

RAPPORT DE DEUXIÈME ANNÉE D'ÉTUDES

O.R.S.T.O.M.

---

BIOLOGIE ET CONTRÔLE

de *Sesamia calamistis* Hampson

---

M.N. AL SALTI

septembre 1979

## SOMMAIRE

1. Avant propos.....	1
2. Introduction .....	2
3. Position taxonomique de l'insecte étudié.....	2
4. Biologie de <i>Sesamia calamistis</i> (Hampson).....	3
4.1. Cycle biologique.....	3
4.2. Méthodes de lutte :	
4.2.1. Lutte biologique.....	4
4.2.2. Lutte chimique.....	5
4.2.3. Méthodes culturales et sélection de variétés résistantes.....	7
5. Matériel et méthodes :	
5.1. Matériel biologique.....	9
5.2. Conditions d'élevage de <i>Sesamia calamistis</i> :	
5.2.1. Elevage des adultes.....	9
5.2.2. Conditions d'incubation des oeufs.....	10
5.2.3. Conditions d'élevage des larves.....	10
5.2.4. Conditions de développement des nymphes	12
5.3. Maintien de la souche.....	14
5.4. Méthodes de traitement :	
5.4.1. Les insecticides.....	17
5.4.2. Formules et propriétés physicochimiques des insecticides.....	17
5.4.3. Mode d'utilisation.....	19
5.4.4. Traitement par contact.....	20

6. Expériences réalisées - Procédure expérimentale et résultats :	
6.1. Traitement par le Méthamidophos.....	21
6.2. Traitement par le Phoxime.....	22
6.3. Traitement par le Carbofuran.....	23
6.4. Traitement insecticide du sol et effet de la télétotoxicité du Carbofuran en application au sol.....	24
7. Conclusion.....	25
8. Références bibliographiques.....	27

1. AVANT-PROPOS.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur M. ROTH, Directeur de Recherches de l'O.R.S.T.O.M. Je ne saurais oublier l'enseignement que j'ai reçu sous sa direction, à l'O.R.S.T.O.M., sur la biologie et la taxonomie des insectes et qu'il m'a accueilli, guidé et encouragé, tout au long de mon travail, dans son laboratoire.

Je suis très reconnaissant à Mademoiselle M. COHEN, Responsable du Service de l'Enseignement à l'O.R.S.T.O.M., d'avoir bien voulu programmer mes études en vue de l'obtention du Diplôme de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

Je tiens à remercier Messieurs J. GRY et J. PIART, Chercheurs de l'O.R.S.T.O.M., de leurs nombreux conseils.

## 2. INTRODUCTION.

Par la superficie qu'il occupe et l'importance de sa production, le Maïs tient la troisième place parmi les céréales cultivées dans le monde, immédiatement après le Blé et le Riz.

COTTEREL (1950 in litt.) relate qu'en raison des attaques des sésamies, il n'est pas possible de faire une deuxième culture de Maïs, en lisière de forêts, dans les pays équatoriaux d'Afrique où la pluviométrie est abondante.

En France, le démarrage de la culture du Maïs hybride a été freiné, en Provence, par suite des attaques d'insectes parmi lesquels les plus redoutables sont les chenilles endophytes (NEPVEU P. et AUDEMARD H., 1953).

L'espèce que nous étudions, *Sesamia calamistis* Hampson, est polyphage, elle attaque non seulement le Maïs, mais également le Riz, le Sorgho, le Mil, la Canne à sucre, ainsi que plusieurs graminées sauvages. L'acuité des problèmes que pose cette noctuelle, par l'ampleur des dommages causés, rend particulièrement souhaitable la recherche des moyens les plus efficaces de la combattre.

Nous baserons donc cette recherche sur l'étude de la biologie, la mise au point d'un élevage conduit sur milieu artificiel en concomitance avec un élevage sur plants de Maïs, et la recherche des moyens de la lutte.

## 3. POSITION TAXONOMIQUE.

*Sesamia calamistis* (Hampson) est une noctuelle de la sous famille *Amphipyridae*. Toutes les espèces de *Sesamia* ont des *genitalia* mâles assez complexes ; on trouvera cependant une bonne description de *Sesamia calamistis* (Hampson) dans la clé établie par TAMS et BOWDEN (1952).

4. BIOLOGIE DE *SESAMIA CALAMISTIS* (HAMPSON) .

## 4.1. CYCLE BIOLOGIQUE.

La femelle pond toujours sur la plante-hôte, entre la tige et la gaine qui l'enserme étroitement. Grâce aux valves de l'ovipositeur, la gaine est légèrement écartée et les oeufs sont déposés sur la face interne. Ces oeufs sont souvent éparpillés sur une assez grande distance, en deux ou trois rangées. Ils sont blanc-crème à la ponte. Le nombre d'oeufs pondus par une femelle varie de 100 à plus de 200. Le développement des oeufs dure de 5 à 7 jours, à une température de  $25 \pm 5^{\circ}$  C et une hygrométrie de  $70\% \pm 10\%$  H.R. Pour le déclenchement de la ponte et les éclosions, une température de  $27^{\circ}$ C et une humidité de 80% H.R. sont indispensables.

Après l'éclosion, les jeunes larves trouvent sur place leur nourriture en s'attaquant tout d'abord à l'épiderme de la plante-hôte puis elles forent des galeries en remontant vers le sommet de la tige. Au cours de leur développement, les chenilles traversent plusieurs entre-noeuds et finissent par aménager une logette dans laquelle elles se nymphosent, à proximité du trou d'entrée. Imago mâle et imago femelle vivent, l'un et l'autre, en moyenne 4 à 5 jours.

- Vie larvaire : Le nombre des stades larvaires est de six ; la 6ème mue correspond à la mue nymphale ; la durée des stades larvaires ne varie pas d'une génération à l'autre dans nos élevages au laboratoire. Aux températures de  $25$  à  $28^{\circ}$ C et avec une hygrométrie de 70-80% H.R., la durée moyenne du développement larvaire est de 29 à 37 jours.

Stade larvaire	1er	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème
Durée du stade larvaire (en jours)	3-4	4-5	4-5	4-5	4-6	10-12

- Vie imaginale : Le comportement de beaucoup d'espèces de sésamies, surtout pour ce qui concerne les espèces nouvellement décrites, est encore mal connu ; comme chez la plupart des *Noctuidae*, l'activité des adultes est nocturne.

#### 4.2. METHODES DE LUTTE.

##### 4.2.1. LUTTE BIOLOGIQUE.

Comme beaucoup d'insectes, les sésamies ont leurs parasites naturels appartenant surtout aux deux ordres des HYMENOPTERES et des DIPTERES.

##### + HYMENOPTERES :

###### A - Super-famille des *Chalcidoidea* :

- *TRICHOGRAMMATIDAE* : L'espèce *Trichogramma evanescens* (Westw.), parasite les oeufs de *Sesamia cretica* (Lederer) et de *Sesamia inferens* (Wik.), JEPSON, RISBEC).
- *EULOPHIDAE* : GAHAN signale que *Pleurotrapis furnum* parasite les chenilles de *Sesamia calamistis* et de *Sesamia cretica* ; les chrysalides qui ont pu se former, en fin de cycle, sont de très petite taille.
- *ENCYRTIDAE* : L'espèce *Paraphaenodiscus risbeci* (Ghesq.) parasite les chrysalides d'un bon nombre de sésamies, d'après RISBEC.

###### B - Super-famille des *Serphoidea* :

- *SCELIONIDAE* : L'espèce *Telenomus beneficiens* (Zehnt.) parasite les oeufs de *Sesamia inferens*, d'après KRISHNAMURTI et USMAN (1952), BEDFORD (1937), indique pour *Sesamia cretica* (Lederer.) que 98% des oeufs peuvent être parasités par *Platytelenomus hylax* (Nixon.) ; ce *Scelionidae* parasite les oeufs de *Sesamia calamistis* (Hampson).

C - Super-famille des *Ichneumonoidea* :

- *BRACONIDAE* : DESAEGER (1941) cite *Apanteles sesamiae* comme parasite des chenilles de *Sesamia cretica* (Lederer.) au Soudan ; GAHAN (1928), auparavant, avait signalé *Brachymeria sesamiae* comme parasite des larves de *Sesamia calamistis* (Hampson) et de *S. cretica* (Lederer.).
- *ICHNEUMONIDAE* : MOUTIA et COURTOIS, (1925) signalent qu'un *Enicospilus* attaque les chenilles de *Sesamia calamistis* (Hampson).

## + DIPTERES :

- Super-famille des *Muscoidea* :

- *TACHINIDAE* : LEEFMAN (1930) signale *Sturmiopsis inferens* (TNS.) comme parasite des larves de sésamies en Asie.

## Signalons enfin quelques parasites végétaux :

Pour ANGLADE (1961), la bactérie *Bacterium paracoli* et le champignon *Fusarium roseum* (Link.) sont souvent responsables de la pourriture des larves de *Sesamia nonagrioides*.

## 4.2.2. LUTTE CHIMIQUE.

La lutte chimique semble être le seul moyen économiquement efficace utilisable contre ce ravageur mais cette méthode présente quelques inconvénients :

- L'efficacité est temporaire (il est donc nécessaire de faire plusieurs traitements et le coût du traitement dépasse alors le seuil économique), la biocénose est altérée et l'équilibre biologique rompu, les résidus toxiques des traitements sont à l'origine de problèmes de pollution.-

En règle générale, la réussite de la lutte chimique exige la connaissance précise de la biologie du ravageur ; les données acquises permettent de déterminer, en particulier, le stade le plus vulnérable aux insecticides, la période pendant laquelle la plante doit être protégée et les meilleurs modalités de traitements en fonction de l'éthologie de l'insecte.

Dans le cas de la sésamie du Maïs, la lutte chimique par insecticides de contact est dirigée contre la jeune larve à l'éclosion et pendant le début de son évolution, durant la courte période où elle n'a pas encore pénétré à l'intérieur de la tige de Maïs. Une condition essentielle de réussite du traitement est que l'on ait déterminé avec précision, dans la zone à traiter, les dates des périodes de ponte, d'incubation et d'éclosion. Les insecticides appliqués sous la forme de granulés donnent les meilleurs résultats. Mais il est évident que l'utilisation d'insecticides ne doit être prescrite que lorsque le niveau de population, connu ou prévisible, est assez élevé (ce critère correspond à un certain degré d'infestations des plantes).

Il importe de considérer que le degré d'attaque est très variable, d'une culture à l'autre et d'une année à l'autre, en raison de nombreux facteurs parmi lesquels les plus importants sont : le climat, le parasitisme et les conditions culturales.

- Stades vulnérables aux traitements insecticides : L'examen du comportement de chacun des stades de l'insecte permet de déterminer dans quelle mesure ces stades peuvent être vulnérables à des traitements insecticides.

A - L'ADULTE : Dans la journée, les papillons sont au repos, immobiles, abrités du soleil ; leur activité est nocturne et ils s'alimentent très peu.

B - L'OEUF : Les oeufs de la sésamie du Maïs sont pondus dans les gaines des feuilles et sont protégés contre un traitement pesticide direct.

C - LA LARVE : L'observation de son comportement, de l'éclosion à la nymphose, montre qu'il est possible de diriger la lutte insecticide contre le stade larvaire et les larves de tous âges peuvent être détruites au cours de leur évolution.

D - LA NYMPHE : Les chrysalides de *Sesamia calamistis* ne peuvent être détruites par traitements insecticides, la nymphose ayant lieu dans une logette, au milieu des excréments. La lutte contre les nymphes n'est d'ailleurs effectuée qu'à titre préventif, en vue de restreindre la population de la génération suivante.

- Période de lutte insecticide : La détermination de la période de protection, par insecticides, du Maïs, doit être basée sur la connaissance du cycle biologique de la *Sesamia calamistis*.

1°- Il importe tout d'abord de savoir, dans une région donnée, si l'on doit lutter contre une ou plusieurs générations de l'insecte et si l'insecte subit une diapause (et à quel état ?).

2°- La lutte insecticide doit être dirigée tout particulièrement contre les larves récemment écloses. Quel que soit le critère adopté pour déterminer la date du premier traitement (date de la première ponte, du maximum de pontes déposées en un jour, de la première éclosion...), le déroulement de chacune des générations est un élément biologique indispensable à connaître pour entreprendre une lutte efficace.

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour préciser le déroulement de chaque génération. La période d'éclosion des adultes peut être déterminée en récoltant des chrysalides et en relevant leurs dates d'éclosions dans le milieu naturel. La période d'activité des papillons peut être précisée par le piégeage lumineux.

Les périodes de ponte et d'éclosion peuvent être déterminées par des relevés dans les cultures, celles du développement des larves et de la nymphose, par des dissections périodiques de pieds de Maïs. Les insecticides systémiques (ou endothérapiques) résolvent en grande partie ces difficultés, c'est la raison pour laquelle ils sont considérés actuellement comme les mieux adaptés.

#### 4.2.3. METHODES CULTURALES ET SELECTION DE VARIETES RESISTANTES.

Nous avons souvent observé, sur le Maïs, qu'après une irrigation sérieuse, les chenilles mineuses sont chassées vers l'extérieur, noyées dans une formation mucilagineuse claire, secrétée par la plante et qui emplit les galeries, elles sont alors à la merci de toutes les destructions possibles : insecticides, parasites, oiseaux, rongeurs. La destruction des sésamies endophytes par l'irrigation puis un traitement insecticide semble donc très faisable, puisque les larves sont plus nombreuses dans les tiges, que dans les épis après

floraison. La lutte contre les sésamies est avant tout, nous semble-t-il, une question d'alimentation en eau de la plante qui doit être vigoureuse et bien hydratée. A cet égard, l'écologie du complexe "Maïs-larves endophytes" demande à être précisée

L'enfouissement des souches, des chaumes et des fragments de tiges subsistant après la récolte, ou leur destruction par pacage, brûlage, arrachage à la main et transfert hors du champ, permettent de détruire une grande partie des chenilles hivernantes. Les infestations des tiges ne présentent qu'une faible importance, comme réservoirs pour les invasions à venir, dans les régions où la majeure partie des tiges est utilisée comme combustible ce qui détruit les larves hivernantes avant le printemps (Isa, A, L.1964-69. Egypte) ; la quantité de larves de *Sesamia cretica* rencontrées dans les résidus de racines permet, cependant, une importante transmission d'une saison à l'autre, car beaucoup d'entre elles demeurent vivantes. L'incinération des tiges a été longtemps préconisée et même rendu obligatoire dans certaines régions (Landes, Italie). Dans certaines exploitations, on peut envisager le ramassage et la destruction des jeunes plantes hébergeant les chenilles de première génération (ces plantes sont de toutes façons condamnées à disparaître). Disposition des cultures, fertilisation, et autres facteurs culturaux jouent aussi leur rôle, par exemple, le semis précoce du Maïs, en Provence, est obligatoire, pour profiter des pluies de printemps ; aussi bien, au contraire, en retardant la date du semis, on permet parfois à la culture de Maïs, de ne pas subir la première ponte. On évitera aussi d'adopter les assolements favorables au développement des populations de sésamie.

Pour ce qui concerne la sélection de plantes résistantes, des recherches sur la résistance du Maïs et du Sorgho, à la sésamie, sont en cours, actuellement, dans divers pays. Elles ont pour but, d'une part, d'éviter l'introduction de variétés plus sensibles ou plus favorables à l'insecte que les variétés actuelles et, d'autre part, de sélectionner un matériel végétal possédant des caractères de résistance ou d'"antibiosis" à l'égard de la sésamie. Des méthodes de tests de lignées ont été définies et utilisées dans les programmes de sélection (ANGLADE, MONTEAGUDO, 1962).

## 5. MATERIEL ET METHODES.

## 5.1. MATERIEL ET METHODES.

Nous avons reçu de Côte d'Ivoire une souche de *Sesamia* sp., provenant du Centre de Bouaké (zone de savanes). Nous avons examiné des préparations (*Genitalia* ♂♂ et ♀♀), en faisant référence à la révision de TAMS et BOUDEN, on peut admettre qu'il s'agit bien de *Sesamia calamistis* (Hampson). Nous adressons nos remerciements à Dr. I.W.B. NYE, du Muséum de Londres (British Museum-Natural History), qui a bien voulu nous confirmer cette détermination.

5.2. CONDITIONS D'ELEVAGE DE *SESAMIA CALAMISTIS*.

Le développement complet de six générations successives a été réalisé à l'insectarium du laboratoire d'Entomologie Agricole des Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy.

## 5.2.1. ELEVAGE DES ADULTES.

Les chrysalides, 1-2 jours avant l'émergence, sont mises en place sur la surface du sol tassé et humide, dans des pots en terre contenant des plants de Maïs qui sont enfermés dans des petites cages circulaires, en grillage moustiquaire, de 32cm de haut et 10cm de diamètre. Le couvercle est celui d'une boîte de Pétri. De l'eau sucrée, à cinq pour cent de saccharose, est offerte aux insectes, dans un flacon abreuvoir garni de papier filtre ondulé, (voir Fig. 1).



Les oeufs déposés par les ♀♀ sur le plant de Maïs, sont le plus souvent rangés en une seule couche, en une à cinq rangées parallèles disposées entre la tige et la gaine de la plante (la moyenne de ponte est de 90 à 100 oeufs par femelle).

#### 5.2.2. CONDITIONS D'INCUBATION DES OEUFS.

La durée de l'incubation des oeufs est de 6 à 8 jours avec une atmosphère très humide. 80% d'humidité relative et une température de 27°C sont indispensables pour l'incubation et l'éclosion des oeufs.

Toutes les chenilles issues d'une même ponte éclosent presque simultanément. Tous les oeufs fécondés ne donnent pas naissance à des larves, parmi ceux qui meurent sans éclore, un certain nombre contiennent un embryon, souvent achevé (stade capsule céphalique noire), tandis que d'autres oeufs paraissent ne pas avoir été fécondés (ces derniers ont cependant une coloration jaune foncé différente de celle des oeufs réellement non fécondés qui sont facilement reconnaissables dès la ponte par leur teinte claire et homogène ; ils se dessèchent d'ailleurs rapidement).

Les oeufs avortés juste avant l'éclosion ont été moins nombreux que ceux qui ont éclos ; ceux où l'embryon est mort prématurément ont été recensés en nombre moindre encore. Les pieds de Maïs portant les pontes, doivent être surveillés de très près car, après l'éclosion, ils peuvent être détruits en quelques jours si le nombre de larves qu'ils hébergent est trop important.

D'ailleurs, si elles sont trop nombreuses, les chenilles sortent et se dispersent vers les autres tiges, elles sont ainsi perdues pour l'expérimentateur.

#### 5.2.3. CONDITIONS D'ELEVAGE DES LARVES.

Les chenilles, dès le premier stade, pénètrent dans la tige, dans les vingt quatre heures qui suivent leur éclosion. La mise sur milieu artificiel de ces chenilles ne peut se faire qu'à la fin du deuxième stade larvaire en raison de leur petite taille. Le milieu artificiel doit être

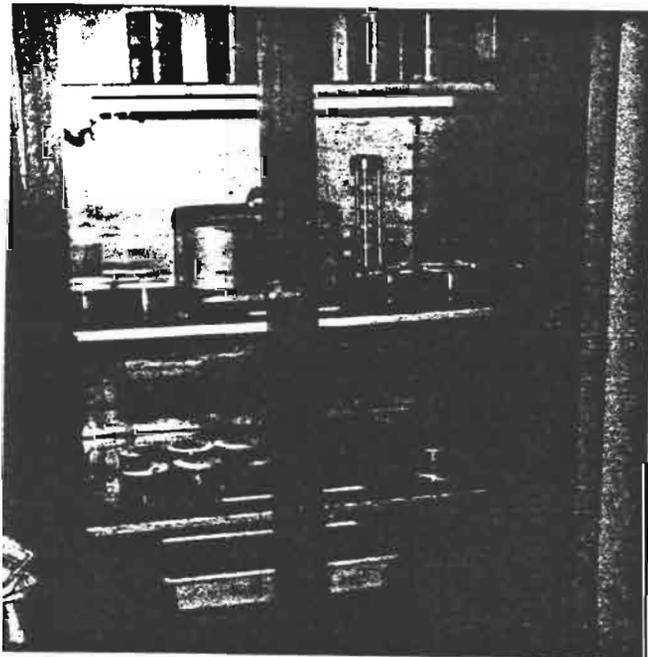
équilibré et exempt de moisissures et de condensation d'eau, pendant toute la durée des stades larvaires. Le milieu artificiel que nous avons utilisé est celui déjà employé par POITOUT et BUES (1970) pour huit espèces de noctuelles. Les seules modifications apportées sont : une légère augmentation de la teneur en eau (200 cc. par unité au lieu de 170 cc.), l'addition d'une plus forte dose de nipagine (0,40 gramme au lieu de 0,25 g.), de chlorydrate d'auréomycine (0,050 gramme au lieu de 0,025 g.) et d'acide ascorbique (1,3 gramme au lieu de 1 gramme), enfin, également pour l'acide benzoïque (0,4 gramme au lieu de 0,3 g.). L'augmentation des doses de nipagine et d'auréomycine devait pallier le développement des champignons sur le milieu. Cette crainte nous a été inspiré par le fait que, dans la serre où nous travaillions, étaient stockés des matériels très divers. La composition du milieu utilisé se présente donc comme suit :

	Grammes
Agar-agar.....	4
Semoule de Maïs .....	28
Levure de bière (sèche en poudre).....	7,5
Germe de blé (03090).....	7
Acide ascorbique L. (+).....	1,3
Acide benzoïque R.P.....	0,4
Nipagine (Methyl para-hydroxy-benzoate).....	0,4
Chlortetracycline chlte.....	0,050
Eau distillée .....	200ml

La semoule de Maïs, le germe de blé et la levure de bière fournissent les matières nutritives proprement dites, la semoule de maïs utilisée provenait de la récolte du Maïs de l'année et la date limite d'utilisation des deux autres produits n'était pas forclosée, ce qui est très important. La levure de bière est employée tout particulièrement pour sa richesse en vitamines (choline, vitamines B et C) mais elle apporte également des protéines, glucides et sels minéraux. La farine de germe de blé constitue aussi une source de substances protéiques, glucidiques, lipidiques, également de sels minéraux et de vitamines.

L'élevage des larves a été fait dans une étuve où la température était de 25° à 28°C (l'hygrométrie oscillant alors de 75 à 90% H.R.).

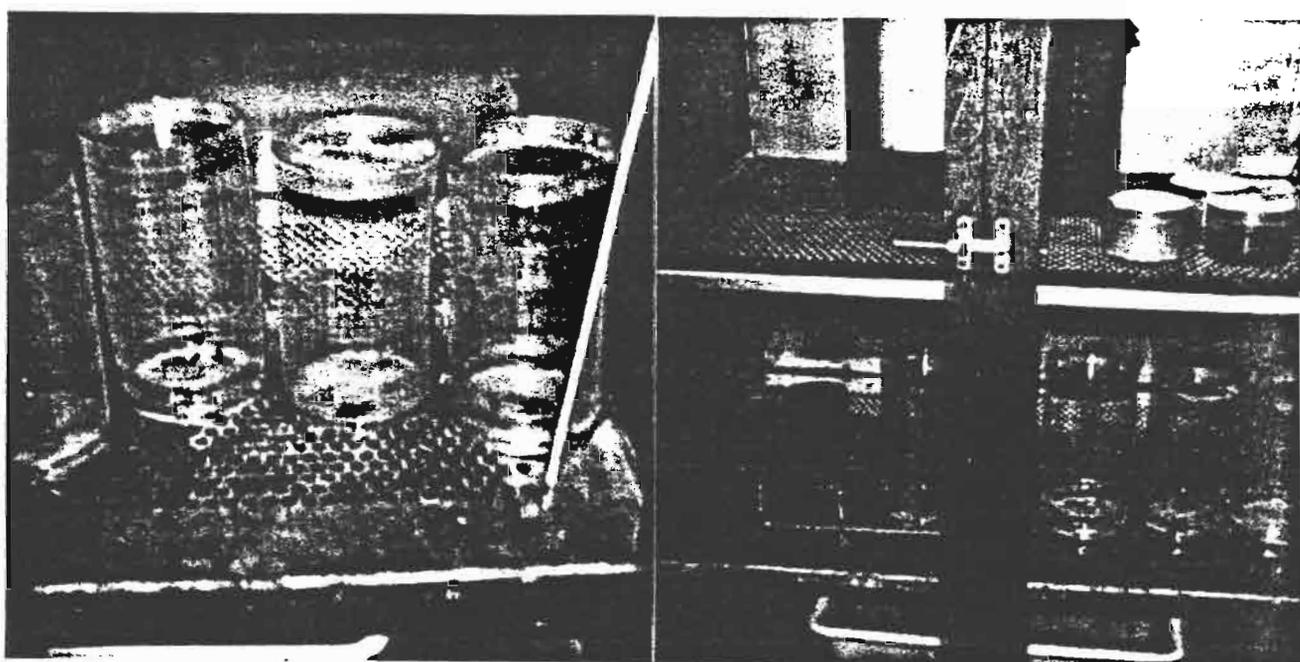
L'éclairage quotidien comportait 10 heures de lumière artificielle et 14 heures d'obscurité. A la fin du deuxième stade larvaire (dix jours environ après l'éclosion), les chenilles sont transférées sur le milieu artificiel (à raison de 10 à 15 chenilles au maximum par boîte), dans des boîtes en plastique cylindrique, de 8cm de diamètre et 5cm de hauteur avec une épaisseur de 1,5cm environ de milieu artificiel. Les pieds de Maïs où il y a des pontes sont soigneusement disséqués, (Voir Fig. 2.).



#### 5.2.4. CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DES NYMPHES.

Les chenilles tissent, dans le milieu, un léger cocon dans lequel elles se nymphosent. Cependant, certaines chenilles sortent du milieu pour se nymphoser à sa surface et cela sans cocon. La prénymphose dure en moyenne 4 à 6 jours. Pendant cette période, la chenille, complètement développée, cesse de se nourrir, c'est à ce moment que se fait le tissage du cocon.

Les chrysalides ont une coloration brun clair au début de la nymphose puis brun sombre 3 jours avant l'émergence. Les chrysalides sont récoltées, chaque jour, à l'aide d'une pince souple bien propre, "sexées" et placées sur du papier filtre humidifié dans des boîtes de Pétri. Ces boîtes sont surmontées de petites cages circulaires en grillage moustiquaire de 14cm de haut et de 9,5cm de diamètre, le couvercle est celui d'une boîte de Pétri et l'ensemble est placé en étuve (Voir Fig. 3 et 4).



Les nymphes "sexées", et pesées, sont classées suivant leur date de nymphose. Le "sexage" s'effectue sous une loupe binoculaire en examinant l'extrémité ventrale de l'abdomen de chaque nymphe. On reconnaît facilement le sexe grâce à la situation du pore génital virtuel, nettement plus antérieur chez la femelle (huitième segment pour l'orifice de copulation, neuvième pour l'orifice de ponte) que chez le mâle (neuvième segment). Chez ce dernier, on

observe en outre deux protubérances plus ou moins arrondies. Il est nécessaire de surveiller de très près les chrysalides, en renouvelant le papier filtre chaque fois qu'on soupçonne un développement de moisissures. Il est d'autre part indispensable de maintenir ce papier filtre constamment humide afin d'éviter le dessèchement des nymphes. A l'approche de l'émergence, les nymphes sont placées sur une surface de terre tassée et humide, dans des pots à fleurs que l'on place ensuite dans de grandes cages grillagées. La durée moyenne de la nymphose, dans nos élevages, est de 10-12 jours.

### 5.3. MAINTIEN DE LA SOUCHE.

L'élevage des larves au stade 1, sur milieu artificiel, n'est pas rentable ; lorsque l'on a besoin de beaucoup de larves, il vaut mieux laisser les deux premiers stades se dérouler sur le plant de Maïs où les néonates forent des galeries en remontant vers le sommet. Nous avons observé du cannibalisme dans les boîtes, où nous avons mis en élevage des chenilles d'âges très différents. Les plus jeunes dévoraient les chrysalides des autres et les nymphes étaient complètement vidées de leur contenu. Nous n'avons observé aucun cas de cannibalisme, par contre, dans les boîtes où les chenilles étaient de même âge. Il est donc souhaitable, en élevage, de mettre dans les mêmes boîtes des chenilles de même âge. Aucune manifestation morphologique anormale n'a été observée chez les chenilles au cours de six générations.

Nous avons essayé de maintenir au laboratoire, le plus longtemps possible, les générations de *Sesamia calamistis*. Au fur et à mesure que les générations se succèdent nous avons noté une diminution considérable de la fécondité, de la fertilité et un allongement de la durée moyenne du développement larvaire et nymphal, l'élevage a fait l'objet de 6 générations successives.

En effet, dans les deux dernières générations, nous avons relevé des pontes entièrement stériles, la présence de malformations importantes chez les nymphes et les adultes, qui deviennent incapables de s'accoupler, ce qui n'a pas du tout été observé dans les quatre premières générations. L'adulte anormal ne peut se défaire entièrement de son enveloppe nymphale au niveau

du *pygidium* ; d'autre part, les ailes restent "cassantes" et le papillon ne peut voler. Les malformations, chez les chrysalides consistent en un "raccourcissement" de l'abdomen et la conservation de caractères larvaires au niveau du thorax (Voir Fig. 5).



Fig. 5 - Malformations chez une chrysalide de *Sesamia calamistis* (Hampson), au cours d'un élevage au laboratoire sur milieu semi-artificiel.

Mais également des nymphes, qui apparemment étaient très normales, ont produit des papillons anormaux. Le tableau 1 présente un exemple de cette perte de vigueur de *Sesamia calamistis* au cours d'un élevage pendant 6 générations.

TABLEAU I  
Perte de "vigueur" au cours d'un élevage de *Sesamia calamistis* (Hampson)

Génération	% de nymphes normales desséchées	% de chrysalides déformées	Fécondité moyenne oeufs/femelle	% d'oeufs éclos	% d'oeufs non fécondés
1er	1.32	-	140.2	76.1	14.5
2ème	3.30	-	122.1	70.8	16.6
3ème	8.70	-	133.7	77.0	18.5
4ème	15.30	5	98.5	68.2	15.8
5ème	10.00	10.3	85.5	43.5	36.4
6ème	21.40	15.6	59.9	0	90.6

Diverses causes peuvent être incriminées dont les principales sont :

- Une diminution du pouvoir fécondant des mâles de *Sesamia calamistis* après les quatre premières générations. Ceci a été déduit du fait que le développement ovarien est normal alors que les oeufs pondus ne sont pas fécondés.

- Présence de perturbations au niveau de certains caractères naturels de l'insecte, en particulier les phénomènes d'attraction sexuelle.

- Le milieu semi-artificiel peut jouer un rôle, enfin il faut noter que la consanguinité peut aussi avoir un effet défavorable, en élevage, au laboratoire et sans doute le plus important.

Ces phénomènes peuvent être considérés comme des causes de dégénérescence de la souche. Ce résultat avait déjà été observé par nous l'année précédente mais à partir de la 3ème génération. POITOUT S et CAYROL R. (1969) l'observent également chez un autre *Noctuidae*, *Helicoverpa armigera* HBN.

FERON M. et GUENNELON G. (1976) ont aussi remarqué ces problèmes de consanguinité et conseillé le renouvellement périodique des souches par des apports d'insectes sauvages.

## 5.4. METHODES DE TRAITEMENT.

## 5.4.1. LES INSECTICIDES.

D'après les résultats obtenus dans les essais de plein champ, les insectes les plus nuisibles qui s'attaquent au Maïs sont combattus de façon satisfaisante par des matières insecticides mises au point par la Société BAYER, deux produits organophosphorés, le Méthamidophos et le Phoxime et un carbamate, le Carbofuran.

Le Méthamidophos et le Carbofuran possèdent des propriétés insecticides endothérapeutiques (ou systémiques, ou téléttoxiques), le Phoxime n'agit pas de manière systémique (il agit par contact et ingestion) ; un produit insecticide endothérapeutique est une substance qui a la propriété d'être absorbée par les végétaux et qui, transporté par la sève dans tous les organes, y subsiste assez longtemps et en quantité suffisante pour rendre ces végétaux toxiques pour les insectes ( et les acariens phytophages) piqueurs ou broyeurs.

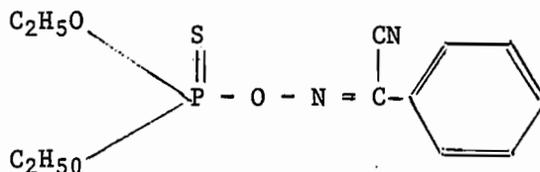
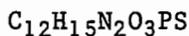
L'absorption des insecticides endothérapeutiques peut se faire soit par les graines, soit par les racines, soit par les troncs et les écorces, soit par les feuilles.

## 5.4.2. FORMULES ET PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES DES INSECTICIDES.

1. Phoxime

Ester phosphorique

(Diéthoxy-thiophosphoryloxyimino) - phénylacétonitrile

Formule.

Dénomination commerciale : Volaton (BAYER)

Propriétés physicochimiques.

Liquide huileux jaune clair (Matière active pure), liquide huileux rouge-brun (Matière active technique). Poids moléculaire 298,3. Point de fusion : 5-6°C (Matière active pure). Tension de vapeur = environ  $10^{-4}$  mm Hg à 20°C (Matière active pure). Poids spécifique = 1,176 (Matière active pure). Solubilité : 0,7mg/100 g. d'eau à 20°C, > 60 g./100g. de cyclohexanone, isopropanol, toluène et chlorure de méthylène. Stabilité aux bases et aux acides : Période à 37°C, mesurée dans un mélange isopropanol/eau = 170 mn au pH 11,6 et 1700 h. au pH 7.

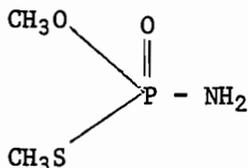
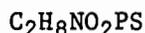
Formulation utilisée dans les tests.

Produit technique liquide ; teneur indiquée sur le flacon : 85,6%

2. Méthamidophos

Ester phosphorique

Thiophosphoramidate de 0,5-diméthyle

Formule.Dénomination commerciale : Tamaron (BAYER)Propriétés physicochimiques.

Cristaux incolores à jaunâtre (produit technique), cristaux incolores (Matière active pure). Poids moléculaire = 141,1. Point de fusion : 37°-39°C (Produit chimique), 44,5°C (Matière active pure). Tension de vapeur =  $3 \times 10^{-4}$  mm Hg à 30°C. Solubilité : facilement soluble dans l'eau, les alcools, les cétones et les hydrocarbures chlorés aliphatiques. Stabilité : 120 heures à pH 9 et à 37°C (demi-vie), 140 heures à pH 2 et à 40°C (demi-vie).

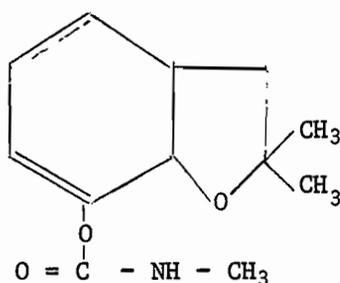
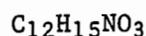
Formulation utilisée dans les tests.

Tamaron, liquide pour pulvérisation, à 400 g. de Méthamidophos par litre.

3. Carbofuran.

Carbamate

N - Méthylcarbamate de 2,3 - dihydro 2,2 - diméthyl 7 - furaranyle

Formule.

Dénomination commerciale : Curater (BAYER)

Propriétés physicochimiques.

Produit cristallin blanc. Poids moléculaire = 221,3. Point de fusion : 150°-152°C (Produit chimique). Tension de vapeur :  $2 \times 10^{-5}$  mm Hg à 33°C,  $1,1 \times 10^{-4}$  mm Hg à 50°C. Solubilité à 25°C, 700 p.p.m. dans l'eau, 15% dans l'acétone, 9% dans le cyclohexanone, < 1% dans le xylène et 12% dans le chlorure de méthylène. Stabilité : stable dans les milieux acides et neutres, légèrement hydrolysable dans les milieux alcalins.

Formulation utilisée dans les tests.

Produit technique poudre, teneur indiquée sur le flacon 100%.

## 5.4.3. MODE D'UTILISATION.

Dans tous les travaux d'expérimentation insecticide en laboratoire, les doses des substances à tester sont définies en microgrammes de matière active par gramme de poids corporel de l'insecte ( $\mu\text{g/g}$ ) ou par insecte. Pour pouvoir administrer commodément et avec précision la dose choisie, nous appliquons la substance, en solution acétonique, au moyen d'un appareillage

connu pour sa grande précision. Il s'agit du microapplicateur automatique ARNOLD doté d'une seringue micrométrique AGLA, (GRY J. 1970).

Lorsque l'on essaie le produit sur *Sesamia calamistis*, nous appliquons la dose sur la partie dorsale du thorax de chacune des larves, selon la méthode recommandée par la F.A.O. (1971) pour les larves de *Spodoptera littoralis*, (Vol. 19-32).

#### 5.4.4. TRAITEMENT PAR CONTACT.

Pour que l'on puisse valablement comparer et interpréter les résultats obtenus au cours d'une même expérimentation ou dans des expérimentations faites à différentes dates, en divers laboratoires, il faut que l'on soit assuré que les groupes d'animaux entre lesquels se répartissent les différents traitements soient au même stade physiologique et on doit vérifier les différences éventuelles de sensibilité entre les insectes mâles et les insectes femelles de la même espèce, etc...

On répartit donc les insectes par lots, selon leur poids et ces insectes subissent un jeûne préalable d'au moins trois heures. Ce jeûne permet d'ajuster correctement la dose d'insecticide car, au bout de trois heures, le transit digestif est complet et l'on sait que le poids mesuré de l'animal est bien le poids réel expurgé de toute surcharge alimentaire.

Le poids vif des insectes que nous avons traité est obtenu, par pesée individuelle des larves dans des petits tubes en plastique, au moyen d'une balance Mettler de précision, monoplateau, à lecture directe, juste avant chaque traitement. On les répartit ensuite en un certain nombre de classes de poids. On applique à chaque insecte d'une classe de poids, un volume de solution proportionnel à la valeur du point médian de cette classe de poids. Chaque lot de larves traitées est placé dans une boîte avec milieu alimentaire et suivi pour relever le pourcentage de mortalité et les effets sur la mue nymphale et la reproduction. Des lots égaux d'insectes, échantillonnés au hasard, sont exposés à une série de doses croissantes, généralement suivant une progression géométrique. La mortalité (ou toute autre réaction) observée pour chacun des lots tests doit faire l'objet d'une correction qui

tienne compte de la mortalité provoquée par tous les autres facteurs et qui est la mortalité observée dans le lot témoin. On recommande pour cela la formule d'ABBOTT :

$$\text{Mortalité corrigée} = \left[ \frac{\% \text{ mortalité du lot traité} - \% \text{ mortalité du lot témoin}}{100 - \% \text{ mortalité du lot témoin}} \right] \times 100$$

Lorsque la mortalité du lot témoin est inférieure à 5% la correction ne se justifie pas, et si elle excède 20%, on doit refaire le test, en s'efforçant de réduire ou d'éliminer les causes d'une telle mortalité.

## 6. EXPERIENCES REALISEES - PROCEDURE EXPERIMENTALE ET RESULTATS.

### 6.1. TRAITEMENT PAR LE METHAMIDOPHOS.

#### A - Mode d'application.

Essai du Méthamidophos en application par contact sur chenilles de *Sesamia calamistis* au 1er jour du 6ème stade larvaire, avec la série des trois doses suivantes : 5, 10 et 20 microgrammes de matière active par gramme du poids vif de l'insecte. L'insecticide est appliqué en solution dans l'acétone ; nous avons préparé une solution acétonique pour chacune des 3 doses à tester :

pour la dose 5µg/g = solution N<sub>1</sub><sup>o</sup>

pour la dose 10µg/g = solution N<sub>2</sub><sup>o</sup>

pour la dose 20µg/g = solution N<sub>3</sub><sup>o</sup>

Préparation des solutions : pour préparer chacune des 3 solutions, nous diluons dans l'acétone une quantité de matière active déterminée de façon à ce que, lorsque nous appliquons à l'insecte, par 100 milligrammes de son poids vif, une goutte de la solution (d'un volume de 1 mm<sup>3</sup>), nous administrons la quantité de matière active qui correspond à la dose voulue.

Humidité relative = 70-80% H.R.

Température = 25° ± 2°C

Poids moyen des larves au 1er jour du 6ème stade

larvaire : 108,13 mg. (Voir tableau 2)

Nombre d'individus de différents poids, par lot													Total par chaque lot
Classes de poids (mg) et médiane	55-64 60 9	65-74 70 4	75-84 80 9	85-94 90 11	95-104 100 10	105-114 110 6	115-124 120 7	125-134 130 8	135-144 140 2	145-154 150 2	155-164 160 4	165-174 170 8	80
Volume dé- siré (µl)	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
Lot traité à la dose 20µg/g	3	1	2	3	2	1	2	2	1	-	1	2	20
Lot traité à la dose 10µg/g	2	1	2	4	3	1	1	2	1	-	1	2	20
Lot traité à la dose 5µg/g	2	1	2	3	2	2	2	2	-	1	1	2	20
Lot témoin	2	1	3	1	3	2	2	2	-	1	1	2	20

Tableau 2 : Composition des lots avant le traitement.

## B - Résultats.

Après le traitement, par contact, de *Sesamia calamistis* avec les 3 doses de Méthamidophos choisies, nous avons observé que :

1. - Certaines chenilles sont mortes aussitôt (48 h. après traitement).
2. - D'autres se sont nymphosées mais avec un retard par rapport au témoin.
3. - D'autres enfin sont mortes après avoir présenté des mues surnuméraires et sans se nymphoser, après un temps relativement long (5 jours environ après que les chenilles traitées citées en 2. soient entrées en nymphose). Les résultats sont groupés dans le tableau 3.

## 6.2. TRAITEMENT PAR LE PHOXIME.

A - Mode d'application : Essai du Phoxime en application par contact sur chenilles de *Sesamia calamistis* au 1er jour du 6ème stade larvaire, à raison de 1 mm<sup>3</sup> de solution acétonique par 100 mg d'insecte.

La série des 5 doses retenues, croissant en progression géométrique de raison 1,5, est la suivante : 2 - 3 - 4,5 - 6,75 et 10, 13µg/g. (Voir Tableau 4

Température : 25° ± 2°C

Humidité relative : 70-80%

B - Résultats : Les mortalités observées 1, 2 et 4 jours après le traitement sont groupés dans le tableau 5.

Jours après traitement	1	2	4
Lot témoin	-	-	-
Lot traité à la dose 10,13µg/g	100	100	100
Lot traité à la dose 6,75µg/g	80	100	100
Lot traité à la dose 4,5µg/g	40	80	80
Lot traité à la dose 3µg/g	-	-	20
Lot traité à la dose 2µg/g	-	-	20

Tableau 5 : Pourcentages des mortalités cumulées pour des chenilles de *Sesamia calamistis*.

Date de nymphose	Mortalité 2 jrs après traitement	Nombre de larves nymphosées								Poids moyen des chrysalides (mg)		Largeur moyenne des capsules céphalique à la mue nymphale (mm)	Fécondité moyenne (oeufs par femelle)						
		13.06		15.06		19.06		20.06						22.06		23.06		26.06	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
Lot traité à la dose 20µg/g	35%	-	-	1	-	2	-	-	1	-	1	-	-	-	1	182,5	126,3	2,09	-
Lot traité à la dose 10µg/g	15%	2	1	-	1	3	-	1	-	-	-	-	2	1	-	140,4	110,5	1,91	23
Lot traité à la dose 5µg/g	10%	-	1	1	-	2	2	2	2	1	-	-	-	1	-	155,0	111,6	1,77	22,3
Lot témoin	5%	2	2	-	2	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	157,9	110,0	1,75	26,2

Tableau 3

Nombre d'individus de différents poids, par lot						Total pour chaque lot
Classes poids en mg et médiane	95-104	105-114	115-124	125-134	135-144	
	100	110	120	130	140	120
	33	28	22	17	20	
Lot traité à la dose 10,13µg/g	5	6	3	2	4	20
Lot traité à la dose 6,75µg/g	5	6	3	2	4	20
Lot traité à la dose 4,5µg/g	5	4	3	4	4	20
Lot traité à la dose 3µg/g	5	4	3	5	3	20
Lot traité à la dose 2µg/g	7	4	5	2	2	20
Lot témoin	6	4	5	2	3	20

Tableau 4 : Composition des lots avant le traitement.

## 6.3. TRAITEMENT PAR LE CARBOFURAN

## A - Mode d'application.

Essai du Carbofuran en application par contact sur chenilles de *Sesamia calamistis* au 1er jour de 6ème stade larvaire à raison de 1 mm<sup>3</sup> de cette solution par 100 mg d'insecte. La série des doses retenues, croissant en progression géométrique de raison 2, est la suivante : 5, 10, 20, 40 et 80 µg/g. (Voir Tableau 6)

Température : 25° ± 2°C

Humidité relative : 60 - 70%

## B - Résultats.

Les mortalités observées 2,3,5,7 et 9 jours après le traitement sont groupées dans le tableau 7.

Jours après traitement	2	3	5	7	9
Lot traité à la dose 5µg/g	-	-	5	15	15
Lot traité à la dose 10µg/g	10	10	10	25	25
Lot traité à la dose 20µg/g	10	20	25	25	45
Lot traité à la dose 40µg/g	25	35	35	40	45
Lot traité à la dose 80µg/g	40	50	60	70	70
Lot témoin	-	-	-	-	-

Tableau 7 : Pourcentages des mortalités cumulées pour des chenilles de *Sesamia calamistis*.

Classes de poids (mg) et médiane	95-104 100. 26	105-114 110 27	115-124 120 23	125-134 130 18	135-144 140 14	145-154 150 10	155-164 160 2	Total pour chaque lot 120
Volume désiré (µl)	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
Lot traité à la dose 80µg/g	4	5	4	3	2	2	-	20
Lot traité à la dose 40µg/g	4	5	4	3	2	-	2	20
Lot traité à la dose 20µg/g	4	4	5	3	2	2	-	20
Lot traité à la dose 10µg/g	4	4	5	3	2	2	-	20
Lot traité à la dose 5µg/g	4	4	2	3	4	3	-	20
Lot témoin	6	5	3	3	2	1	-	20

Tableau 6 : Composition des lots avant le traitement

#### 6.4. TRAITEMENT INSECTICIDE DU SOL ET EFFET DE LA TELETOXICITE DU CARBOFURANT EN APPLICATION AU SOL.

La pénétration des insecticides par les racines est le mode de pénétration normal pour toutes les substances absorbables par les plantes. METCALF a étudié la pénétration du Schradan marqué avec du phosphore radioactif  $^{32}\text{P}$  chez des plants de citronniers cultivés sur une solution nutritive à laquelle est ajouté 0,05g.% de Schradan. Il a suivi la distribution de cet insecticide dans les feuilles et la toxicité de celles-ci pour l'acarien *Paratetranychus citri*. Les résultats obtenus montrent que six heures après l'introduction du Schradan, dans la solution, on le retrouve déjà dans toute la plante.

Des expériences faites par CASIDA J. (1952), ont montré le rôle de l'alimentation phosphorée dans l'absorption radriculaire du Schradan, il est d'ailleurs absorbé beaucoup plus vite si la plante est carencée en phosphore : la quantité retrouvée dans la plante peut doubler.

DAVID a constaté que des fèves cultivées sur une solution nutritive additionnée de Déméton-S rejettent, par leurs feuilles, une substance volatile toxique pour les mouches et les moustiques.

KOYAMA T. (1969), montre que, en appliquant des insecticides en granulés à 5%, il y a mortalité des insectes déprédateurs après 24 h.

D'après d'AGUILAR J. (1959), les méthodes de traitement localisé (dans la raie de plantation comme pour le Maïs et la pomme de terre ou par enrobage ou pralinage des graines) ont souvent l'avantage d'être moins onéreuses et d'être presque aussi efficaces, détruisant une grande partie de la population du ravageur.

Ces constatations nous ont incité à faire des traitements insecticides du sol avec le Carbofuran à 5% (formation granulée du Carbofuran). Dans les champs, la densité de semis du Maïs se situe aux environs de 40 à 50000 pieds par hectare. L'espacement entre les lignes est de 0,80m et l'écartement sur la ligne de 0,25m. Les doses d'emploi recommandées sont 600 à 1000g. de m.a./ha. Dans le cas des essais en plein champ destinés à préciser les modalités

d'application pratique, on tient compte de divers facteurs tels que la pluie, le vent, la température et les réactions de la plante à protéger, ce qui fait que les doses au champ sont toujours plus fortes qu'en laboratoire. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi 3 doses tests correspondant à 200, 300 et 600gr. de m.a./ha, seulement, pour nos essais au laboratoire.

Les chenilles de *Sesamia calamistis*, au cours du 6ème stade larvaire, sont enfermées dans des manchons en matière plastique noire, ligaturés en bas et en haut, sur pieds de Maïs non traités. Deux heures plus tard, nous avons mis l'insecticide dans le sol (un sol arable riche) où nous avons fait pousser ces pieds de Maïs. Le poids moyen des insectes a été déterminé en pesant 45 chenilles : 111,4 mg.

Température :  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$   
Humidité relative : 70-80% H.R.

Les tests sont effectués avec ces 3 doses d'insecticide et 4 répétitions (plus des témoins) pour chaque dose. Nous avons relevé la mortalité 2, 4 et 7 jours après le traitement insecticide du sol en disséquant soigneusement les pieds de Maïs infestés. Les doses de Carbofuran de 200, 300 et 600g. de m.a./ha, appliquées 2h. après la mise en place des chenilles sur pieds de Maïs, n'ont entraîné aucune mortalité.

#### Effet de la télétotoxicité du Carbofuran en application du sol.

Les chenilles de *Sesamia calamistis* au cours du 6ème stade larvaire sur pieds de Maïs traités au Carbofuran (5% granulé) sont restées au stade larvaire un temps relativement long (2 jours environ), elles ont continué de grossir alors que les chenilles sur pieds de Maïs témoins, de même génération, étaient en nymphose.

#### 7. CONCLUSION.

L'élevage de *Sesamia calamistis* Hampson sur le milieu artificiel n'entraîne aucune manifestation morphologique anormale chez les chenilles au cours des six premières générations. On ne peut cependant pas affirmer que la valeur de l'aliment artificiel offert soit très satisfaisante car la mortalité importante des chenilles, au premier stade, est peut-être due au manque d'un

élément dans le milieu utilisé (vitamines, sels minéraux, poudre de feuilles ou de tiges de Maïs).

D'autre part, le fait qu'au fur et à mesure que les générations se succèdent, on observe une diminution très nette du taux de fécondité et de fertilité des adultes, un allongement de la durée moyenne du développement larvaire et nymphal et la présence de malformations importantes chez les nymphes et les adultes (Tableau 1), peut faire supposer que le milieu artificiel est toxique en raison de la présence de certains éléments (Nipagine, chlorhydrate d'auréomycine, acide benzoïque)

Il faut noter cependant que la consanguinité peut aussi avoir un effet défavorable en élevage et faire croire, à tort, que le milieu n'est pas satisfaisant. Donc, il est possible que des facteurs d'origine génétique et alimentaire soient en cause dans ce phénomène.

Des 3 insecticides qui ont été testés, le Phoxime est celui qui a une action initiale particulièrement rapide (Tableau 5). De ce fait, on obtient de bons résultats même en période de pluie. Il se caractérise par une bonne action contre les larves des Lépidoptères, notamment aux stades larvaires avancés.

Le Méthamidophos a une action sur le développement ; on observe dans environ 50% des cas, une augmentation de la durée du dernier stade larvaire (Tableau 3). Pour la plus forte dose employée (20µg/g de Méthamidophos) on note une augmentation du poids moyen des chrysalides par rapport au témoin. Par ailleurs, on observe que la largeur moyenne de la capsule céphalique des larves (constante pour un stade larvaire donné) augmente avec des doses croissantes de Méthamidophos ce qui peut être attribué à des mues surnuméraires.

De nombreuses études restent encore à effectuer sur l'effet de la télétoxicité du Carbofuran en application du sol, car le Carbofuran est un produit systémique très indiqué pour traiter les cultures de riz, de maïs, de betteraves, d'arachides, de pomme de terre, de coton et de légumes, aussi bien pour sa bonne capacité de dispersion dans le sol que pour sa bonne tolérance par les plantes.

## 8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ABBOTT (W.S.), 1925 - A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Eco. Entomology*, 18, 265-297.
- AGUILAR (J.) d', 1959 - Influence des pesticides sur la faune du sol. *Défense des végétaux*, 75-7.
- AL-SALTI (M.N.) 1978 - Etude de l'action de carbamates et de composés organophosphorés insecticides sur la reproduction et le développement de la sésamie du Maïs *Sesamia calamistis* Hampson et le criquet pélerin *Schistocerca gregaria* Forsk. Rapport D.E.A. Fac. Sc. Paris VI.
- ANGLADE (P.), 1962 - Orientation des recherches françaises sur la résistance du Maïs à la pyrale et à la sésamie. Rapport de la deuxième réunion de la section "Maïs et Sorgho" Eucarpia, p. 65, Rome, 20-23 Février 1962.
- BAILLY (R.), 1977 - Index des produits phytosanitaires, A.C.T.A.
- BALACHOWSKY (A.S.), 1972 - Entomologie Appliquée à l'Agriculture, tome II, Lépidoptères. Masson et Cie, Paris.
- BALACHOWSKY (A.S.) et MESNIL (L.), 1936 - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Busson, Paris.
- BEDFORD (H.W.), 1936 - Rep. Agri. Res. Serv. Sudan ; 1935, 63-96.
- BONNEMAISON (L.), 1956 - Les insecticides endothérapeutiques. *Ann. des Epiphyties*, 563.
- CASIDA (J.), 1952 - Absorption du Schradan par les plantes. *J. Eco. Ent.* 52, 568.
- COTTERELL (G.S.), 1925 - Rep. Dep. Agri. Goldcoast, 24, 35-36.
- DIEME (E.), 1978 - Etude taxonomique, comportement, physiologie de *Sesamia calamistis* Hampson, élevage au laboratoire. Rapport D.E.A. Fac. Sc. Orsay.
- GUENNELON (G.), 1964 - Eléments de la biologie de la pyrale du Maïs. *Rev. Zoo. Agric. Appl.* 63, 125-138.
- GRY (J.), 1970 - Expérimentation insecticide, fascicule 1 et 2, multigraphie I.N.A. Paris-Grignon, Chaire de Zoologie-Entomologie.

- JEPSON (W.F.), 1954 - A critical review of the world literature on the Lepidopterous stalk borer of tropical graminaceous crops. Ed. Commonwealth Institute of Entomology. London, 127 p.
- KOYAMA (T.), 1968 - Lethal mechanisms of granulated insecticides. National Central Agricultural, Experimentstation Kounos City, Saitana, Japan.
- KREMER (F.W.), 1971 - Pflanzenschutz Anwendungstechnik. Unpublished report of trials, Bayer AG.
- KRISHNAMURTI (B.) et USMAN (S.), 1952 - Bull. Dep. Agric. Mysore. Ent. Serv., 15, 70 p.
- MOUTIA (L.A.) et COURTOIS (S.M.), 1952 - Bull. Ent. Res., 43, 325-359.
- NEPVEU (P.) et AUDEMARD (H.), 1953 - Etude des facteurs réglant la lutte contre les chenilles endophytes du Maïs en Provence. Bull. Tech. Inf. des Ing. des Serv. Agr., 643-647, Paris.
- POITOUT (S.) et BUES (R.), 1970 - Elevage de plusieurs espèces de Lépidoptères *Noctuidae* sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. Ann. Zoo. Ecol. Anim., 2 (1) ; 79-91.
- POITOUT (S.) et CAYROL (R.), 1969 - Action de différents facteurs sur le nombre de stades larvaires chez la Noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera* Hbn. Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.), 5 (2), 407-427.
- RISBEC (J.), 1950 - La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français, (Dakar) Gouvern. Gén. A.O.F., 498 p.
- TAMS (M.T.) et BOWDEN (T.), 1952 - A revision of the african species of *Sesamia Guenee* and related genera (*Agrotidae-Lepidoptera*). Bull. Ent. Res. 43, 645-678.