

TESTS INSECTICIDES AVEC *DYSMICOCCUS BREVIPES* CKL COCHENILLE FARINEUSE DE L'ANANAS

I. TECHNIQUE DE TEST DE LABORATOIRE ET RECHERCHE D'UNE EXPRESSION DU DEGRÉ D'INFESTATION, BASE DU CRITÈRE D'EFFICACITÉ D'ESSAIS DE PLEIN CHAMP

par **A. VILARDEBO** ⁽¹⁾ et **R. GUÉROUT** ⁽²⁾

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

TESTS INSECTICIDES
AVEC *DYSMICOCCUS BREVIPES* CKL,
COCHENILLE FARINEUSE DE L'ANANAS

I. Procédé d'estimation de l'infestation, base de critère de l'efficacité.

II. Résultats expérimentaux de plein champ.

par A. VILARDEBO, R. GUÉROUT et M. SANOGHO.

Fruits, vol. 21, n° 1, janv. 1966, p. 5 à 18.

RÉSUMÉ. — Afin de remplacer le Parathion très toxique pour l'homme dans la lutte contre *Dysmicoccus brevipès*, il est recherché une technique de tests insecticides de laboratoire et de plein champ pour étudier la valeur des composés présentés sur le marché.

Les essais de laboratoire par la technique de trempage ont été négatifs. Les observations ont montré que la cire recouvrant l'insecte constitue une couche protectrice.

Une méthode d'estimation du degré d'infestation d'un champ, basée sur le nombre de cochenilles présentes sur le plant et l'état de développement de la colonie est proposée. Cette expression du degré d'infestation a l'avantage de pouvoir être étudiée par les méthodes ordinaires des calculs statistiques, ce qui permet une comparaison rigoureuse de l'efficacité de traitements insecticides. Des essais ont été réalisés par ce processus. Les résultats sont donnés.

La cochenille farineuse de l'ananas, *Dysmicoccus brevipès* n'est pas le seul insecte s'attaquant à cette culture mais elle en est incontestablement le principal ennemi, non seulement par l'importance des dommages qu'elle est capable de provoquer, mais par le fait également qu'elle sévit pratiquement dans le monde entier.

Les îles Hawaii sont le principal centre mondial de culture de l'ananas. Aussi est-ce dans les stations de recherches installées dans ces îles que fut entreprise la plus grande masse de travail pour l'amélioration de cette culture, notamment la mise au point des traitements de lutte avec le parathion, après avoir utilisé les huiles blanches pendant très longtemps.

(1) Chef du Service Entomologie-Nématologie à l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.).

(2) Chef de la Section Entomologie-Nématologie. Station de Côte d'Ivoire de l'I. F. A. C.

La transposition de ces résultats à d'autres pays, aux conditions climatiques et au système de culture différents, s'est faite avec succès. Que ce soit en Afrique ou aux Antilles, ce parasite est maintenant efficacement combattu.

Mais la toxicité du parathion pour l'homme constitue parfois un réel danger et rend parfois difficile son utilisation. Il est donc du plus grand intérêt de pouvoir tester les nouveaux composés insecticides mis sur le marché, soit qu'ils présentent l'avantage d'être moins toxiques pour les êtres supérieurs, soit qu'ils aient une action plus intense et plus persistante que le parathion, qu'ils agissent par contact ou par endothérapie.

Un tel travail doit se concevoir en deux temps : d'abord au laboratoire, puis en plein champ.

Les tests à réaliser en laboratoire, comme cela est habituel pour tout travail de ce genre, devraient pouvoir être réalisés tout au long de l'année avec des insectes obtenus d'élevage en milieu contrôlé. La technique de ces tests devrait être simple afin que leur réalisation soit rapide permettant ainsi leur exécution en grand nombre. Il serait ainsi réalisé un screening classique qui permettrait de ne retenir que les produits les plus actifs dont la valeur réelle dans la lutte contre *D. brevipes* serait alors étudiée dans une expérimentation en plein champ aux périodes pendant lesquelles les conditions climatiques seraient favorables.

Pour la réalisation des tests de laboratoire, il fut envisagé d'utiliser la simple technique du trempage de colonies d'insectes dans des solutions insecticides. Cela fut sans succès car dans ces conditions, la couche cireuse constitue une protection empêchant un contact normal de l'insecte avec l'insecticide. Ce travail fut donc momentanément abandonné mais parallèlement étaient entreprises des études et observations en plein champ pour l'établissement d'un critère précis et facile à obtenir, d'efficacité des traitements réalisés.

Les résultats des recherches pour l'établissement de la technique de test de laboratoire ainsi que du critère d'efficacité des traitements fait l'objet de la première note de cette publication. Dans la seconde sont mentionnés ceux obtenus avec la méthode proposée d'observations en plein champ.

RECHERCHE D'UNE TECHNIQUE DE TEST DE LABORATOIRE

Les chercheurs travaillant aux îles Hawaii les problèmes relatifs à la culture de l'ananas, appartenant tous à des instituts professionnels privés, les résultats de leurs recherches n'ont donné lieu à aucune publication scientifique. En conséquence de cela, on ne possède aucune précision sur la technique utilisée par eux pour tester l'action des insecticides contre la cochenille farineuse de l'ananas. Ce n'est que lors d'une rencontre avec l'un des chercheurs hawaïens que l'on apprit que les tests étaient réalisés par la simple technique de trempage dans les solutions insecticides de colonies d'insectes récoltés dans la nature sur des fruits tardifs laissés dans les champs après la récolte.

Dans son travail, TOURNEUR (1962) utilisa une technique similaire mais les colonies utilisées étaient obtenues d'élevage entrepris sur feuille d'ananas, en petites cages (2 × 2,5 cm). Le fragment de feuille portant les insectes était trempé dans la solution insecticide pendant 3 minutes, laissé 5 minutes à l'air libre, reposant sur une feuille de papier-filtre afin que l'excès de liquide soit éliminé, puis mis en boîtes de Pétri. La mortalité était observée au bout de 48 et 72 heures.

Les taux de mortalité obtenus variaient de 20 à 100 % d'un test à l'autre pour le même insecticide et à la même concentration.

Reprenant ultérieurement ces études, A. VILARDEBO, travaillant avec des colonies développées sur fruits dans la nature, constata qu'à partir d'une certaine concentration et d'un certain temps de trempage, on n'obtenait plus d'augmentation de mortalité, le maximum atteint étant d'ailleurs assez faible (un trempage de 3 minutes dans des solutions de parathion, diazinon et méthyl-parathion donne respectivement des mortalités maxima de 60, 20, 35 %).

Ces faits sont attribués à la très grande variation de la mouillabilité des colonies. En effet, il arrivait que certaines de ces populations d'insectes soient retirées de la solution insecticide avec rigoureusement la même apparence qu'avant. D'autre fois au contraire, les insectes prenaient une teinte rose, celle propre à leur corps, signe certain que leur épiderme avait été en contact avec le liquide. Dans ce seul cas, la mortalité obtenue était élevée. Cette non-mouillabilité était surtout marquée chez les colonies en provenance directe d'un champ de culture. L'adjonction d'un mouillant donnait un certain résultat

positif avec les insectes obtenus d'élevage ; il fallait une concentration beaucoup plus forte pour obtenir le même résultat avec les colonies récoltées dans la nature.

Ce comportement est assez particulier à *D. brevipes* car des tests semblables effectués avec *Pseudococcus citri* ont révélé que cette espèce se mouillait beaucoup plus facilement. L'immersion de colonies de la cochenille farineuse de l'ananas dans de l'eau pure, a permis de constater que l'insecte était protégé du contact du liquide par une couche d'air restée adhérente autour de la cochenille, sans doute par un effet physique dû à la nature de la surface de la couche cireuse recouvrant l'insecte. Il est intéressant de noter que cette sécrétion cireuse est nettement moins abondante chez les insectes d'élevage par rapport à ceux qui se sont développés dans la nature ce qui expliquerait la différence de mouillabilité constatée.

Ainsi donc, à la protection habituelle assurée par cette matière grasse, vient s'ajouter celle encore plus efficace de cette couche d'air.

Dans ces conditions, les insecticides ne pouvaient avoir une action de contact normale. Ceci explique les faits constatés et indiqués précédemment.

Il était cependant observé une certaine intoxication de l'ensemble de la colonie. En effet, contrairement à ce qui se passait dans les boîtes de Pétri témoin, où les insectes ne se déplaçaient pas, à part quelques rares individus, dans les boîtes recevant les colonies traitées on pouvait observer 5 ou 6 heures après trempage un début d'activité des femelles adultes qui, après s'être détachées du support (fragment de

fruit) se dispersaient sur toute la surface de la boîte. Peu après, l'accroissement de l'intoxication ne permettait plus à l'insecte de se mouvoir normalement, les pattes présentant des mouvements d'agitation fébrile allant en s'intensifiant. Logiquement, une mort rapide aurait dû s'ensuivre. Cela était en effet observé chez certains individus, qui immédiatement prenaient une teinte brune noirâtre caractéristique, alors que chez tous les autres l'agitation fébrile des pattes s'atténuait pour faire place à des mouvements normaux. On assiste donc à une désintoxication de l'insecte qui reprend une certaine vitalité. Celle-ci ne lui permet pas de se refixer et de s'alimenter, mais elle est suffisante à la reprise de l'ovogénèse. Avant de mourir par inanition en 10-12 jours, la femelle donne naissance à une descendance parfaitement viable. Après leur mort, ces cochenilles ne prennent jamais la teinte brunâtre qui apparaît comme caractéristique d'une mort par intoxication insecticide.

Ces différentes observations mettent clairement en évidence la faible valeur de la technique des tests par trempage pour le contrôle de l'activité des insecticides contre *D. brevipes*.

Les travaux pour la mise au point d'un test de laboratoire furent alors momentanément abandonnés pour faire place à la recherche d'une technique d'étude en plein champ où sans connaître exactement le mode d'action des insecticides utilisés surtout après qu'aient été faites les observations qui viennent d'être décrites, l'expérience pratique a prouvé qu'ils assuraient une bonne mortalité de l'insecte combattu.

RECHERCHES D'UNE EXPRESSION DU DEGRÉ D'INFESTATION PAR *DYSMICOCCLUS BREVIPES* CKL.

La cochenille *Dysmicoccus brevipes* est l'agent causal du wilt de l'ananas. Le pourcentage de plants malades étant en corrélation avec le degré d'infestation par les cochenilles, la première idée qui vient à l'esprit est de prendre le pourcentage de plants wiltés comme critère d'efficacité d'un traitement (anon. 1958).

Dès 1955, des essais ont été mis en place en Guinée selon ce principe. Il s'agissait d'étudier l'action d'insecticides de contact et endotherapiques. Malgré toutes les précautions prises, notamment le choix au départ d'un matériel végétal infesté, le pourcentage de plants wiltés fut très faible aussi bien dans les parcelles traitées que dans les témoins. C'est que ce

choix du matériel végétal était défectueux ; il était trop sain c'est-à-dire pas assez riche en « facteur latent » inducteur du wilt (Carter, 1962, 1963). Le contraire aurait pu tout aussi bien se produire et dans ce dernier cas, le pourcentage de plants malades aurait été élevé quel que soit le traitement.

Comme par ailleurs des conditions climatiques défavorables (absence de soleil) peuvent empêcher l'apparition des symptômes de wilt, l'absence de ceux-ci dans un champ n'implique pas automatiquement l'absence de cochenilles.

Ce critère du « pourcentage de wilt », s'il a l'avantage d'être d'une observation facile, présente par

ailleurs des inconvénients majeurs qui font qu'il ne peut être retenu pour juger de la valeur d'un traitement insecticide.

Des essais effectués aux Antilles après ceux de Guinée ont confirmé l'échec de cette base d'expérimentation.

La comparaison directe des populations de cochenilles avant et après traitement, apparaissait alors comme la seule base d'observation conduisant à un critère valable permettant de définir la valeur réelle d'un traitement.

La population de cochenilles présentes sur un plant d'ananas et conséquemment celle d'un champ ne peut s'exprimer par le nombre d'insectes fixés sur la plante, d'autant qu'il faudrait encore faire la distinction entre les différents stades.

Une possibilité d'expression serait le pourcentage de pieds infestés de cochenilles, établi par simple passage et observation dans le champ. Les plants d'ananas restant en place pourraient être observés à intervalles réguliers permettant de suivre l'évolution de l'infestation dans le temps.

Un autre moyen plus précis consiste à arracher le plant et à le décortiquer feuille par feuille pour s'assurer de la présence ou de l'absence des insectes. Ces deux techniques ont été étudiées comparativement par TOURNEUR en Côte d'Ivoire. D'une part 25 pieds d'ananas, prélevés au hasard dans un champ, étaient arrachés et décortiqués minutieusement ; d'autre part, dans le même carré, 150 plants, toujours déterminés au hasard, sont observés par simple écartement des feuilles. Les résultats obtenus sont les suivants :

Pourcentage de pieds infestés.

CARRÉ	OBSERVATIONS PAR DÉCORTICAGE	OBSERVATIONS PAR ÉCARTEMENT DES FEUILLES
A	28	2,6
B	48	2,6
C	36	0,6

Dans les carrés A et B où la floraison était assez avancée, les cochenilles s'étaient déplacées vers la hampe florale. Elles étaient donc aisément repérables, ce qui explique les pourcentages d'infestations plus élevés mais toujours très faibles, jamais en relation avec l'infestation réelle.

Ces résultats montrent que, même en prenant la précaution d'écartier les feuilles, un très grand nombre de plants paraissent sains alors qu'en réalité ils sont

infestés de cochenilles. Seul le décortilage de la plante après arrachage permet donc de juger, alors avec beaucoup plus de précisions, du degré d'infestation.

Ce décortilage va en effet permettre de déterminer avec certitude le pourcentage de pieds porteurs de cochenilles mais également l'importance de l'infestation de chacun des plants qui seront alors répartis en six catégories ou « classes d'infestation ».

Ces classes sont les suivantes :

Classe 0. *Aucune cochenille n'a été observée* sur la plante. En fait, des premiers stades isolés peuvent être présents mais la petitesse de leur taille ne permet pas leur repérage.

Classe 1. *Présence de larves de 2^e ou 3^e stade isolées ou par groupe de 2 ou 3. Pas de femelles adultes.* Cet état se rencontre soit tout à fait en début d'infestation, soit en période défavorable à la multiplication des cochenilles.

Classe 2. *Femelles adultes isolées ou par groupe de 2 ou 3.* Ces femelles n'ont pas donné de descendance ou bien celle-ci est encore très réduite, et encore au premier stade larvaire, pratiquement invisible sans l'aide d'une loupe.

Classe 3. *Une ou plusieurs petites colonies constituées de une ou plusieurs femelles* (jusqu'à une dizaine) entourées de nombreuses larves à tous les stades.

Classe 4. *Une ou plusieurs colonies importantes,* composées d'au moins 10 femelles adultes et de très nombreuses larves à tous les stades.

Classe 5. *Très importantes colonies* occupant toute la base du plant.

Les degrés d'infestations correspondant aux classes 3, 4 et 5 ne peuvent se rencontrer que lorsque les conditions ambiantes sont favorables à une multiplication intense de la cochenille. Le degré d'infestation évolue alors très rapidement vers le maximum (classe 5). Par contre des plants présentant un degré d'infestation correspondant aux classes 0 et 1 pourront y rester pendant très longtemps (Réal, 1959).

La classe 2 ne peut se rencontrer que si les conditions sont favorables au développement de la cochenille. Elle doit normalement conduire à la classe 3, mais le fait ne se produit pas toujours ou irrégulièrement dans un champ.

Les conditions de réalisation d'un test insecticide seraient donc optimales si tous les plants présentaient le degré d'infestation de la classe 3, car l'évolution assez rapide vers les classes 4 et 5 rendra bien nette toute différence d'efficacité des produits. Une telle homogénéité d'infestation étant irréalisable dans la pratique, l'exécution du test se fera lorsque la fréquence de la classe 3 sera élevée.

Se conformant aux indications qui précèdent, après avoir arraché et examiné un à un, par décortilage un certain nombre de plants d'ananas prélevés au hasard dans le champ ou dans la parcelle d'expérimentation, on pourra établir l'expression de son degré d'infestation,

— soit par la série des 6 chiffres correspondant au nombre réel de cas observés de chaque classe,

— soit par le pourcentage de cas de chaque classe.

L'un et l'autre de ces systèmes peuvent être représentés graphiquement.

Un certain nombre d'exemples sont indiqués dans le tableau 1.

Le simple examen des chiffres donnés permet d'affirmer aisément que l'infestation de la parcelle A s'est fortement accrue entre les dates considérées, que la parcelle D est la moins attaquée, etc.

Mais de telles appréciations n'ont pas une précision suffisante et ne peuvent servir au jugement d'une expérimentation et à l'interprétation des résultats.

Les infestations doivent pouvoir être comparées

de manière rigoureuse permettant d'affirmer, en dehors de toute estimation personnelle, si elles sont significativement différentes ou non.

L'expression proposée du degré d'infestation par la série des 6 chiffres correspondant au nombre de cas réels observés de chaque classe, présente l'avantage de pouvoir être analysé statistiquement par le test de χ^2 .

Un tel calcul appliqué aux expressions d'infestations indiquées dans le tableau 1 donne les chiffres suivants :

Parcelle A au 6-10-64 et 6-11-64. Valeur de $\chi^2 = 15,06$.

Ici le degré d'infestation a évolué significativement avec un coefficient de probabilité pratiquement de 99 %.

Parcelle A au 25-9-64 et 6-10-64. Valeur de $\chi^2 = 10,57$.

Chiffre inférieur mais très voisin de la valeur 11,07 donné par les tables comme seuil de signification.

Parcelle A au 25-9-64 et parcelle B. Valeur de $\chi^2 = 8,04$.

Malgré certains écarts, ces deux distributions ne peuvent être considérées comme significativement différentes.

TABLEAU 1. — Exemples d'expressions d'infestation de champs d'ananas par *D. brevipes*.

Pour chaque parcelle, la ligne supérieure de chiffre indique le nombre de plants de chaque classe ; la ligne inférieure, le pourcentage correspondant.

	CLASSES						TOTAL
	0	1	2	3	4	5	
Parcelle A le 25-9-64.....	8 5,33 %	18 12 %	24 16 %	47 31,37 %	26 17,3 %	27 18 %	150
Parcelle A le 6-10-64.....	1 1,67 %	4 6,67 %	10 16,7 %	13 21,63 %	10 16,7 %	22 36,65 %	60
Parcelle A le 6-11-64.....	1 1,67 %	2 3,33 %	6 10 %	1 1,67 %	15 25 %	35 58,33 %	60
Parcelle B.....	6 8 %	1 1,31 %	14 18,6 %	28 37,5 %	14 18,6 %	12 16 %	75
Parcelle C.....	27 45 %	5 8,35 %	12 20 %	11 18,32 %	2 3,33 %	3 5 %	60
Parcelle D.....	42 70 %	5 8,35 %	8 13,3 %	5 8,35 %	0	0	60

DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

Les essais de tests insecticides par trempage ont mis en évidence le rôle assez particulier et de très grande importance joué par la couche cireuse de la cochenille farineuse de l'ananas, *Dysmicoccus brevipes ckl.* L'épaisseur de la couche de cire est fonction des conditions générales de l'ensemble du milieu biologique et climatique dans lesquelles se développe la cochenille. Le degré de protection assuré est donc fonction de ces mêmes facteurs. Elle varie en conséquence d'un lieu à un autre et en un même point d'une période à l'autre de l'année. Cela expliquerait les différences constatées dans l'efficacité des traitements de lutte effectués en culture d'ananas.

L'expérience pratique de lutte contre cette cochenille acquise, aux Hawaii d'abord, en d'autres pays ensuite, avait montré que dans un champ fortement infesté, la fréquence des traitements est un facteur de réussite plus important que la dose appliquée. Si l'on veut enrayer avec le maximum de chance de succès le développement du wilt, les applications d'insecticide devront être faites toutes les 3 à 4 semaines, si non la réinfestation est très rapide. Il est probable que celle-ci se fait à partir de cette descendance de « dernière heure » observée au laboratoire, avant la mort par épuisement des femelles trop faibles pour se refixer après avoir été légèrement intoxiquées. Tout comme au laboratoire, il est probable que dans la nature le taux de mortalité atteint un palier quelle que soit la dose appliquée.

La conséquence directe de ces faits est l'échec de la technique courante des tests par trempage pour tester l'action des insecticides sur la cochenille de l'ananas. Il a déjà été précisé que cette orientation des recherches a été momentanément abandonnée. Obligatoirement cependant, elles devront être reprises car la disposition d'un moyen simple et rapide de connaître l'activité d'un composé chimique est un instrument absolument indispensable à un avancement rapide et sûr des travaux de recherches.

Parallèlement à ces études de laboratoire, il était effectué des essais de plein champ. Leur réalisation pratique n'offrait pas de difficultés majeures. L'application des insecticides était réalisée de façon classique sur des plants de belle croissance, ayant reçu une infestation artificielle homogène, et répartie en parcelles selon les dispositifs expérimentaux ordinaires. L'estimation de l'efficacité des traitements se fait alors selon le critère présenté dans cette publication. Il est basé sur l'expression du degré d'infestation des plants d'ananas. Six classes ont été définies. Comme en toutes choses liées à la biologie, ces classes ne sont pas parfaitement tranchées. Elles correspondent cependant à des « états » équivalant à des paliers dans l'évolution de l'infestation. Les cas intermédiaires sont peu fréquents. La classification des plants observés se fait alors aisément ; il n'y a qu'en cas d'évolution rapide de l'infestation (cas de conditions ambiantes optimales) que ces classes sont moins nettes. Mais les différences entre parcelles (entre traitements) sont alors augmentées ce qui compense largement la diminution de précision des observations.

Ces classes, établies en fonction de considérations biologiques et après un certain nombre d'observations, n'ont pas même valeur intrinsèque. Ainsi la classe 0 se distingue particulièrement de toutes les autres. En effet, tout plant de cette classe y restera immuablement (sauf en cas de réinfestation), tandis qu'il pourra passer de l'une à l'autre des autres classes, dans le temps selon l'évolution de l'infestation qui sera conditionnée par la climatologie.

Ces classes correspondent à des infestations croissantes mais le gradient n'est pas régulier. Les degrés d'infestation définis par les classes 1 et 2 sont faibles et ne présentent que peu de danger pour l'avenir immédiat de la culture en cours. De ce même point de vue, les classes 4 et 5 devront être considérées comme équivalentes entre elles. Tout plant porteur d'une telle infestation présentera ultérieurement 90 fois sur 100 des symptômes graves de « wilt ». La classe 3 se distingue à la fois des groupes 1-2 et 4-5. C'est en quelque sorte une charnière entre les faibles et forts degrés d'infestation.

Ces différences des valeurs intrinsèques des classes éliminent toute possibilité d'expression du degré d'infestation par un seul nombre, ce qui ne représenterait pas un avantage spécial. Il est en effet très important pour l'interprétation de pouvoir définir à la fois le pourcentage de plants infestés et l'état de l'infestation.

Il est difficile de donner des indications sur le degré de précision de la méthode. Il paraît toutefois qu'il soit très suffisant comme cela est mis en évidence dans les résultats donnés dans la seconde note ci-après.

Le très grand avantage de ce mode d'expression du degré d'infestation est de pouvoir être analysé par les méthodes du calcul statistique, conférant à toute interprétation une grande rigueur.

Les applications de ce mode d'expression sont nombreuses et variées. En fait, il sera un instrument de travail chaque fois que la population de cochenilles farineuses sera la base des observations. Il en sera ainsi dans toute étude de démographie ou d'écologie de cet insecte, que ce soit en fonction de la climatologie du lieu, de façons culturales ou de traitements particuliers. Ces connaissances permettront l'établissement d'un moyen de détermination de la nécessité ou non, d'un traitement de lutte. Au cours d'un cycle de culture les applications insecticides seront alors effectuées exactement en nombre voulu et aux dates convenables.

Mais c'est dans le domaine de l'expérimentation avec les insecticides que ce mode d'expression du degré d'infestation trouve son application la plus précieuse. En effet, l'activité de tout composé chimique, à différentes doses, et sous différentes formulations, pourra être définie en valeur absolue par comparaison avec un témoin non traité, en valeur relative par rapport à un autre insecticide. Sa persistance d'action dans le temps pourra tout aussi aisément être déterminée.

Il faut préciser que cette technique de travail est valable aussi bien pour les insecticides à action de contact que ceux à action systémique tandis que le test de laboratoire par trempage ne permettait pas d'étudier ceux-ci.

De la même manière pourra être étudiée l'influence d'adjuvants, du volume total de liquide épandu à l'hectare, etc.

Une illustration de ces possibilités, en même temps que des résultats intéressants obtenus en plein champ par cette technique sont donnés dans la seconde partie de cet article.



II. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX DE PLEIN CHAMP

par **R. GUÉROUT, A. VILARDEBO** et **M. SANOGHO**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

Pour illustrer les possibilités d'applications pratiques du mode d'expression du degré d'infestation d'un champ d'ananas par la cochenille farineuse, *Dysmicoccus brevipes* Ckl., il est donné dans cette seconde partie quelques résultats expérimentaux obtenus avec différents insecticides.

En premier lieu, l'étude de l'évolution des populations dans les témoins permet de s'assurer que les conditions ambiantes climatiques ont été favorables à un déroulement normal de l'expérimentation. Ce point étant assuré les valeurs intrinsèques et relations, à court et long terme sont alors étudiées et discutées.

I. TECHNIQUE ET MÉTHODE. — PRODUITS EXPÉRIMENTÉS

Ces tests insecticides ont été effectués en plein champ dans des parcelles spécialement préparées à cet effet. Le matériel végétal planté était sain mais chaque plant fut par la suite infesté artificiellement par *D. brevipes* par apport dans le cœur de la plante d'un fragment d'écorce de fruit prélevé dans des champs abandonnés après la récolte et porteur de colonies volumineuses.

Le développement de l'infestation était contrôlé par arrachage et décorticage feuille par feuille d'un certain nombre de plants selon la technique décrite précédemment.

Les insecticides suivants furent expérimentés :

1. Le Parathion : thiophosphate de 0,0-diéthyl et 0-(*p*-nitrophényl). Formulation à 50 % de M. A.
2. Le Méthyl-parathion : thiophosphate de 0,0-diméthyl et 0-(*p*-nitrophényl). Formulation à 600 g par litre de M. A.
3. Le Fénitrothion (Sumithion) : thiophosphate de 0,0-diméthyl et de 0-3-méthyl-4-nitrophényl. Formulation contenant 50 % de M. A.
4. Le Fenthion (Lebaycid) : thiophosphate de 0,0-

diméthyl et de 0-(méthyl-3-méthyltio-4-phényl). Formulation à 50 % de M. A.

5. Le Diazinon : thiophosphate de 0,0-diéthyl et de 0-(isopropyl-2 méthyl-6 pyrimidil-4). Formulation à 20 % de M. A.
6. Le Phosalone : 0,0-diéthyl-dithiophosphorylméthyl-3 chloro-6 benzoxazolone. Formulation à 50 % de M. A.
7. Le Cidial : ester éthylique de l'acide diméthyl-dithiophosphoryl-phényl-acétique. Formulation à 50 % de M. A.
8. Le Nogos : formulation à 50 % de M. A.

Outre ces insecticides, il a été utilisé un adjuvant spécial (6264 b) à fort pouvoir mouillant. Tous ces composés se présentaient en formulation « concentré émulsionnable ». Ils ont été appliqués par pulvérisation en solution aqueuse.

Les plus vifs remerciements sont adressés pour la fourniture des produits insecticides aux Sociétés Rhône-Poulenc (composés n° 1 et 6), Farbenfabriken Bayer (composés n° 2 et 4), Pechiney-Progyl (composé n° 3), Geigy-Fly-Tox (composés n° 5 et formulation 6264 b), Montecatini (composé n° 7) et Ciba (composé n° 8).

II. RÉSULTATS

Il sera d'abord étudié :

— l'efficacité immédiate du traitement, c'est-à-dire celle résultant de l'action de l'insecticide au moment même de son application et dans les quelques jours qui suivent, puis

— l'efficacité à plus long terme, soit celle encore existante 1,5 mois après la date du traitement ;

— enfin, il sera examiné, mais succinctement l'influence de l'apport d'un adjuvant de la catégorie des mouillants.

Deux essais ont été réalisés :

L'essai A où le Diazinon, le Fenthion et le Méthyl-parathion ont été testés à la concentration de 0,5 % en pulvérisation aqueuse à raison de 45 cm³ de solution par plant. Les traitements ont été réalisés le 16 octobre 1963 et les contrôles d'efficacité les 15 novembre et 28 décembre 1963.

Dans l'essai B, les composés étudiés étaient les suivants : Parathion, Fenthion, Fenitrothion, Cidial, Nogos et Phosalone. Ils étaient pulvérisés comme dans le test A, mais à une concentration de 0,3 % seulement. Les applications ont eu lieu le 25 septembre 1964 et les deux contrôles d'efficacité les 6 octobre et 6 novembre 1964.

1° ÉVOLUTION DES INFESTATIONS DANS LES PARCELLES TÉMOINS.

Le degré d'infestation, avant traitement et lors des deux contrôles d'efficacité est donné dans le tableau II et III (essais A et B).

Dans l'essai A, les valeurs de χ^2 calculés d'après les « distributions du degré d'infestation » avant traitement et pour la première date d'observation, puis

entre cette dernière et le second contrôle sont de 12,5 et 9,5. Un calcul identique pour l'essai B donne les valeurs de 10,57 et 15,06.

Dans l'essai A, l'accroissement d'infestation est significatif pendant la première période ; il y a seulement tendance à l'accroissement pendant la seconde.

Dans l'essai B 10,57 est inférieur au seuil significatif ; mais il faut prendre en considération le fait que les deux observations ont été réalisées à 10 jours seulement d'écart et que par conséquent cette valeur obtenue indique déjà une évolution très nette de la population.

Les infestations dans les parcelles traitées ayant été en accroissement constant les conditions ambiantes se trouvaient donc être favorables à un bon déroulement des essais.

2° EFFICACITÉ A COURT TERME.

a) Valeur intrinsèque des insecticides.

Elle s'obtient par la comparaison directe des parcelles traitées avec les parcelles témoin à la date du premier contrôle d'efficacité.

TABLEAU II. — Essai A. Résultats des observations aux différentes dates.

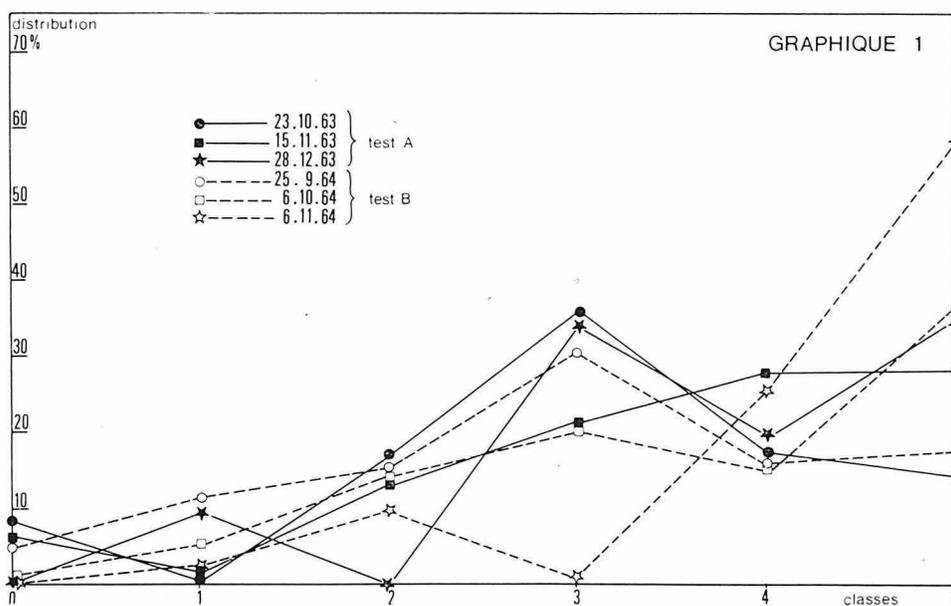
TRAITEMENT ET DATES D'OBSERVATION	Classes d'infestation						
	0 : pas de cochenille 1 : cochenille de 2 ^e et 3 ^e stades 2 : femelles isolées			3 : petites colonies 4 : colonies importantes 5 : très forte infestation			
	DISTRIBUTION D'INFESTATION EN %						
	Classes						
	0	1	3	3	4	5	
Témoin.....	16-10-64	9,2	1,3	18,5	36,9	18,5	15,6
	15-11-64	0	10	0	35	20	35
	28-12-64	6,6	1,6	13,2	21,6	28,5	28,5
Fenthion.....	15-11-64	70	20	5	5	0	0
	28-12-64	45	8,3	20	18,4	3,5	5
Diazinon.....	15-11-64	90	0	5	5	0	0
	28-12-64	41,7	10	20	15	8,3	5
Méthyl-parathion.....	15-11-64	50	20	5	15	10	0
	28-12-64	60	10	15	11,7	3,5	0
Méthyl-parathion + formulation 6264 b...	15-11-64	40	30	10	10	10	0
	28-12-64	70	8,3	13,4	8,3	0	0

TABEAU III. — Essai B. *Résultats des observations aux différentes dates.*

Classes d'infestation

0 : pas de cochenille 3 : petites colonies
 1 : cochenille de 2^e et 3^e stades 4 : colonies importantes
 2 : femelles isolées 5 : très forte infestation

TRAITEMENT ET DATES D'OBSERVATION	DISTRIBUTION D'INFESTATION EN %						
	Classes						
	0	1	2	3	4	5	
Témoin.....	25- 9-64	5,33	12	16	31,7	17,3	18
	6-10-64	1,67	6,67	16,7	21,63	16,63	36,65
	6-11-64	1,67	3,33	10,0	1,67	25,0	58,33
Parathion.....	6-10-64	37,5	27,5	30	5	0	0
	6-11-64	72,5	20	2,5	2,5	2,5	0
Fenitrothion.....	6-10-64	42,5	22,5	20	10	5	0
	6-11-64	45	30	10	5	7,5	2,5
Fenthion.....	6-10-64	42,5	17,5	30	2,5	7,5	0
	6-11-64	42	30	12,5	7,5	7,5	0
Nogos.....	6-10-64	7,5	42,5	12,5	12,5	22,5	2,5
	6-11-64	5	20	22,5	15	25	12,5
Phosalone.....	6-10-64	20	12,5	22,5	22,5	20	2,5
	6-11-64	10	25	17,5	12,5	17,5	17,5
Cidial.....	6-10-64	7,5	0	32,5	30	20	10
	6-11-64	0	10	15	10	30	35



GRAPHIQUE n° 1. — Distributions d'infestations dans les parcelles témoins. Évolution dans le temps.

Les valeurs de χ^2 dans chacun des cas sont les suivantes

Test A. Tableau II. Graphique 2.

Méthyl-parathion.....	19,2
Fenthion.....	31
Diazinon.....	36,4

Test B. Tableau III. Graphique 3 et 4.

Parathion.....	53,79
Fenthion.....	49,08
Fenitrothion.....	46,30
Nogos.....	31,26
Phosalone.....	22,34
Cidial.....	14,31

Ces chiffres indiquent que tous les insecticides expérimentés sont actifs sur la cochenille de l'ananas. Les résultats sont significatifs à 1 % près, excepté pour le Cidial où ils ne le sont qu'à 5 %.

b) Valeur relative des insecticides.

Pour cela comparons les parcelles deux à deux. Les valeurs obtenues pour χ^2 sont données ci-après.

Test A.

Fenthion/Méthyl-parathion....	valeur de $\chi^2 = 5$
Fenthion/Diazinon.....	valeur de $\chi^2 = 4,5$
Diazinon/Méthyl-parathion....	valeur de $\chi^2 = 10$

Aucune des distributions d'infestation n'est différente des autres.

Test B.

Parathion/Fenitrothion.....	valeur de $\chi^2 = 3,78$
Parathion/Fenthion.....	valeur de $\chi^2 = 4,32$
Fenitrothion/Fenthion.....	valeur de $\chi^2 = 3,04$

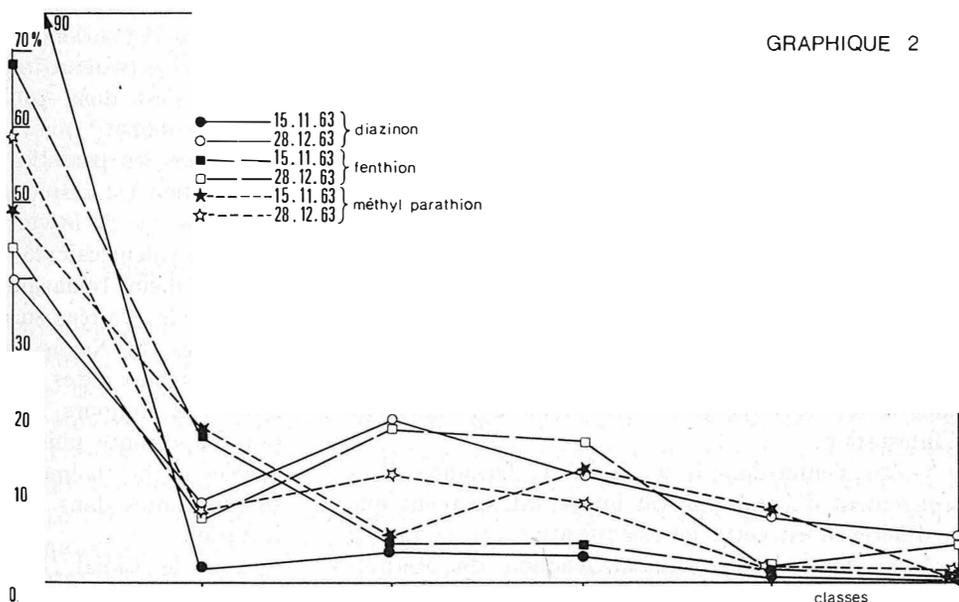
Ces faibles valeurs de χ^2 indiquent une action très similaire de ces trois insecticides.

Parathion/Phosalone.....	valeur de $\chi^2 = 18,24$
Parathion/Nogos.....	valeur de $\chi^2 = 23$

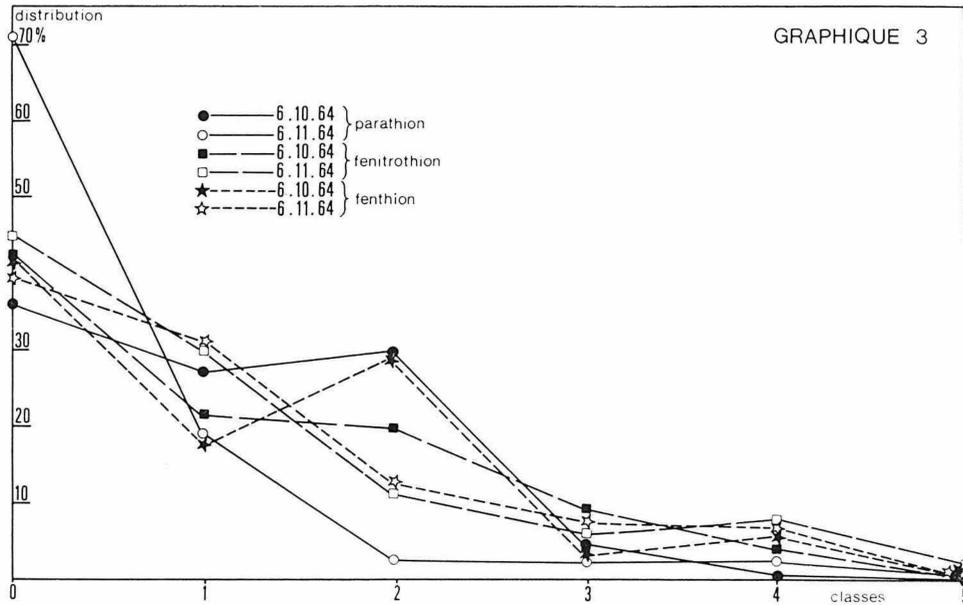
L'action du Phosalone et du Nogos est donc très nettement différente de celle du Parathion. Le simple examen des chiffres de la distribution dans les classes d'infestation (tableau II) nous permettait déjà d'affirmer que l'efficacité du Parathion était très nettement supérieure à celle de ces deux autres composés.

Phosalone/Nogos.....	valeur de $\chi^2 = 11,16$
Phosalone/Cidial.....	valeur de $\chi^2 = 10,20$
Nogos/Cidial.....	valeur de $\chi^2 = 25,26$

D'après ces derniers chiffres, le Nogos est supérieur au Phosalone, très supérieur au Cidial. Celui-ci, sans pouvoir l'affirmer, la valeur de χ^2 n'étant que de 10,20, a tendance à être moins actif que le Phosalone. Ces insecticides sont les moins actifs de ceux expérimentés



GRAPHIQUE n° 2. — Test A. Distributions d'infestation après traitement à court et long terme.



GRAPHIQUES n° 3 et 4. — Test B.
Distribution d'infestation après
traitement à court et long terme.

Graphique 3. — Insecticide à forte
toxicité.

tandis que le Parathion, le Fenitrothion et le Fenthion sont les plus actifs, à court terme, avec le Diazinon et le Méthyl-parathion.

3° EFFICACITÉ A LONG TERME.

Elle s'étudie par la comparaison des distributions d'infestation lors des deux observations après traitement, compte tenu que dans les parcelles témoin, l'infestation fut croissante.

Essai A. Tableau II et graphique 2.

Le calcul de la valeur de χ^2 et l'examen direct des distributions d'infestation permettent de dire :

— que l'infestation dans les parcelles traitées au Méthyl-parathion n'a pas évolué significativement ($\chi^2 = 3,45$), mais qu'elle a eu néanmoins tendance à diminuer,

— que l'infestation dans les parcelles traitées au Fenthion, toujours non significativement différente ($\chi^2 = 9$) a néanmoins évolué, de façon plus marquée, mais cette fois dans le sens d'un accroissement d'infestation,

— et qu'enfin dans le lot traité au Diazinon, l'accroissement d'infestation est important au point que la différence est cette fois significative ($\chi^2 = 14,23$).

Ainsi donc dans cet essai, l'action du Méthyl-parathion s'est poursuivie pendant plusieurs semaines

après son application, tandis que celle du Fenthion et surtout celle du Diazinon n'ont été que de courte durée.

Essai B. Tableau III et graphiques 3 et 4.

Par les mêmes moyens que ceux utilisés dans l'essai A, on peut tirer les indications suivantes :

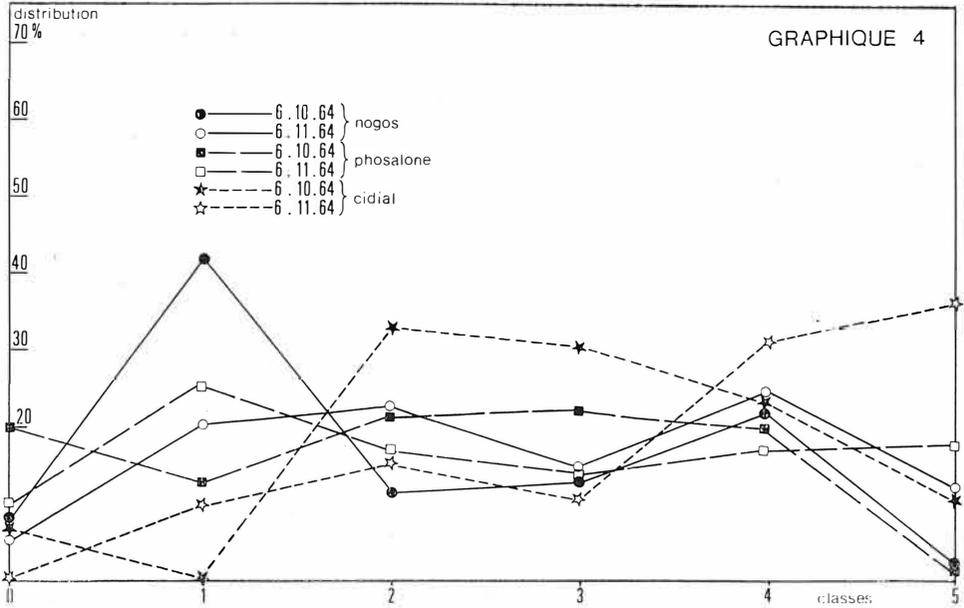
— Dans les parcelles traitées au Parathion, le pourcentage de plants de la classe 0 est passé de 37,5 % à 72,5 %. Il y a donc eu une diminution d'infestation significative (valeur de $\chi^2 = 16,68$). L'action du traitement s'est donc prolongée très au-delà des dix premiers jours.

— Dans les parcelles ayant reçu du Fenitrothion, l'infestation est restée sensiblement la même comme il est possible de le voir dans le tableau II et d'après la faible valeur calculée de $\chi^2 = 3,4$.

— La même remarque est à faire en ce qui concerne les parcelles traitées au Fenthion (valeur de $\chi^2 = 4,2$).

— Avec le Nogos et le Phosalone, la variation entre ces deux dates de la « distribution d'infestation » n'est pas toujours significative, mais elle est déjà plus importante puisque les valeurs de χ^2 sont plus élevées (respectivement de 6,1 et 8,8). Ces variations se sont faites dans le sens d'un accroissement d'infestation.

Avec le Cidial, la réinfestation est importante (valeur de $\chi^2 = 20$).



Graphique 4. — Insecticide à faible toxicité.

III. ACTION DES ADJUVANTS

Cette étude n'a été qu'ébauchée, car un seul type de formulation, le 6264 b, a été testé avec un seul insecticide, le Méthyl-parathion.

Dans des tests de laboratoire, il avait été remarqué que, de façon générale, la formulation 6264 (a) (à base de Diazinon) mouillait les cochenilles de façon plus complète que n'importe quelle autre formulation commerciale. Après s'être assuré que cela n'était pas une propriété du Diazinon lui-même, la formulation sans insecticide, désignée 6264 (b) fut testée avec le Méthyl-parathion. A une solution à 0,5 ‰ de ce composé fut donc additionnée la formulation 6264 (b). La parcelle recevant ce traitement faisait partie intégrante de l'essai A réalisé le 16-10-63.

Lors de l'observation du 15-11-63, les distributions d'infestations des parcelles traitées au Méthyl-parathion et Méthyl-parathion + 6264 (b) sont pratiquement identiques, la valeur calculée de χ^2 étant à peine égale à 1.

A la date du 28-12-64, les deux parcelles présentent encore très peu de différence ($\chi^2 = 2,92$), mais celle-ci est en faveur du traitement avec formulation 6264 (b). Cette très légère amélioration est suffisante pour rendre significative la différence existant entre la parcelle traitée au Diazinon et celle au Méthyl-parathion + 6264 (b), alors qu'elle ne l'est pas avec la parcelle ne recevant que ce dernier insecticide.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les deux essais insecticides de plein champ, dont les résultats viennent d'être présentés, n'ont pas été réalisés dans des conditions rigoureusement identiques, non pas sur le plan pratique de leur exécution, mais dans le fait que les observations n'ont pas été faites aux mêmes intervalles de temps. Cela provient de ce que l'essai de 1963 est encore un des tout premiers effectué avec cette méthode, le premier dont les résultats puissent être retenus.

De ces essais, surtout du second qui est plus précis, il peut être établi que le Fenitrothion et le Fenthion sont très toxiques pour *Dysmicoccus brevipes*. Il en est de même pour le Méthyl-parathion d'après les résultats de l'essai A. Ces trois insecticides ont, sur la cochenille, une action immédiate qui serait similaire à celle du Parathion, insecticide le plus utilisé dans la pratique et servant ici de produit de comparaison.

Ces composés présentent en outre une action se prolongeant dans le temps. Mais tandis que celle du Fenthion et du Fenitrothion est juste suffisante pour éviter une réinfestation de la parcelle, celle du Parathion est nettement

plus importante, puisque les populations de cochenilles sont en très nette régression lors de la deuxième observation par rapport à la première. Il en est de même, mais à un degré moindre avec le Méthyl-parathion.

La nature de cette action persistante dans le temps n'a pas été étudiée ici, mais il est probable qu'il s'agit là d'un effet de l'action endotherapique attribué au Parathion car la décomposition rapide de ce composé fait qu'il ne peut s'agir d'une action par rémanence sur le feuillage de la plante. Par cette action prolongée dans le temps, le Parathion (et sans doute son homologue méthylé, malgré sa toxicité plus faible sur les cochenilles) est d'un intérêt supérieur comparé aux autres insecticides étudiés.

On peut s'étonner que malgré l'excellent résultat obtenu avec le Diazinon à la date du 15-11-63 (10 % seulement des plants présentent des cochenilles), on observe une telle réinfestation lors de la seconde observation. Des observations faites au laboratoire avaient permis de constater que les insectes trempés dans des solutions de cet insecticide présentaient un « Knockdown » très rapide, mais que la récupération de ces mêmes insectes, non intoxiqués mortellement, était également plus rapides qu'avec d'autres composés, tel le Parathion. En conséquence la ponte sublétale est plus abondante et assure donc une descendance plus nombreuse. Cette dernière, encore au premier stade larvaire, est passée inaperçue lors de l'observation du 15-11-63. Les plants considérés comme indemnes de cochenilles n'étaient en fait qu'apparemment sans insectes, ce qui explique cette réinfestation rapide constatée dans ces parcelles.

Les autres produits : Phosalone, Cidial, Nogos, quoique ayant donné des résultats positifs, n'ont pas une action suffisante pour que leur emploi puisse être envisagé dans la pratique pour lutter contre *D. brevipes*.

Quant à la question de savoir si un adjuvant, tel un mouillant, doit être ajouté à la solution insecticide, le seul résultat obtenu serait en faveur de cet apport. Toutefois l'amélioration n'est pas suffisamment marquée pour qu'une telle déclaration puisse être faite avec certitude.

La conclusion générale à tirer de ces études est que par son effet immédiat, aussi bien que par son action à plus long terme, le Parathion reste encore le meilleur insecticide pour la lutte pratique contre la cochenille farineuse de l'ananas *Dysmicoccus brevipes*. Seule sa très forte toxicité pour les humains motive les recherches de son remplacement par un autre insecticide.

BIBLIOGRAPHIE

ANON. — 1958. Rapports annuels. Station centrale de Guinée de l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer. Section Entomologie (non publié).

CARTER W. — 1962. Mealybug wilt of pineapple, in *Insects in relation to plant disease*. John Wiley & Son ed., p. 238-265.

CARTER W. — 1963. Mealybug wilt of pineapple : a reappraisal. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 105, n° 13 p. 741-764.

RÉAL P. — 1959. Le cycle annuel de la cochenille *Dysmicoccus brevipes* Ckl. vectrice d'un « wilt » de l'ananas en basse Côte d'Ivoire ; son déterminisme. *Rev. Path. Végét. Entom. Agric. France*. T. XXXVIII, fasc. 1, 111 p.

TOURNEUR J. C. — 1962. Tests insecticides sur la Cochenille de l'Ananas *Dysmicoccus brevipes* Ckl. Rapport de stage pour le diplôme de fin d'études de l'École technique d'Outre-Mer (Le Havre), 66 p. dactylographiées (non publié).

