

Recherches sur l'utilisation du disulfoton dans la lutte contre la cochenille farineuse de l'ananas, *Dysmicoccus brevipes* Ckl

par **R. GUÉROUT** ⁽¹⁾, **M. BARBIER** † ⁽²⁾ et **Y. GICQUIAUX** ⁽²⁾

sous la direction de

A. VILARDEBO ⁽³⁾

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

RECHERCHES SUR L'UTILISATION DU DISULFOTON
DANS LA LUTTE
CONTRE LA COCHENILLE FARINEUSE DE L'ANANAS
DYSMICOCCLUS BREVIPES CKL

par R. GUÉROUT, M. BARBIER †, Y. GICQUIAUX

sous la Direction de A. VILARDEBO (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 23, n° 2, fév. 1968, p. 67 à 78.

RÉSUMÉ. — Les résultats de l'expérimentation conduite ont mis en évidence le très grand intérêt de ce composé dans la lutte contre *D. brevipes*. La dose minimale à utiliser est de 0,025 g par plant, applicable soit dans le cœur de la plante, soit à l'aisselle des feuilles, en formulation granulé ou concentré émulsionnable. Appliqué dans le sol il est moins efficace. Son action systémique a été mise en évidence dans certaines conditions. Cette propriété donne à cette insecticide une supériorité par rapport au parathion. Les analyses de fruits traités peu avant la récolte avec des doses triples de la normale ont donné moins de 0,15 p. p. m. de résidus, chiffre nettement inférieur aux tolérances légales.

C'est aux îles Hawaï, premier centre mondial de culture de l'ananas, et aussi le plus ancien, que le dépérissement appelé « Wilt de l'ananas », dû à la cochenille farineuse *Dysmicoccus brevipes* Ckl, est apparu. Il va de soi que les premières études pour lutter contre cet insecte y furent réalisées.

Les essais, nombreux, avec des produits les plus divers, ne donnèrent que peu de résultats jusqu'en 1930, date à laquelle JONHSON (1935) mit en évidence pour la première fois l'intérêt des pulvérisations à base d'huiles émulsionnées à la concentration de 1 %. Ces traitements, entrés immédiatement dans la pratique, le sont restés pendant vingt ans. CARTER (1952) obtenait alors avec le parathion une efficacité bien supérieure.

L'amélioration apportée par l'utilisation de ce composé fut considérable. Cependant des applications répétées, au nombre de 8 à 12 par cycle de culture, furent encore nécessaires au cours des premières années, mais grâce à un effort soutenu une amélioration constante de l'état sanitaire s'ensuivit jusqu'à la suppression presque totale des cas de Wilt. Les applications d'insecticides pouvaient être alors réduites en nombre (3 à 4 par cycle de culture).

Ces mêmes traitements généralisés dans les plantations de Côte-d'Ivoire, des Antilles françaises et en Guinée ont donné d'excellents résultats.

(1) Chef du Laboratoire d'Entomologie, Station de Côte d'Ivoire.

(2) Agronomes de la Section Ananas en Martinique.

(3) Chef du Service Entomologie de l'I. F. A. C.

Le Wilt était donc vaincu, la lutte était peu onéreuse.

Mais ces traitements présentaient certains inconvénients.

L'application du parathion doit se faire par pulvérisation avec un minimum de 1 500 l/ha de solution. Ce transport de liquide n'est pas toujours réalisable tel par exemple dans certaines plantations de Côte-d'Ivoire éloignées de tout point d'eau ou encore dans les cultures conduites sur les fortes pentes des montagnes de Martinique.

Le parathion est de plus très toxique pour les humains et de ce fait son emploi présente certains dangers notamment pour des personnes non parfaitement avisées comme c'est le cas dans certains pays en voie de développement où la culture de l'ananas est en pleine extension.

En outre, certaines études ont révélé qu'il était extrêmement difficile de mouiller la cochenille de l'ananas par suite de la très grande protection assurée par la texture particulière de la couche cireuse qui recouvre le corps de cette espèce. (A. VILARDEBO, rapport non publié.) Un certain manque d'efficacité des applications de parathion parfois constaté provient sans doute de ce fait mais aussi de celui de la localisation des colonies de cochenilles sur la tige sous le niveau du sol, voire sur les racines, lieu qu'aucune pulvérisation ne peut atteindre.

Bien que l'utilisation du parathion donne grande satisfaction, des recherches furent entreprises dès 1957 sur les stations de l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.) en vue de la mise au point de traitements de lutte plus efficaces.

L'apparition des insecticides systémiques suscitèrent les plus grands espoirs d'une amélioration notable de la lutte. De par leur mode d'action il était permis de penser que les cochenilles seraient intoxiquées quel que soit leur point de fixation. Mais en fait aucun des composés reconnus ayant un tel mode d'action n'avait d'effet sur les coccides, à l'exception du Systox, mais en conditions spéciales, c'est-à-dire à l'abri de la lumière (rapport I. F. A. C., non publié).

Toute une gamme d'insecticides organo-phosphorés, moins toxiques pour les humains que le parathion furent également testés ; mais aucun d'eux ne s'est révélé supérieur au parathion (VILARDEBO-GUÉROUT, 1966).

La poursuite de ces recherches aboutit néanmoins à un bilan positif puisque à ce jour des résultats très encourageants ont été obtenus avec l'insecticide Disulfoton.

Ces recherches ont été réalisées sur les stations de l'I. F. A. C. en Côte-d'Ivoire (R. GUÉROUT) et de Martinique (M. BARBIER et Y. GICQUIAUX) avec la contribution du Service Entomologie du siège (A. VILARDEBO).

Cet article est la présentation des résultats obtenus.

I. MATÉRIEL ET TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

L'insecticide expérimenté est le 0,0-diéthyl S-2-(éthylthio) éthyl phosphorodithioate dont l'appellation normalisée en France est Disulfoton, terme mis en synonymie avec Disyston⁽¹⁾ et Thiodemeton⁽²⁾. C'est un insecticide systémique agissant sur un grand nombre d'insectes suceurs et acariens. Son action est assez persistante comparée à celle d'autres composés similaires.

(1) Marque déposée par la Farbenfabriken Bayer, société promotrice de ce composé. Ce terme désigne à la fois la matière active et la formulation commerciale.

(2) Dans le présent article le terme Disulfoton sera employé chaque fois que l'on parlera de la matière active elle-même, celui de Disyston désignera les formulations commerciales.

Deux formulations ont été utilisées. L'une déjà vendue dans le commerce, le Disyston granulé à 5 % de matière active, l'autre le Disyston concentré émulsionnable à 50 % de M. A. spécialement préparé pour cette expérimentation.

Les granulés étaient appliqués plant par plant, chacun d'eux recevant la dose voulue mesurée à l'aide d'une cupule tarée. L'insecticide était mis soit dans le cœur de la plante, soit à la base des feuilles de la couronne, soit encore directement sur le sol.

La technique d'expérimentation est celle étudiée par VILARDEBO et GUÉROUT (1956). Elle consiste à utiliser des plants sains que l'on infeste artificiellement pour ensuite les traiter.

L'infestation, que ce soit avant ou après traitement, est estimée après arrachage et décorticage d'un certain nombre de plants d'ananas. Ceux-ci sont alors répartis en six classes d'infestation caractérisée par le nombre de cochenilles présentes sur le plant et surtout l'aspect des colonies, celles-ci étant différenciées selon qu'elles sont composées de jeunes larves ou de femelles matures isolées, en petit groupe ou en groupement important.

Pour chaque observation, et pour chaque parcelle on obtient ainsi un nombre de plants par classe constituant une « distribution ». La comparaison de ces distributions par le test du χ^2 permet de déterminer si elles sont significativement différentes d'une parcelle

à l'autre. Il en est de même pour des observations à dates différentes pour une même parcelle.

Ces résultats peuvent encore être comparés en utilisant la moyenne pondérée obtenue en divisant par le nombre de plants observés la somme des produits du nombre représentatif de la classe par le nombre de plants de cette classe. On obtient ainsi une moyenne pondérée figurative mais non exacte de l'infestation moyenne.

Dans les tests préliminaires conduits avant la mise au point de cette méthode l'efficacité des traitements était jugée par comparaison du nombre de cas de Wilt apparus dans les parcelles traitées et témoin.

Toute l'expérimentation a été conduite avec des plants d'ananas de la variété Cayenne lisse.

II. RÉSULTATS DES TESTS PRÉLIMINAIRES

1^{er} test :

Réalisé à partir de septembre 1964 en Martinique sur deux parcelles (A et B) de 1 800 plants chacune, entourées d'une culture sans traitement insecticide. Les applications se faisaient tous les deux mois (parcelle A) ou trois mois (parcelle B). A chaque application chaque plant recevait 0,5 g de Disyston granulé.

Aucun cas de Wilt n'est apparu dans la parcelle A ; on en dénombrait 7 et 22 cas dans la parcelle B respectivement en mai et juillet 1965. Dans les cultures environnantes le pourcentage était beaucoup plus élevé.

Pendant la durée de l'expérimentation une infestation élevée s'est établie. Le nombre de cas de Wilt dans les cultures environnantes en est la manifestation. Le nombre moindre ou nul de ceux-ci dans les parcelles traitées est en conséquence la preuve d'une action toxique du Disulfoton sur la cochenille.

Les effets cumulés d'applications réalisées tous les deux mois ont même empêché toute apparition de cas de Wilt.

2^e test :

Réalisé en janvier 1965, il comprenait des observations plus précises qui ont permis d'étudier la rapi-

dité d'action de l'insecticide. La dose appliquée par plant est de 0,5 g de granulé mis dans le cœur.

Une semaine après traitement les colonies de cochenilles sont toujours présentes.

A trois semaines on ne retrouve sur les feuilles que des cochenilles mortes, la plupart envahies par des champignons mais les insectes présents sur racines sont vivants.

A six semaines la situation est inchangée.

Pendant la même période sur les plants témoins, les colonies ont continué à proliférer.

3^e test :

Réalisé en avril 1965, le but recherché était le même que précédemment mais l'application des granulés se faisait dans le cœur de la plante, à l'aisselle des feuilles de la couronne ou sur le sol au pied de la plante. Les résultats à trois semaines font toujours apparaître l'efficacité du produit. C'est en application dans le cœur que le produit serait le plus efficace, mais les différences sont peu nettes.

Ces trois tests ont permis de situer le problème. Le Disyston est actif contre la cochenille de l'ananas et semble présenter une certaine rémanence. L'expérimentation entreprise alors devait confirmer ces faits et fournir des indications plus précises.

III. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

1° Expérimentation A.

Le but était de déterminer la persistance d'action d'un traitement à 0,5 g de granulé à 5 % de M. A. par plant, mis dans le cœur de la plante.

Cet essai fut conduit à Basse-Pointe, en Martinique.

De mai 1965, date de plantation de l'essai jusqu'en août 1965, l'infestation naturelle s'établit, aidée par surcroît par des apports de colonies de cochenilles.

Le matériel végétal était constitué par des rejets de Cayenne Saint-Domingue, variété qui ne présente pas de Wilt évitant ainsi un facteur d'hétérogénéité bien que les colonies de cochenilles y soient abondantes.

L'essai comportait des lignes de 100 plants chacune, traitées et non traitées, réparties au hasard.

Mensuellement d'août 1965 à février 1966, 60 plants étaient arrachés dans chacune des parcelles pour examen du degré d'infestation.

La première observation faite juste avant traitement (26-8-65) permettait de s'assurer de l'homogénéité et du degré d'infestation.

Les résultats sont exprimés en pourcentage du nombre de plants observés dans chaque classe (ta-

bleau I). Les moyennes pondérées calculées à partir des mêmes résultats ont permis de tracer les courbes du graphique 1.

L'examen de ces chiffres, et des courbes montre que un mois après traitement il y a une régression très importante de l'infestation dans les parcelles traitées, évolution d'autant plus significative qu'avant traitement l'infestation était supérieure à celle des témoins et que dans ces parcelles elle est en accroissement pendant la même période.

Dès le second mois, l'infestation recommence à s'établir dans les parcelles traitées et se poursuit régulièrement jusqu'à la fin de l'expérimentation où elle devient du même ordre de grandeur que dans le témoin. Dans ce dernier, l'infestation oscille sans doute sous l'influence de conditions climatiques plus ou moins favorables.

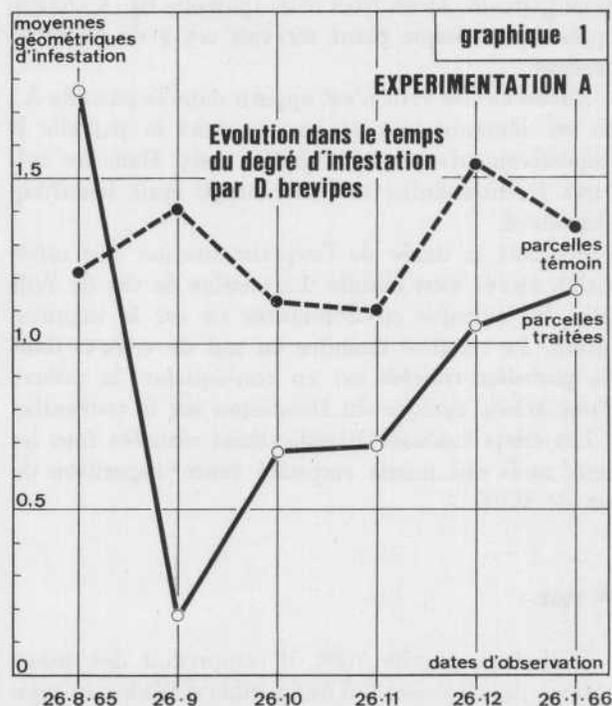
Ces résultats indiquent que dans les conditions de l'expérience l'action propre du Disyston est de courte durée, probablement pas supérieure à un mois, mais ses effets se font sentir pendant plus longtemps, approximativement trois mois, période à la fin de laquelle une nouvelle application aurait été nécessaire.

TABLEAU I.

Essai A. Distributions d'infestation en pour cent.

TRAITEMENT ET DATE D'OBSERVATION	CLASSES					
	0	1	2	3	4	5
Parcelle témoin						
26-8-65 (contrôle).....	33,3	35,8	15,3	5,1	10,2	0
26-9-65.....	43,6	18,1	10,9	12,7	7,2	7,2
26-10-65.....	50,2	20,3	3,1	9,3	4,6	6,2
26-11-65.....	59,3	10,9	6,2	10,9	7,8	4,6
26-12-65.....	32,8	26,5	14,0	12,5	7,8	6,2
26-1-66.....	42,2	17,2	15,6	14,0	9,3	1,5
Parcelle traitée						
26-8-65 (contrôle).....	20,0	35,0	15,0	7,5	22,5	0
26-9-65.....	91,0	3,4	3,5	0	0	1,7
26-10-65.....	70,3	20,3	1,5	3,1	0	4,6
26-11-65.....	63,5	15,8	11,1	6,3	1,5	1,5
26-12-65.....	51,5	20,3	6,2	15,6	4,6	1,5
26-1-66.....	43,7	23,4	15,6	6,2	10,9	0

0 : pas de cochenille; 1 : larves; 2 : femelles isolées; 3 : petites colonies; 4 : colonies importantes; 5 : forte infestation.



2° Expérimentation B.

Conduite également en Martinique, à Basse-Pointe, cette nouvelle expérimentation avait pour but d'étudier l'action du Disulfoton en fonction de sa localisation sur le plant, de la dose d'emploi ainsi que de la formulation utilisée.

Les traitements expérimentés étaient les suivants :

TRAITEMENT	FORMULATION	DOSE DE M. A./PLANT (g)	LOCALISATION
A	granulé 5 %	0,025	mélangé au sol
B	granulé 5 %	0,025	aisselle des feuilles de la base
C	granulé 5 %	0,025	dans le cœur
D	concentré émulsionnable 50 %	0,025	pulvérisation sur ensemble du plant
E	concentré émulsionnable 50 %	0,0125	pulvérisation sur ensemble du plant
F	témoin sans traitement		

Les concentrations utilisées dans les traitements D et E étaient choisies pour que la quantité adéquate de M. A. soit contenue dans 35 cm³ de solution pulvérisée par plant.

Tous les plants étaient infestés artificiellement le 28-4-67 soit quinze jours avant traitement excepté pour A où l'insecticide a été mélangé au sol avant plantation du rejet.

Un même traitement était appliqué à 14 plants différents constituant 14 répétitions.

Les observations d'infestation eurent lieu un mois et demi après traitement, après arrachage et décorticage des plants. Les résultats exprimés en pour cent de plants de chaque classe par rapport au total de plants vivants sont donnés dans le tableau II (quelques plantes n'ont pas repris, indépendamment de l'action du traitement ; il n'y a donc pas lieu de les prendre en considération).

Ces chiffres montrent que les infestations se sont dans l'ensemble bien établies sur les plants témoins (moyenne pondérée d'infestation : 2,55).

Tous les traitements ont été actifs mais à des degrés variables. De ces données, il est aisé de voir :

— que le granulé incorporé au sol est moins actif que lorsqu'il est mis directement sur la plante, que ce soit dans le cœur ou à la base des feuilles, la différence entre ces deux traitements n'étant pas significative ;

— qu'à la dose de 0,025 g de M. A. par plant les

TABLEAU II.

Essai B.

Pourcentage de plants dans chaque classe d'infestation.

TRAITEMENTS	CLASSES					
	0	1	2	3	4	5
A	69,2	30,2	0	0	0	0
B	100	0	0	0	0	0
C	92,3	7,7	0	0	0	0
D	100	0	0	0	0	0
E	69,2	23,1	7,7	0	0	0
F (témoin)	18,2	9,1	9,1	0	0	0

applications en granulé ou en pulvérisation sont équivalentes, l'efficacité étant de 100 % ;

— que la dose de 0,0125 est insuffisante pour protéger totalement le plant. Son action est très inférieure à la dose de 0,025 g/plant.

Ces résultats montrent la souplesse d'utilisation du Disulfoton qui pourra être utilisé sous l'une ou l'autre de ces formulations selon la structure de la plantation. Cet aspect du problème est discuté plus avant dans cet article.

3° Expérimentation C.

Cette dernière étude avait pour but de comparer l'action du Disulfoton granulé appliqué dans le cœur ou à la base des feuilles à celles du parathion pris comme insecticide référence.

Ce dernier était pulvérisé sur la plante à raison de 30 cm³ d'une solution à 0,3 ‰ de M. A. par pied. La dose de Disulfoton était de 0,5 g de granulé à 5 %.

Les observations ont été réalisées juste avant traitement puis 15, 45 et 75 jours plus tard. Chacune d'elle portait chaque fois sur 40 plants par traitement.

Les observations ont porté sur la variation du degré d'infestation dans le temps. Cela est obtenu par la comparaison directe deux à deux des distributions d'infestation. Le calcul du χ^2 permet de préciser si elles sont significativement différentes. Les valeurs calculées des moyennes pondérées d'infestation permettent de concrétiser ces variations par des courbes sans toutefois que ces dernières puissent être considérées comme une représentation rigoureuse de ces variations (tableau III a et b et graphique 2).

TABLEAU III a.

Essai C. Valeurs calculées de χ^2 d'après les observations réalisées dans les différentes parcelles aux différentes dates.

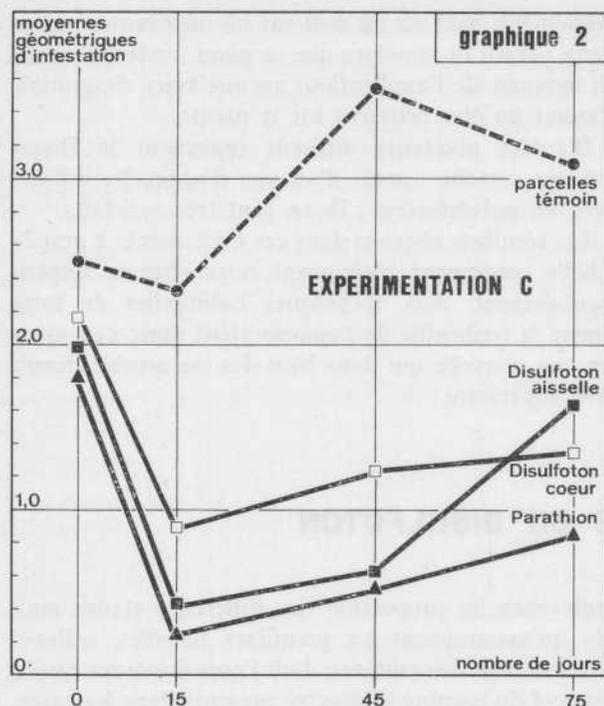
Valeurs significatives de χ^2 pour 5 degrés de liberté :

P = 5 %	$\chi^2 = 11,07^*$
P = 1 %	$\chi^2 = 15,09^{**}$
P = 0,1 %	$\chi^2 = 20,52^{***}$

PARCELLES	OBSERVATIONS COMPARÉES			
	0/15 jours	15/45 jours	45/75 jours	15/45 jours
Témoin.....	2,56	20,2 **	10,1	
Disulfoton aisselle.....	28,94***	3,26	12,04*	
Disulfoton cœur.....	17,76**	12,96*	7,42	
Parathion.....	31,80***	7,92	6,04	15,6 **

TABLEAU III b.

TRAITEMENTS COMPARÉS	PÉRIODE D'OBSERVATION COMPARÉE			
	Avant traitement	15 jours	45 jours	75 jours
Disulfoton aisselle/témoin.....	12,59*	31,79***	51,61***	24,17**
Disulfoton cœur/témoin.....	6,6	26,24***	39,82***	43,26***
Parathion/témoin.....	10,41	41,34***	59,20***	50,34***
Parathion/Disulfoton aisselle.....	13,58*	3,48	2,29	14,20*
Parathion/Disulfoton cœur.....	10,76	8,00	8,47	18,78**
Disulfoton aisselle/Disulfoton cœur.....	3,05	2,70	6,36	8,96



Parcelles témoins.

Après un très léger fléchissement de l'infestation à 15 jours, celle-ci s'accroît de façon importante jusqu'au 45^e jour puis marque une tendance vers une régression. Pendant la durée de l'expérimentation, les conditions climatiques sont donc restées favorables au développement de la cochenille.

Parcelle Disulfoton à l'aisselle des feuilles.

La diminution d'infestation à 15 jours est très importante. Cette différence d'évolution par comparaison avec le témoin ne peut qu'être la conséquence du traitement effectué, ce dernier a donc été très efficace. Entre le 15^e et le 45^e jour l'infestation reste stationnaire avec une très légère tendance à la réinfestation (25 plants au lieu de 31 dans la classe 0

avec par contre 8 et 4 au lieu de 4 et 2 dans les classes 1 et 2). L'importance de cette variation n'a rien de comparable avec celle constatée pendant la même période dans le témoin. Entre 45 et 75 jours cette réinfestation prend une allure accélérée. Après des effets rapides et élevés au cours de la première quinzaine qui suit le traitement, l'action se prolonge pendant quelques temps. Elle disparaît complètement après le 45^e jour.

Parcelle Disulfoton dans le cœur.

L'évolution de l'infestation est la même que dans la parcelle précédente, mais la régression observée à 15 jours est moins importante. L'accroissement d'infestation à 75 jours est également moins importante. Il semble donc que le Disulfoton mis dans le cœur ait une action moins intense mais de plus longue durée que lorsqu'il est mis à l'aisselle des feuilles. Toutefois rien ne peut être affirmé car le calcul statistique indique que les différences entre ces deux modes d'application ne sont pas significatives.

Parcelles traitées au parathion.

Malgré une proportion élevée de plants de la classe 4 au moment du traitement ces parcelles présentent à 15 jours une infestation équivalente aux autres. L'action immédiate de cet insecticide est donc supérieure à celle du Disulfoton.

Il en est encore de même à 45 et surtout à 75 jours (différence significative).

Cette persistance d'action du parathion qui avait déjà été mise en évidence (VILARDEBO, GUÉROUT et SANOGHO, 1966) ne se retrouve pas chez le Disulfoton.

Il ressort de ces résultats une preuve nouvelle de la très grande action du Disulfoton mais inférieure toutefois dans son ensemble à celle du parathion. Une nouvelle fois on constate une efficacité moindre du composé mis dans le cœur mais la précision de l'essai ne permet pas de le confirmer.

IV. OBSERVATIONS EN PLANTATIONS D'ANANAS

Avant même que l'ensemble des résultats qui viennent d'être présentés soient connus certains producteurs de la Martinique ont voulu « brûler les étapes » et utiliser le Disyston dans leurs plantations pour lutter contre la cochenille de l'ananas.

Des informations complémentaires très utiles ont ainsi pu être recueillies.

Pressé par le temps, une dizaine d'hectares avaient été plantés avec des couronnes provenant d'un champ gravement infesté. Ce matériel végétal n'avait pas

reçu de traitement insecticide à sa mise en terre. Aussi, 3 mois après plantation, l'infestation était générale et sévère malgré trois applications de méthylparathion réalisées par pulvérisation à l'aide d'un appareil type boom-sprayer, à raison de 6 000 l/ha de liquide. Malgré cet effort le planteur n'a pu détruire les colonies installées entre les vieilles folioles de la base de ces couronnes plantées. Pour essayer de remédier à cette situation une application de Disyston à la dose de 0,5 g par plant fut réalisée. Au cours d'observations minutieuses faites trois semaines plus tard, il ne put être trouvé que quelques très rares cochenilles moribondes au lieu des colonies présentes anté-

rieurement, sauf en un seul cas où un examen minutieux permit de conclure que ce plant avait été oublié au moment de l'application, aucune trace de granulé n'ayant pu être retrouvé sur la plante.

D'autres planteurs utilisent également le Disyston sur certains carrés d'ananas d'approche difficile avec un pulvérisateur ; ils en sont très satisfaits.

Les résultats obtenus dans ces traitements à grande échelle confirment pleinement ceux obtenus expérimentalement. Aux techniques habituelles de lutte contre la cochenille de l'ananas vient donc s'en ajouter une nouvelle qui dans bien des cas semble devoir être supérieure.

V. ACTION SYSTÉMIQUE DU DISULFOTON

Dans toutes les expériences décrites précédemment on ne s'est aucunement préoccupé de savoir quel était le mode d'action du Disulfoton sur la cochenille de l'ananas. L'étude décrite ci-après apporte des éclaircissements.

Sur 6 plants témoins et 6 plants traités avec 0,5 g de Disyston granulé 5 %, homogènes et en pleine végétation, étaient fixées au niveau des feuilles 4 cages par plant contenant chacune 10 femelles matures de *D. brevipes*. Au bout de quelques jours une colonie de moyenne importance constituée de larves du premier et second stades s'était déjà établie dans chacune d'elles. Les observations prévues étaient le dénombrement à des intervalles définis de temps, des individus, vivants et morts des différents stades.

Il aurait été ainsi possible d'obtenir des informations utiles sur l'action systémique propre du Disulfoton sur les différents stades de développement de la cochenille. Mais très rapidement il s'est avéré que seules les observations sur les individus vivants étaient réalisables.

A chacune des dates d'observations trois feuilles portant une cage étaient coupées pour examen minutieux de la colonie au laboratoire. Dans le tableau IV sont donnés les résultats de ces observations.

Plants témoins : les femelles mises dans les cages selon la technique utilisée sont incapables de se fixer à nouveau et meurent au bout de quelques jours, mais après avoir donné une descendance assez nombreuse. De ce fait pendant toute la période de développement de cette descendance (30 à 40 jours) le nombre total d'individus reste relativement constant,

seule varie la proportion des différents stades mais dès qu'apparaissent les premières femelles, celles-ci donnent une descendance d'où l'accroissement rapide observé du nombre d'insectes présents dans les cages. Une certaine stabilisation apparaît dans la composition des colonies.

Plants traités : 15 jours après traitement le nombre total d'individus est sensiblement équivalent à celui des témoins, mais dès le 20^e jour on constate une nette régression de cette population que l'on retrouve encore à ce niveau au 30^e jour. Mais au 40^e jour on observe une seconde régression beaucoup plus importante que la première, qui se fait au détriment de tous les stades de développement. Cette évolution s'accroît encore dans les jours suivants. Après le 60^e jour faute de femelles matures il ne peut y avoir fixation de nouvelles larves.

A partir du 35^e jour une seconde phase d'étude était entreprise sur ces mêmes plants témoins et traités. Tous les 10 jours il était posé de nouvelles cages contenant chacune 5 femelles matures. 20 jours plus tard la descendance vivante et morte était dénombrée. Les résultats sont donnés dans le tableau V.

On constate que le nombre de cochenilles fixées dans chacune des cages posées sur les plants témoins est constant et assez élevé.

Par contre dans les cages posées sur les plants traités les chiffres sont très faibles, dans les cages observées aux 45^e et 55^e jours après traitement. Dans ces mêmes cages on ne trouve que peu ou pas de larves mortes. C'est que probablement elles ont été tuées dans les heures qui ont suivi leur fixation, alors qu'elles sont presque invisibles à l'œil nu. Leurs

dépouilles ne peuvent être que plus petites encore et passent inaperçues.

Rappelons que les résultats de la première partie de cette étude avait précisément révélé une forte activité de l'insecticide pendant cette période.

Lors des observations faites à 65, 75 et 85 jours on dénombre des populations en très net accroissement par rapport aux précédentes mais restant comparativement aux témoins encore très faibles. Ici encore le nombre de dépouilles est faible ou nul.

TABLEAU IV.

Étude de l'action systémique du Disulfoton. Nombre total et répartition moyenne par cage et par stade de la descendance des dix femelles mises dans les cages fixées sur les feuilles au moment du traitement.

	INTERVALLE TRAITEMENT OBSERVATIONS EN JOURS	NOMBRE TOTAL D'INDIVIDUS VIVANTS	RÉPARTITION SELON LES DIFFÉRENTS STADES (1)				
			Stades larvaires			Femelles	Mâles
			1	2	3		
PLANTS TÉMOINS	15	228	177	40	10	0,6	0,3
	20	363	99	140	117	0	7
	25	308	55	77	124	0	52
	30	284	43	70	123	11	37
	40	232	39	28	76	72	17
	50	530	326	14	70	102	18
	60	906	320	205	132	224	25
	70	1 185	570	208	127	265	15
PLANTS TRAITÉS	15	274	204	63	6,3	0,3	0
	20	161	84	32	39	30,7	5,3
	25	186	37	46	90	0,3	12
	30	170	19	56	79	8,6	8
	40	40	8	13	13	4	2
	50 (2)	220 (5)	147 (0)	9 (0)	21 (5)	0 (0)	43 (0)
	60	0	0	0	0	0	0
	70	5	3,7	1	0	0,3	0

(1) Ces moyennes ont été arrondies à l'unité excepté pour les faibles valeurs.

(2) Dans la série de 3 cages l'une d'elles a évolué comme dans le témoin pour une cause non décelée. Entre parenthèses les résultats relatifs aux deux autres cages.

TABLEAU V.

Étude de l'action systémique du Disulfoton. Dénombrement de la descendance de cinq femelles placées dans les cages à intervalle de temps régulier après le traitement.

INTERVALLE		PLANTS TÉMOINS	PLANTS TRAITÉS	
Traitement réinfestation	Traitement observation	Population vivante	Population vivante	Dépouilles de larves mortes
25	45	415	5	60
35	55	430	1	X
45	65	461	65	80
55	75	273	36	X
65	85	177	36	55
75	95	421	231	132
85	105	426	160	230

A partir de 95 jours un brusque changement se produit. Le nombre d'insectes vivants et morts dénombrés dans les cages sont beaucoup plus élevés. La présence de cochenilles vivantes indique une faible activité de l'insecticide. Cette dernière est toutefois encore suffisante pour tuer un certain pourcentage de la population, mais cette action n'est plus aussi rapide. De ce fait les insectes atteignent avant de mourir un certain développement, rendant aisé le dénombrement des dépouilles.

Les mortalités constatées dans l'une ou l'autre partie de cette étude, sont dues à l'action insecticide

du Disulfoton qui n'agit qu'après un certain laps de temps, celui nécessaire à son absorption par la plante puis à sa translocation dans la feuille jusqu'au niveau de fixation des cages. Il est certain que lorsque dans les conditions naturelles, les cochenilles sont fixées à la base des feuilles, l'action insecticide est beaucoup plus rapide. Dans les conditions de l'expérience elle a commencé juste après le 30^e jour et s'est poursuivie jusqu'au 85^e. L'apparition, comme la disparition de l'insecticide en un point de la feuille, semble se faire par transitions brusques. Ce point reste à étudier.

V. DÉTERMINATION DES DOSES EFFICACES DE DISYSTON

Ce travail a été mené selon la même technique que l'étude précédente, c'est-à-dire dans une première phase par comptage de cochenilles vivantes à des dates échelonnées, dans des cages mises en place au moment du traitement, puis dans des cages placées pendant des périodes régulièrement échelonnées. 4 doses (0,2, 0,3, 0,45, 0,675 g de Disyston) sont comparées avec des témoins.

Les chiffres du tableau VI indiquent, contrairement à l'étude précédente que l'action de l'insecticide sur les cochenilles a été immédiate puisque à 10 jours on note déjà à toutes les doses des fixations en nombre moindre par comparaison avec le témoin. A + 20 jours on ne note aucune évolution. A + 30 jours l'action de l'insecticide s'intensifie, de façon assez passagère à la dose faible, pendant une durée plus longue lorsque 0,3 et 0,45 g sont appliqués par plant mais sans qu'une mortalité voisine de 100 % ne soit atteinte. Avec la dose la plus élevée

TABLEAU VI.

Nombre moyen d'individus vivants par cage en fonction des doses de Disyston et du temps écoulé après traitement.

INTERVALLE TRAITEMENT OBSERVATIONS	DOSE DE DISYSTON GRANULÉ (en gramme/plant)				
	0,0	0,2	0,3	0,45	0,675
10 jours	420	232	166	254	182
20 jours	388	210	226	160	153
30 jours	317	90	95	32	143
40 jours	558	149	94	11	0
50 jours	832	346	246	28	9

ce résultat est obtenu mais pour une raison inconnue les effets toxiques ne sont apparus qu'au 40^e jour.

Les chiffres du tableau VII permettent d'étudier

TABLEAU VII.

Nombre moyen d'individus vivants par cage au cours de réinfestation échelonnée dans le temps en fonction de la dose appliquée.

INTERVALLE TRAITEMENT RÉINFESTATIONS	INTERVALLE TRAITEMENT OBSERVATIONS	DOSE DE DISYSTON GRANULÉ (en grammes/plant)				
		0,0	0,2	0,3	0,45	0,675
40 jours	60 jours	899	160	65	68	0
50 jours	70 jours	318	130	41	103	15
60 jours	80 jours	182	100	43	175	11
70 jours	90 jours	335	248	214	32	55
80 jours	100 jours	305	295	367	110	51

les effets de l'insecticide sur les larves nouvellement écloses, au moment de leur fixation. Ils montrent que l'action de la dose faible s'est fait sentir jusqu'au-delà du 60^e jour mais très partiellement. Les effets sont plus intenses, dans le cas des doses 0,3 et 0,45 g, cette dernière se faisant sentir pendant une plus longue durée. Mais ni l'une ni l'autre n'ont eu

un effet total. Cela est obtenu au 40^e jour avec la dose supérieure qui jusqu'au 100^e jour reste très active.

Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment d'une persistance d'action de 2 mois environ pour une dose qui ne doit pas être inférieure à 0,5 g de Disyston par plant.

VI. PHYTOTOXICITÉ DU DISYSTON

Parallèlement à toutes les observations déjà décrites, il en était réalisé d'autres afin de vérifier que le Disyston était bien toléré par la plante.

En Martinique il n'a jamais été observé de brûlures que le granulé soit placé dans le cœur ou la couronne foliaire de la plante. Il n'en fut pas de même en Côte d'Ivoire où un épandage réalisé en pleine saison sèche dans la rosette centrale de feuilles

a entraîné certaines brûlures localisées. On suppose que cela fut la conséquence de fortes concentrations dues à la chaleur et à l'absence totale de diffusion du composé par l'eau de pluie ou même l'eau de rosée.

De façon générale le Disyston est bien toléré par l'ananas. Les quelques cas de brûlures doivent être étudiés de manière plus approfondie.

VII. RÉSIDUS DANS LA PLANTE

La toxicité orale LD 50 du Disulfoton pour le rat mâle est de 12,5 mg/kg de poids vif. Cet insecticide figure donc parmi la liste des composés ayant une toxicité élevée pour les humains. Il était donc de la plus grande importance de vérifier quelle était la quantité de résidus dans le fruit frais ou après sa mise en conserve.

Ces recherches furent menées parallèlement en Martinique et en Côte d'Ivoire.

En Martinique des traitements ont été réalisés tous les 3 mois à la dose de 0,5 g de granulé pendant 1 an, soit de la plantation à la floraison, suivis d'une application effectuée 92, 61 ou 29 jours avant récolte à la base des feuilles supérieures, le long de la hampe florale. Les analyses réalisées sur fruits frais ont donné moins de 0,1 ppm. de résidu, quantité limite inférieure décelable par la technique d'analyse.

En Côte d'Ivoire des épandages de 0,55 et 1,65 g de Disyston soit 1 et 3 fois la dose efficace, furent réalisés sur des plants porteurs de fruits, 56 jours avant leur récolte. Ces fruits furent mis en conserve puis analysés comparativement avec des fruits non traités.

Les résultats furent les suivants :

<i>Dose de granulé par plant</i>	<i>Dose de M. A. par plant</i>	<i>Quantité de résidu</i>
0,55 g	28 mg	< 0,1 ppm.
1,65 g	84 mg	0,15 ppm.

Ces résultats montrent que même avec une dose triple appliquée 2 mois avant la récolte, la quantité de résidus n'est que de 0,15 ppm. soit 5 fois moins que la norme américaine de tolérance (0,75 ppm.).

Si l'on prend en considération que dans la pratique aucun traitement insecticide n'est jamais réalisé après la différenciation florale de la plante, soit au moins 6 mois avant la récolte et qu'un épandage de trois fois la dose serait une erreur très grossière, il apparaît que l'utilisation du Disulfoton en culture d'ananas dans les conditions prescrites plus loin est sans danger pour le consommateur.

Les précautions d'usage au moment de l'emploi devront être respectées comme pour beaucoup d'autres composés. Sous sa formulation granulé les risques d'intoxication par ce composé sont amoindris. Sous sa forme de concentré émulsionnable il présente plus de danger ; mais celui-ci ne semble pas devoir être supérieur à celui du parathion-éthyl, pourtant universellement employé.

VIII. CONCEPTION DES TRAITEMENTS AU DISYSTON

Il a été vu que ce composé était actif aussi bien sous sa forme granulé que liquide, qu'il pouvait être appliqué dans le cœur de la plante ou à l'aisselle des feuilles de la couronne, aussi bien sur des plants nouvellement plantés que ceux d'un certain âge. L'une ou l'autre de ces formes sera donc utilisée selon la structuration de la plantation.

Lorsque les cultures sont établies sur de fortes pentes où tout passage de tracteur est interdit (cas de certaines plantations en Martinique) les traitements par pulvérisations deviennent difficiles et coûteux. Les granulés trouvent alors leur pleine utilisation. Il en sera de même là où n'existe aucun point d'eau, telles les plantations dites familiales de la région d'Ono en Côte-d'Ivoire.

Pour le traitement des plantations de ces producteurs africains et plus généralement dans le cas de petites exploitations, le granulé présente encore l'avantage de ne nécessiter aucun appareil de traitement parfois d'un entretien difficile, toujours sujet d'ennuis. Un simple doseur suffira pour traiter ces plantations souvent d'une superficie inférieure à un hectare, mais parfois en nombre élevé dans une région, assurant une production totale de quelques dizaines de milliers de tonnes.

Toutefois les granulés présentent certains inconvénients. Leur épandage est lent et nécessite de la main-d'œuvre. Par rapport à une pulvérisation un tel traitement est donc obligatoirement plus coûteux mais son prix diminuera lorsque apparaîtront des appareils épandeurs.

Actuellement dans les plantations de grande superficie, donc obligatoirement mécanisées et où les pentes sont faibles on a intérêt à traiter par pulvérisation au boom-sprayer avec une formulation liquide de Disulfoton ; économie de main-d'œuvre, prix moindre de l'insecticide formulé, rapidité d'exécution des traitements sont des facteurs qui jouent un grand rôle dans l'établissement des prix de revient de la production.

Que ce soit en granulé ou en formulation liquide la dose d'application à recommander actuellement est 0,025 g de M. A. par plant. En cas d'infestation moyenne ou forte (conditions généralement réalisées dans les essais) il semble que le rythme d'un

traitement tous les deux mois soit nécessaire mais en fait dans les plantations déjà assainies par des applications antérieures, le temps écoulé entre deux épandages doit pouvoir être beaucoup plus long (4 ou 5 mois). Seule l'expérimentation permettra de préciser ce point.

Des traitements seront réalisés en cours de végétation mais on sait depuis longtemps que l'un des points essentiels dans la lutte contre la cochenille de l'ananas est le traitement des rejets à la plantation. Ce dernier est une opération longue et coûteuse que le producteur fréquemment fait très mal et qu'il cherche à éviter par tous les moyens.

Dans le cas de plantation de cayeux ou de bulbilles, en l'absence de désinfection au départ ou lorsqu'elle est mal faite, les traitements au parathion appliqué plus tard peuvent donner de bons résultats. Mais il n'en est plus de même lorsque les plantations ont été réalisées à partir de couronnes.

L'expérience a montré que dans ce cas un traitement au Disyston donnait d'excellents résultats. Il semble donc possible maintenant de pouvoir abandonner la technique courante de traitement des rejets à la plantation pour ne faire qu'une application de Disyston. Cette dernière se ferait vers le deuxième ou troisième mois de culture sur des ananas déjà en poussée végétative. L'insecticide sera ainsi correctement absorbé par la plante et véhiculé en elle jusqu'aux différentes zones d'alimentation de la cochenille.

Malgré certains inconvénients le Disulfoton paraît donc très prometteur pour la lutte contre la cochenille de l'ananas *Dysmicoccus brevipes* au point que son utilisation dans les plantations d'ananas pourra être recommandée dès que son homologation par les services compétents sera officielle.

Certes, des précisions doivent encore être apportées aux modalités d'emploi indiquées dans cet article. Les études à ce sujet sont en cours.

Un élément essentiel à retenir est que pour la première fois on peut envisager de manière pratique la lutte contre cette coccide Pseudococcinae à l'aide d'un insecticide systémique. C'est là un tournant très marquant dans l'évolution des moyens de lutte contre ce ravageur de l'ananas.

BIBLIOGRAPHIE

- CARTER (W.). 1952. — Organic phosphates as systemic insecticides on pineapple plants. *J. Eco. Entom.*, vol. 45, n° 6, p. 981-984.
- JOHNSON (M. O.). 1935. — The pineapple Wilt, in *The Pineapple*, p. 111-132. Paradise of the Pacific Press Hawaii, U. S. A.
- VILARDEBO (A.) & GUÉROUT (R.). 1966. — Tests insecticides avec *Dysmicoccus brevipes* ckl. cochenille farineuse de l'ananas. I. Technique de tests de laboratoire et recherche d'une expression du degré d'infestation, base du critère d'efficacité d'essais de plein champ. *Fruits*, vol. 21, n° 1, p. 5-11.
- VILARDEBO (A.), GUÉROUT (R.) & SANOGHO (M.). 1966. — II. Résultats expérimentaux de plein champ, *Fruits*, vol. 21, n° 1, p. 12-18.