

1003

42 60484

2 F

17

CONVENTIONS

SCIENCES DE LA VIE

ZOOLOGIE APPLIQUEE

NCL 7 mm

N° 3

1990

Etudes sur le ravageur majeur  
du café en Nouvelle Calédonie:  
*Hypothenemus hampei* (Coleoptera : Scolytidae)  
1<sup>ère</sup> 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°1

F 27820

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

ORSTOM

Centre de Nouméa

CONVENTIONS  
SCIENCES DE LA VIE  
ZOOLOGIE APPLIQUEE

N° 3

1990

Etudes sur le ravageur majeur  
du café en Nouvelle Calédonie:  
*Hypothenemus hampei* (Coleoptera : Scolytidae)  
1<sup>ère</sup> 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°1

The logo for ORSTOM, featuring the word "ORSTOM" in a stylized, outlined font where the letters are interconnected.

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM (Nouméa) 1990

Brun, L. O.  
Marcillaud, C.  
Gaudichon, V.

Etudes sur le ravageur majeur du café en Nouvelle Calédonie:  
*Hypothenemus hampei* (Coleoptera : Scolytidae) : 1<sup>ère</sup> année  
Nouméa : ORSTOM, 1990. 34 p.  
*Conv. : Sci. vie. : Zool. Appl. ; 3*

ENTOMOLOGIE APPLIQUEE; INSECTE NUISIBLE; INSECTICIDE CHIMIQUE; CAFE; RELATION  
HOTE PARASITE; RESISTANCE; COLEOPTERA; SCOLYTIDAE; HYPOTHENEMUS HAMPEI /  
NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM  
de Nouméa  
Mars 1990



ORSTOM Nouméa  
REPROGRAPHIE

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>1-EVOLUTION DE LA QUALITE DU CAFE.....</b>	<b>5</b>
1.1 Analyse des résultats d'expertises .....	5
1.2 Résultats et discussion .....	5
<b>2-DYNAMIQUE DES POPULATIONS : FLUCTUATIONS DES     LARVES ET DES ADULTES.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objectif.....	8
2.2 Méthode.....	8
2.3 Résultats et discussion .....	8
<b>3-EVALUATION DE LA SENSIBILITE DU SCOLYTE A     L'ENDOSULFAN: SOUCHES SENSIBLES - SOUCHES     RESISTANTES .....</b>	<b>13</b>
3.1 Introduction.....	13
3.2 Matériel et méthode .....	13
3.3 Résultats et discussion .....	15
<b>4-RECHERCHE D'UNE METHODE SIMPLIFIEE D'EVALUATION     DE LA RESISTANCE : ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE.....</b>	<b>20</b>
4.1 Objectif.....	20
4.2 Matériel et méthode .....	20
4.3 Analyses statistiques.....	24
4.4 Résultats et discussion .....	24
<b>5-TOXICITE COMPAREE DE DIVERS INSECTICIDES POUR     H.HAMPEI .....</b>	<b>29</b>
5.1 Objectif.....	29
5.2 Méthode.....	29
5.3 Résultats .....	31
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>34</b>

## INTRODUCTION

Depuis l'introduction des premiers caféiers par les missionnaires Maristes en 1856, la culture reposait essentiellement sur l'espèce Coffea arabica. Malheureusement dès 1911 l'introduction accidentelle d'Hemileia vastatrix, la rouille orangée (Frayssé, 1911), fut très destructrice pour la majeure partie des plantations constituées principalement de la variété Leroy. La volonté de l'Administration locale de favoriser le développement de cette culture s'est alors manifestée par l'importation de Coffea canephora var. robusta (Dussert, 1911) qui avait la réputation de résister à la rouille. Malgré les ravages considérables occasionnés par cette maladie, il semble qu'une certaine tolérance de quelques clones de C. arabica ait permis la survie de cette espèce dans certaines zones, en particulier de la côte Ouest.

C'est dans ce contexte, en 1948, que le ravageur majeur du grain de café : Hypothenemus hampei était découvert en Nouvelle Calédonie, dans la région de Gomen (Bugnicourt, 1950). Par la suite, en cinq années, il envahissait la plupart des régions de caféiculture (Cohic, 1958) pour atteindre le dernier centre important de production de La Foa-Sarraméa en 1953.

Ce ravageur, originaire d'Afrique Centrale Tropicale, a une répartition dans le monde qui correspond essentiellement aux grandes régions productrices de café: Amérique du Sud, Amérique Centrale et Sud-Est Asiatique.

Dans le Pacifique, on le retrouve à Fidji et à Tahiti. Par contre la Papouasie Nouvelle-Guinée, le plus important pays producteur de café de la zone, semble encore épargnée par ce scolytidae et les dégâts qui l'accompagnent. Cependant la présence de ce ravageur en Indonésie (Irian Jaya) représente un risque important d'infestation accidentelle.

MOTS-CLES: INSECTE NUISIBLE; CAFE; H.HAMPEI; RELATION HOTE-PARASITE; RESISTANCE; INSECTICIDE.

En Nouvelle Calédonie H. hampei semble avoir trouvé les conditions idéales pour la prolifération de ses populations. En effet, la présence simultanée sur les mêmes plantations des espèces de Coffea arabica, précoce, et de Coffea canephora, plus tardif, assure à ce ravageur, pratiquement tout au long de l'année, la possibilité soit de s'alimenter sur les jeunes cerises en formation, soit de se reproduire sur les cerises mûres, soit enfin de se multiplier dans les cerises non récoltées en fin de campagne.

C'est dans le but de tenter d'interrompre ou de limiter le cycle de développement de cet insecte que le ramassage systématique des cerises après la récolte a été recommandé (Cohic, 1958), de même la suppression pour une même zone géographique de l'espèce de café la moins bien adaptée a été proposée.

Après quelques années d'utilisation plus ou moins suivies de ces méthodes de lutte culturale, l'introduction de moyens de lutte chimique a débuté par le saupoudrage des cerises à la récolte (1 kg de D.D.T. (10% m.a.) par tonne de cerises), la désinsectisation des entrepôts de sacs grâce à la dieldrine, puis la pulvérisation des plantations au Lindane (poudre mouillable (P.M.) 90% m.a., Bayer AG, RFA).

Avec le développement de la culture de café favorisé par le Gouvernement du Territoire dans les années 60, la lutte chimique contre le scolyte se généralise et est entièrement prise en charge par le Département de l'Agriculture de l'époque.

Depuis la fin des années 60, deux traitements annuels systématiques sont effectués sur toutes les parcelles accessibles par la route, à l'aide de pulvérisateurs motorisés montés sur pick-up ou sur camion.

Les pulvérisations ont été tout d'abord faites au Lindane (90% m.a.) jusque vers 1974-1975 à la dose de 900 g (m.a.) pour 100 l d'eau. Ce produit a ensuite été remplacé par l'endosulfan (Thiodan 35% m.a. en émulsion concentrée (E.C.) Hoechst AG, RFA) appliqué à la dose de 700 g (m.a.) pour 100 litres d'eau. Ces deux produits ont été appliqués à partir des routes d'accès, à raison d'environ 100 à 150 litres de produits à l'hectare.

Ces traitements étaient planifiés et réalisés ces dernières années par le secteur opérationnel de l'Opération Café (Agence de Développement Rural et de l'Aménagement Foncier).

Ils avaient lieu généralement au cours des mois de décembre, janvier ou février, c'est-à-dire au moment où les scolytes femelles quittent les cerises non récoltées pour s'alimenter sur les cerises en formation. Cependant ces mois sont également ceux où les pluies sont les plus abondantes ce qui ne favorise pas la bonne efficacité des traitements insecticides.

En 1986 et 1987, des infestations de scolytes très importantes étaient observées en particulier sur les grandes régions productrices de la côte Est (Poindimié et Ponérihouen) où le niveau d'infestation dans les champs était souvent de 90 à 100% de cerises scolytées.

Devant cette situation difficile se traduisant tant par une chute quantitative que qualitative de la récolte, l'ADRAF a demandé à l'ORSTOM, avec le concours de l'IRCC, de mettre en commun les moyens de chaque organisme pour réaliser un programme de recherche sur le sur H. hampei. Les travaux s'y rapportant devraient contribuer à une meilleure compréhension des principales causes de prolifération du scolyte du café ainsi qu'à une connaissance plus approfondie de la biologie, de l'écologie et des possibilités de lutte contre ce ravageur.

Afin de faire ressortir les principales conclusions de cette première année de recherche, les résultats sont présentés ci-après de façon synthétique.

## 1-EVOLUTION DE LA QUALITE DU CAFE

### 1.1 Analyse des résultats d'expertise :

Le café produit en Nouvelle Calédonie est de façon irrégulière soumis au contrôle de qualité à la sortie des usines de séchage et de conditionnement, ou au moment de l'achat.

Les analyses sont pratiquées par des spécialistes agréés, sur des échantillons de 300 g de grains constitués de nombreux sous-échantillons prélevés au hasard dans différents sacs provenant d'une même région.

L'analyse de la qualité du café se fait par le décompte de l'ensemble des défauts observés sur les échantillons de 300 g. Pour ce qui concerne les attaques dues au scolyte du grain de café, le nombre limite de grains scolytés toléré pour que le café soit classé en catégorie "supérieure" est de 50. Au delà de ce taux d'infestation, le café est classé en catégorie "courante".

Les analyses portant sur trois des principales régions productrices ont été étudiées pour les années 1985, 1986 et 1987. Le nombre d'analyses disponibles est assez limité : 35 pour Poindimié, 27 pour Ponérihouen et 7 pour la région de La Foa.

### 1.2 Résultats et discussion :

L'analyse de la qualité du café par les experts agréés de l'Opération Café pendant les années 1985, 1986 et 1987 fait apparaître une augmentation hautement significative des dégâts dûs à H. hampei dans les régions de Poindimié et de Ponérihouen pour lesquelles l'ensemble de la production a été classé en catégorie "courante" en 1987. Les échantillons de La Foa ne sont pas assez importants pour permettre une analyse de variance mais les taux d'infestation notés dans cette région sont 5 à 10 fois inférieur à ceux cités plus haut.

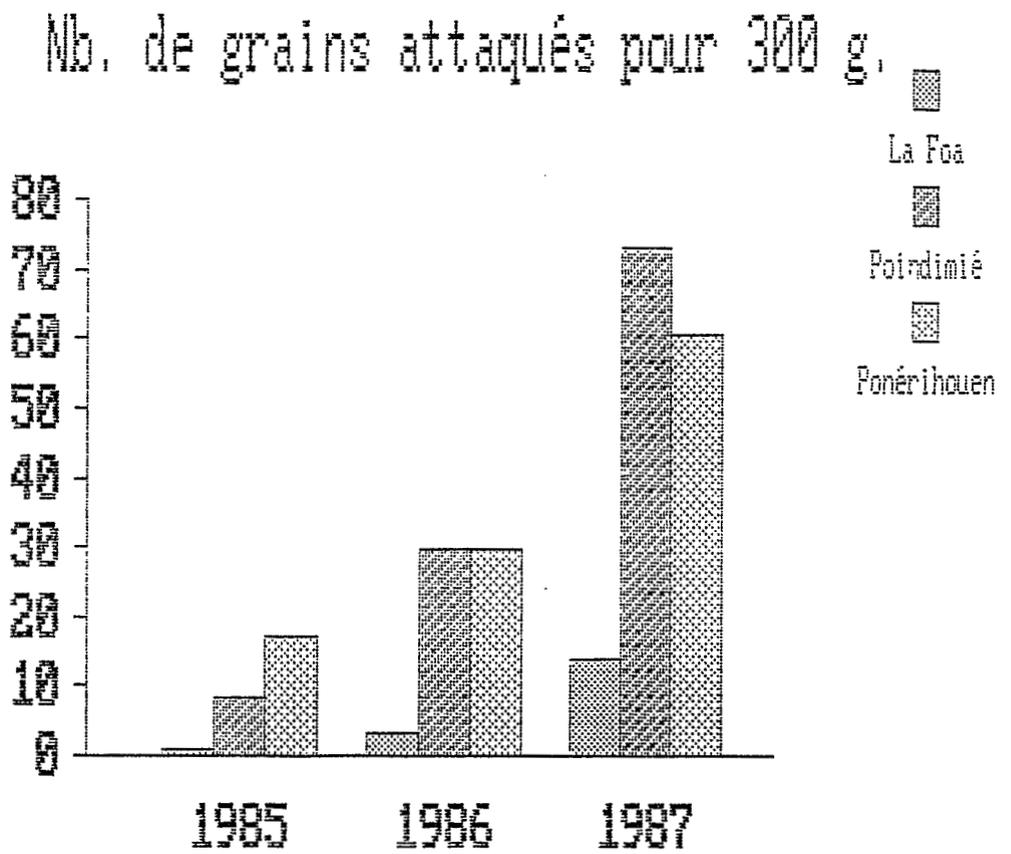


Figure 1. Evolution de la qualité du café dans trois régions.

Nous constatons ainsi que si la progression observée du taux d'infestation des cerises de café de 1985 à 1987 est générale et que ce phénomène peut donc être lié à des conditions climatiques favorables à la dynamique des populations d'H. hampei, le seuil de tolérance de 50 grains attaqués pour 300 g n'a été dépassé que dans les régions où les études ultérieures ont montré que H. hampei avait atteint un très haut niveau de résistance à l'endosulfan. La conjonction de facteurs climatiques favorables aux pullulations de scolytes et le développement d'une résistance nouvelle à l'endosulfan peuvent expliquer la chute qualitative constatée pour les régions de Ponérihouen et Poindimié (Fig. 1).

## **2-DYNAMIQUE DES POPULATIONS : FLUCTUATION DE L'ABONDANCE DES LARVES ET DES ADULTES**

### **2.1 Objectif :**

Cette étude comparée des taux d'infestation des cerises en cours de maturation et des populations adultes et larvaires des cerises non récoltées devait constituer une première approche des problèmes de dynamique des populations en faisant ressortir quelques facteurs fondamentaux.

### **2.2 Méthode :**

Afin d'aborder le problème des fluctuations de populations dans les diverses zones de production du café, des échantillons mensuels de cerises en cours de maturation (jaune ou rouge) ainsi que des cerises sèches présentes sur les arbres ou sur le sol ont été demandés aux divers agents de l'Opération Café. Chacun de ces échantillons, de 50 à 100 cerises au minimum, était ramené au laboratoire de Nouméa où le pourcentage de cerises scolytées, le nombre d'adultes et la présence de larves étaient notés.

Deux à trois plantations avaient été choisies pour chacune des régions suivantes : Hienghène, Touho, Poindimié, Ponérihouen, Houailou, Canala sur la côte Est et Bourail et La Foa sur la côte Ouest.

La récolte de ces échantillons était prévue de septembre 1987 à novembre 1988. Chaque échantillon étant prélevé à mi-hauteur des arbres et sur les rangs les plus proches de la zone d'accès à la parcelle.

### **2.3 Résultats et discussion :**

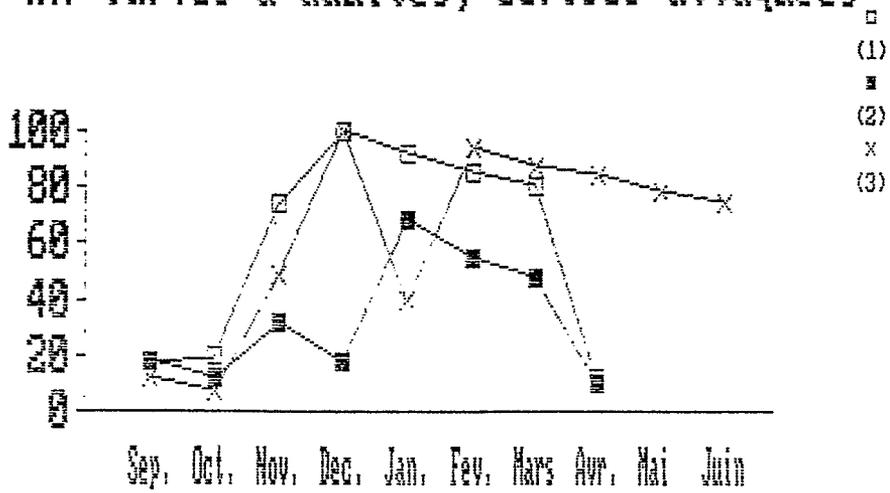
Nous avons eu une difficulté à recevoir régulièrement tous les mois les échantillons de cerises des différentes plantations choisies du fait de leur éloignement, mais également en raison du passage du cyclone Anne en janvier 1988 ainsi que des troubles sociaux au cours des mois d'avril-mai 1988.

D'une façon générale nous avons pu noter une extrême variabilité dans les résultats provenant des plantations suivies dans les différentes régions. De nombreux facteurs peuvent contribuer à expliquer cette variabilité : environnement cette variabilité : environnement particulier à chaque plantation, présence éventuelle des deux espèces de caféier (Robusta et Arabica) dans une même zone, ramassage des cerises sur robusta indifféremment sur pollinisateurs précoces ou sur variétés plus tardives, grande variabilité dans l'état et l'entretien des diverses parcelles, effet plus ou moins important des fortes pluies et des vents violents qui ont accompagné le passage du cyclone en janvier 1988, en particulier sur les régions au Nord-Est du Territoire.

Enfin une périodicité mensuelle ne permet pas de saisir les changements rapides qui peuvent intervenir au sein d'une même population. Au vue des résultats dont nous disposons à l'issue de ces observations préliminaires sur les fluctuations des populations, quelques hypothèses peuvent être avancées :

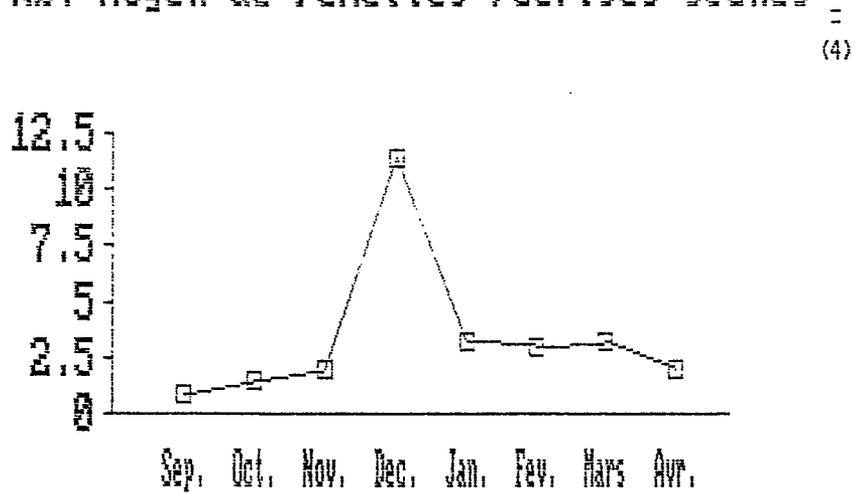
- Bien que pouvant être présentes en petit nombre dans les cerises sèches au sol, c'est dans les cerises sèches sur les arbres que nous observons les populations d'H. hampei les plus élevées.
- Quand il y a présence dans une même zone des deux variétés de caféiers, les populations qui demeurent dans les cerises non récoltées atteignent leur maximum de densité par cerise environ un mois plus tôt sur Arabica que sur Robusta.
- A cette période de l'année (Janvier-Février) il semble que la colonisation des baies en cours de maturation se fasse essentiellement aux dépens de la variété Arabica, du fait de sa plus grande précocité.
- Dans la région de Canala, deux plantations traditionnelles de Robusta ont un taux d'infestation par le scolyte du café du même ordre alors que l'une d'elles ne reçoit pas de traitement insecticide : l'incidence du traitement sur la dynamique de l'infestation n'est peut être pas aussi important qu'il apparaît au premier abord.
- L'effet du passage du cyclone sur la région nord se traduit par la disparition des cerises sèches qu'il fait tomber au sol. Celles-ci sont ensuite emmenées par les fortes pluies et les inondations qui les accompagnent.

(%) larves & adultes, cerises attaquées



Année 1987-1988

Nb. moyen de femelles /cerises sèches



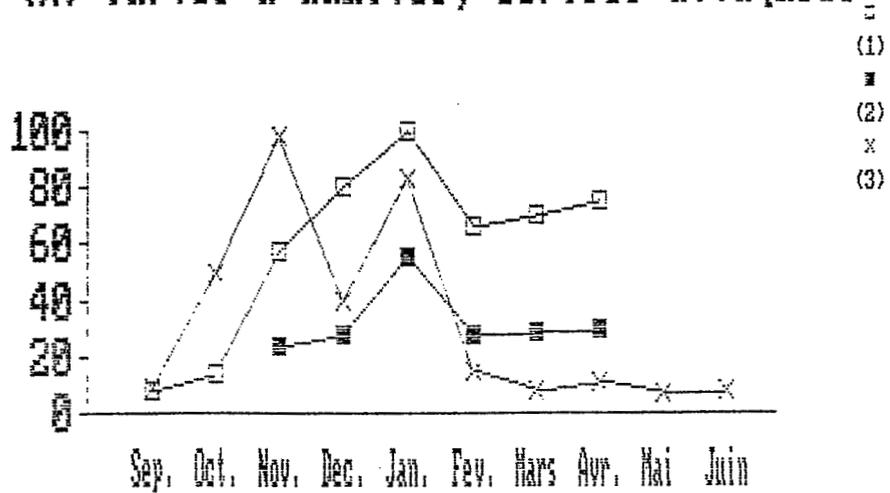
Année 1987-1988

Légendes :

- (1) Cerises sèches avec adultes femelles présents (%)
- (2) Cerises sèches avec larves présentes (%)
- (3) Cerises attaquées (en cours de maturation) (%)
- (4) Nombre moyen de femelles par cerises

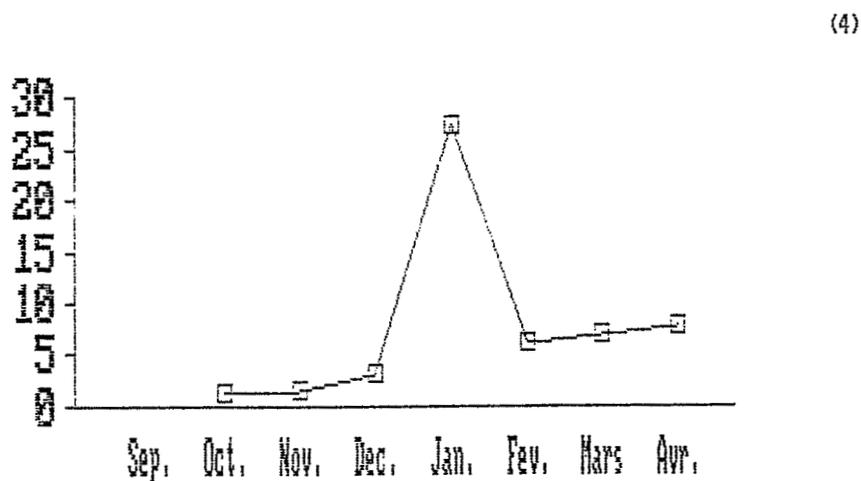
Figure 2. Fluctuation des populations de larves et d'adultes dans les cerises non récoltées et pourcentage de cerises attaquées (Arabica).

(%) larves & adultes, cerises attaquées



Année 1987-1988

Nb. moyen de femelles /cerises sèches



Année 1987-1988

Légendes :

- (1) Cerises sèches avec adultes femelles présents (\*)
- (2) Cerises sèches avec larves présentes (\*)
- (3) Cerises attaquées (en cours de maturation) (\*)
- (4) Nombre moyen de femelles par cerises

Figure 3. Fluctuation des populations de larves et d'adultes dans les cerises non récoltées et pourcentage de cerises attaquées (Robusta).

Les figures 2 et 3 correspondent à deux parcelles non traitées de la région de Bourail. Elles illustrent bien les difficultés d'interprétation de telles données mensuelles. La première plantation (Fig. 2) est ombragée et plantée en Arabica, alors que la seconde (Fig. 3) est ensoleillée et plantée en Robusta.

L'une des seules observations les plus constantes qui ressort du suivi des parcelles est l'augmentation rapide au cours des mois de septembre à décembre-janvier, du nombre moyen de femelles par cerise non récoltée, puis la chute très rapide de densité des populations qui correspond au départ des femelles des cerises sèches vers les nouvelles baies en formation. Bien que la grande majorité des déplacements des populations se fasse au cours des mois de janvier-février, il semble que ces migrations puissent encore être observées jusqu'en mars-avril, en particulier sur Robusta pour lequel les productions sont plus échelonnées que sur Arabica.

Afin de mieux comprendre certains des mécanismes qui contribuent à expliquer les phénomènes de colonisation des nouvelles parcelles, la répartition des populations dans un champ ou sur un arbre, il était nécessaire de diminuer le nombre de variables : nombre et dispersion des champs retenus, et d'augmenter la fréquence des observations. C'est pourquoi une étude spécifique de dynamique des populations a été confiée à un allocataire de recherche. Elle devrait, en dehors des aspects de migrations des populations tant dans l'espace que dans le temps, faire ressortir les principales différences entre les plantations traditionnelles et celles cultivées sans ombrage.

### 3-EVALUATION DE LA SENSIBILITE DU SCOLYTE A L'ENDOSULFAN: SOUCHES SENSIBLES - SOUCHES RESISTANTES

#### 3.1 Introduction :

Afin d'évaluer la sensibilité initiale d'H. hampei à l'endosulfan il était nécessaire d'obtenir des droites de régression (mortalité/concentration) concernant la réponse de populations de diverses plantations non traitées ou récemment soumises à des traitements insecticides.

A la suite de diverses observations préliminaires, nous avons constaté une grande variation dans la survie des adultes provenant du décorticage des cerises ramenées au laboratoire. D'une façon générale nous avons observé une augmentation de la mortalité chez les témoins maintenus au laboratoire (25°C et 80% H.R.) au delà de 8 à 10 heures, bien que certains lots survivent parfaitement après 24 à 48 h.

Par ailleurs, des concentrations inférieures au dixième des doses utilisées sur le terrain permettaient d'obtenir 100% de mortalité après 6 h d'observation chez les échantillons retenus pour obtenir les droites de référence des souches dites "sensibles" à l'endosulfan, alors que la mortalité des lots témoins demeurait inférieure à 10% pendant cette même période.

#### 3.2 Matériel et méthode :

##### Souches de scolyte :

Deux souches provenant de la côte Ouest (région de La Foa) et deux souches provenant des deux zones caféières les plus éloignées de la côte Est (Hienghène et Canala) ont été utilisées.

Les deux plantations choisies à La Foa (La 0607 et La 0608) étaient des plantations traditionnelles sous ombrage de la variété Robusta et elles n'avaient jamais subi de traitement insecticide.

La plantation retenue à Canala (Ca 0701) avait les mêmes caractéristiques que celles de La Foa (traditionnelle, variété Robusta) mais elle avait été récemment (3 ans) soumise à des traitements au Thiodan (35% d'endosulfan E.C.). Enfin la plantation de Hienghène (Hi 0903) était une plantation de type intensive, sans ombrage. De variété Robusta, cette plantation n'avait subi que deux traitements insecticides.

Les cerises scolytées (en cours de maturation) étaient récoltées à mi-hauteur d'arbre sur les trois ou quatre premiers rangs par rapport à la zone d'accès à la parcelle. Les lots de cerises ramenés au laboratoire étaient conservés à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  et 80-85% H.R. avant le décortilage des cerises pour l'étude de la sensibilité de leurs populations à l'endosulfan. Les souches La 0607 et 0608 n'ayant jamais été traitées, elles ont été retenues comme souches sensibles de référence alors que les souches PO3 et PO4 de la région de Poindimié et la souche PN6 étaient les premières souches résistantes identifiées.

#### Tests insecticides :

Du fait de ses qualités de reproductibilité dans les pulvérisations qu'elle permet d'obtenir, la tour de Potter (Potter, 1952) a été utilisée pour étudier la sensibilité d'H. hampei au Thiodan.

Des essais préliminaires ont permis de constater qu'une méthode proche de celle recommandée par la FAO pour les coléoptères des denrées stockées pouvait être utilisée. Pour le scolyte du café nous avons effectué les tests sur des femelles adultes d'âge inconnu, obtenues du décortilage des cerises. Au moment du test les femelles étaient placées sur du papier filtre où elles étaient maintenues par un anneau de verre (5 cm de diamètre et 2 cm de hauteur). Cet anneau était ensuite recouvert d'un fin grillage en nylon afin d'éviter que les insectes ne s'échappent. Une gamme de cinq ou six concentrations d'une suspension aqueuse de Thiodan 35 E.C. a été utilisée pour chaque test à raison de 2 ml pour chaque pulvérisation. La tour de Potter était calibrée pour appliquer 1,6 mg de solution par  $\text{cm}^2$ . Chaque test était répété 2 à 4 fois et un témoin traité à l'eau était inclus pour chaque test.

Après la pulvérisation, les adultes sont placés à  $25^\circ\text{C}$  et 80-85% H.R. La lecture de la mortalité a été faite après 6 heures de contact. Les tests insecticides pratiqués sur les souches sensibles provoquaient 100% de mortalité entre 100 et

200 ppm alors que les concentrations utilisées pour les souches résistantes ont atteint 100.000 ppm.

### 3.3 Résultats et discussion :

Les réponses des quatre premières souches étudiées (La 0607, La 0608, Ca 0701 et Hi 0903) indiquent une grande similitude tant de la pente des droites de régression tracées sur papier Log-probit que dans les niveaux des Doses Léthales ( $DL_{50}$  ou  $DL_{90}$ ) (Fig. 4).

Des variations individuelles sont fréquemment observées au sein d'une même population sensible. C'est ce que l'on constate par exemple pour la souche La 0601 testée à trois périodes différentes entre fin 1987 et début 1989 (Fig. 5). L'étude de 11 souches sensibles provenant des régions de La Foa, Bourail, Canala, Houailou fait ressortir des variations de 17 à 46 ppm d'endosulfan pour les  $DL_{50}$  et de 47 à 122 ppm pour les  $DL_{90}$ . Nous constatons également que les variations au niveau des  $DL_{50}$  sont plus importantes que celles enregistrées au niveau des  $DL_{90}$  ou  $DL_{99}$ .

Ce sont donc ces doses ou un multiple de ces doses qui seront retenues pour différencier les souches sensibles de celles résistantes.

A l'opposé nous ne pouvons obtenir une mortalité totale pour les souches de Poindimié (PO3 et PO4) ou pour celle de Ponérihouen (PN6) malgré l'augmentation très importante des concentrations utilisées (Fig. 6).

La souche PN6 est en fait composée de deux échantillons qui proviennent du bord du champ (PN6 A) ou du fond de ce même champ (PN6 B). Il ressort de l'analyse des réponses de ces deux échantillons que les gènes de résistance ne sont pas répartis de façon homogène dans un même champ. Nous avons, au niveau des plateaux correspondant aux deux échantillons, 25 à 35% d'individus en plus qui survivent dans le lot récolté au bord du champ, par rapport à celui prélevé au fond du champ. Ce phénomène, retrouvé et étudié par ailleurs, peut être en relation directe avec l'effet "pression de sélection" qui a pu s'exercer au bord de la route, d'où sont pratiqués les traitements insecticides.

Figure 4. Droite de régression mortalité / concentration pour quatre souches sensibles.

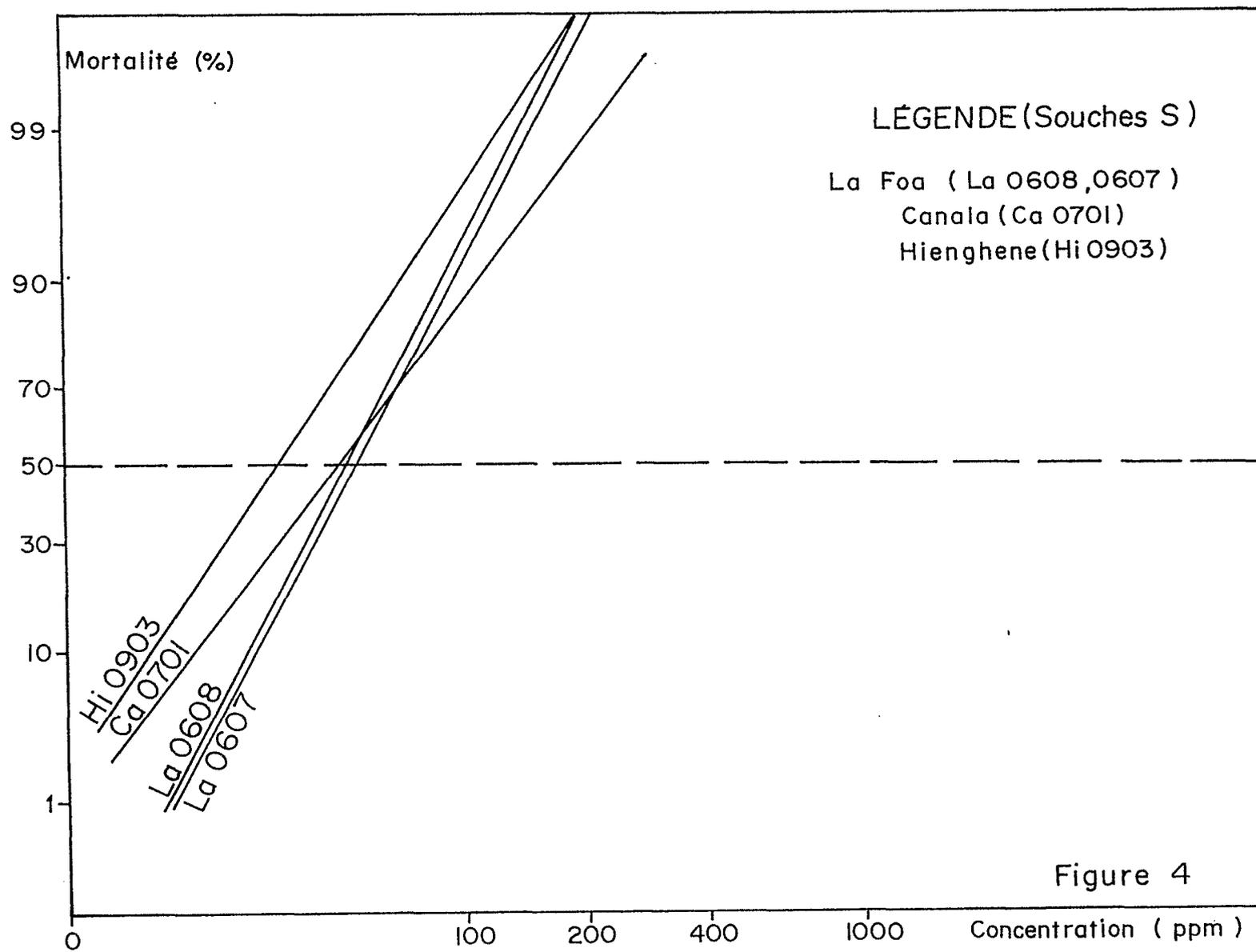
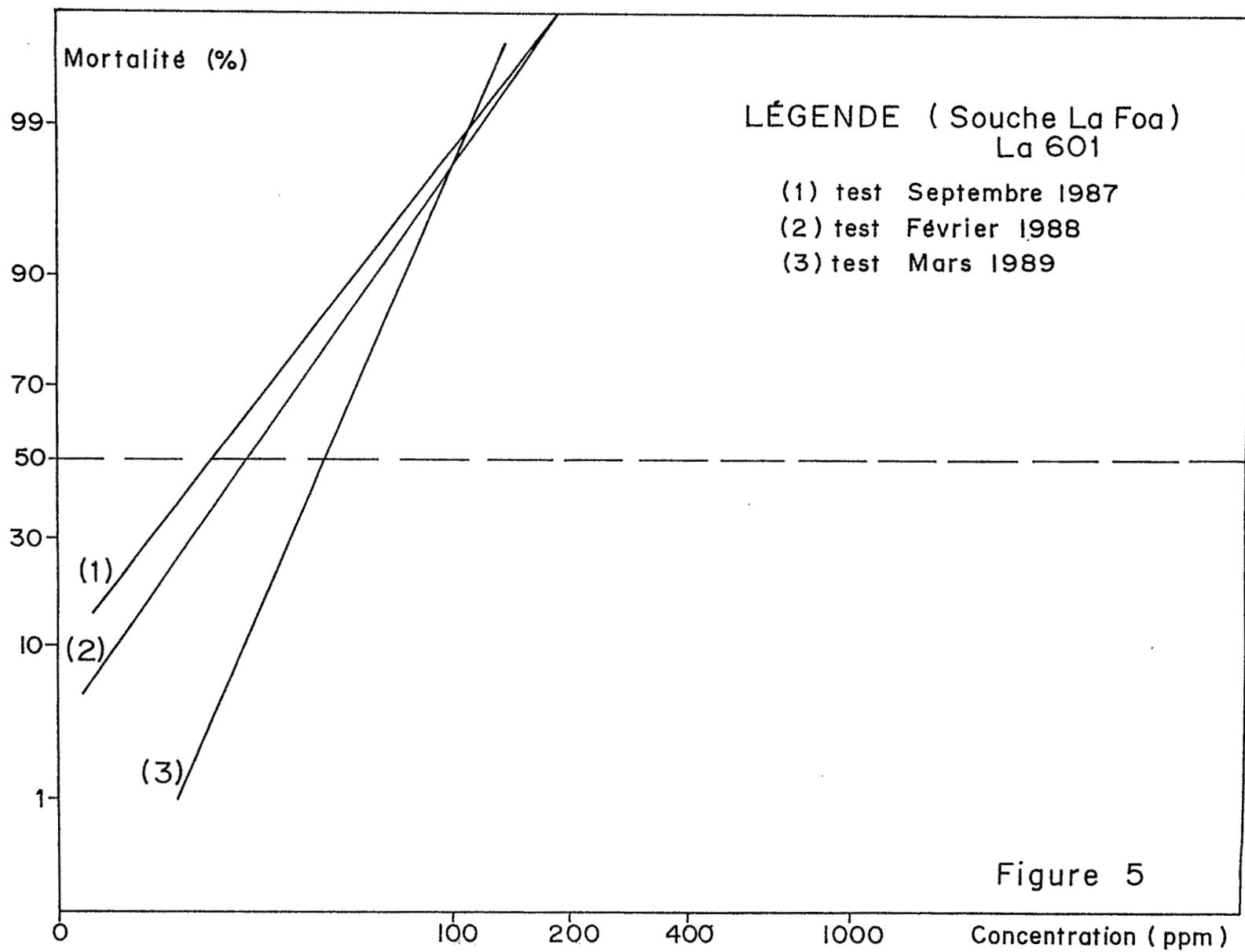


Figure 5. Variations des droites de régression mortalité / concentration pour une même souche sensible.



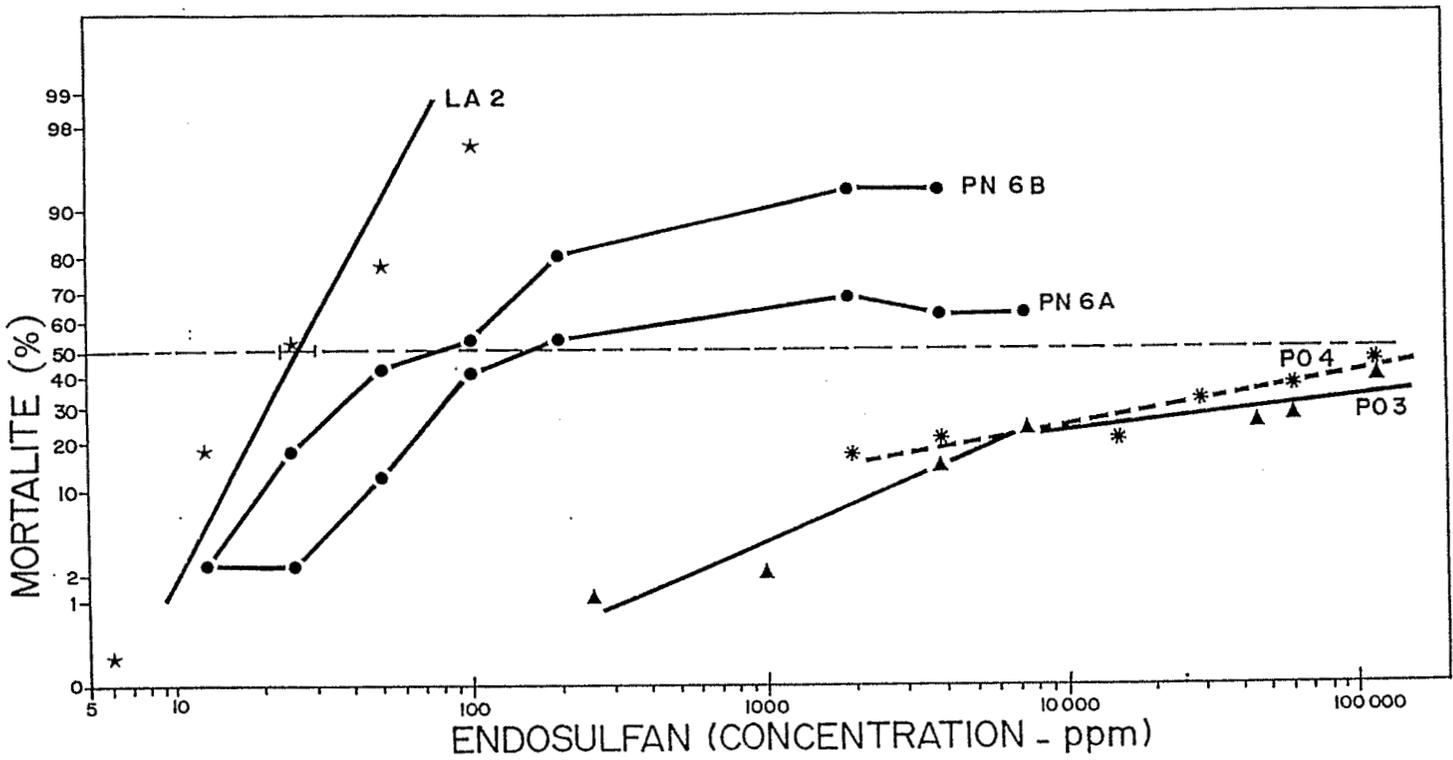


Figure 6. Réponses de diverses souches résistantes des régions de Ponérihouen (PN A et B) et de Poindimié (PO3, PO4).

L'étude des différentes droites de régression des souches sensibles a permis de faire ressortir que la  $DL_{99}$  était au maximum de 200 ppm. Afin de définir une dose qui puisse être utilisée comme dose de référence pour séparer les souches sensibles des souches résistantes, une dose discriminante (DD) double de la  $DL_{99}$  (400 ppm) a été retenue pour les tests ultérieurs destinés à établir une cartographie de la résistance.

## 4-RECHERCHE D'UNE METHODE SIMPLIFIEE D'EVALUATION DE LA RESISTANCE : ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE

### 4.1 Objectif :

La méthode d'évaluation de la sensibilité de H. hampei à l'endosulfan grâce à l'utilisation de la Tour de Potter présente l'avantage d'une grande précision et d'une constance dans les tests pratiqués. Cependant, l'infrastructure que nécessite cet appareillage (air comprimé, air conditionné, T° constante) ne se prête pas à des travaux de prospection de la résistance à partir de laboratoires de terrain. Nous avons donc testé la fiabilité de techniques plus simples.

A cette fin nous avons comparé trois méthodes de détection de la résistance à l'endosulfan :

- pulvérisation directe des femelles à la Tour de Potter,
- exposition directe des femelles sur un papier filtre préalablement traité (résidu),
- exposition indirecte des femelles sur grillage de nylon, aux vapeurs d'endosulfan.

### 4.2 Matériel et méthode :

#### Souches de scolytes :

Les cerises scolytées destinées à cette étude ont été récoltées selon la même méthodologie que pour l'étude sur l'évaluation de la sensibilité à l'endosulfan (voir précédemment). Les échantillons récoltés étaient ramenés au laboratoire de Nouméa dans des sacs plastique présentant une fenêtre grillagée pour réduire l'humidité qui provoque très rapidement le développement de pourriture des cerises. De même au laboratoire les lots de cerises étaient conservés dans des boîtes grillagées et ventilées. Les femelles étaient récupérées au moment des tests, par décorticage des cerises au scalpel. Pour la comparaison des méthodes d'évaluation de la résistance la souche sensible de référence provenait de La Foa alors que la souche résistante était de Poindimié. Grâce à ces méthodes de tests, une esquisse cartographique a été obtenue à partir de l'étude de souches de scolytes provenant des quinze principales régions

productrices de café du Territoire. Les résultats détaillés seront analysés au cours de l'avenant N°2.

#### Méthodes de tests :

Pour les trois méthodes testées la mortalité a été évaluée après 6 heures de contact. En effet certaines souches avaient une mortalité témoin trop importante pour qu'une lecture après 24 ou 48 h soit adoptée.

Le critère de mortalité retenu est l'absence de mouvements coordonnés et l'impossibilité, pour un individu stimulé par un fin pinceau, d'effectuer un déplacement égal à sa propre longueur. Dans tous les tests retenus la mortalité témoin était inférieure à 10%. Pour la cartographie simplifiée du niveau de résistance des différentes régions, une dose discriminante de 400 ppm d'endosulfan (double de la dose létale (DL) 99% des souches sensibles) a été utilisée.

- Pulvérisation à la Tour de Potter :

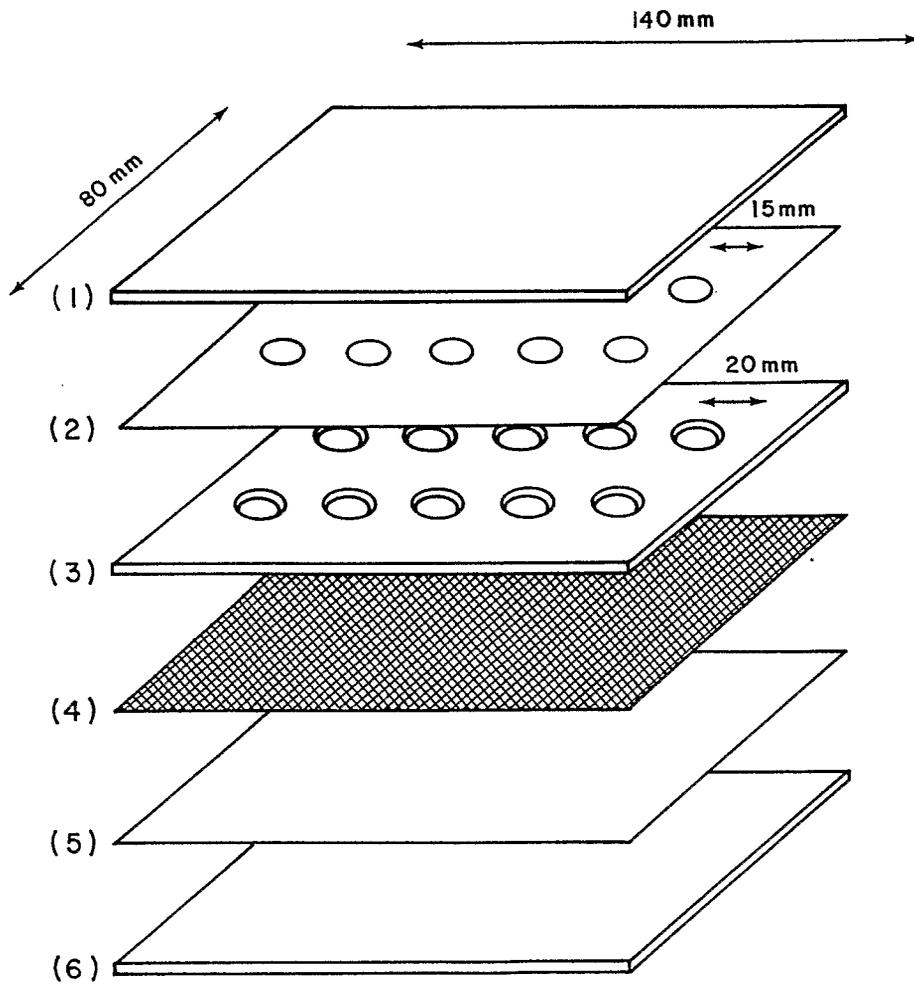
(voir chapitre précédent)

- Exposition directe à des résidus sur papier filtre:

Le kit de test mis au point (Fig. 7) est composé de cinq éléments superposés de 80 x 140 mm :

Deux plaques extérieures en plexiglas enferment le dispositif de test composé d'une troisième plaque ajourée de 10 trous de 20 mm de diamètre qui constituent des enceintes dans lesquelles sont placées les scolytes femelles. Les plaques ont toutes une épaisseur de 3 mm. La plaque alvéolée est elle même placée entre une feuille de papier filtre sur lequel 0,6 ml de Thiodan est appliqué et une fine feuille de plastique transparent trouée de 10 trous (15 mm de diamètre). Cette feuille permet le décompte de la mortalité en fin de test, tout en maintenant les scolytes à l'intérieur de leur enceinte.

Le papier filtre est imprégné une heure avant le test et laissé pour séchage à l'air libre sur la paillasse, au laboratoire.



1-3-6 Plexiglas ( 80 × 140 × 3 mm )

2 Feuille plastique transparente ( 75 × 135 × 0,10 mm )

4 Grillage en nylon

5 Papier filtre

Figure 7. Kit de test par exposition indirecte sur papier filtre imprégné.

EFFET FUMIGANT DU THIODAN SUR UNE SOUCHE SENSIBLE  
( PALAGODA )

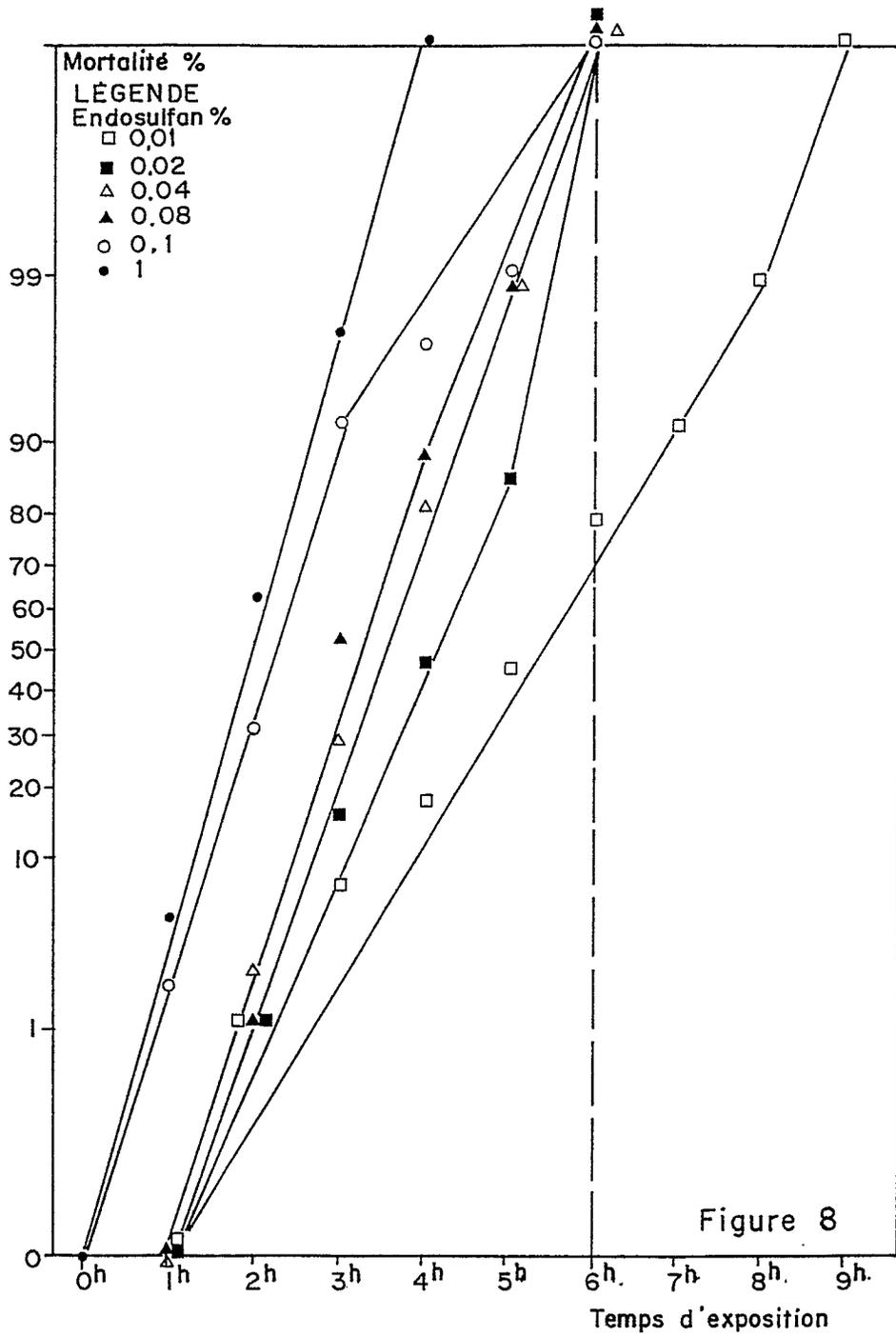


Figure 8. Influence du temps et de la concentration sur la mortalité (méthode d'exposition indirecte sur papier filtre).

- Exposition indirecte à l'effet vapeur de l'endosulfan :

Le même kit que pour l'exposition directe a été utilisé mais un fin grillage moustiquaire a été interposé entre le papier filtre et les insectes à tester. De cette façon les insectes ne sont exposés qu'aux vapeurs d'endosulfan. De même cette méthode a l'avantage d'éviter que les scolytes ne consomment le papier filtre ce qui arrive parfois lors de l'exposition directe.

Cette méthode a également été utilisée sur une souche sensible (Palagoda) pour étudier l'influence du temps d'exposition (de 1 à 9h de contact) et des concentrations croissantes (de 0,01% à 1% d'endosulfan) sur la mortalité (Fig. 8).

#### 4.3 Analyses statistiques :

Les analyses de probabilité des régressions concentrations insecticides / mortalité ont été faites à l'aide du programme Polo (Robertson et al. 1980). Ainsi pour chaque méthode a été calculée la  $DL_{50}$ , la  $DL_{90}$  et la  $DL_{99}$ . Toute localité dont certains scolytes ont survécu à la dose discriminante (400 ppm) a été considérée comme comprenant des individus résistants.

#### 4.4 Résultats et discussion :

##### Comparaison des méthodes :

La toxicité de l'endosulfan pour les souches sensibles est très proche quelle que soit la méthode utilisée (tableau 1). on constate un recouvrement partiel des intervalles de confiance au niveau de la  $DL_{50}$  (exposition directe ou indirecte à l'endosulfan), ou un recouvrement total au niveau de la  $DL_{99}$  (3 méthodes de test).

Cette similitude des réponses (pentes des droites et DL) nous a conduit à utiliser la même concentration d'endosulfan (400 ppm) comme dose discriminante pour l'étude de la cartographie de la résistance grâce aux méthodes de pulvérisation à la Tour de Potter et d'exposition indirecte sur papier filtre imprégné.

Par comparaison, au niveau des  $DL_{50}$  des souches résistantes et sensibles, le facteur de résistance acquis par certaines souches de la côte Est (région de Poindimié) est de 1000 fois avec la Tour de Potter et les tests sur résidus sur papier filtre, et de 572 fois avec la méthode d'exposition indirecte.

L'intérêt des deux méthodes de tests par exposition directe ou indirecte sur papier filtre imprégné est évident par rapport à l'utilisation de la Tour de Potter qui nécessite une infrastructure particulière et un équipement plus lourd.

Les méthodes d'exposition sur papier filtre ont l'avantage d'associer une bonne reproductibilité, un prix réduit et une grande facilité d'utilisation.

L'utilisation d'un fin grillage moustiquaire présente l'intérêt d'éviter que les scolytes ne consomment le papier filtre pendant le test et cette méthode d'exposition indirecte a donc été retenue.

Seule la fraction toxicité par la phase gazeuse de l'endosulfan (Knauf 1982) est active dans ce type de test mais la similitude des résultats obtenus par les trois méthodes semble indiquer que c'est cette phase gazeuse qui joue un rôle important dans les trois tests.

L'étude de l'influence du temps d'exposition et de la concentration utilisée (Fig. 8) confirme qu'une période de 6 heures de contact et de 400 ppm permet d'obtenir 100% de mortalité sur une souche sensible. Ce résultat est en fait également obtenu avec 200 ppm, mais cette concentration semble limite et son utilisation comme dose discriminante risquerait de laisser survivre certains individus sensibles, uniquement du fait d'une plus grande tolérance, sans relation avec un phénomène d'acquisition de résistance.

#### Esquisse cartographique :

La répartition des souches résistantes sur les quinze régions prospectées fait apparaître une absence totale d'individus résistants dans tous les prélèvements provenant de la côte Ouest, de même que dans ceux des régions productrices les plus au Sud de la côte Est (Kouaoua et Canala) ou au Nord de cette même côte (Pouebo) (Fig. 9).

Tableau 1

**COMPARAISON DE LA MORTALITE DE SOUCHES DE HYPOTHENEMUS  
HAMPEI SENSIBLES (S) ET RESISTANTES (R) A L'ENDOSULFAN**

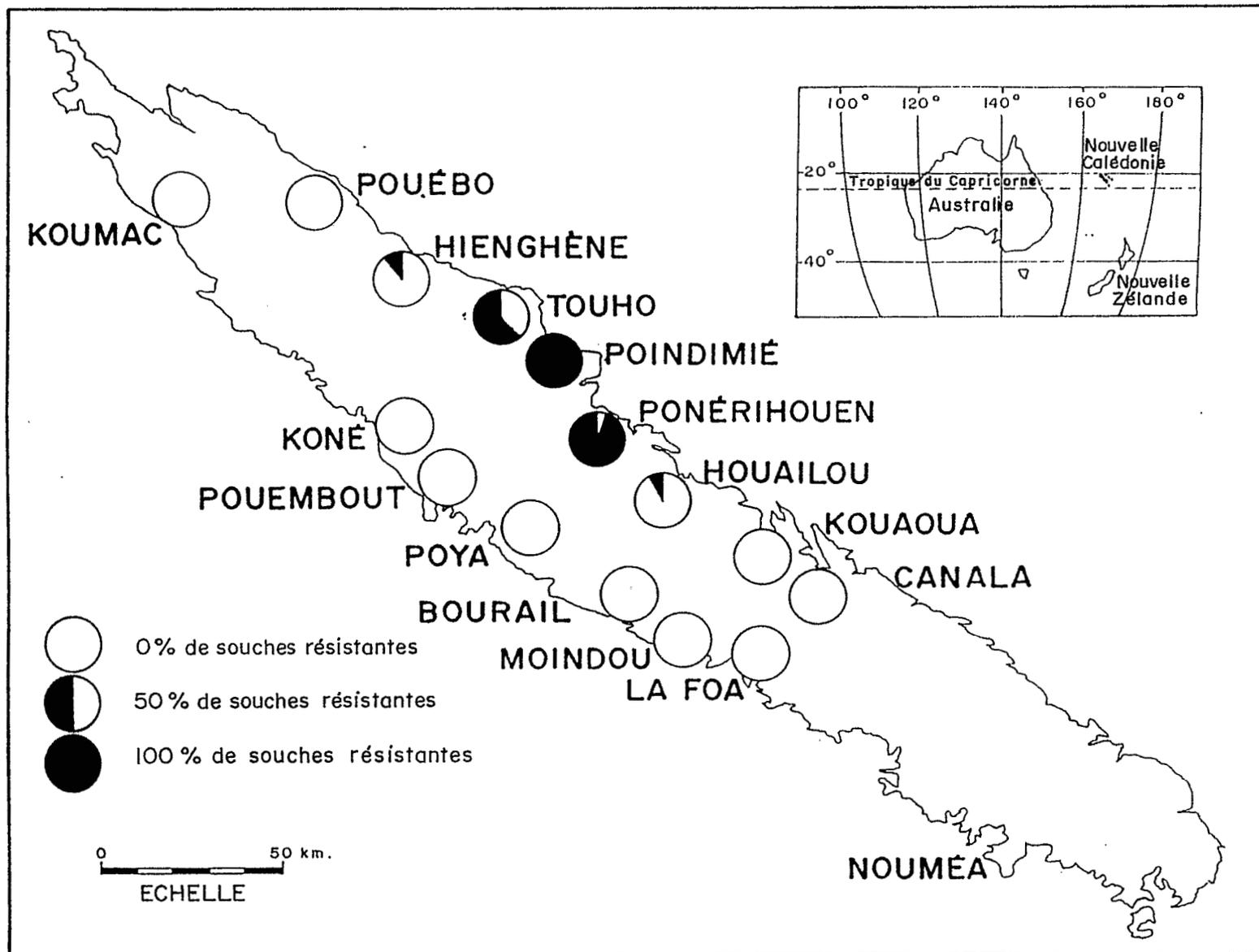
<b>Méthode</b>	<b>N(c)</b>	<b>Pente(ET)</b>	<b>DL50(95%IC)</b>	<b>DL90(95%IC)</b>	<b>DL99</b>
<b><u>Directe (a)</u></b>					
S	1380	2.87(0.14)	28(24-32)	78(66-97)	180
R	240	0.46(0.75)	(b)	(b)	(b)
<b><u>Indirecte</u></b>					
S	300	4.78(0.69)	47(35-59)	88(70-143)	145
R	480	0.59(0.14)	26,900 (5,592-1.5x10 <sup>6</sup> )	4.2x10 <sup>6</sup> (1.9x10 <sup>5</sup> (b))	(b)
<b><u>Résidu</u></b>					
S	90	4.29(0.88)	50(32-66)	99(74-148)	173
R	150	0.51(0.35)	(b)	(b)	(b)

Voir Brun et al., 1989.

Le niveau de résistance est trop élevé pour être calculé.

Nombre de femelles testées.

Figure 9. Distribution de la résistance du scoyle à l'endosulfan.



Pratiquement tous les échantillons provenant des régions de Poindimié et de Ponérihouen se sont avérés contenir des individus résistants, souvent en proportion importante ce qui signifie que la présence de la résistance dans ces deux régions est plus ancienne que dans la région de Touho où la plupart des champs classés "résistants" ne l'étaient que par la présence de quelques individus ayant survécus aux tests à la dose discriminante de 400 ppm. Cette dose, utilisée au laboratoire pour détecter des changements minimes dans la réponse des scolytes est cependant dix fois inférieure à celle utilisée sur le terrain. Au début de l'apparition des premiers individus résistants il n'y a donc pas d'incidence sur le contrôle des populations dans les champs.

## **5-TOXICITE COMPAREE DE DIVERS INSECTICIDES POUR H. HAMPEI**

### **5.1 Objectif :**

Effectuer une première sélection des insecticides pouvant avoir une activité suffisante sur H. hampei pour pouvoir être utilisé comme produit de remplacement du Thiodan dans les régions où les scolytes ont acquis une résistance à l'endosulfan, ou dans celles où la résistance n'a pas été détectée et pour lesquelles une alternance de produits insecticides peut être envisagée.

### **5.2 Méthode :**

Les tests ont été effectués à l'aide de la Tour de Potter dont le principe a été décrit précédemment. Une première sélection a porté sur 40 insecticides de façon à tester des composés appartenant à des groupes chimiques aussi différents que possible. Cette première évaluation a été faite à trois dilutions au 1/10 afin de couvrir une large gamme de concentrations (0,01% ; 0,001% et 0,0001% de matière active).

Pour chaque concentration 10 femelles étaient utilisées avec un nombre variable de répétitions selon l'intérêt éventuel que semblait présenter le produit sur les souches sensibles d'H. hampei.

Par la suite, certains de ces produits ont été repris pour expérimentation afin d'obtenir les droites de régression concentration/mortalité pour les souches sensibles et les souches résistantes de façon à étudier les risques éventuels de résistance croisée avec l'endosulfan.

Nous avons ainsi testé le malathion (Maldison 50% E.C.), le pyrimiphos-méthyl (Actellic 50% E.C.), le chlorpyrifos-éthyl (Dursban 24% E.C.), le fénitrothion (Folithion 50% E.C.), le diazinon (Diazinon 40% E.C.) et l'ivermectine (Avermectine 3%).

## EVALUATION PRELIMINAIRE DE LA TOXICITE DE 40 INSECTICIDES POUR H.HAMPEI

MATIERE ACTIVE	PRODUIT COMMERCIAL	CONCENTRATIONS (%)									TEMOIN EAU		
		0,01			0,001			0,0001			Nb.	Mort.	Mort. %
		Nb.	Mort.	Mort. %	Nb.	Mort.	Mort. %	Nb.	Mort.	Mort. %			
bpmc	Osbac 50% ec	20	19	95	20	10	50	20	4	20	20	0	20
profenofos	Selecron 50% ec	30	27	90	30	4	13,33	30	3	10	40	1	2,50
omethoate	Folimat 50% ec	10	1	10	10	3	30	10	1	10	10	2	20
aziphos-methyl	Gusathion 40% ec	60	39	65	40	24	60	40	8	20	50	2	4
diethion	Rhodiacid 60% ec	10	0	0	10	0	0	10	1	10	10	0	0
dimethoate	Perfektion 40% ec	10	0	0	10	0	0	10	1	10	10	2	20
fenitrothion	Folithion 50% ec	50	50	100	70	69	98,57	150	138	92	150	6	4
fenvalerate	Sumicidin 10% ec	20	13	65	20	6	30	20	3	15	20	2	10
fluvalinate	Mavrik 24% ec	10	5	50	10	2	20	10	0	0	10	3	30
maldison	Maldison 50% ec	30	28	93,33	30	30	100	30	23	76,67	30	1	3,33
metamidophos	Monitor 29% ec	20	1	5	20	6	30	20	1	5	20	0	0
mévinphos	Phosdrin 10% ec	10	10	100	10	3	30	10	3	30	10	0	0
monocrotophos	Monocrotophos 40% ec	20	1	5	20	1	5	20	3	15	20	1	5
naled	Dibrom 90% ec	20	5	25	20	3	15	20	2	10	20	1	5
permethrine	Ambush 50% ec	30	25	83,33	30	23	76,67	30	23	76,67	40	2	5
promacyl	Promicide 50% ec	10	2	20	10	2	20	10	4	40	10	2	20
cypermethrine	Ripcord 5% ec	20	17	85	20	5	25	20	7	35	20	3	15
vamidothion	Sepaphid 40% ec	20	4	20	20	6	30	20	3	15	20	2	10
benzoximate	Artaban 20% ec	10	1	10	10	1	10	10	4	40	10	1	10
chlorfenvinphos	Stablix 20% ec	10	0	0	10	0	0	10	2	20	10	0	0
dimethoate	Rogor 40% ec	20	6	30	20	7	35	20	6	30	20	2	10
cyfluthrine	Baythroid 50% ec	20	14	70	20	6	30	20	3	15	20	1	5
fenprothrin	Danitol 10% ec	10	3	30	10	2	20	10	3	30	10	2	20
fenthion	Lebaycid 50% ec	20	14	70	20	13	65	20	9	45	20	0	0
trichlorfon	Dicidex 60% ec	20	2	10	20	2	10	20	2	10	20	1	5
pyrimiphos methyl	Actellic 50% ec	40	40	100	40	40	100	60	60	100	60	1	1,67
prothiophos	Tokuthion 50% ec	20	14	70	20	5	25	20	5	25	20	0	0
phosalone	Zolone 35% ec	20	9	45	20	3	15	20	6	30	30	1	3,33
methomyl	Lannate 20% ec	20	16	80	20	3	15	20	3	15	20	1	5
mercaptodimetur	Mesuroil 75% pm	20	12	60	20	6	30	20	2	10	20	2	10
cyhexation	Plictran 50% pm	10	1	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0
carbaryl	Carbaryl 80% pm	10	0	0	10	4	40	10	1	10	10	0	0
azocyclotion	Peropal 25% pm	10	1	10	10	2	20	10	3	30	10	2	20
hexythiazox	Cesar 10% pm	10	5	50	10	1	10	10	2	20	10	0	0
flubenzimine	Copotex 50% pm	10	0	0	10	3	30	10	2	20	10	1	10
propargite	Omite 30% pm	10	3	30	10	4	40	10	2	20	10	2	20
acephate	Orthene 50% pm	20	3	15	20	1	5	20	0	0	20	2	10
dienochlore	Pentac 50% pm	10	3	30	10	3	30	10	1	10	10	1	10
chlorpyriphos-ethyl	Dursban 24% ec	60	52	86,67	40	13	32,50	40	6	15	40	0	0
	Sulprofos 50% ec	10	8	80	10	7	70	10	7	70	10	0	0
	Supracide 36% pm	10	6	60	10	0	0	10	0	0	10	0	0

Tableau 2

Les tests ont porté sur un minimum de 15 femelles par concentration, cinq à six concentrations par produit et au moins trois répétitions comprenant à chaque fois un témoin traité à l'eau.

Enfin les insecticides ci-dessus ont également été testés à la concentration de 0,1% par la méthode d'exposition indirecte des femelles sur papier filtre afin d'apprécier pour chacun d'eux l'importance de la phase gazeuse dans l'activité toxique du produit. La mortalité de 15 femelles a été suivie toutes les heures, après une période d'observation de 1 heure à 8 heures. Deux répétitions de 15 femelles ont été faites par produit. Ces tests ont été pratiqués sur une souche sensible à l'endosulfan.

### Résultats :

Les tests préliminaires destinés à révéler l'activité toxique de 40 insecticides pour H. hampei ont permis de sélectionner 6 insecticides (Tableau 2)

Ces insecticides (malathion, pyrimiphos-méthyl, chlorpyriphos-éthyl, fénitrothion, diazinon, avermectine) ont montré une activité semblable sur les souches R et S de scolyte du café ce qui indique une absence de résistance croisée avec l'endosulfan.

Les tests d'exposition indirecte aux vapeurs toxiques ont permis de mettre en évidence, par rapport à l'endosulfan, la faible activité de l'avermectine, une activité moyenne du malathion et du chlorpyriphos-éthyl, enfin le fénitrothion semble avoir la même activité que l'endosulfan, alors que le diazinon et le pyrimiphos-méthyl provoquent 100% de mortalité après 4 à 5 heures d'observation.

## CONCLUSIONS

Depuis la découverte du scolyte du grain de café en Nouvelle Calédonie , après son introduction accidentelle en 1948, ce ravageur s'est révélé avoir des conséquences importantes sur la quantité et la qualité de cette production.

Les répercussions économiques de ce ravageur majeur sont très variables selon les années. La succession de conditions climatiques favorables aux pullulations au cours des campagnes de production semble jouer un rôle important dans l'intensité des attaques par le scolyte.

Dans les années 60, les tentatives de contrôle des populations par ramassage systématique des cerises non récoltées ont abouti à un constat d'échec. Cette mesure semble difficile à appliquer par les planteurs.

La généralisation des traitements insecticides depuis près d'une vingtaine d'années à toutes les plantations accessibles par route a contribué partiellement à contrôler les infestations par H. hampei. Cependant l'intensification culturale de cette production, les techniques de traitement adoptées et leur application systématique sur tous les champs, quel que soit leur état d'entretien et la qualité du ramassage des récoltes précédant les traitements sont autant de facteurs qui semblent avoir joué un rôle important dans le développement de souches de scolytes résistantes à l'endosulfan.

Cette première année d'étude a permis de mettre en évidence un certain nombre de points :

- Baisse importante de la qualité de la production du café sur le Territoire, de 1985 à 1987.
- Diversité des situations écologiques des plantations se traduisant par une grande difficulté à mettre en évidence les mouvements de populations du scolyte et la nécessité de recourir à une étude spécifique de dynamique des populations pour tenter de comprendre certains mécanismes fondamentaux de colonisation et de migration.

- Accroissement considérable au cours des mois de septembre à décembre des populations de scolytes à l'intérieur des cerises non récoltées.
- Départ massif des femelles après cette période (fin décembre à février) et déplacement de la population vers les cerises en cours de formation.
- Réponse proche des souches sensibles de scolyte provenant de la côte Ouest et de la côte Est du Territoire, à des doses croissantes de Thiodan.
- Existence de souches très résistantes au Thiodan, en particulier dans les régions de Poindimié et de Ponérihouen.
- Possibilité d'utilisation d'un test simple pour la détection de nouvelles souches résistantes.
- Efficacité du Fénitrothion, du Dursban, du Diazinon et de l'Actellic, proche de celle de l'endosulfan pour les souches sensibles et absence de résistance croisée avec l'endosulfan.

## REFERENCES

- BRUN, L.O., MARCILLAUD, C., GAUDICHON, V. and SUCKLING, D.M., 1989. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera : Scolytidae) in New Caledonia. *J. Econ. Entomol.* 82 : 1311-1316.
- BUGNICOURT, F. 1950. Le scolyte du grain de café en Nouvelle Calédonie. *Rev. Agric. Nouv.-Caléd.*, 1-2 : 3-4.
- COHIC, F. 1958. Le scolyte du grain de café en Nouvelle Calédonie. *Café Cacao Thé* 2(1) : 10-14.
- DUSSERT, P. 1911. Semences de caféiers réfractaires à Hemileia. *Revue Agricole de la Chambre d'Agriculture de la Nouvelle Calédonie.* 11 : 17-20.
- FRAYSSE, A. 1911. L'Hemileia vastatrix à Ponérihouen. *Revue Agricole de la Chambre d'Agriculture de la Nouvelle Calédonie.* 6, 3-12.
- KNAUF, W. 1982. Effect of endosulfan and its metabolites on arthropods. *Residue Reviews* 83 : 89-112
- 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., RUSSEL, R.M. and SAVIN, N.A. 1980. POLO : a user's guide to probit or logit analysis. USDA Forest Service General Technical Report PSW-38.