

1003

H Z 61448

Z F

17

WCL 7 444

CONVENTIONS

SCIENCES DE LA VIE

ZOOLOGIE APPLIQUEE

N° 4

1990

Etudes sur le ravageur majeur
du café en Nouvelle Calédonie:
Hypothenemus hampei (Coleoptera : Scolytidae)

2^{ème} Année

Luc-Olivier BRUN
Claude MARCILLAUD
Véronique GAUDICHON

Avec la collaboration du personnel
de l'Opération Café de l'ADRAF

CONVENTION ADRAF/ORSTOM
Etude des ravageurs du café
Avenant n°2

F 30921

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

CENTRE DE NOUMÉA

ORSTOM

CONVENTIONS
SCIENCES DE LA VIE
ZOOLOGIE APPLIQUEE

N° 4

1990

Etudes sur le ravageur majeur
du café en Nouvelle Calédonie:
Hypothenemus hampei (Coleoptera : Scolytidae)

2^{ème} Année

* Luc-Olivier BRUN
* Claude MARCILLAUD
** Véronique GAUDICHON

Avec la collaboration du personnel de l'Opération Café de l'ADRAF

• ORSTOM/NOUMEA: UR 3CB3

** ADRAF (Agence de Développement Rural et d'Aménagement Foncier)

CONVENTION ADRAF/ORSTOM
Etude des ravageurs du café
Avenant n°2



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

CENTRE DE NOUMÉA

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1 - DETECTION PRECOCE DES RESISTANCES ET INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LA TOXICITE DE L'ENDOSULFAN SUR DES SOUCHES RESISTANTES ET SENSIBLES DU SCOLYTE DU CAFE	3
1.1 Introduction - Objectif	3
1.2 Matériel et Méthode	3
a) Souches de scolytes	
b) Méthodes de tests	
. matériel	
. insecticide et concentrations	
. conditions de temps et de température	
c) Analyses statistiques	
1.3 Résultats	4
1.4 Conclusions	7
2 - CARTOGRAPHIE DE LA RESISTANCE A L'ENDOSULFAN : RESISTANCE CROISEE AVEC LE LINDANE	8
2.1 Objectif	8
2.2 Matériel et Méthode	8
a) Souches de scolytes	
b) Méthodes de tests	
- Tour de Potter	
- Exposition indirecte	
2.3 Résultats et discussions	9
a) Comparaison de la résistance à l'endosulfan et au lindane	
b) Fréquence de la résistance	
c) Comparaison des méthodes pour la détection des résistances	
d) Incidence du traitement et du type de plantation.	
2.4 Conclusions	20
3 - DISTRIBUTION DE LA RESISTANCE AU NIVEAU DU CHAMP	21
3.1 Objectif	21
3.2 Matériel et Méthode	21
a) Populations de scolytes étudiées	
b) Méthode de test	
3.3 Résultats et discussion	25
a) Niveau de résistance à l'endosulfan et au lindane	
b) Réponses des populations à l'endosulfan	
3.4 Conclusion	32
CONCLUSION	33
REFERENCES	34

INTRODUCTION

Après le développement important que connaissait la culture du café au début du siècle, l'introduction accidentelle d'Hemileia vastatrix en 1911 était particulièrement néfaste du fait de la grande sensibilité de l'espèce Coffea arabica qui composait alors l'ensemble des plantations du Territoire.

L'importation de l'espèce Coffea canephora var. robusta, résistante à la rouille permettait de relancer la culture. Cependant, dès 1948, le ravageur majeur du café : Hypothenemus hampei était également introduit accidentellement en Nouvelle Calédonie où il colonisait toutes les régions de caféiculture en quelques années.

Depuis son introduction les fluctuations des populations de ce ravageur ont été assez importantes. Les dégâts occasionnés étaient cependant suffisants pour nécessiter la mise en place d'un programme de lutte chimique systématique à toutes les plantations accessibles par route, les appareils de pulvérisation étant montés sur des véhicules légers ou des camions. Deux traitements annuels étaient pratiqués au cours des mois de Janvier à Février. De la fin des années 60 au milieu des années 70 les traitements étaient assurés avec du Lindane qui fut ensuite remplacé par le Thiodan, un cyclodiène proche du Lindane.

Les conditions particulières de la Nouvelle Calédonie semblent être à l'origine des pullulations qu'a connues H. hampei au cours de ces dernières années. Notons en particulier le grand échelonnement des floraisons qui se traduit par un étalement de la maturation des cerises permettant parfois de rencontrer sur la même branche l'ensemble des stades phénologiques, de la fleur à la cerise mûre.

Cette situation, qui permet au scolyte de se reproduire la plus grande partie de l'année, est exacerbée quand les espèces de Coffea arabica et C. canephora cohabitent dans une même zone.

Une augmentation importante des dégâts dûs au scolyte a été notée de 1985 à 1987, année où la majeure partie des plantations des plus grandes régions productrices de la côte Est (Poindimié et Ponérihouen) présentaient un taux d'infestation des cerises de 90 à 100%.

L'ADRAF et l'ORSTOM, avec le concours de l'IRCC, décidaient alors de mettre en commun leurs moyens afin de contribuer à mieux cerner les causes des pullulations du scolyte du café, et de façon à améliorer l'efficacité des méthodes de lutte contre ce ravageur.

Au début de ces recherches, nous avons mis en évidence le premier cas au monde de résistance d'un scolyte à l'endosulfan, et avons développé une méthode de détection précoce des phénotypes résistants au sein d'une population. Nous avons ainsi montré qu'un rapprochement pouvait être fait entre les zones qui présentaient les plus fortes attaques et celles où la résistance était pratiquement généralisée. De même la première année de recherche nous a

permis de souligner à nouveau le rôle capital joué par les populations de scolyte qui se reproduisent dans les cerises non récoltées. Cependant, la complexité des phénomènes qui entrent en jeu au moment de la colonisation des plantations a nécessité la mise en place de recherches spécifiques sur la dynamique des populations.

Ces travaux sont menés actuellement par un allocataire de recherche dans le cadre de la préparation d'une thèse d'Etat. Les résultats devraient être disponibles pour le Territoire fin 1991, début 1992.

Enfin l'étude de l'efficacité comparée de 40 insecticides a permis de mettre en évidence quatre produits qui présentent une activité proche de celle de l'endosulfan et qui pourraient donc remplacer ce dernier ou être utilisés en alternance dans les situations où la résistance ne s'est pas encore développée.

1 - DETECTION PRECOCE DES RESISTANCES ET INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LA TOXICITE DE L'ENDOSULFAN SUR DES SOUCHES RESISTANTES ET SENSIBLES DU SCOLYTE DU CAFE

1.1 Introduction - objectif :

Au cours de la première année de recherche nous avons étudié, grâce à l'utilisation d'une tour de Potter, la réponse de différentes souches résistantes et sensibles de scolyte du café à des doses croissantes d'endosulfan.

Ces études nous ont permis de mettre en évidence que les variations de mortalité observées au niveau des doses létales 50% (DL₅₀) étaient, pour une même souche, plus importantes que les variations enregistrées au niveau des doses létales 99% (DL₉₉). De même nous avons montré que le choix d'une dose discriminante (DD) de 400 ppm, double de la DL₉₉, permettait de séparer les phénotypes résistants des phénotypes sensibles. Enfin une étude particulière (Brun *et al.* 1990) a montré que cette même DD pouvait être utilisée pour détecter, par une méthode simple, peu onéreuse et rapide, la présence d'individus résistants au sein d'une population sensible.

Cette méthode pouvant être utilisée dans des conditions de laboratoire de terrain, il importait de connaître l'influence de la température en cours de test, sur la toxicité de l'endosulfan pour H. hampei

1.2 Matériel et méthode :

a) Souches de scolytes :

Deux souches de scolytes ont été utilisées pour cette étude : une souche sensible de référence provenait de la région de La Foa alors que la souche résistante fut prélevée sur un champ de la région de Poindimié.

Les cerises récoltées dans des sacs plastique ajourés d'une fenêtre grillagée étaient ramenées au laboratoire de Nouméa le jour même. Après environ un mois au laboratoire dans des conditions de ventilation régulière à 25°C et 80% H.R., les cerises étaient décortiquées au scalpel au moment des tests. Les jeunes femelles, de couleur brun clair, n'étaient pas gardées pour les tests mais aucune indication n'a pu être obtenue sur l'âge réel des femelles testées.

b) Méthode de test :

matériel :

La description détaillée de la méthode provisoire présentée à la FAO a été faite par ailleurs (Brun *et al.* 1990) ainsi que dans le rapport de première année. Elle a consisté à placer des lots de femelles sur des feuilles de papier filtre de 112 cm², imprégnées d'une solution de Thiodan. Un fin grillage de nylon séparait les insectes du contact direct avec le papier filtre, ne laissant l'insecticide agir qu'au travers de sa phase gazeuse. Chaque lot de 15 femelles était

placé dans des trous de 20 mm de diamètre aménagés dans des plaques (80 x140 mm) de plexiglas de 3 mm d'épaisseur.

A chaque test, un lot témoin traité à l'eau était inclus comme contrôle.

insecticide et concentration :

Huit concentrations croissantes d'endosulfan (de 12,5 à 1000 ppm) furent préparées à partir du produit commercial Thiodan (35% EC). Après application de la dose de 0,6 ml de solution pour une surface de 112 cm² (80 mm x 140 mm) les papiers étaient laissés à sécher pendant une heure avant les tests.

conditions (temps et température) :

Au total 60 femelles ont été utilisées, en quatre répétitions pour chaque combinaison de concentration/température. Les cinq températures retenues étaient de 22, 25, 28, 31 et 34°C (+/- 1°C). les tests correspondant à une même température ont été effectués en même temps pour les souches sensibles et les souches résistantes. A partir de la deuxième heure de contact la mortalité était contrôlée toutes les heures jusqu'à 8h et un contrôle final avait lieu à 10h. A chaque observation les individus morts, ou qui ne pouvaient se déplacer sur une distance égale à leur propre longueur, étaient enlevés des logettes de test à l'aide d'un pinceau fin. Le décompte de la mortalité avait lieu à l'extérieur de l'enceinte climatique et cette observation durait environ 5 minutes pour chaque concentration.

c) Analyses statistiques :

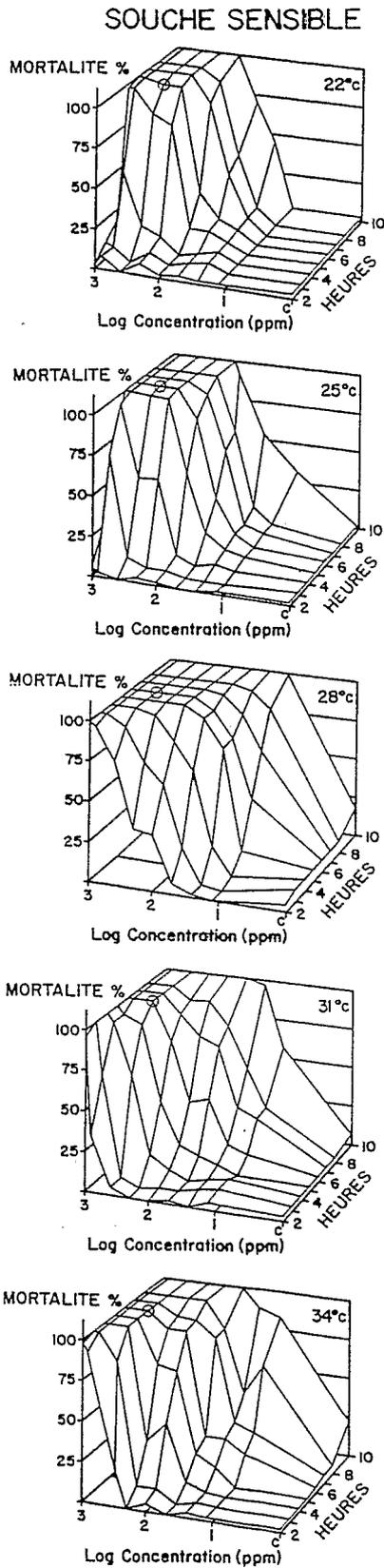
L'analyse statistique a été réalisée avec POLO (Robertson et al. 1980) afin de déterminer la DL₅₀ de la souche sensible à chaque température. les droites ont été comparées deux par deux en utilisant un test d'équivalence. Enfin les graphiques ont été préparés grâce à un logiciel SAS Graph (SAS 1985).

1.3 Résultats et discussions :

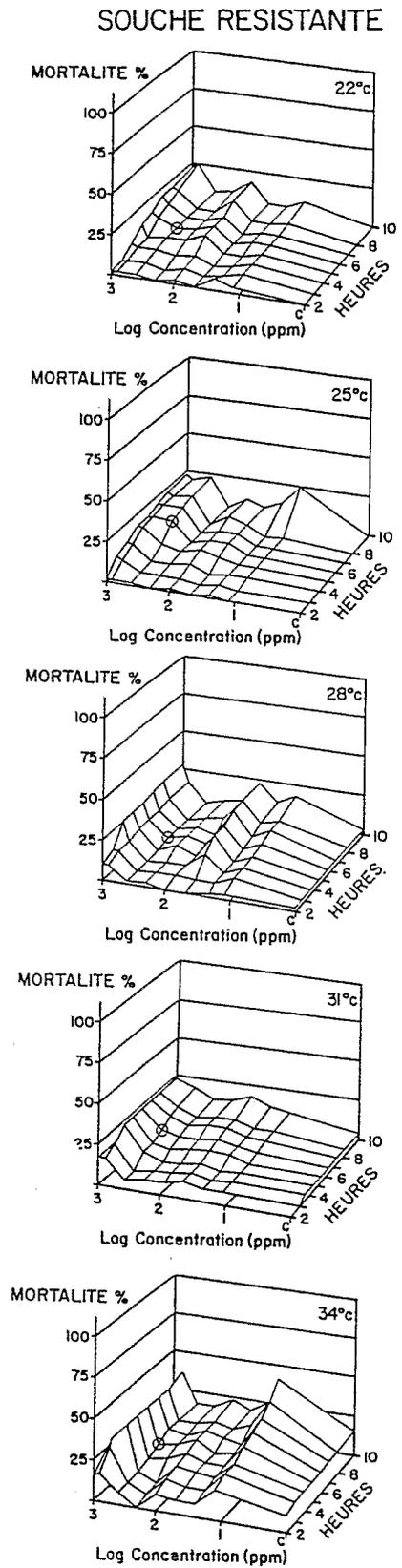
Les réponses des souches sensibles et résistantes de scolyte du café aux combinaisons de concentration/temps à différentes températures sont représentées par les Figures 1a et 1b.

La mortalité observée chez les témoins était généralement faible et constante pendant tout le test. On note seulement une légère augmentation de la mortalité aux températures les plus élevées et au delà de 8h de contact.

D'une façon générale nous observons que la mortalité chez la souche sensible intervient rapidement (Fig. 1a). A partir de 100 à 200 ppm la majeure partie des individus sensibles sont tués dès 3-4 h de contact. A la dose recommandée de 400 ppm pour un temps de 6 h (Brun et al. 1990), notée par un cercle sur chaque graphique, la mortalité observée chez les sensibles était systématiquement de 100% pour toutes les températures supérieures à 22°C. A cette



A



B

Figure 1 : Influence de la température, du temps et de la concentration sur la toxicité de l'endosulfan sur des souches sensibles et résistantes d'H. Hampei.

dernière température, on observe un survivant à 6 h (sur 60 femelles) ce qui indique qu'il est préférable de travailler à des températures supérieures si on désire une grande précision dans la détection des individus résistants au sein d'une population sensible.

L'analyse des régressions multiples (Minitab 1985) indique que les trois variables (concentration, température et temps) sont trois facteurs qui influent de façon très significative ($p < 0,001$) sur la mortalité des souches sensibles de scolyte du café.

Les graphiques des réponses d'une souche résistante à ces mêmes conditions de concentrations/températures montrent une grande différence avec la souche sensible (Fig. 1a). A la dose recommandée de 400 ppm, nous avons une mortalité inférieure à 25%, qui reflète la proportion d'individus sensibles qui demeurent au sein de la population hétérogène résistante étudiée. Cette proportion de phénotypes résistants peut varier de façon importante d'une cerise à l'autre ou d'un glomérule à l'autre, comme nous avons pu le constater par ailleurs. De même nous avons également pu montrer que ces variations se retrouvent quand on effectue des transects dans un champ, à partir de la zone d'où sont effectués les traitements insecticides (Brun *et al.* 1989).

L'analyse des DL_{50} montre que celles-ci diminuent avec l'augmentation des températures ce qui indique que la toxicité de l'endosulfan augmente quand la température s'élève.

Il y a parfois recouvrement des intervalles de confiance pour deux températures adjacentes : les différences ne sont pas systématiquement significatives pour une variation de 3°C, mais elles le deviennent quand l'écart de température entre deux tests est supérieur à 3°C.

Pour d'autres insectes il a été également noté que l'endosulfan avait une efficacité accrue avec l'augmentation de la température (Knauf, 1982). Ceci est confirmé par la corrélation négative que nous avons pu établir entre la température et les valeurs de DL_{50} observées. Dans cette étude nous n'avons pas pu étudier séparément les deux isomères alpha et beta constitutifs de l'endosulfan. Il est cependant rapporté que la toxicité des vapeurs toxiques de l'alpha-endosulfan augmentait plus rapidement avec l'élévation de température et que ces vapeurs étaient plus toxiques que celles du beta-endosulfan (Knauf 1982).

Au cours de chaque décompte de la mortalité, les individus qui semblaient morts étaient observés en dehors des logettes imprégnées des vapeurs toxiques d'endosulfan. A certaines combinaisons de temps/concentration nous avons constaté que quelques femelles récupéraient un comportement de déplacement au bout de 10 à 20 secondes. Cette constatation semble indiquer que l'effet "knock-down" pourrait être dû à un mécanisme de résistance de type kdr qui se serait développé dans le cas de la résistance du scolyte du café à l'endosulfan.

Au cours de la présente étude nous avons ouvert à chaque heure les dispositifs de test pendant quelques minutes. Cette manipulation d'ouverture des logettes de test a dû contribuer à diminuer la quantité de vapeurs toxiques à chaque fois. Ceci laisse prévoir que lors d'un test standardisé avec un seul décompte de mortalité à 6 heures la mortalité devrait être plus élevée que celle constatée lors de la présente étude.

1.4 Conclusions :

Cette étude confirme que la méthode de test élaborée pour détecter les individus résistants au sein d'une population sensible peut parfaitement être utilisée à des températures de 25°C et au-dessus. Dans ces conditions nous avons systématiquement observé, pour la concentration de 400 ppm, une mortalité de 100% des femelles provenant de la souche sensible. L'augmentation rapide de la mortalité constatée dans les heures qui suivent le début du test montre que le choix de 6 heures comme temps d'exposition des individus est suffisant pour détecter la présence d'individus résistants. Il est possible que le taux de mortalité d'une population hétérogène résistante augmente quelque peu avec une période d'exposition plus longue ce qui pourrait se traduire par un facteur de résistance inférieur à celui constaté, mais cette observation ne changerait pas la valeur de la méthode standardisée que nous proposons.

2 - CARTOGRAPHIE DE LA RESISTANCE A L'ENDOSULFAN : RESISTANCE CROISEE AVEC LE LINDANE.

2.1 Objectif :

La méthode de détection précoce des résistances chez H. hampei mise au point lors de la première année sur quelques souches a été utilisée de façon intensive sur des échantillons provenant de tout le Territoire afin d'obtenir pour chaque région une indication aussi précise que possible du niveau de résistance.

Afin de conforter les travaux précédemment réalisés sur la similarité des résultats obtenus par la tour de Potter d'une part et la méthode de détection précoce des résistances d'autre part, nous avons testé les échantillons par ces deux méthodes à chaque fois que les effectifs furent suffisants.

De même qu'une dose de 400 ppm (0,04% de m.a.) a été définie pour séparer les phénotypes résistants et sensibles à l'endosulfan, une dose de 300 ppm a été retenue pour identifier les individus résistants au lindane. Cette dose correspond au double de la DL99 obtenue pour une souche sensible au lindane.

2.2 Matériel et méthode :

a) Souches de scolyte :

Les échantillons de scolytes étudiés pour leur résistance à l'endosulfan et au lindane provenaient de cerises récoltées sur plus d'une année. Au total 15 régions ont été prospectées permettant un échantillonnage de 203 champs. Des scolytes de ces plantations ont été testés à l'aide de la tour de Potter pour leur résistance à l'endosulfan.

Parmi ces échantillons une comparaison du niveau de résistance à l'endosulfan a pu être faite sur 150 d'entre eux alors que 177 étaient testés pour leur résistance au lindane. 87% des champs suivis pour leur résistance provenaient de la côte Est du Territoire où la majeure partie du café est localisée. Pour chaque échantillon, 45 à 250 femelles furent testées.

Pour chaque population de scolytes, un numéro de code a été attribué et les principales caractéristiques de la parcelle de provenance ont été relevées : présence ou absence de traitement, type de plantation (ombragée ou sans ombrage), variété (Robusta ou Arabica) (Annexe 35. à 57.). Les échantillons étaient prélevés sur le bord du champ près de la route car nous avons par ailleurs montré l'existence d'un gradient à partir du lieu du traitement insecticide.

b) Méthode de test :

- Tour de Potter :

A chaque test, 20 femelles étaient placées sur du papier filtre et confinées à l'intérieur d'un anneau en verre de 5 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur. Après la pulvérisation ces

anneaux étaient recouverts d'un grillage moustiquaire afin d'éviter le départ des individus. La tour de Potter (Potter 1952), réglée pour délivrer 1,6 mg/cm² permettait la pulvérisation de 2 ml de liquide sur chaque lot de femelles. Les produits commerciaux utilisés furent le Lindane 6 EC et le Thiodan 35 EC (Hoechst AG). Chaque test fut répété au moins 2 à 4 fois, parfois plus.

Après la pulvérisation les femelles étaient gardées à 25° +/- 1°C et à 80% H.R. et sous éclairage constant. Un temps d'exposition de 6 heures a été utilisé, comme pour la méthode recommandée par la FAO (Anon. 1980) pour certains coléoptères des denrées stockées. Cette période de test semble en effet suffisante pour séparer les phénotypes du fait de l'accroissement rapide de la mortalité observée au delà de 4 heures de contact pour les individus sensibles.

La méthode de pulvérisation directe à la tour de Potter a été utilisée sur 380 échantillons. Les champs furent considérés contenir des individus résistants dès lors qu'un seul scolyte survivait aux doses de 400 ppm d'endosulfan ou de 300 ppm de lindane, doses qui correspondent aux doses létales 99,95% pour les individus sensibles. Les phénotypes résistants correspondent donc aux individus aptes à survivre à ces doses après 6 heures de contact.

Les lots témoins traités à l'eau ont eu des mortalités régulièrement inférieures à 10%.

- Exposition indirecte :

Cette méthode a brièvement été évoquée dans le chapitre précédent. La différence principale avec la technique de la pulvérisation à la tour de Potter réside dans le fait que les insectes ne sont pas soumis directement au traitement insecticide mais plutôt aux vapeurs d'endosulfan préalablement appliqué sur des feuilles de papier filtre séchées pendant une heure. Il n'y a pas non plus contact tarsal direct car les insectes sont isolés du papier filtre par un fin grillage nylon. La mortalité était également évaluée après 6 heures de contact. Cette technique a été utilisée pour tester 150 échantillons. La dose de 400 ppm d'endosulfan correspondant à la DL 99,99% des individus sensibles a été retenue comme exposé par ailleurs (Brun et al., 1990). Tout champ contenant des insectes survivants à cette dose était considéré comme présentant des individus ayant un phénotype résistant

2.3 Résultats et discussions :

a) Comparaison de la résistance dans les différentes régions et résistance croisée entre l'endosulfan et le lindane :

Nous avons constaté une grande similitude dans la proportion de champs présentant une population de scolytes résistants, que les échantillons aient été testés avec la technique de la tour de Potter ou par la méthode de l'exposition indirecte sur papier filtre imprégné. Les résultats obtenus par ces deux méthodes sont en accord pour ce qui est de la distribution de la résistance dans les cinq régions de la côte Est.

Aucune résistance n'a pu être détectée sur les échantillons de la côte Ouest. De même les champs prospectés des régions de Canala, Kouaoua et Pouebo sur la côte Est ne présentaient que des individus sensibles.

Tableau 1a

Distribution Géographique de la résistance au lindane chez *H. hampei*

	Tour de Potter		
	Nb souches testées	Nb scolytes testés	Souches R %
Côte Ouest			
La Foa	13	600	0
Moindou	1	45	0
Bourail	3	135	0
Poya	1	45	0
Pouembout	1	45	0
Kone	1	45	0
Koumac	1	45	0
Côte Est			
Canala	13	585	0
Kouaoua	6	270	0
Houailou	34	1.620	12
Ponérihouen	30	1.620	97
Poindimié	23	1.230	100
Touho	30	2.265	53
Hienghène	17	780	6
Pouebo	3	180	0
Total	177	8.850	

Tableau 1b

Distribution Géographique de la résistance à l'endosulfan chez *H. hampei*

	Tour de Potter			Exposition indirecte		
	Nb souches testées	Nb scolytes testés	Souches R %	Nb souches testées	Nb scolytes testés	Souches R %
Côte Ouest						
La Foa	16	1.020	0	1	60	0
Moindou	3	180	0	-	-	-
Bourail	5	300	0	-	-	-
Poya	1	60	0	1	60	0
Pouembout	1	60	0	1	60	0
Kone	1	60	0	1	60	0
Koumac	1	60	0	1	27	0
Côte Est						
Canala	13	780	0	11	660	0
Kouaoua	7	480	0	5	300	0
Houailou	36	2.319	8	32	1.980	10
Ponérihouen	32	2.503	97	30	2.060	97
Poindimié	23	1.835	100	12	1.040	100
Touho	44	2.915	63	38	2.923	63
Hienghène	17	1.005	12	17	1.170	6
Pouebo	3	180	0	-	-	-
Total	203	12.326		150	10.122	

A l'opposé, les champs de Ponérihouen et de Poindimié présentaient pratiquement tous un niveau de résistance plus ou moins élevé. Respectivement pour ces deux régions 97 à 100% des populations testées contenaient des individus résistants (Tableaux 1a et 1b).

Les régions de Hienghène et de Houailou ont essentiellement des populations de scolytes sensibles avec quelques échantillons présentant un survivant détecté par une ou plusieurs méthodes de test. Ces champs représentaient 6 à 12% des champs testés.

La région de Touho semble avoir une situation intermédiaire avec 63% de champs présentant un niveau variable de résistance.

A une seule occasion nous avons pu constater une différence dans les résultats obtenus par la méthode de la tour de Potter et celle de l'exposition indirecte. Cette différence notée sur un échantillon de Hienghène (Tableaux 1a et 1b) était dû à un seul survivant obtenu avec la tour de Potter. Il faut cependant noter que sur le plan théorique les doses discriminantes peuvent en de rares occasions laisser survivre des individus sensibles. Pour la tour de Potter, la dose discriminante correspond à la DL 99,95% des populations sensibles ce qui laisse supposer que 5 individus sur 1000 sensibles peuvent survivre à la dose choisie de 400 ppm.

Dans le cas de la méthode d'exposition indirecte, cette même dose discriminante correspond à la DL 99,99% des populations sensibles, ne laissant qu'à un individu sur 1000 la possibilité de survivre.

Tous les résultats semblent indiquer que la résistance s'est développée à partir des régions de Poindimié-Ponérihouen et qu'au moment de cette étude la côte Ouest ne présentait que des populations sensibles. Nous ne constatons en effet aucun survivant à la dose discriminante de 400 ppm (sur 1700 femelles testées à la tour de Potter).

L'observation faite sur Hienghène, qui montre une différence d'un individu entre les deux méthodes, n'a pas grande signification car elle intervient sur environ 10.000 insectes testés par ces méthodes sur la côte Est.

Il est également possible que les doses discriminantes choisies tuent une petite proportion d'insectes résistants (par exemple certains hétérozygotes dans le cas d'une résistance monogénique) ce qui se traduirait par une sous estimation de la fréquence de la résistance effective. Nous n'avons cependant pas été en mesure, faute de disposer d'une méthode d'élevage, d'étudier la génétique de cette résistance.

Enfin nous constatons une corrélation étroite entre les niveaux de résistance au lindane et à l'endosulfan détectés par utilisation des doses discriminantes. Le coefficient de régression de la mortalité observée pour toutes les souches étudiées est $r^2 = 80\%$ (Figure 2).

L'existence d'une résistance croisée entre l'endosulfan et le lindane laisse penser que l'utilisation antérieure du lindane en Nouvelle Calédonie (fin des années 60 à 1974-75) pourrait avoir favorisé le développement de la résistance du scolyte à l'endosulfan. Ces insecticides étant

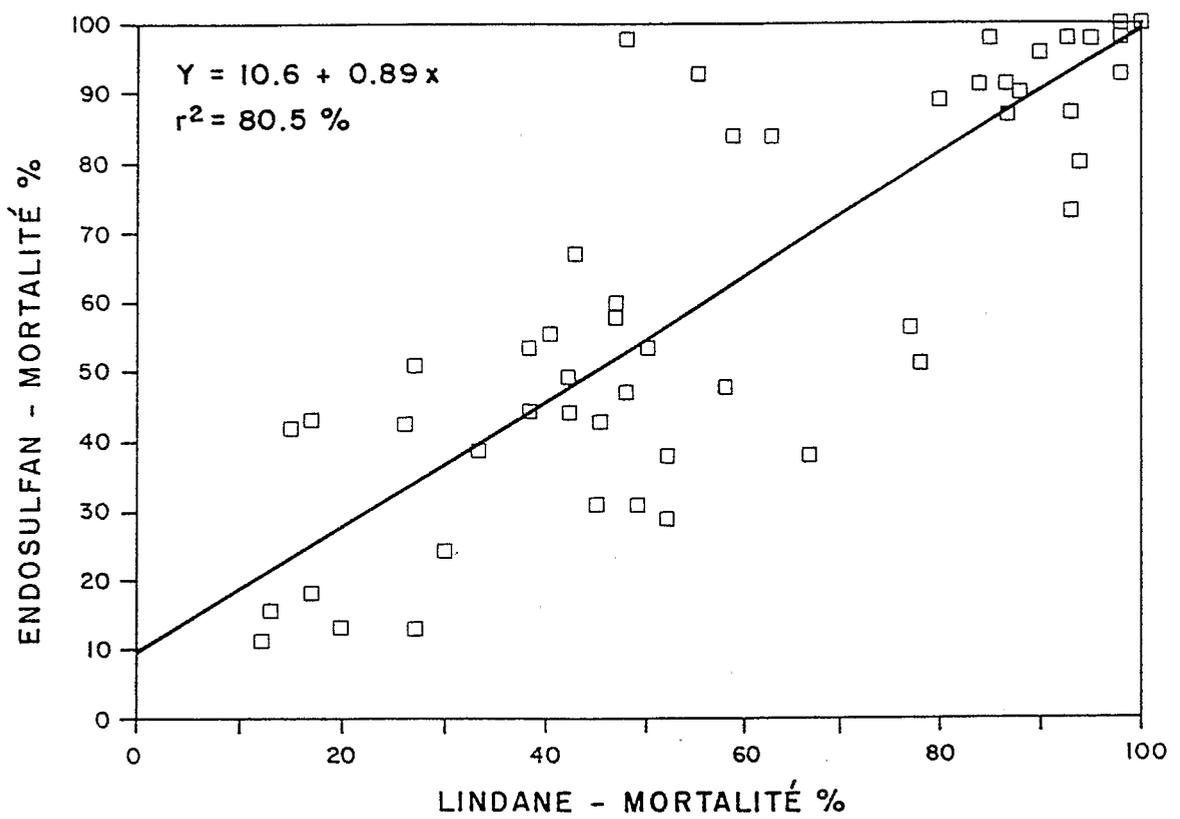


Figure 2 : Résistance croisée entre endosulfan et lindane chez H. hampei.

Tableau 2

Pourcentage de survie des femelles d'*H. hampei* provenant de champs où la résistance est présente. Tests d'exposition directe (Tour de Potter) ou indirecte. (endosulfan, 400 ppm ; lindane, 300 ppm).

Region	Lindane		Endosulfan	
	Tour de Potter	Tour de Potter	Exposition indirecte	
<u>Houailou :</u>				
moy. survie %	6,9%	6,5%	2,8%	
n.e.	4	3	3	
SEM	4,7	3,6	1,1	
<u>Ponérihouen :</u>				
moy. survie %	17,1%	18,8%	17,5%	
n.e.	29	31	29	
SEM	4,3	4,1	4,2	
<u>Poindimié :</u>				
moy. survie %	37,1%	44,5%	38,7%	
n.e.	23	23	12	
SEM	4,8	5,7	7,7	
<u>Touho :</u>				
moy. survie %	18,1%	19,3%	16,7%	
n.e.	16	26	23	
SEM	4,6	4,4	4,7	
<u>Hienghène :</u>				
moy. survie %	6,7%	8,6%	20,0%	
n.e.	1	2	1	
SEM	-	7,0	-	

n.e. = nombre d'échantillons (45 à 250 adultes par échantillon)

chimiquement très proches, la sélection peut être due à l'accumulation des périodes d'utilisation de ces deux produits.

b) Fréquence de la résistance :

Dans les cinq régions où la résistance a pu être établie, le pourcentage de survie moyen des femelles varie de façon significative (Tableau 2). Ceci indique que la fréquence des phénotypes résistants varie également de façon importante selon les régions. C'est dans les plantations de Poindimié que nous constatons que la moyenne de survie des scolytes du café est la plus élevée (pour l'ensemble des tests pratiqués), que ce soit pour le lindane ou pour l'endosulfan. Ceci montre que c'est dans cette zone que la fréquence des individus résistants est la plus importante.

Les souches de Ponérihouen et de Touho ont comparativement moins d'individus résistants présents tandis que les souches de Houailou montrent le taux de survie des femelles le plus faible aux doses discriminantes, indiquant que cette région a la plus faible fréquence de résistants parmi les régions où cette adaptation s'est développée.

Pour les régions de Poindimié et de Ponérihouen nous notons également une grande similitude dans la répartition du niveau de survie des échantillons. La distribution des niveaux de survie montre une grande variation des niveaux les plus faibles aux niveaux les plus élevés (Figure 12).

A l'opposé, nous constatons pour la région de Touho que la majorité des échantillons présente un niveau très faible de survie, de 0 à 10% (Figure 3).

Les tests pour détecter les résistances utilisant des doses minimales, (inférieures au 1/10 de la dose de terrain), il faut considérer que l'emploi du Thiodan permet encore d'assurer un contrôle suffisant des populations de scolytes de cette région.

Quelques échantillons de cette région ont cependant un pourcentage élevé d'individus survivant à 400 ppm, ce qui indique que cette région est potentiellement une zone où les contrôles par application de Thiodan peuvent poser des problèmes dans un avenir proche.

Les cerises d'où proviennent les échantillons de scolytes sont ramassées au bord des champs, le long des routes d'accès. Ces zones sont également celles où la fréquence des individus résistants est la plus élevée (Brun *et al.* 1989). Individuellement pour chaque champ notre évaluation de la fréquence des individus résistants aura donc tendance à être plus élevée qu'elle n'est en réalité, si on considère la population sur tout le champ.

c) Comparaison des méthodes pour la détection des résistances :

Au cours de la première année, nous avons déterminé le facteur de résistance à l'endosulfan (défini par le rapport $DL_{50} R/DL_{50} S$) comme étant supérieur à 1.000 fois. Avec la méthode d'exposition indirecte, le facteur de résistance est légèrement supérieur à 500 fois. Ces deux méthodes indiquent donc des facteurs élevés de résistance à l'endosulfan. Elles

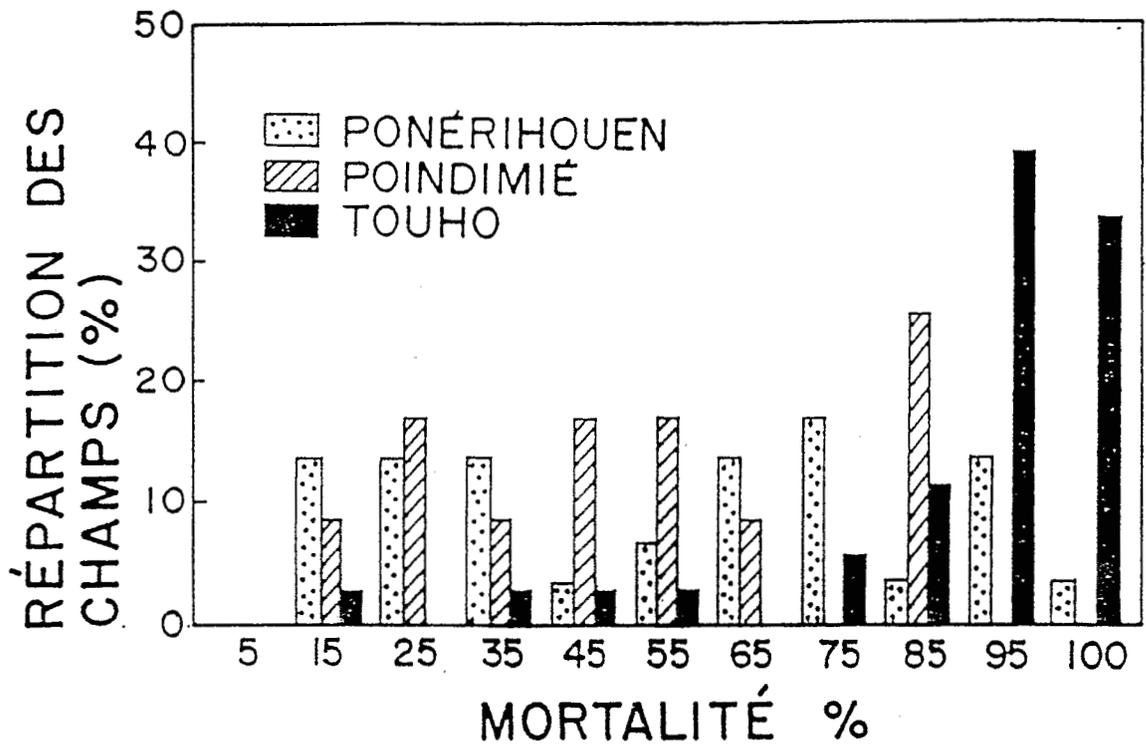


Figure 3 : Comparaison de la proportion de femelles d'*H. hampei* résistantes dans trois régions. Évaluation par la méthode d'exposition indirecte à 400 ppm d'endosulfan. Touho a essentiellement des populations sensibles ou très faiblement résistantes.

conviennent toutes deux pour une telle évaluation mais la tour de Potter est un appareil d'application insecticide onéreux, ce qui explique que nous ayons recherché à développer une méthode plus simple pouvant être utilisée par des laboratoires de terrain.

La grande similarité des résultats obtenus par les méthodes de tests par la tour de Potter et par exposition indirecte (Brun *et al.* 1990) nous a conduit à utiliser la même concentration de 400 ppm comme dose discriminante pour les études sur la cartographie de la résistance à l'endosulfan. La seule différence entre les méthodes étant une légère différence dans la probabilité des souches sensibles de survivre à cette dose qui correspond à la DL 99,95% pour la méthode de test à la tour de Potter et à la DL 99,99% pour la méthode d'exposition indirecte sur papier filtre imprégné. Cette variation étant due à une légère différence de pente des droites de régression obtenues avec les deux méthodes.

La méthode d'exposition indirecte que nous avons développée convient donc parfaitement pour détecter précocement de nouvelles résistances à l'endosulfan ou pour déterminer le niveau de résistance et suivre son évolution.

d) Incidence du traitement et du type de plantation :

L'analyse de la répartition de la résistance à l'endosulfan et l'étude des niveaux atteints par les populations de scolytes dans les différentes régions montrent nettement que la résistance s'est essentiellement établie dans les régions de Poindimié et de Ponérihouen.

Dans ces régions certains facteurs peuvent avoir contribué à l'émergence ou à la dispersion des gènes de résistance. Ainsi nous notons que c'est à partir de Ponérihouen que se sont développées les premières plantations intensives produites sans ombrage, de même c'est à partir de cette région que sont effectués régulièrement les traitements antiscolytes. Il est donc probable que c'est dans cette zone que s'est exercé un haut niveau de pression de sélection par insecticides depuis la plus longue période.

Nous notons ainsi que les échantillons de la station de recherche de l'IRCC possèdent les niveaux de résistance les plus élevés avec seulement 13,3% de mortalité à 400 ppm et 6 heures d'exposition (voir annexe, code PN 0603). Seuls deux autres échantillons de cette même région atteignent de tels niveaux de survie.

Enfin la région sud de Poindimié a pendant de nombreuses années été dépendante du secteur opérationnel de Ponérihouen d'où une certaine similitude dans les régimes de traitements insecticides appliqués dans ces deux régions.

Pour les trois régions où la résistance est bien établie (Poindimié, Ponérihouen et Touho) nous avons comparé le pourcentage de champs où la résistance était présente, en relation avec le type de plantation (avec ou sans ombrage) ou le régime de traitement (avec ou sans traitement) (tableau 4). Pour cette analyse, nous avons considéré que la répartition des différents types de plantations pouvait être considérée comme au hasard, beaucoup de nouvelles plantations s'étant développées à partir des plantations traditionnelles.

Tableau 3

Pourcentage de champs présentant des populations d'H. hampei résistantes en fonction du type de champs

	Champs non traités	Champs traités
Champs traditionnels (Nb de champs)	30% (10)	79% (34)
Champs ensoleillés (Nb de champs)	80% (5)	94% (47)

Tableau 4

Pourcentage de survie des femelles d'H. hampei selon la méthode de test (directe ou indirecte) et en fonction des traitements insecticides et du type de plantation (traditionnelle ou ensoleillée).

	Champs non traités	Champs traités
<u>Tour de Potter :</u> endosulfan		
Champs ensoleillés (SEM)	8,8% (1,4)	41,3% (0,2)
Champs traditionnels (SEM)	3,3% (0,7)	25,4% (0,2)
<u>Tour de Potter :</u> lindane		
Champs ensoleillés (SEM)	15,8% (1,8)	33,8% (0,2)
Champs traditionnels (SEM)	3,2% (0,7)	24,8% (0,2)
<u>Exposition indirecte :</u> endosulfan		
Champs ensoleillés (SEM)	19,8% (8,2)	34,4% (0,3)

La fréquence de la résistance est significativement plus élevée quand les champs sont de type moderne, sans ombrage ($P < 0,05\%$) par rapport aux plantations traditionnelles. Bien que les échantillons trop réduits ne permettent pas d'analyse statistique, nous constatons que les champs non traités ou ombragés ont une plus faible probabilité d'avoir des populations de scolytes résistants que les champs ensoleillés et traités.

Le fait que deux champs n'ayant jamais été traités contiennent quelques individus résistants semble jouer en faveur d'un transport des gènes de résistance à partir des routes d'accès aux parcelles, lors des opérations de récoltes en particulier.

Les analyses de variance des résultats obtenus par les tests à la tour de Potter sur les champs où la résistance est présente montrent que pour les régions de Poindimié, Ponérihouen et Touho :

- le lieu d'échantillonnage ($P < 0,001$)
- les traitements récents ($P < 0,001$)
- le type de plantation (ensoleillée ou sous ombrage) ($P < 0,05$).

sont des facteurs qui influent sur la fréquence des phénotypes résistants (tableau 2-3 et 4). Cette fréquence est mise en évidence lors des tests par le pourcentage d'individus survivant à la dose discriminante (400 ppm). Aucune interaction entre les traitements et le type de plantation ne semble exister.

L'influence des facteurs ci-dessus est confirmée par l'analyse des résultats des tests au lindane à la tour de Potter et des tests à l'endosulfan par la méthode d'exposition indirecte.

L'incidence des traitements récents au Thiodan se manifeste par une augmentation significative des risques d'apparition de résistance dans un champ donné (tableau 3). De même la fréquence des phénotypes résistants (tableau 4) est accrue sur de tels champs en comparaison avec des champs qui n'auraient pas été traités récemment en raison de facteurs tel l'abandon d'entretien, la proximité de maisons d'habitation ou l'inaccessibilité des engins de traitement.

Nous avons supposé que les différents types de champs avaient une chance égale d'être colonisés par des individus résistants. Dans ce cas nos résultats suggèrent que la pression de sélection par l'endosulfan est nécessaire pour atteindre et maintenir les plus hauts niveaux de résistance obtenus dans les échantillons provenant des champs traités. Ceci signifie également que le facteur d'adaptation ("Fitness") est inférieur chez les résistants par rapport aux sensibles.

L'influence des champs ensoleillés par rapport aux champs ombragés sur le niveau et la fréquence des résistants peut avoir eu lieu de différentes façons. La toxicité de l'endosulfan est plus importante aux températures les plus élevées (Knauf 1982) et il est possible que les hautes températures qui existent dans les champs ensoleillés au moment des traitements insecticides aient joué un rôle important sur la pression de sélection des individus résistants alors que les

températures plus basses dans les plantations sous ombrage se traduisaient par une moindre toxicité de l'endosulfan dans cet environnement.

2.4 Conclusions :

Cette étude a porté sur plus de 500 tests pratiqués par l'une ou l'autre des méthodes que nous avons comparées pour évaluer la présence d'une résistance à l'endosulfan et au lindane chez H. hampei. Au total 203 souches différentes ont été évaluées ce qui représente la manipulation de plus de 30.000 femelles obtenues par décorticage des cerises de café.

Les principaux points qui ressortent de cette étude sont les suivants :

a) L'utilisation d'une dose de 400 ppm d'endosulfan pour séparer les scolytes résistants et sensibles et évaluer la résistance dans les différentes régions montre une parfaite concordance dans les résultats obtenus avec les deux méthodes utilisées : tour de Potter et exposition indirecte.

b) Il y a une corrélation étroite entre la résistance au lindane et celle à l'endosulfan. Cette résistance croisée laisse prévoir que la résistance à l'endosulfan a plus de risque de se développer à partir de populations qui auraient été soumises auparavant à des traitements au lindane.

c) Sur les quinze régions prospectées, cinq seulement avaient des individus résistants. Les régions de Poindimié et de Ponérihouen peuvent être considérées comme les zones à partir desquelles la résistance s'est développée : la majorité des prélèvements de ces régions contient en effet un pourcentage élevé de femelles résistantes. La région de Touho montre un développement récent de la résistance avec un peu plus de la moitié des champs révélant des individus résistants, cependant le pourcentage que représente ces individus reste généralement très faible. Enfin, dans les régions de Hienghène et de Houailou, les scolytes peuvent être considérés essentiellement comme sensibles.

d) Quand la résistance est présente au sein d'une population, la proportion des individus résistants varie de façon très importante ce qui laisse prévoir un risque de développement général de la résistance à tous les champs au sein de ces régions si les méthodes de traitement ne sont pas modifiées.

e) Les champs de type ensoleillé et ceux traités récemment ont la plus grande probabilité de présenter des individus résistants. De même, quand la résistance est présente, ils ont la proportion la plus élevée d'individus qui survivent à la dose discriminante de 400 ppm.

3 - DISTRIBUTION DE LA RESISTANCE AU NIVEAU DU CHAMP

Les méthodes de tests que nous avons utilisées (tour de Potter et exposition indirecte sur papier filtre) nous ont permis d'étudier le phénomène de la résistance du scolyte à l'endosulfan et au lindane dans les différentes régions du Territoire.

Au cours des tests nous avons parfois observé des variations dans le pourcentage de survie des femelles provenant d'un même champ ce qui indique qu'une certaine hétérogénéité existe au sein d'une même population dans la distribution des gènes de résistance.

Afin de mieux appréhender l'incidence de certains facteurs sur l'apparition et le développement de souches de scolytes résistantes en Nouvelle Calédonie, il importait de connaître la distribution des individus résistants dans un même champ. Ainsi nous avons sélectionné quelques plantations typiques de la côte Est, ombragées et ensoleillées, afin d'en étudier les populations de scolytes selon des transects établis à partir des lieux d'accès aux parcelles, d'où étaient pratiquées les applications insecticides.

3.1 Objectif :

Le but de cette étude était donc de déterminer, au sein d'une même population, le pourcentage de survie des femelles de H. hampei soumises aux doses discriminantes de 400 ppm (endosulfan) et de 300 ppm (lindane) afin de connaître la proportion d'individus résistants et de caractériser la distribution de cette population.

La résistance n'ayant jusqu'à présent été détectée qu'en Nouvelle Calédonie, il était nécessaire de rechercher si une relation pouvait être établie entre les techniques particulières d'application insecticide utilisées sur le Territoire et le phénomène de la résistance chez le scolyte du café.

Trois plantations de café des régions où les taux de résistance étaient les plus élevés (Poindimié et Ponérihouen) ont été choisies. Sur chacune de ces plantations un nombre variable d'échantillons de cerises étaient prélevés (de 2 à 9) pour suivre le niveau de résistance des scolytes selon différentes techniques de tests.

3.2 Matériel et Méthode :

a) Populations de scolytes étudiées :

Les populations étudiées provenaient de trois plantations de la variété robusta situées sur la côte Est.

- **Plantation PN 0103 :**

Cette parcelle était située à Néavin, dans la région de Ponérihouen. Elle était entièrement de type moderne, ensoleillée. Nous avons pu effectuer sur cette parcelle des études comparées de droites de régression mortalité/concentration sur les populations prélevées au bord de la route ainsi qu'au fond du champ. Nous avons également étudié la survie des femelles de scolytes aux doses discriminantes (400 ppm d'endosulfan et 300 ppm de lindane) grâce aux deux méthodes

utilisées par ailleurs (tour de Potter et exposition indirecte), selon un transect en quatre points et suivi la distribution des individus résistants déterminés à l'aide de la tour de Potter, selon un transect en neuf points.

- Plantation PN 0104 :

Cette plantation était située dans la vallée de la Tchamba, région de Poindimié. La première partie de cette plantation, située en bord de route était de type ensoleillé alors que le fond et l'un des bords de la parcelle étaient encore constitués de plantations traditionnelles ombragées.

Sur cette parcelle nous avons comparé le pourcentage de survie aux doses discriminantes des populations récoltées au bord du champ ensoleillé, puis à 25 et 50 M de la route, avec celui des populations situées dans la plantation traditionnelle, de 75 à 125 m de la route (Figure 4). D'autre part, les populations de scolytes récoltées aux 6 points du transect ci-dessus ayant été suffisamment abondantes, nous avons pu établir des droites de régression concentration/mortalité pour chacune de ces populations.

- Plantation PN 1401 :

Cette dernière plantation, d'une centaine de mètres de profondeur, était de type traditionnel, sous ombrage.

L'étude des populations de scolytes de cette parcelle a été effectuée selon un transect en 6 points distants de 20 m. Nous avons ainsi comparé le pourcentage de survie des femelles testées à 400 ppm d'endosulfan (tour de Potter et exposition indirecte) et 300 ppm de lindane (tour de Potter). Les tests à l'endosulfan ont été refaits deux années de suite ce qui nous a permis d'étudier l'influence du remplacement du Thiodan par le Folithion sur le niveau de résistance à l'endosulfan chez H. hampei

b) Méthodes de test :

- Etude des résistances à l'endosulfan et au lindane

Ces études ont été menées sur les populations des trois champs décrits précédemment. Les techniques de tests insecticides (tour de Potter et exposition indirecte) ont été détaillées dans les deux premiers chapitres de ce rapport.

Le champ totalement ensoleillé de Néavin (PN 0103) a pu être étudié avec les différentes méthodes (au lindane et à l'endosulfan) selon un transect en 4 points, et en 9 points avec la tour de Potter uniquement (à l'endosulfan).

Les deux autres champs, par moitié de type moderne ensoleillé (PO 0104) ou entièrement traditionnel (PN 1401), ont été étudiés selon des transects en 6 points. Le nombre de scolytes testés pour chaque point était de 45 à 150 femelles.

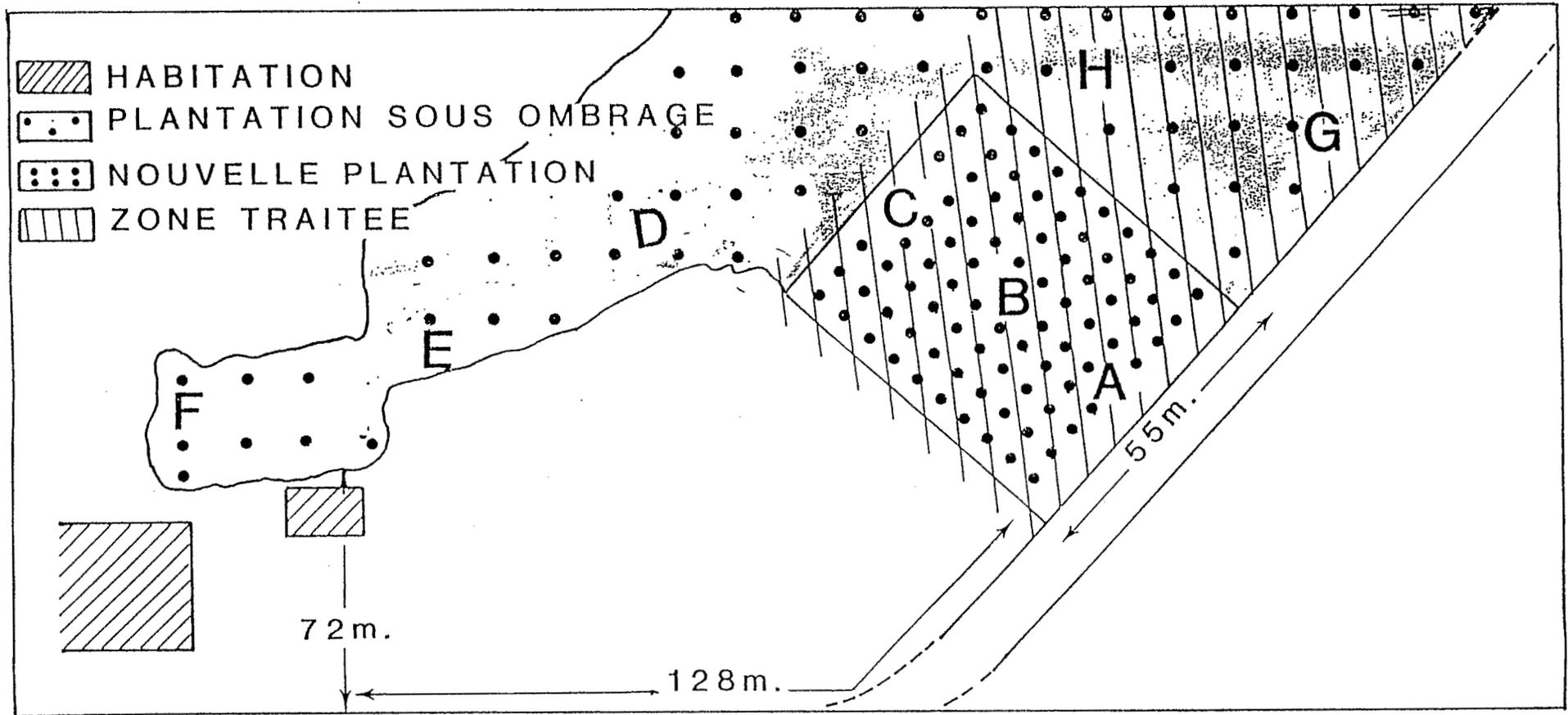
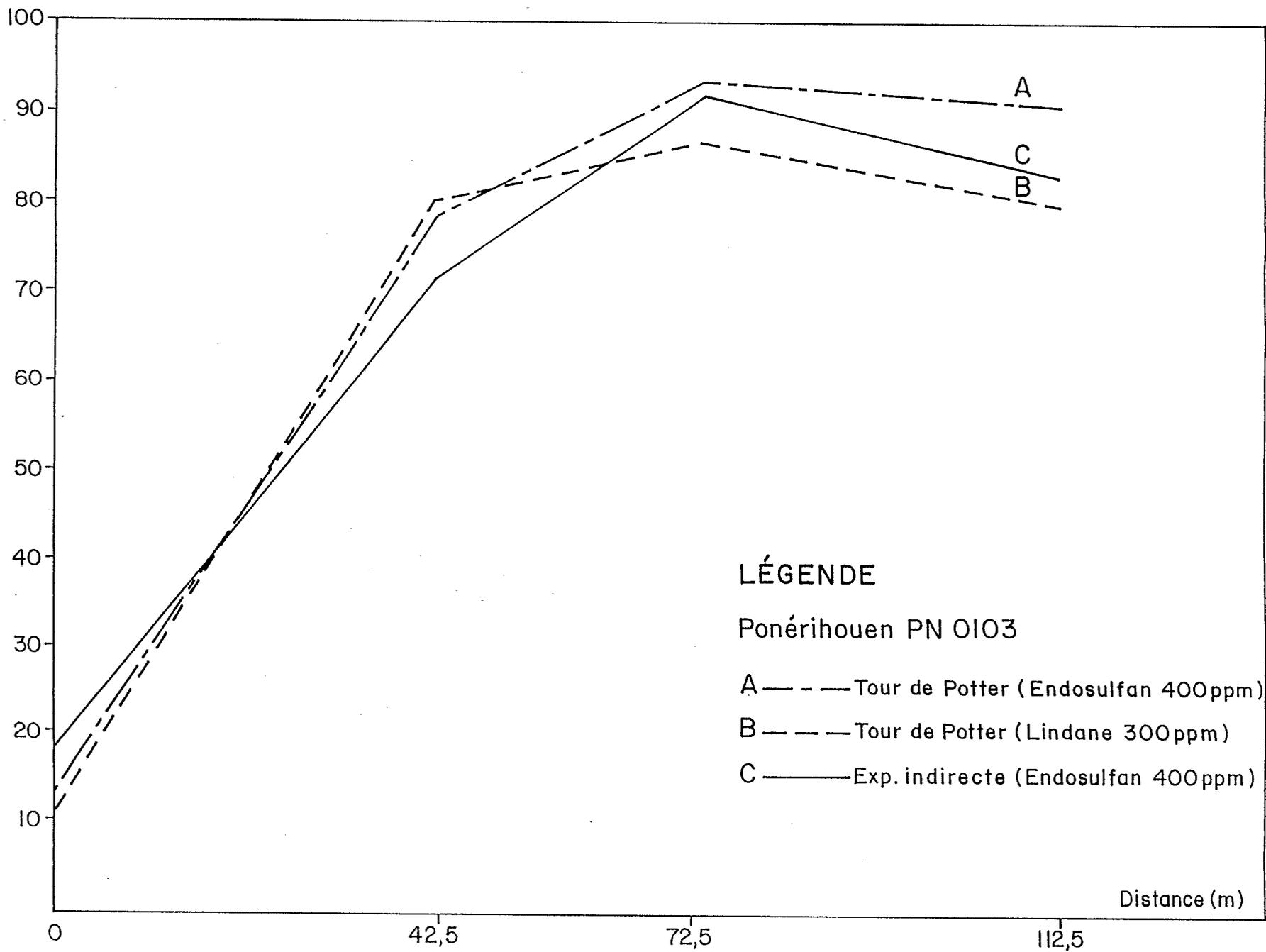


Figure 4 : Carte de prélèvement des échantillons sur la parcelle PN 0104.

Figure 5 : Mortalité observée à la dose de 400 ppm d'endosulfan ou de 300 ppm de lindane sur les populations de scoylytes de PN 0103.



- Droites de régression concentration/mortalité :

Dans le cas des champs PN 0103 et PO 0104 les échantillons de scolytes récoltés ont été assez abondants pour que des tests soient pratiqués afin d'obtenir des droites de régression qui correspondent à chacune des populations prélevées.

A Néavin, les populations de scolytes situées en bord de champ, le long de la route et celles en fond de champ (112,5 m), ont été étudiées et caractérisées par leur droite de régression.

Au total 9 concentrations (12,5 à 8.000 ppm) ont été testées avec 60 à 120 femelles par concentration.

A Tchamba un transect plus complet, avec trois points dans la zone ensoleillée et proche de la route, et trois points dans la zone plus éloignée et traditionnelle a été réalisé.

Nous avons ainsi étudié la réponse de six populations de scolytes prélevées à des distances d'environ 25 m les unes des autres, depuis le bord du champ ensoleillé jusqu'au fond de la parcelle traditionnelle. Chacune de ces populations était soumise à une gamme de 10 concentrations (12,5 à 10.000 ppm) avec 45 à 150 femelles par concentration. L'étude de 6 populations de ce seul champ a donc nécessité de tester près de 6.000 femelles obtenues par décortilage des cerises scolytées.

3.3 Résultats et discussions :

Tous les résultats des études de populations de scolytes menées selon des transects dans les champs confirment que la résistance à l'endosulfan n'est pas distribuée au hasard mais selon un gradient décroissant du bord de la route vers les zones plus éloignées du point d'application des traitements insecticides.

a) Niveau de résistance à l'endosulfan et au lindane:

- PN 0103 :

Les populations prélevées en 4 points de ce champ ont un pourcentage de survie aux doses discriminantes qui décroît rapidement quand on s'éloigne du bord de la route ce qui indique que la proportion d'individus résistants est de plus en plus faible (Figure 5).

Pour les deux insecticides (endosulfan et lindane) et quel que soit la méthode de test utilisée, nous avons pour chacun des points de prélèvement un pourcentage de survie très proche. En bord de route nous observons la plus faible mortalité (13,3% à 18,3% pour l'endosulfan et 11,7% pour le lindane) alors qu'elle est maximum pour la population du fond de ce même champ (83,3% à 90,8% pour l'endosulfan et 80% pour le lindane).

Dans ce champ nous constatons une diminution rapide de la proportion d'individus résistants dans les 50 premiers mètres, ensuite il y a un plateau avec 5 à 15% d'individus résistants jusqu'au fond du champ.

Figure 6 : Mortalité observée à la dose de 400 ppm d'endosulfan ou de 300 ppm de lindane sur les populations de scolytes de PN 1401.

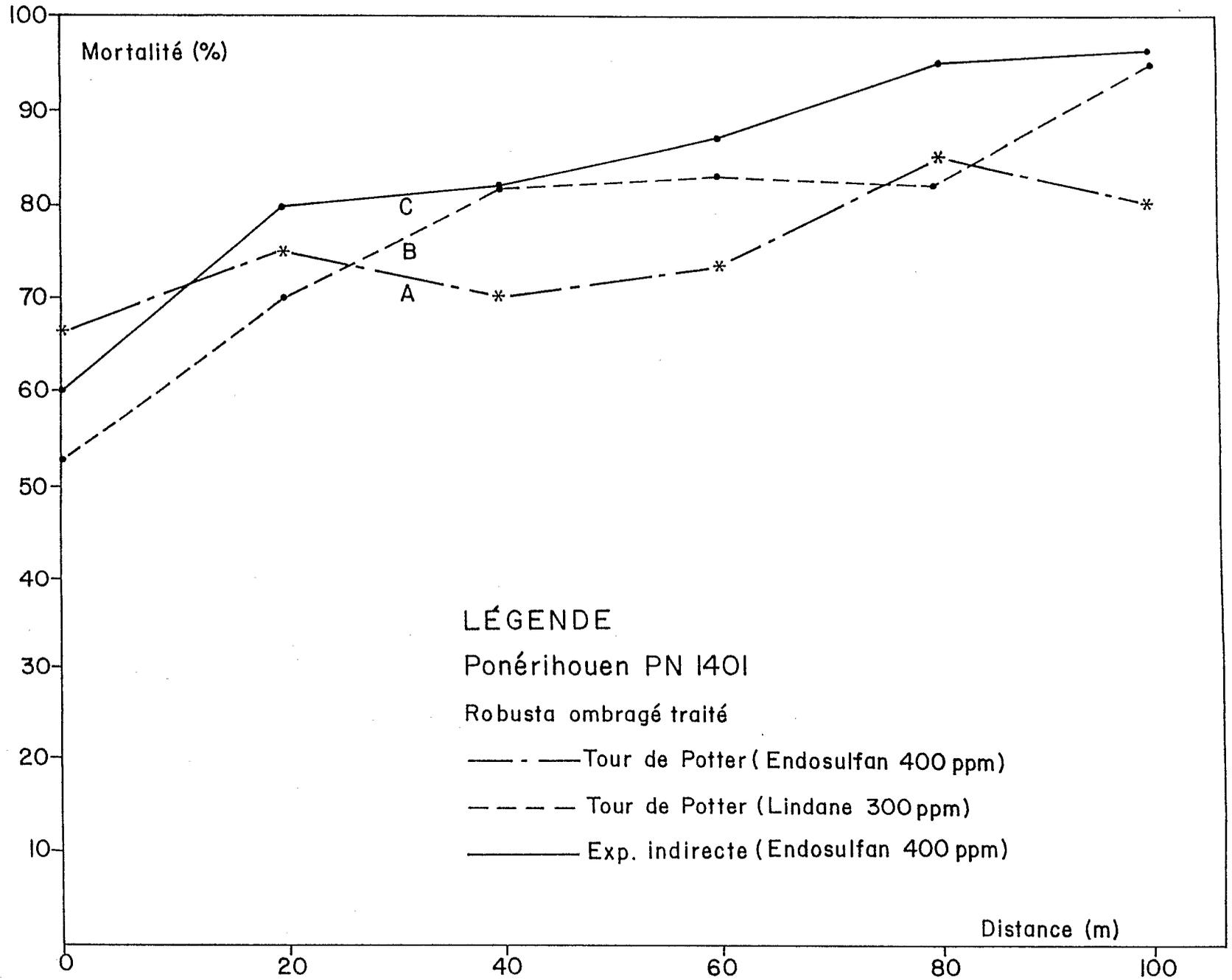
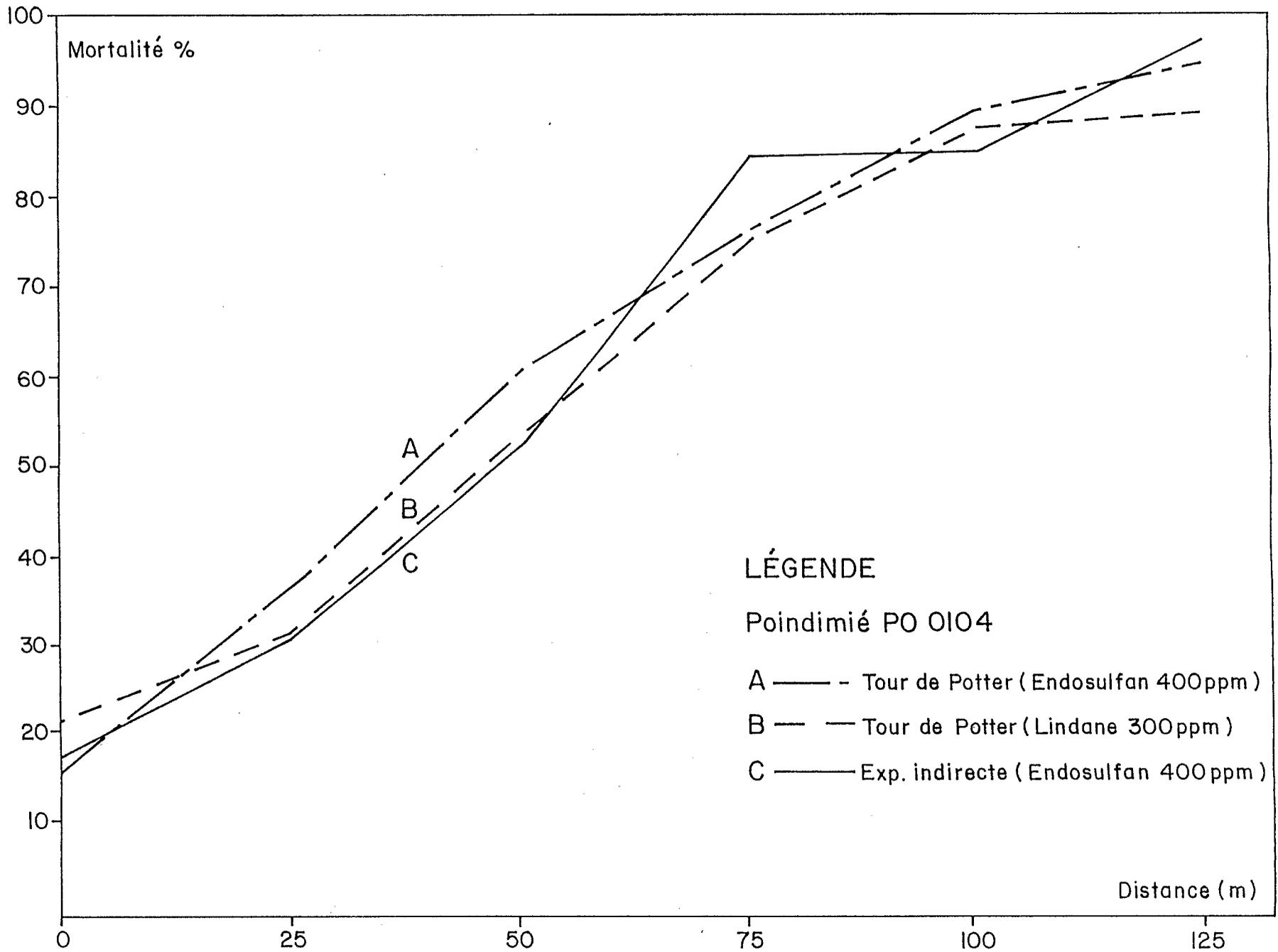


Figure 7 : Mortalité observée à la dose de 400 ppm d'endosulfan ou de 300 ppm de lindane sur les populations de scolytes de PO 0104.



- PN 1401 :

Les six populations de scolytes provenant des prélèvements effectués dans ce champ sous ombrage présentent une mortalité assez élevée, qui varie de 53,3 - 60% (lindane et endosulfan) en bordure de champ à 95-96,7% (lindane et endosulfan) en fond de champ (Figure 6).

Bien que la mortalité dans la deuxième partie du champ soit du même ordre que celle observée au fond du champ PN 0103 étudié précédemment, nous observons ici une répartition plus homogène des individus résistants qui demeurent cependant toujours plus fréquents en bordure de champ. Cette augmentation de la proportion des individus résistants est de l'ordre de 20 à 30% près des lieux de traitements insecticides alors qu'elle était de 65-75% dans le cas du champ ensoleillé.

Enfin, les tests effectués à la tour de Potter ont pu être reconduits deux années de suite alors que la parcelle avait été traitée au fénitrothion comme nous l'avions recommandé à l'issue de la première année de recherche.

Le fait d'avoir suspendu les traitements au Thiodan semble avoir favorisé les individus sensibles qui sont plus abondants sur tout le champ.

- PO 0104 :

Dans cette parcelle composée de deux champs contigus de type ensoleillé et de type traditionnel sous ombrage nous constatons un gradient dans la survie des populations de scolytes du même ordre que celui observé sur la parcelle PN 0103. La mortalité est minimale en bordure de champ (21,7% pour le lindane à 15,3-16,7% pour l'endosulfan) indiquant la présence d'une population résistante importante. En fond de champ nous retrouvons des populations essentiellement sensibles avec une mortalité élevée : 90% pour le lindane et 94,7-96,7% pour l'endosulfan ce qui représente de 5 à 10% d'individus résistants (Figure 7).

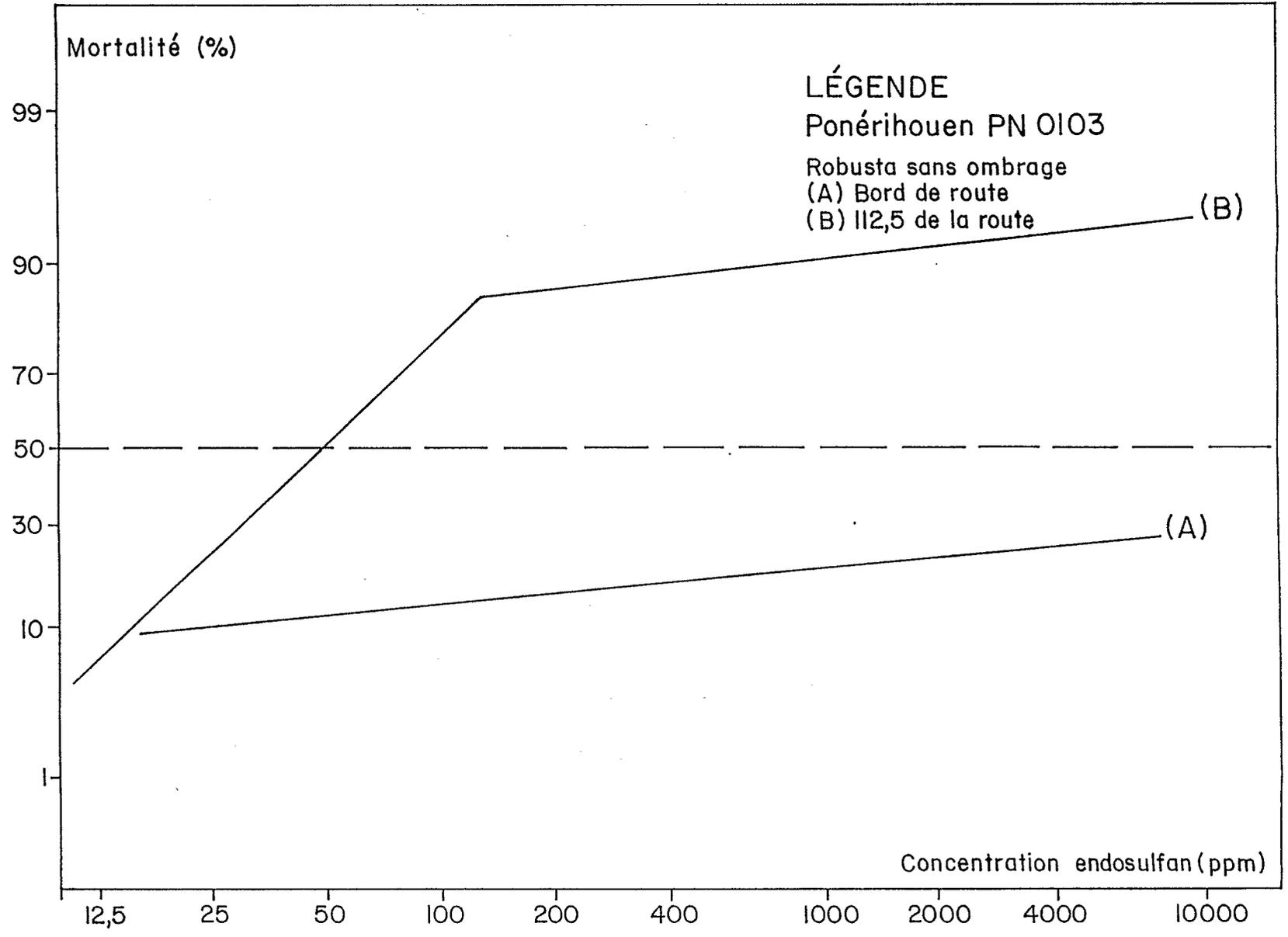
Par rapport à la parcelle PN 0103 nous constatons que la diminution du nombre de femelles résistantes au sein de la population est plus progressive d'un bout à l'autre du champ.

Enfin l'analyse de la sensibilité des populations d'une parcelle traditionnelle située au bord de la route et recevant le même régime de traitements insecticides révèle une plus faible proportion d'individus résistants dans cet environnement.

b) Réponses des populations à l'endosulfan :

Dans les deux champs où les populations de scolytes récoltés furent suffisamment importantes pour permettre une série de tests à concentrations d'endosulfan croissantes, nous avons pu obtenir une confirmation des résultats précédents sur les gradients de résistance d'un bout à l'autre d'une même parcelle.

Figure 8 : Droite de régression concentration d'endosulfan/mortalité pour deux populations de scolytes situées au début et au fond du champ PN 0103.



- PN 0103 :

Les droites de régression obtenues concernent les populations situées en bordure de route et celles les plus éloignées récoltées à une centaine de mètres de celle-ci (Figure 8).

Pour les populations situées en bord de route nous observons que la mortalité demeure toujours très faible, que ce soit à des doses inférieures à la dose discriminante de 400 ppm ou à des doses supérieures. Pour un accroissement de la concentration de 20 fois (400 ppm à 8.000 ppm) nous notons une augmentation de la mortalité de 3 fois (13,3 à 35, 6%). Les populations situées en bordure de route sont donc essentiellement composées d'individus hétérozygotes résistants qui supportent particulièrement bien un accroissement des concentrations d'endosulfan sans pour autant que leur mortalité devienne très élevée.

En fond de champ les populations sont beaucoup plus sensibles à l'endosulfan, même si une faible proportion de la population demeure constituée d'individus résistants (environ 10%). La majorité de la population accuse un accroissement de la mortalité à des doses minimales d'endosulfan. Pour une augmentation des concentrations de 12,5 à 200-400 ppm nous notons que la mortalité passe de 8,3 à 87-91%.

- PO 0104 :

Sur cette parcelle d'environ 125 m de profondeur nous avons pu étudier la réponse des populations de scolytes récoltés en 6 points ce qui représente l'étude d'environ 1.000 femelles par point de récolte.

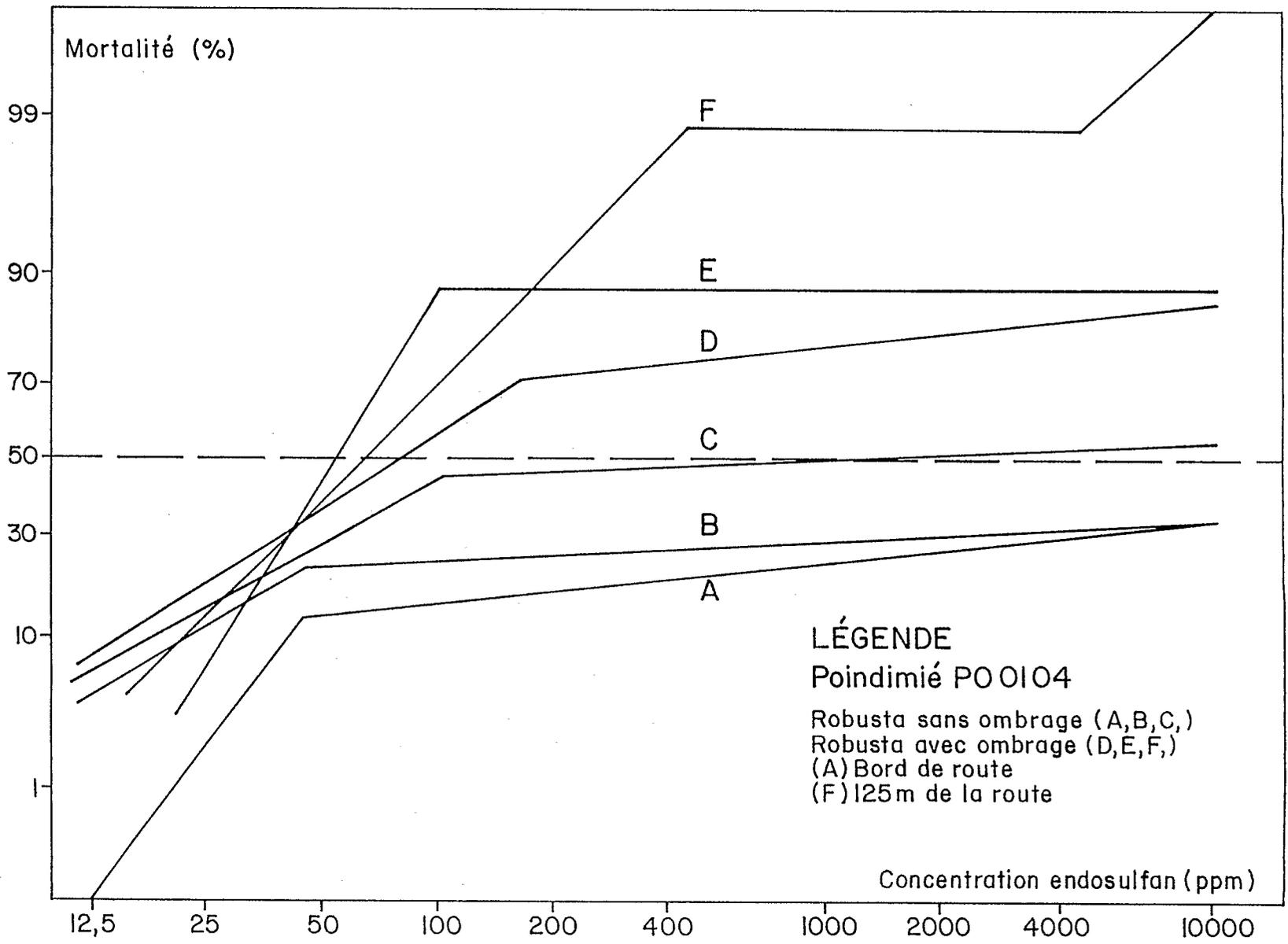
Pour chacune de ces 6 populations nous constatons que les droites de régression se rapprochent de celle obtenue au fond du champ précédent (PN 0103) :

Une partie de la population est sensible à des doses relativement faibles d'endosulfan (inférieures à 400 ppm). Dans ce cas le pourcentage de mortalité constaté augmente régulièrement avec l'accroissement des concentrations pour atteindre un plateau dont le niveau varie en fonction de la population concernée.

La seconde partie de la population correspond à des individus hétérozygotes résistants. Comme nous l'avons établi par les tests précédents en utilisant les doses discriminantes de 400 ppm, la proportion que représente la population hétérozygote résistante augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche du lieu de traitement, le long des routes d'accès (Figure 18).

Ainsi en partant du fond du champ pour se rapprocher du bord de la route nous constatons que la proportion d'individus résistants passe d'environ 2% à 10%, 25%, 40%, 65% pour aboutir à 70-80% dans les premiers mètres du champ.

Figure 9 : Droite de régression concentration d'endosulfan/mortalité pour six populations de scolytes situées du bord du champ (A) au point le plus éloigné du lieu du traitement insecticide (F).



3.4 Conclusions

L'étude détaillée de la distribution des individus résistants sur plusieurs champs typiques des deux grandes zones productrices de la côte Est que sont les régions de Poindimié et de Ponérihouen montre systématiquement que la répartition des individus résistants se fait selon un gradient décroissant quand on s'éloigne de la route.

Le système de traitement insecticide utilisé en Nouvelle-Calédonie étant non pas individuel mais collectif, les appareils de pulvérisation, montés sur camion ou sur véhicules légers, ne peuvent être utilisés qu'à partir des routes d'accès. Il est probable que ce mode particulier de traitement insecticide, qui semble propre à la Nouvelle-Calédonie, aboutisse à une mauvaise distribution du produit dans les champs. Ainsi la pression de sélection exercée sur les populations de scolytes serait plus importante en bordure de route ce qui expliquerait la répartition des populations constatée lors de la présente étude.

CONCLUSIONS

Au cours de la première année, après avoir mis en évidence l'incidence des attaques du scolyte du café H. hampei sur la qualité des récoltes, nous avons souligné l'importance des populations d'intercampagne et démontré la présence dans les grandes régions productrices du Territoire de souches de scolytes résistantes à l'endosulfan. Nous avons également développé, à partir d'une technique sophistiquée de tests de laboratoire, une méthode simplifiée destinée à la détection précoce de l'apparition d'individus résistants dans une population sensible. Enfin nous avons montré la bonne efficacité du Fénitrothion, du Dursban, du Diazinon et de l'Actellic comme produits pouvant être utilisés en alternance ou en remplacement du Thiodan.

Au cours de cette deuxième année de recherche nous nous sommes essentiellement intéressés à tester la fiabilité de la méthode de détection précoce de la résistance chez H. hampei et à utiliser cette technique, seule ou en comparaison avec d'autres, pour conduire différentes études. Nous avons ainsi montré que les résultats obtenus étaient comparables quand la méthode était utilisée de 25 à 34° C. De même l'étude d'un grand nombre d'échantillons provenant de toutes les régions productrices nous a permis d'obtenir une cartographie détaillée de la résistance à l'endosulfan et d'établir qu'il existait une résistance croisée avec le lindane qui a été utilisé avant que ne soit introduit le Thiodan. Au cours de ce travail nous avons constaté une excellente concordance dans les résultats fournis par les différentes techniques utilisées.

Ces techniques de tests ont enfin permis d'étudier la distribution de la résistance dans différents types de champs, sans ombrage ou de type traditionnel, selon des transects pratiqués depuis le bord proche de la route jusqu'au fond des champs. Nous avons ainsi montré que la répartition de la résistance répondait à un gradient qui pourrait être en relation étroite avec les méthodes de traitements insecticides pratiqués en Nouvelle Calédonie.

Les recherches à mettre en oeuvre devraient donc s'orienter en premier lieu vers l'étude de la distribution de l'insecticide sur les caféiers et la détermination de l'incidence de ces traitements sur les populations sensibles et résistantes de scolytes.

Il importe ensuite de connaître les effets du remplacement du Thiodan par le Fénitrothion dans les régions où la résistance à l'endosulfan était la plus élevée.

Dans le domaine de la lutte biologique certains parasitoïdes ou autres agents pathogènes (nématodes ou Bacillus Thurengiensis) pourraient contribuer au contrôle des populations du scolyte du café.

L'introduction, fin 1989, d'un hyménoptère ectoparasite : Cephalonomia stephanoderis sera poursuivie par des études préliminaires indispensables à l'évaluation de son potentiel de régulation des populations de scolyte dans le contexte d'une lutte intégrée.

REFERENCES :

Anonymous. 1980. Recommended methods for measurements of pest resistance to pesticides. Method for adults of some major pests of stored cereals with malathion or lindane. FAO method Nx. 15/ FAO Plant Production and Protection, Paper 21: 77-89.

Brun, L.O., C. Marcillaud, V. Gaudichon & D.M. Suckling. 1989. Endosulfan resistance in Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. J. Econ. Entomol. 82: 1311-1316.

Brun, L.O., V. Gaudichon, C. Marcillaud. 1990. Provisional method for detecting endosulfan resistance in coffee berry borer, Hypothenemus hampei (Coleoptera : Scolytidae) FAO Plant Protection Bulletin 37(3). Sous presse.

Knauf, W. 1982. Effect of endosulfan and its metabolites on arthropods. Residue Reviews 83: 89-112.

Minitab. 1985. Minitab Reference manuel. State College, PA.

Potter, C. 1952. An improved laboratory apparatus for applied direct sprays and surface film, with data on the electrostatic charge on atomized spray fluids. Ann. Appl. Biol. 39: 1-28.

Robertson, J.L., R.M. Russell & N.A. Savin. 1980. POLO : a user's guide to probit or logit analysis. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-38.

SAS. 1985. SAS Graph Users Guide. SAS Institute, Cary. North Carolina.

ANNEXES

I Cartographie détaillée de la résistance de H. hampei à l'endosulfan et au lindane sur la côte Ouest (régions de La Foa, Moindou, Bourail, Poya, Koné, Koumac), et sur la côte Est (régions de Canala, Douaoua, Houailou, Ponérihouen, Poindimié, Touho, Hienghène, Pouébo).

II Transects et droite de régression concentration d'endosulfan / mortalité des populations de scolytes de PN 0103, PN 1401 et PN 0104.

ETUDE DE LA SENSIBILITE DE H. HAMPEI A L'ENDOSULFAN ET AU LINDANE EN NOUVELLE CALEDONIE
(28 SOUCHES DE LA COTE OUEST ET 190 SOUCHES DE LA COTE EST)

Code : (T) traité - (NT) non traité
(Omb) ombragé - (Ens) ensoleillé
(Ro) robusta - (Ar) arabica

Zone N°	Nom - Prénom	Caractéristiques de la parcelle					Tour de Potter		Exposition Indirecte			
		T	NT	Omb	Ens	Ro	Ar	Endosulfan 0,04 %	Lindane 0,03 %	Endosulfan 0,04 %		
							Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
<u>COTE OUEST</u>												
LA FOA												
	Pocreu											
LA 0101	Kona Yvon						60/60	100	45/45	100		
	Pierrat											
LA 0201	Toukiman	x			x	x	60/60	100	45/45	100		
	Dogny											
LA 0301	Basquin		x	x		x	60/60	100	45/45	100		
	Ouipoint											
LA 0401	Mediara Noelli.	x			x	x	60/60	100	45/45	100		
LA 0402	Nandima Leonard	x			x	x	60/60	100	45/45	100		
	Koindé											
LA 0501	Assao Cyrille		x	x		x	60/60	100	45/45	100		
	Sarraméa (vallée)											
LA 0601	Delatière Pasc.		x	x		x	120/120	100	60/60	100		
LA 0602	Chelehy Antoine	x		x		x	60/60	100	45/45	100		
LA 0603	Nemebreux Eugè.	x			x	x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
LA 0604	Chelehy Jean	x			x	x	60/60	100	45/45	100		

Caractéristiques de la parcelle								Tour de Potter				Exposition Indirecte	
								Endosulfan 0,04 %		Lindane 0,03 %		Endosulfan 0,04 %	
Zone N°	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
LA 0605	Chelehy Appoll.							60/60	100	45/45	100		
LA 0606	Brinon Jean	x			x	x		60/60	100	45/45	100		
LA 0607	Mathieu Joseph		x	x		x		60/60	100				
LA 0608	Brinon Louis		x					60/60	100				
LA 0609	Chelehy Alexis	x			x	x		60/60	100				
Grand Coulis													
LA 0701	Fochi Charles		x	x		x		60/60	100	45/45	100		
MOINDOU													
Moindou (village)													
MO 0101	Commune *							60/60	100	-	-		
Momea													
MO 0201	Menehoume Salo.		x				x	60/60	100	45/45	100		
Katrikoin													
MO 0301	Katrikoin *		x					60/60	100	-	-		
BOURAIL													
La Poueo													
BO 0101	Robelin Adolphe		x	x			x	60/60	100	45/45	100		
Ny													
BO 0201	Boderaou Rolly							60/60	100	-	-		
BO 0202	Mavinoin Théo.		x	x			x	60/60	100	-	-		
Bouirou													
BO 0301	Dea Philippe							60/60	100	45/45	100		
Ouaoue													
BO 0401	Wimbe Alphonse		x	x			x	60/60	100	45/45	100	-	-
POYA													
Gohapin													
PY 0101	Porinpoea Mat.		x	x				60/60	100	45/45	100	60/60	100

Caractéristiques de la parcelle							Tour de Potter				Exposition Indirecte		
							Endosulfan 0,04 %		Lindane 0,03 %		Endosulfan 0,04 %		
Zone N°	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
POUEMBOUT													
	Ouate												
	PB 0101	-	x	x			x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
KONE													
	Bopope												
	KO 0101	-	x	x			x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
KOUMAC													
	KC 0101	Moutin	Adrien				x	60/60	100	45/45	100	27/27	100

Zone N°	Nom - Prénom	T	NT	Omb.	Ens.	Ro	Ar	Tour de Potter		Exposition Indirecte	
								Endosulfan	Lindane	Endosulfan	
								0,04 %	0,03 %	0,04 %	
Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%						

COTE EST

CANALA

Nakety													
CA 0101	Houray Edoua.		x					60/60	100	45/45	100	60/60	100
Gelima													
CA 0201	Berenon Roger		x					60/60	100	45/45	100	60/60	100
Kénérou													
CA 0301	Kona Christian							60/60	100	45/45	100	60/60	100
CA 0302	Picano					x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Ema													
CA 0401	Daouka Julien							60/60	100	45/45	100	60/60	100
CA 0402	Daouka Hilaire							60/60	100	45/45	100	-	-
CA 0403	Daouka Guilla.							60/60	100	45/45	100	60/60	100
Ménéremé													
CA 0501	Tuyenon Albert		x			x	x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
Néhoué													
CA 0601	Toumoïn Adrien			x	x		x	60/60	100	45/45	100	-	-
Nonhoué													
CA 0701	Nondo Edouard		x		x		x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
CA 0702	Boisso Céné				x			60/60	100	45/45	100	60/60	100
Boakaine													
CA 0801	Maramin Ernest		x		x		x	60/60	100	45/45	100	60/60	100
Mia													
CA 0901	Perenyou Basi.		x					60/60	100	45/45	100	60/60	100

Zone N°	Caractéristiques de la parcelle	T	NT	Omb.	Ens.	Ro	Ar	Tour de Potter				Exposition Indirecte	
								Endosulfan		Lindane		Endosulfan	
								Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
								0,04 %		0,03 %		0,04 %	
KOUAOUA													
Méchin													
KA 0101	Feureu Phideli												
KA 0102	Chaguy André							60/60	100	45/45	100		
KA 0103	Nimoiri Kalé							60/60	100	45/45	100	60/60	100
KA 0104	Até Auguste	x				x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
KA 0105	Feureu Simone							60/60	100	45/45	100	60/60	100
KA 0106	Makalou Clément							120/120	100				
KA 0107	Laurio 80							60/60	100	45/45	100	60/60	100
Kapakaloi													
KA 0201	Amon Kassiori	x				x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HOUAÏLOU													
Neaoua													
HO 0101	Mararheu Daniel	x			x	x		60/57	95	45/44	97,8	60/59	98,3
HO 0102	Mararheu Matayo	x		x	x			60/60	100	45/44	97,8	60/59	98,3
Goaru													
HO 0201	Boéré Michel		x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0202	Boéré Gustave		x		x	x		19/19	100	-	-	-	-
HO 0203	Déwiari Poriot		x		x	x							
HO 0204	Kananou Mathias		x	x	x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0205	Gourou Savagine		x		x	x		120/120	100	45/45	100	60/60	100
Karagreu													
HO 0301	Néouaou Leopol.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0302	Djoumoïn Carol.	x	x (89)		x	x		105/105	100	45/45	100	60/60	100
Coula													
HO 0401	Karé Yvon	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0402	Banri Marcel	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Gondé													
HO 0501	Eurimindja Con.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0502	Eurimadia Michel		x		x	x							

Tour de Potter

Exposition Indirecte

Caractéristiques de la parcelle

Endosulfan
0,04 %

Lindane
0,03 %

Endosulfan
0,04 %

Zone N°	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Nessakouya													
HO 0601	Kasarherou Jos.		x		x	x		120/120	100	90/90	100	60/60	100
HO 0602													
HO 0603	Tevesou Alain		x		x	x		245/245	100				
HO 0604	Kasarherou Arh.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 0605	Boawé Jeanette		x	x		x		60/60	100	45/45	100	-	-
Mé													
HO 0701	Moinburu Franc.	x			x	x		80/79	98,8	45/44	97,8	60/60	100
HO 0702	Thiama Meonie	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Nindiah													
HO 0801	Boewa Mi Etien		x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Nedivin													
HO 0901	Dioposoi Alain	x	x (89)		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Thu													
HO 1001	Bati Jacques		x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 1002	Kameureumoa Pr.		x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Warai													
HO 1101	Parawi Delphin.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 1102	Parawi Antoine	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 1103	Euriboa Francis	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HO 1104	Pourouoro Mois	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100

Zone N°	Caractéristiques de la parcelle					Tour de Potter				Exposition Indirecte			
	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Endosulfan		Endosulfan			
								Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
	Nékoué												
	HO 1201	Mandaoué Emile	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	HO 1202	Mandaoué Philp.	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	Méomo												
	HO 1301	Eureboa Leopol.	x		x	x		90/78	86,7	90/71	78,9	60/57	95
	Kaora												
	HO 1401	Morereo Bac			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	HO 1402	Gowe Hilaire	x		x	x		105/105	100	45/45	100	60/60	100
	Ba												
	HO 1501	Asawa	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	Neouyo												
	HO 1601	Parawi Heburu	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	Nekoue												
	HO 1701	Aimoa Manon	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	Kamouy												
	HO 1801	Diawary Raym.	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	Kounouy												
	HO 1901	Boehe Eloï	x		x	x		60/60	100	-	-	-	-
	PONERIHOUEN												
	Neavin												
	PN 0101	Ayawa Innoc.	x		x	x		60/38	63,3	90/69	76,7	60/32	53,3
	PN 0102	Porempoea D.	x		x	x		60/46	76,7	45/25	55,6	60/49	81,7
	PN 0103	Ayawa Simon	x		x	x		120/16	13,3	60/7	11,7	60/11	18,3
	PN 0104	Tutugoro (vois.)	x	x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
	PN 0105	Eurikake	x			x							
	Moneo												
	PN 0201	Arana Aimé	x		x	x		165/164	99,4	105/100	95,2	60/57	95
	PN 0202	See Tovea	x		x	x		120/87	72,5	45/33	73,3	60/46	76,7
	PN 0203	Arawa Camille	x		x	x		60/35	58,3	45/28	62,2	60/43	71,7
	PO												
	PN 0301	My Joseph	x		x	x							
	PN 0302	Dahomet Guy	x		x	x		60/54	90	45/43	95,6	60/55	91,7

Caractéristiques de la parcelle						Tour de Potter		Exposition Indirecte					
						Endosulfan 0,04 %	Lindane 0,03 %	Endosulfan 0,04 %					
Zone N°	Nom - Prénom	T	NT	Omb.	Ens.	Ro	Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Mou													
PN 0401	Braweaou Roll.	x			x	x		60/10	16,7	45/8	17,8	60/15	25
PN 0402	Meray Kalloye	x			x	x		120/16	13,3	45/5	11,1	80/10	12,5
PN 0403	Agent terrain							28/5	17,8	-	-	-	-
PN 0404	Lallut Michel	x		x			x						
Embouchure													
PN 0501	Nawa Hilarion	x			x	x		60/27	45	60/26	43,3	60/22	36,7
PN 0502	Pourouin Marc.	x			x	x		60/32	53,3	45/29	64,4	120/92	76,7
Téouty													
PN 0601	Apiazari André	x			x	x		45/22	48,9	45/14	31,1	60/13	21,7
PN 0602	Grochain Math.	x			x	x		60/30	50	45/24	53,3	60/36	60
PN 0603	IRCC-Station	x			x	x		45/6	13,3	45/7	15,5	60/10	16,7
PN 0604	Leroi Christian	x		x			x	180/104	57,8	45/33	73,3	60/45	75
Grondu													
PN 0701	Naouchoué Vic.	x		x			x	60/25	41,7	45/20	44,4	60/20	33,3
PN 0702	Pimbet Zorro	x		x			x	60/25	41,7	45/22	48,9	60/30	50
Néouta													
PN 0801	Gorodja Raym.		x		x	x		120/64	53,3	90/35	38,8	120/78	65
PN 0802	Wetta Waia	x		x			x	120/56	46,7	45/26	57,8	120/79	65,8
Tiakan													
PN 0901	Gopéa Sylver.		x		x	x		60/9	15	60/10	16,7	60/8	13,3
Goa													
PN 1001	Meindu Oué-b.		x	x			x	60/56	93,3	45/39	86,7	60/57	95
PN 1002	Aramoto Janv.	x			x	x		120/65	54,2	90/40	44,4	60/26	43,3
St Denis													
PN 1101	Moentéapo No.	x		x			x	60/18	30	45/11	24,4	60/13	21,7
Goyetta													
PN 1201	Poh Felix	x		x			x	60/12	20	45/6	13,3	60/12	20
PN 1202	Gonari Edoua.	x			x	x		120/47	39,2	45/6	13,3	120/41	34,2
St Yves													
PN 1301	Aramoto Gast.	x		x			x	60/47	78,3	45/23	51,1	60/23	38,3
PN 1302	Poyle Gabriel		x	x			x	60/35	58,3	60/29	48,3	60/46	76,7

							Tour de Potter				Exposition Indirecte		
Caractéristiques de la parcelle							Endosulfan 0,04 %		Lindane 0,03 %		Endosulfan 0,04 %		
Zone N°	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Napoea													
PN 1401	Gorowiridja J.	x		x		x		121/82	67,8	60/32	53,3	60/36	60
PN 1402	Tutugoro Lau.	x		x		x		60/59	98,3	45/42	93,3	60/59	98,3
POINDIMIE													
Tchamba													
PO 0101	Dubois Miguel	x			x	x		90/23	25,6	45/19	42,2		
PO 0102	Poinri Victor.		x		x	x		90/53	58,9	45/38	84,4		
PO 0103	Poeda Rock	x			x	x		60/29	48,3	30/14	46,7		
PO 0104	Poinri Théodo.	x			x	x		150/23	15,3	120/26	21,7	60/10	16,7
PO 0105	Poeda Isaac		x		x	x		75/35	46,7	30/18	60		
PO 0106	Poinri Léon	x			x	x		45/17	37,8	30/16	53,3		
PO 0107	Poeda Jean	x			x	x		95/41	43,2	45/30	66,7		
PO 0108	Porempoea Pie.	x		x		x		60/16	26,7	45/23	51,1		
Ometteux													
PO 0201	Iliot Johanes	x			x	x		60/9	15	45/19	42,2		
PO 0202	Napoe Sylvena	x			x	x		60/42	70	45/31	68,9	60/44	73,3
PO 0203	Oumattu Marcel	x			x	x		60/34	56,7	45/24	53,3	60/27	45
Ouindo													
PO 0301	Poma Waido		x		x	x		130/122	93,8	45/36	80		
PO 0302	Napoe Richard	x		x		x		60/29	48,3	45/21	46,7	60/20	33,3
Amoa (vallée)													
PO 0401	Toumidou Hubert	x			x	x		45/38	84,4	45/41	91,1		
St Thomas													
PO 0501	Poindia Barthé.	x			x	x		45/15	33,3	45/17	37,8		
Pambou													
PO 0601	Dogo Abel	x			x	x		120/39	32,5	45/28	62,2	120/71	59,2
Paama													
PO 0701	Naporea Isaia	x			x	x		60/47	78,3	45/41	91,1	82/56	68,3
Ina													
PO 0801	Poido Anicet	x			x	x		60/40	66,7	45/29	64,4	120/66	55

Tour de Potter

Exposition Indirecte

Caractéristiques de la parcelle

Endosulfan
0,04 %

Lindane
0,03 %

Endosulfan
0,04 %

Zone N°	Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Tiounao													
PO 0901	Apatye Félix	x		x		x		180/152	84,4	150/125	83,3	180/171	95
PO 0902	Hervouet Robert	x		x		x		60/34	56,7	105/38	36,2	120/79	65,8
Tye													
PO 1001	Paola Benoit	x		x		x		60/58	96,7	45/44	97,8	60/59	98,3
Bayes													
PO 1101	Dogo Gélima	x			x	x		120/113	94,2	45/43	95,6	60/57	95
Tiéti													
PO 1201	Wénahin Camille	x		x		x		60/19	31,7	45/19	42,2	60/19	31,7
TOUHO													
Les Chutes													
TO 0101	Wakacéou Franç.	x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0102	Wakacéou		x	x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0103	Poutyela Jean	x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0104	Ougnabama Alex.	x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Pombeï													
TO 0201	Paoupe Jean-Yves	x		x		x							
TO 0202	Huon Tyéou		x	x		x		60/60	100	-	-	-	-
TO 0203	Poniewa Raymon.		x	x		x		180/168	93,3	90/89	98,9	200/199	99,5
TO 0204	Dyée Abel	x		x		x							
TO 0205	Dyée Noel	x		x		x							
TO 0206	Poadio Etienne	x		x		x							
TO 0207	Podialiwane V.	x		x		x		60/48	80	45/40	88,9	60/47	78,3
TO 0208	Poapale Guy		x	x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0209	Poapale Goura.		x	x		x		120/119	99,2	105/104	99,0	270/266	98,5
TO 0210	Huon Ido	x		x		x							

Zone N°	Caractéristiques de la parcelle	Nom - Prénom	T	NT	Omb.	Ens.	Ro	Ar	Tour de Potter				Exposition Indirecte	
									Endosulfan		Lindane		Endosulfan	
									Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
									0,04 %	0,03 %	0,04 %			
									Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Tiwaka														
TO 0301	Poadialiwane G.		x			x	x		60/58	96,7	60/58	96,7	60/59	98,3
TO 0302	Pido Michel			x		x	x		260/253	97,3	105/134	99,2	60/59	98,3
TO 0303	Pouhamboute M.		x		x		x		60/52	86,7	60/55	91,7	60/52	86,7
TO 0304	" Gilbert		x		x(89)		x		60/52	86,7	60/52	86,7	60/55	91,7
TO 0305	Waka Angélique		x		x(89)		x		60/53	88,3	60/54	90	210/200	95,2
TO 0306	Waka Gustave		x			x	x		60/59	98,3	150/142	94,7	60/57	95
Ouchava														
TO 0401	ADRAF		x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0402	ADRAF		x		x		x		60/56	93,3	135/134	99,2	60/59	98,3
TO 0403	Fouankaina		x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0404	Gohoup Gaston		x			x	x		90/74	82,2	60/54	90	60/58	96,7
TO 0405	Gohoup Philip.		x		x		x		260/257	98,8	150/148	98,7	60/57	95
Tiouandé														
TO 0501	Wedoi Alphonse		x			x	x		60/48	80	45/40	88,9	60/47	78,3
Ouanache														
TO 0601	Gohoup Dankadet		x			x	x		60/23	38,3	45/20	44,4	60/25	41,7
Paola														
TO 0701	Bova Leonard		x		x		x		60/27	45	45/14	31,1	60/23	38,3
TO 0702	"		x			x	x		120/66	55	45/17	37,8	60/31	51,7
TO 0703	Oudoudoupoe Ber.		x		x		x							
TO 0704	Tyeou Auguste			x	x		x		60/60	100	-		-	
TO 0705	Tyeou Luc			x	x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0706	Oudoudoupoe C.		x		x		x							
TO 0707	Daoulo Gaston		x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0708	Poigoune Mika			x	x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0709	Poigoune		x			x	x							
Tiouac														
TO 0801	Leroy Georges		x		x		x							
TO 0802	Bova Jean.Ba.		x		x		x		60/60	100	-		60/60	100
TO 0803	Heneka Charles		x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
TO 0804	Poanine André		x		x		x		60/51	85	45/45	100	138/137	99,3
TO 0805	Tribu		x		x		x		60/60	100	45/45	100	50/50	100

Zone N°	Caractéristiques de la parcelle						Tour de Potter				Exposition Indirecte		
	Nom - Prénom	T	NT	Omb.	Ens.	Ro	Ar	Endosulfan		Lindane		Endosulfan	
								Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Kokengone													
TO 0901	Waka Gustave		x		x	x		24/24	100				
TO 0902	Poutyela André	x	x (89)		x	x		45/14	31,1				
Pouyou													
TO 1001	Tidada Daniel	x			x	x		60/47	78,3	45/32	71,1	60/48	80
Tippoipie													
TO 1101	Paouteta Ferdin.	x			x	x		60/13	21,7	45/12	26,7	60/8	13,3
TO 1102	Outyoute Lucien	x		x		x		60/59	98,3	45/40	88,9	60/59	98,3
TO 1103	Poinine Antoine	x			x	x		60/57	95	45/39	86,7	60/55	91,7
Tiponite													
TO 1201	Mairan Natiman	x			x	x		210/188	89,5	105/77	73,3	135/120	88,9
Vieux Touho													
TO 1301	ADRAF	x		x		x		60/52	86,7	45/42	93,3	60/53	88,3
TO 1302	Tores Oulis	x			x	x		60/53	88,3	45/43	95,6	-	
Congouma													
TO 1401	Tioudou Luc	x			x	x		60/59	98,3	45/43	95,6	120/117	97,5
TO 1402	Topouene Hypol	x			x	(catimor)		55/48	87,3	-		-	
HIENGHENE													
Pindache													
HI 0101	Hyampareman Ga.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Koulnoue													
HI 0201	"	x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Linderalique													
HI 0301	Bouarate Joseph	x			x	x		60/60	100	60/60	100	60/60	100
HI 0302	Bouillot Victor	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Biganda													
HI 0401	Kanadi Sarimen	x		x		x		45/38	84,4	45/42	93,3	60/48	80
Werap													
HI 0501	Mayat Alphonse	x		x		x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 0502	Chillet August.	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 0503	Boulet Benoit	x			x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100

Zone N°	Caractéristiques de la parcelle	Tour de Potter								Exposition Indirecte		
		Endosulfan 0,04 %		Lindane 0,03 %		Endosulfan 0,04 %						
Nom - Prénom	T	.NT	.Omb.	.Ens.	.Ro	.Ar	Nb/m	m%	Nb/m	m%	Nb/m	m%
Tiendanite												
HI 0601	Coubia Pascal	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Poindjap												
HI 0701	Kowi Phoalet	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 0702	Lapetite Roger	x		x	x							
Villakous												
HI 0801	Devillelongue Y.	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Gaavatch												
HI 0901	Vaou Philippe		x	x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 0902	Kapel Cyril	x		x	x							
HI 0903	"	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 0904	Moueaou Guill.		x	x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Tendo												
HI 1001	Tidjite Emman.	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
Tanghène												
HI 1101	Dinet J. (ex.Tak.)	x		x	x							
HI 1102	Monpasse Francis	x		x	x		60/60	100	45/45	100	60/60	100
HI 1103	Dinet François	x		x	x		60/59	98,3	45/45	100	210/210	100
POUEBO												
Diahoué												
PE 0101	Heic Daniel		x	x	x		60/60	100	45/45	100		
Tchambouen												
PE 0201	Palagota Barth.		x	x	x		60/60	100	45/45	100		
St Denis												
PE 0301	Ogui Charles		x	x	x		60/60	100	45/45	100		

PN 0103 A

REGRESSION CONCENTRATION / MORTALITE

TEST AU THIODAN 35 %
PONERIHOUEN, NEAVIN

ROBUSTA - sans ombrage - traité

Partie A : 0 m du bord de route

No Tests : 229, 231, 216*
Date souches : 27/09/88
Date des Tests : 29/12/88 & 2/1/89

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000			
8.000	90	32	35,6
4.000			
2.000	105	26	24,8
1.000			
400*	120	16	13,3
200	90	18	20,0
100	60	8	13,3
50	90	9	10,0
25	60	9	15,0
12,5	60	5	8,3
0	15	1	0,0

PN 0103 B

REGRESSION CONCENTRATION / MORTALITE

TEST AU THIODAN 35 %
PONERIHOUEN, NEAVIN

ROBUSTA - *sans ombrage - traité*

Partie B : 112,5 m du bord de route

No Tests : 229, 231, 216*
Date souches : 27/09/88
Date des Tests : 29/12/88 & 2/1/89

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000			
8.000	60	58	96,7
4.000	60	56	93,3
2.000	90	83	92,2
1.000			
400*	120	109	90,8
200	60	52	86,7
100	90	73	81,1
50	60	28	46,7
25	60	13	21,7
12,5	60	5	8,3
0			

PN 0103

TRANSECT

COMPARAISON ENTRE TROIS TESTS INSECTICIDES
SOUCHES : AYAWA SIMON, PONERIHOUEN, NEAVIN

ROBUSTA - sans ombrage - traité

No Tests : 216, 217, 221

Date Souche : 27/09/88

Date Tests : 24/11, 25/11, 7/12/88

Distance (m)	TOUR DE POTTER						EXPOSITION INDIRECTE		
	Endo 0,04 %			Lind 0,03 %			Endo 0,04 %		
	Nombre	Morts	Mortalité (%)	Nombre	Morts	Mortalité (%)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
0	120	16	13,3	60	7	11,7	60	11	18,3
42,5	120	94	78,3	60	48	80,0	60	43	71,7
72,5	120	112	93,3	60	52	86,7	60	55	91,7
112,5	120	109	90,8	60	48	80,0	60	50	83,3

PO 0104 A

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - *sans ombrage - traité*

No Tests : 199, 204, 219, 226
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	90	38	42,2
2.000	90	28	31,1
1.000			
500	90	18	20,0
400	150	23	15,3
200	90	14	15,6
150	90	18	20,0
100	90	16	17,8
50	90	14	15,6
25	90	2	2,2
12,5	90	0	0,0
0	30	1	3,3

PO 0104 B

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - *sans ombrage - traité*

No Tests : 199, 204, 219, 226
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	90	32	35,6
2.000	90	26	28,9
1.000			
500	90	33	36,7
400	90	33	36,7
200	90	23	25,6
150	90	24	26,7
100	90	19	21,1
50	90	18	20,0
25	90	14	15,6
12,5	90	4	4,4
0	30	0	0,0

PO 0104 C

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - *sans ombrage - traité*

No Tests : 199, 204, 219, 225
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	90	50	55,6
2.000	90	48	53,3
1.000			
500	90	44	48,9
400	150	90	60,0
200	90	36	40,0
150	90	44	48,9
100	90	42	46,7
50	90	26	28,9
25	90	14	15,6
12,5	90	4	4,4
0	30	0	0,0

PO 0104 D

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - ombragé - non traité

No Tests : 199, 204, 219, 225
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	90	78	86,7
4.000			
2.000	90	78	86,7
1.000			
500	90	68	75,6
400	150	114	76,0
200	90	58	64,4
150	90	64	71,1
100	90	46	51,1
50	90	36	40,0
25	90	18	20,0
12,5	90	6	6,7
0	30	3	10,0

PO 0104 E

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - *ombragé - non traité*

No Tests : 199, 204, 219, 224
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	90	73	81,1
2.000	90	79	87,8
1.000			
500	90	83	92,2
400	120	108	90,0
200	45	41	91,1
150	45	41	91,1
100	45	39	86,7
50	45	20	44,4
12,5	90	11	12,2
0	30	3	10,0

PO 0104 F

TRANSECT : REGRESSION MORTALITE / CONCENTRATION

POINRI THEODORE, POINDIMIE, VALLEE DE TCHAMBA

ROBUSTA - *ombragé - non traité*

No Tests : 182, 187, 191, 199, 204, 219, 223
Date de Récolte : 09/88, 11/88
Date des Tests : 06/88, 10/88, 11/88, 12/88

Concentration endosulfan (PPM)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
10.000	120	120	100,0
4.000	150	148	98,7
2.000	150	148	98,7
1.000			
500	90	89	98,9
400	150	142	94,7
200	105	98	93,3
150	90	72	80,0
100	105	89	84,8
50	105	41	39,0
25	105	10	9,5
12,5	105	6	5,7
6,25	40	0	0,0

PN 1401

TRANSECT

RESUME DES TESTS INSECTICIDES SUR TRANSECTS
SOUCHES : GOROWIRIDJA JOSEPH, PONERIHOUEN, NAPOEPA

ROBUSTA - ombragé - traité

No Tests : 218, 222

Date Souche : 11/88

Date Tests : 12/88

Distance (m)	TOUR DE POTTER						EXPOSITION INDIRECTE		
	Endo 0,04 %			Lind 0,03 %			Endo 0,04 %		
	Nombre	Morts	Mortalité (%)	Nombre	Morts	Mortalité (%)	Nombre	Morts	Mortalité (%)
0	121	82	67,8	60	32	53,3	60	36	60,0
20	119	90	75,6	60	42	70,0	60	48	80,0
40	120	85	70,8	60	50	83,3	60	50	83,3
60	105	77	73,3	45	38	84,4	60	53	88,3
80	120	104	86,7	60	50	83,3	60	57	95,0
100	118	95	80,5	60	57	95,0	60	58	96,7