAT)

J. COQUARD et G. COQUARD

Techniciens à la Division de Défense des Cultures
(IRAT)

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28460

Cote : A