

CN960026

REPUBLIQUE du SENEGAL
MINISTERE de l'AGRICULTURE

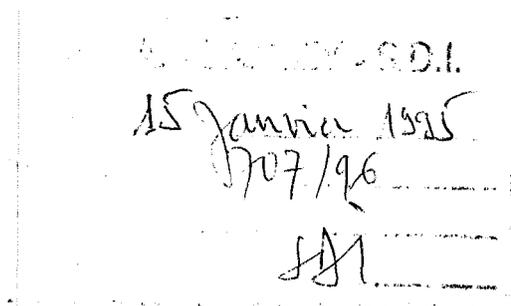
INSTITUT SENEGALAIS de
RECHERCHES AGRICOLES
(ISRA)

DIRECTION de RECHERCHES
sur les
CULTURES et SYSTEMES
PLUVIAUX

SITUATION PARASITAIRE ENTOMOLOGIQUE DU COTONNIER AU SENEGAL ET METHODES DE CONTROLE

Mémoire de Titularisation

par **Djibril BADIANE**



CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES
(C.R.A.) - Tambacounda

Juillet, 1995

REMERCIEMENTS

Je formule mes remerciements à toutes les personnes et Institutions qui ont facilité l'élaboration de ce travail. J'adresse mes sincères remerciements au Dr. Mamadou BALDE pour la qualité de l'encadrement, au Dr. Amadou Moustapha BEYE et à Mour GUEYE pour les conseils pratiques et le soutien technique lors de la mise en place des essais.

Je remercie également l'équipe Recherche/Développement (R/D) de la SODEFITEX, particulièrement Madame Mariétou DIAWARA pour la collaboration effective.

Mes remerciements vont également à l'endroit de tout le personnel du Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Tambacounda et du Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey pour le soutien moral apporté et les expériences transmises.

Je ne saurai terminer sans remercier chaleureusement tous les membres de ma famille pour le soutien moral durant la phase de réalisation de ce mémoire.

RESUME

Le coton est cultivé au Sénégal depuis 1964. Il constitue une des principales sources de devises pour les agriculteurs occupant la deuxième place comme culture de rente derrière l'arachide. La culture cotonnière est pratiquée en conditions pluviales dans la moitié sud du pays.

Le parasitisme entomologique du cotonnier au Sénégal est dominé par une dizaine d'espèces d'insectes nuisibles qui constituent les principaux ravageurs parmi lesquels on note : *Spodoptera littoralis* Boisd., *Sylepte derogafa* F., *Anomis flava* F., *Aphis gossypii* Glov., *Bemisia fabaci* Gen, *Helicoverpa armigera* Hubner, *Earias* sp, *Diparopsis wafersi* Rothschild, *Dysdercus* sp et les Diptopodes.

Les programmes d'Entomologie consistent à :

- contrôler l'évolution du parasitisme
- estimer les pertes de récoltes dues au parasitisme (parcelles à trois niveaux de protection),
- expérimenter de nouveaux produits (essais de comparaison de produits insecticides),
- étudier la dynamique des populations des principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal,
- tester des programmes générateurs d'économie.

Les résultats des expérimentations montrent une faible pression parasitaire au cours de la campagne 94/95, un bon comportement des produits proposés en test en comparaison avec le témoin, une bonne efficacité de la désinfection des semences et une bonne sensibilité de *Spodoptera littoralis* au piège à phéromone.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	3
1.1. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU COTONNIER	3
1.2. CONTRAINTES ENTOMOLOGIQUES ET MESURES DE CONTROLE	6
1.2.1. Les ravageurs des semis et plantules	7
1.2.2. Les ravageurs de la phase végétative	9
1.2.2.1. Les phyllophages	9
1.2.2.1.1. <i>Spodoptera littoralis</i>	9
1.2.2.1.2. <i>Syllepte (= Sylepta) derogata</i>	12
1.2.2.1.3. <i>Anomis (= Cosmophila) flava</i>	14
1.2.2.2. Les insectes piqueurs-suceurs	16
1.2.2.2.1. <i>Aphis gossypii</i>	16
1.2.2.2.2. <i>Bemisia tabaci</i>	18
1.2.2.3. Les acariens	21
1.2.2.3.1. <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	21
1.2.2.3.2. <i>Tetranychus sp.</i>	22
1.2.3. Les ravageurs de la phase reproductive	25

1.2.3.1. Helicoverpa (= Heliothis) armigera	25
1.2.3.2. Earias sp.	29
1.2.3.3. Diparopsis watersi	32
1.2.3.4. Dysdercus voel keri	34
1.3. CONCLUSIONS	36
CHAPITRE II: EXPERIMENTATION	39
2.1. ESSAIS DE TRAITEMENT FOLIAIRE	41
2.1.1. Essai trois niveaux de protection	41
2.1 .1.1. Matériel et méthodes	41
2.1.1.2. Observations et critères d'évaluation	42
2.1 .1.3. Résultats et discussions	45
2.1.1.3.1. Situation parasitaire	45
2.1 .1.3.1 .1. Les insectes phyllophages	45
2.1.1.3.1.2. Les insectes piqueurs et suceurs	46
2.1 .1.3.1.3. Les insectes carpophages	46
2.1.1.3.2. Impact du traitement sur la floraison et l'abscission	46
2.1.1.3.3. Effet du traitement sur le contrôle des ravageurs	50
2.1.1.3.4. Impact du traitement sur le rendement	53

2.1 .1.3.5. Evaluation économique du programme de protection	54
2.1 .2.Essai comparaison de produits	56
2.1.2.1. Matériel et méthodes	56
2.1.2.2. Résultats et discussions	57
2.1.2.2.1. Effet du traitement sur l'abscission	57
2.1.2.2.2. Impact du traitement sur le contrôle des ravageurs	58
2.1.2.2.3. Influence du traitement sur le rendement	59
2.2. ESSAI TRAITEMENT DE SEMENCES	61
2.2.1. Matériel et méthode	61
2.2.2. Résultats et discussions	62
2.2.2.1. Impact du traitement de semences sur la levée	62
2.2.2.2. Effet du traitement sur le rendement en coton-graine	65
2.3. DYNAMIQUE DES POPULATIONS DES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS	67
2.3.1. Matériels et méthodes	67
2.3.1.1. Piège lumineux	67
2.3.1.2. Piège jaune	67
2.3.1.3. Piège à phéromone	68
2.3.2. Résultats et discussions	68

2.3.2.1 . Captures au piège lumineux	68
2.3.2.2. Capture au piège jaune	69
2.3.2.3. Capture au piège à phéromone	69
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	71
BIBLIOGRAPHIE	76
ANNEXES	

.INTRODUCTION

Le cotonnier est une plante qui est cultivée essentiellement pour la production de fibre destinée aux industries textiles (filature, tissage, etc.) et pharmaceutiques (coton hydrophile, ouate, coton iodé). Il peut offrir également d'innombrables autres sous-produits. En effet, ses graines peuvent donner une huile alimentaire après élimination du gossypol qui est un alcaloïde très toxique et des farines riches en protéines comestibles pour l'homme. Les tourteaux et graines de coton sont également très appréciés par le bétail. Le linter ou duvet (petits poils à la surface des graines) trouve généralement une utilisation dans l'industrie chimique pour la fabrication de vernis, de fibres de disques, de feutres, etc.).

L'organisation et la structuration de la production du coton en Afrique Francophone au Sud du Sahara n'a débuté réellement que dans les années soixante (MATHEWS, 3989). Au Sénégal cette culture a été initiée en 1964 (BARRIER, 1991). Elle a connu un succès et une expansion rapide atteignant les 48000 ha en 1992. Cette rapide évolution de la culture cotonnière dans notre pays est due non seulement à la création et à l'introduction de nouvelles variétés plus performantes, mais également à l'amélioration des pratiques culturales et de protection phytosanitaire dont le rôle est d'une grande importance dans la production cotonnière.

En effet, le cotonnier fait l'objet d'attaques de plusieurs espèces d'insectes et d'Acariens nuisibles à tous les stades de son développement (du semis jusqu'à la récolte). La protection contre ces ravageurs au moyen de traitements chimiques contribue de manière significative à l'accroissement des rendements en coton-graine de l'ordre de 60% par rapport à l'absence de protection phytosanitaire (OUDINOT, 1988).

L'intensification de la production cotonnière au Sénégal a été favorisée au début par la distribution « gratuite » des intrants (semences, engrais, herbicides, insecticides) aux producteurs pour une promotion rapide de cette culture. Cependant, depuis la dévaluation du franc CFA, on note une certaine tendance à la baisse des superficies emblavées. Cette situation est une réaction au changement de politique de l'État relative à la facilité d'accès des producteurs aux intrants agricoles. En effet, les subventions ont été supprimées et les intrants sont maintenant achetés aux prix réels.

Compte tenu de cela et de la nécessité d'une meilleure protection de l'environnement, il urge de réorienter les actions de recherches entomologiques du coton vers de nouveaux objectifs. Cette démarche devra insuffler une nouvelle dynamique à la production cotonnière au Sénégal tout en assurant une qualité de fibre qui réponde aux exigences du marché international et aux nouvelles technologies de filature.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent mémoire de titularisation qui a pour objectifs de:

1. faire, sur la base d'une recherche bibliographique, une évaluation des contraintes entomologiques à la production cotonnière au Sénégal et des méthodes de contrôle envisagées;
2. présenter les résultats des expérimentations qui ont été menées sur les possibilités d'amélioration du programme de protection vulgarisé;
3. et concevoir un programme de recherches entomologiques à court, moyen et long terme tenant compte des exigences nouvelles de la filière cotonnière.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

La culture du cotonnier est pratiquée dans les régions de Tambacounda (au Sud de la voie ferrée) et de Kolda (Haute Casamance). On la trouve également dans la partie Sud-Est des régions de Kaolack et Fatick. Ces régions forment grossièrement, en amont de la Basse Casamance et du Sine-Saloum, une bande d'environ 400 km de long sur 200 km de large, dont il faut toutefois retirer la partie Est du territoire gambien et l'important parc national de Niokolokoba.

Encore peu densément peuplée à l'Est, cette partie du pays est la plus arrosée après la Basse Casamance avec des pluies annuelles de 800 à 1300 mm. Le potentiel agricole y est important, ainsi que l'élevage, en liaison avec l'installation ancienne de populations à économie pastorale (BARRIER, 1991).

1.1. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU COTONNIER.

On appelle cotonnier le représentant de différentes espèces voisines du genre *Gossypium* de la famille des Malvaceae, largement disséminées dans le monde, particulièrement dans les régions chaudes. Le cotonnier est une plante pérenne. Cependant, elle est annuelle dans les conditions de culture prévalant au Sénégal.

Son cycle de développement peut être divisé en trois phases principales :

- l'établissement (du semis à l'initiation florale),
- la fructification (de l'initiation florale à la formation de capsules)
- la maturation correspondant à la déhiscence des capsules.

Ces phases constituent souvent des repères dans le suivi de la faune entomologique et aident, de ce fait, à la prise de décision pour des actions de contrôle.

Allure générale: La forme du cotonnier dépend des modes de culture et des espèces. On distingue les cotonniers qui ont un port tantôt en « gobelet », tantôt pyramidal, tantôt ramassé.

La tige principale croît à partir du méristème (apex). Si cette partie est attaquée (par exemple par prédilection de *Earias* sp.), une branche végétative assure le rôle de cime. Cependant, si les dégâts sont importants, la plante végète en adoptant une forme touffue. Une branche issue de la tige principale est produite en moyenne tous les trois jours.

Le système racinaire du cotonnier possède des radicules formant un cône dense, à partir de la racine principale qui est de type pivotant pouvant atteindre 2 à 3 m de profondeur (OUSTIMENKO - BAKOUMOVSKI, 1989). Au moment de l'émergence de la jeune plantule, la racine principale mesure déjà quelques 25 cm et commence à produire des racines secondaires.

Les conditions de culture jouent un rôle fondamental dans le développement de la future plante. Ainsi, un mauvais drainage, un sol dur ou une présence considérable d'agents pathogènes peuvent influencer très négativement sur l'enracinement et par voie de conséquence sur le développement harmonieux de la future plante.

Le processus de l'enracinement ralentit généralement au moment de l'initiation florale. Ceci explique en partie la sévérité du stress hydrique durant la phase fructifère.

Le développement des branches: Les branches du cotonnier sont de deux types: les branches végétatives ou monopodiales et les branches fructifères ou sympodiales. La proportion plus ou moins grande des monopodes détermine la précocité du plant. Le développement de la branche végétative est dit de type indéfini parce que sa croissance a lieu durant toute la saison à partir d'un bourgeon terminal comme pour la tige principale. Notons enfin que les branches végétatives se forment à partir du 6ème ou 7ème noeud au dessus du premier noeud cotylédonnaire. Ceci est typique au cotonnier et dépend de l'espèce cultivée.

A l'opposé de ce qui se passe pour une branche végétative, le développement de la branche fructifère est stoppée par la formation de chaque fleur. Ce mode de croissance est appelé sympodial ou encore défini.

Le nombre de branches fructifères est de l'ordre de 13 à 15. Il varie selon les variétés et dépend des conditions de culture.

L'apparition de la première branche fructifère résulte en général d'une expression génétique. Elle peut cependant être provoquée par divers autres facteurs (pression parasitaire, densité des plantes, etc.).

La feuille: La forme des feuilles est une des caractéristiques utilisées dans l'identification des espèces. Nous distinguons deux types de feuilles : entières ou lobées. Les espèces cultivées se caractérisent en général par des feuilles lobées.

.Le nombre de lobes est variable, allant de trois à sept avec une certaine prédominance des formes à trois et cinq lobes.

La largeur des feuilles est un critère important de la photosynthèse. Elle est en corrélation négative avec le nombre de feuilles par plant. Il y a la présence de nervures et quelquefois de poils. La densité des poils varie selon l'espèce. Elle peut être forte chez certains cotonniers " sauvages", pour qui elle est une forme d'adaptation contre les insectes piqueur-suceurs.

La fleur: La fleur est un des caractères spécifiques les plus importants. Sa couleur est blanche, jaune ou rouge foncé. Chez les variétés de cotonnier à fibre longue (Sea Island et cotonnier d'Égypte), on peut remarquer la présence de taches rouges à la partie inférieure des pétales. Le cotonnier est hermaphrodite, c'est à dire qu'il possède des organes mâles (androcée) et femelles (gynécée). La forme gracieuse de la fleur et la présence de nectar font que le cotonnier (bien qu'autogame) est quelque fois sujet à la pollinisation par les insectes.

L'inflorescence commence par l'apparition du bouton floral, conditionnée par l'action d'un seuil thermique qui souvent atteint aux environs du 45ème jour après la levée. La protection des premiers boutons floraux est essentielle, car le rendement potentiel à la récolte est déterminé en grande partie par ces premières inflorescences. Ce qui nécessite par conséquent, un bon suivi entomologique, particulièrement des insectes piqueur-suceurs dès le début de cette phase.

La graine de coton est plus ou moins ovoïde. Sa longueur est de 6 à 15 mm et son diamètre - 5 à 8 mm. Le poids de 100 graines ou « seed index » (SI) est compris entre 7 et 15 g pour le espèces cultivées.

Les graines de certaines variétés sont nues ou couvertes d'un duvet relativement court, ce qui facilite le semis. C'est d'ailleurs pourquoi le délintage ou

ablation du duvet est souvent recommandé avant le semis des graines poilues. En outre, il existe des graines contenant une substance toxique (le gossypol) qui assure une certaine protection de la plante contre les déprédateurs « sensibles » mais réduit en même temps la valeur alimentaire et marchande de la graine. En effet, le gossypol est toxique pour les monogastriques. Les sélectionneurs travaillent beaucoup sur l'élimination de cette substance par la création de variétés sans glandes à gossypol ou « glandless » dont l'huile et les farines pourra être utilisées dans l'alimentation de l'homme.

La formation de **la fibre** autour du péricarpe a lieu durant la période de développement de l'embryon de la graine. La maturation de la fibre intervient au bout de 18 à 21 jours pendant lesquels, plusieurs couches de cellulose sont déposées dans la paroi intérieure de la fibre pour former une forte structure laminaire. A ce stade, les attaques de chenilles carpophages et d'insectes piqueur-suceurs, tels que les Pyrrhocoridae (*Dysdercus*, sp.) et quelques Pentatomidae (*Nezara* spp) doivent faire l'objet d'une attention particulière.

A l'ouverture des capsules (déhiscence), la protection devra être orientée contre *Aphis gossypii* et *Bemisia tabaci* afin d'éviter le dépôt de miellat et de fumagine sur la fibre, occasionnant une baisse de qualité.

1.2. CONTRAINTES ENTOMOLOGIQUES ET METHODES DE CONTROLE.

La pression parasitaire exercée par les insectes ravageurs reste un problème préoccupant pour la culture cotonnière. En effet, tout au long de son cycle de développement (du semis à la récolte), le cotonnier fait l'objet d'attaques plus ou moins importantes de divers insectes.

Près de 500 espèces ont été identifiées comme ravageurs du cotonnier en Afrique, au Sud du Sahara (DELATTRE, 1973). Suivant la phase de développement de la plante, on peut distinguer trois grands groupes de nuisibles du cotonnier:

a) les ravageurs responsables de la fonte des semis et des jeunes plantes, représentés essentiellement par les iules,

b) les insectes ravageurs de la phase végétative (insectes **phyllophages**),

c) les insectes nuisibles de la phase reproductive (insectes **carpophages**). Ils sont dominés par les Lépidoptères et quelques Hétéroptères.

Au Sénégal, même si l'entomofaune nuisible du cotonnier est également assez diversifiée, elle reste cependant dominée par une dizaine d'espèces dont l'importance et l'incidence sur la production cotonnière varient en fonction des zones et des années: *Helicoverpa armigera*, *Earias* sp. et *Diparopsis wafersi* (insectes carpophages), *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* et *Dysdercus völkeri* (piqueur-suceurs), *Spodoptera littoralis*, *Syllipfe derogafa* et *Anomis flava* (insectes phyllophages).(DIONGUE, 1986)

1.2.1. Les ravageurs des semis et plantules

Les principaux ravageurs responsables de la fonte de semis et de l'attaque des jeunes plantules sont les **iules**, communément appelés mille-pattes. Ce sont des Diplopodes myriapodes de la famille des Odontopygidae qui détruisent la semence avant la levée en dévorant l'amande. Au stade de jeunes plantules, ils provoquent des érosions qui favorisent le développement d'agents pathogènes. Différentes études menées au Sénégal ont montré qu'un précédent cultural *Pennisetum purpureum* ou arachide occasionne le développement des populations d'iules.

Méthodes de lutte:

Les tests réalisés en milieu paysan par la cellule Recherche/Développement de la SODEFITEX ont montré que les appâts à base de Dursban (poudre), Sumithion et Thiodicarbe (liquides) ou Thiodicarbe sous forme de granulé SHIPPER se sont révélés efficaces. Le traitement de semences assure également un bon contrôle des ravageurs des semis et plantules.

PLANCHE I

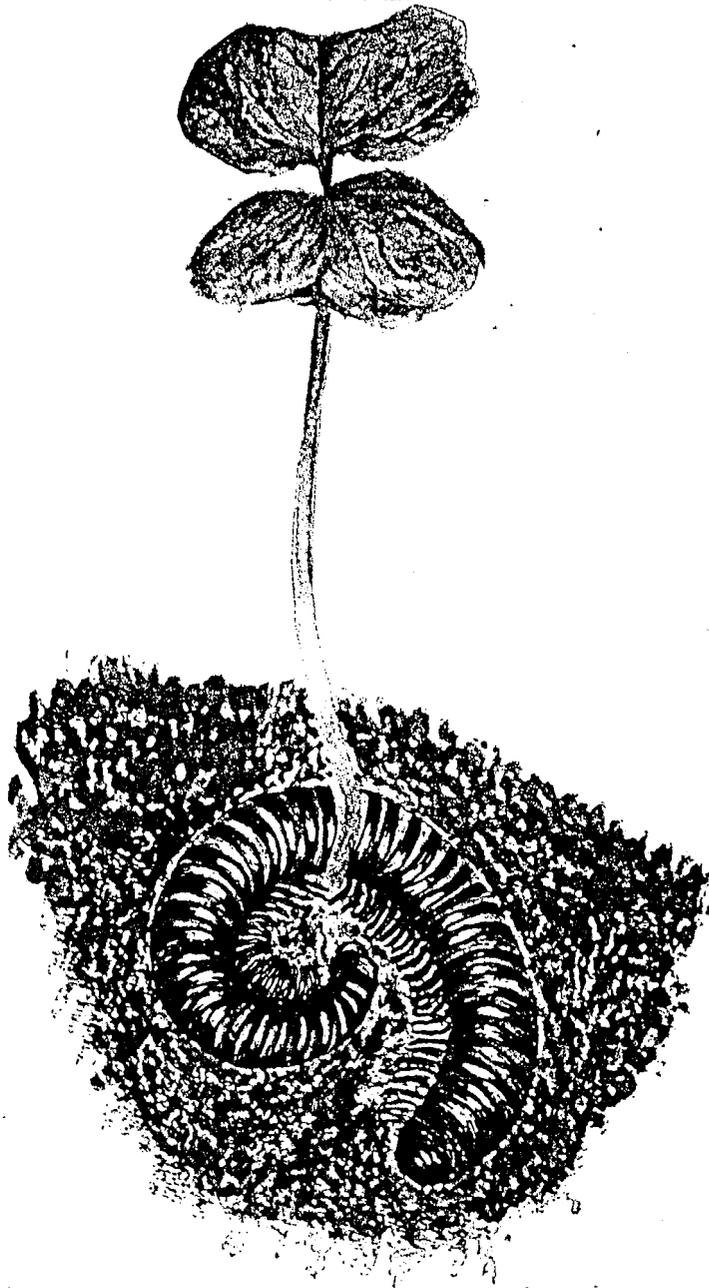


Fig. 1 - Diplopode attaquant une plantule

1.2.2. Les ravageurs de la phase végétative

De nombreuses espèces d'insectes ravageurs interviennent durant cette phase phénologique du cotonnier. Les 3 principaux groupes sont:

- a) les espèces défoliatrices du genre *Spodoptera*, *Syllepte* et *Anomis*;
- b) les insectes piqueur-suceurs (Jassides, Pucerons, Aleurodes)
- c) les Acariens (familles Tarsonémidae, Tetranychidae).

1.2.2.1. Les phyllophages

Leur présence peut provoquer une diminution assez sensible de la quantité de substances nutritives disponibles pour la plante et la destruction des chloroplastes entraînant une baisse de productivité (APPERT et DEUSE, 1988).

1.2.2.1.1. *Spodoptera littoralis* Boisd (*Prodenia littura*)

Ce lépidoptère est un ravageur ubiquiste, polyphage prédominant dans les régions paléarctiques et dont les chenilles s'attaquent au cotonnier, au maïs, à la luzerne, au tabac, au riz, au ricin et aux autres cultures maraîchères (COLLINGWOOD et al., 1981. NDOYE et GAHUKAR, 1989).

Lors de la ponte, les oeufs sont déposés à la face inférieure des feuilles. Ils éclosent au bout de 4 à 10 jours (NDOYE et GAHUKAR, 1989). D'après APPERT (1976), l'incubation peut durer 3 à 4 jours si les conditions . de température sont optimales (27°C).

Après éclosion, les jeunes larves se regroupent et rongent la face inférieure des feuilles. A des stades de développement avancé, les chenilles se dispersent. Elles peuvent présenter des aspects très variés (couleur de fond brun-noir et gris-foncé, présence de 2 rangées de triangles noirs, 3 lignes dorsales et une ligne latérale claire) (BOURDOUXHE, 1978).

La chrysalide est de couleur brun-rouge. Sa longueur peut être de 20 mm et sa largeur de 5 à 6 mm. Elle se forme dans une logette de terre tassée dans le sol à des profondeurs de 4 à 5 cm. D'après BONDARENKO et al. (1991), l'émergence de l'adulte a lieu au bout de 11 à 12 jours après l'entrée en diapause.

Le cycle de l'insecte dure de trois semaines à un mois avec une nymphose d'environ une semaine. Les chenilles passent habituellement par six stades en 15 à 21 jours (APPERT, 1976). Dans l'année, cette espèce peut développer 3 à 4 générations (SENGONCA, 1982).

Les chenilles de *Spodoptera* dévorent les feuilles où elles ne laissent que les nervures principales, en cas d'une attaque sévère. Elles sont très voraces et peuvent également endommager les tiges, les fleurs, les bractées et même les capsules (CAUQUIL, 1993).

Les mesures de protection envisagées contre cette espèce consistent à l'utilisation d'insecticides lorsqu'il y a 5 % de plantes attaquées ou lorsqu'on enregistre la présence de 1 à 2 chenilles par plante. Les pyréthrinoïdes sont généralement peu efficaces contre *Spodoptera* aux doses usuelles. Par contre, certains organophosphorés et régulateurs de croissance sont efficaces contre ce ravageur: Parmi ces organophosphorés, on peut citer: chlorpyrifos-éthyl (150-400 g m.a./ha), isoxation (150-250 g m.a./ha), monocrotophos (125-250 g m.a./ha), profénofos (150-300 g m.a./ha), et triazophos (125-250 g m. a./ha).

PLANCHE II

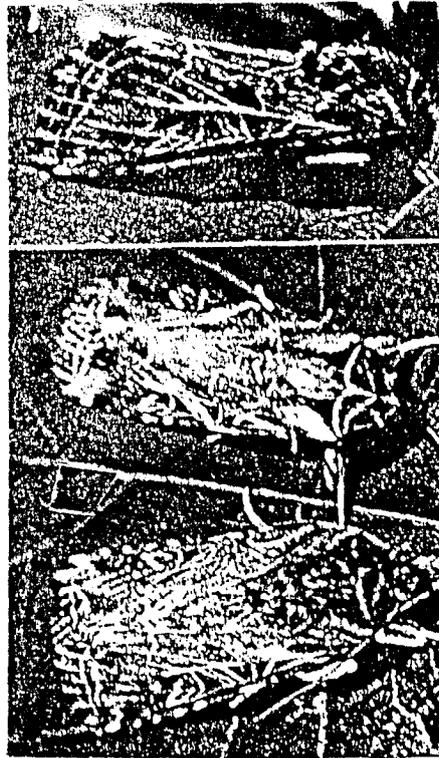


Fig. 2. - Papillons de *Spodoptera littoralis*.

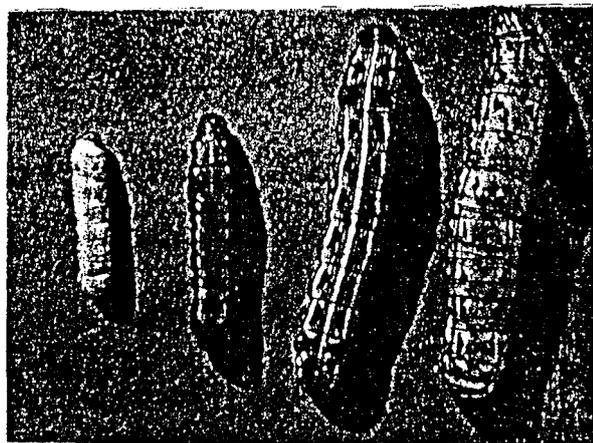


Fig. 3. - Divers aspects de chenilles de *Spodoptera*

1.2.2.1.2. *Syllepte* (= *Sylepta*) *derogata* F.

Ce Lépidoptère de la famille des Pyralidae, communément appelé chenille enrouleuse de feuilles, est un ravageur du cotonnier et de diverses *Malvaceae*.

Les chenilles, longues de 2 à 3 cm, sont vertes et translucides avec une tête noire. Les jeunes larves rongent le limbe. A des stades larvaires plus avancés, elles provoquent des dégâts typiques caractérisés par un enroulement des feuilles en cornet maintenu de l'intérieur par des fils soyeux, cornet dans lequel la chrysalidation a lieu (CAUQUIL, 1993).

Cette espèce peut présenter aussi plusieurs générations par année, si les conditions sont favorables.

D'après les études menées par DIONGUE (1989), cette chenille a toujours existé jusqu'en 1984 dans toute la zone cotonnière sénégalaise avec des niveaux d'infestation relativement modérés, exception faite de 1978 où de fortes attaques ont été notées. Mais depuis 1985, des populations importantes de ce ravageur font constamment l'objet d'observations, principalement au Sénégal-Oriental et en Haute Casamance. L'explosion des populations de cette espèce, ces dernières années, peut être liée, entre autres, à une mauvaise maîtrise des techniques d'application insecticide (mauvaise période de traitement, mauvais choix de matières actives etc.).

En effet, ce ravageur apparaît chaque année bien avant la première application insecticide recommandée en début de floraison. Ceci favorise la constitution de fortes populations avant le démarrage effectif du programme de protection. Il mérite d'être souligné que celles-ci sont difficilement maîtrisables par les formulations actuellement vulgarisées (associations pyréthriinoïdes + organophosphoré aphicides ou aleurodicides) qui n'assurent qu'un contrôle partiel de ce ravageur (DIONGUE, 1986).

De nos jours, l'utilisation d'insecticides organophosphorés aux mêmes doses que pour *S. Mordis*, est recommandée comme mesure de protection chimique contre cette espèce.

PLANCHE III



Fig. 4. - Papillon de *Syllepte* (au repos sur une feuille d'*Hibiscus*).
(Photo IRAT)

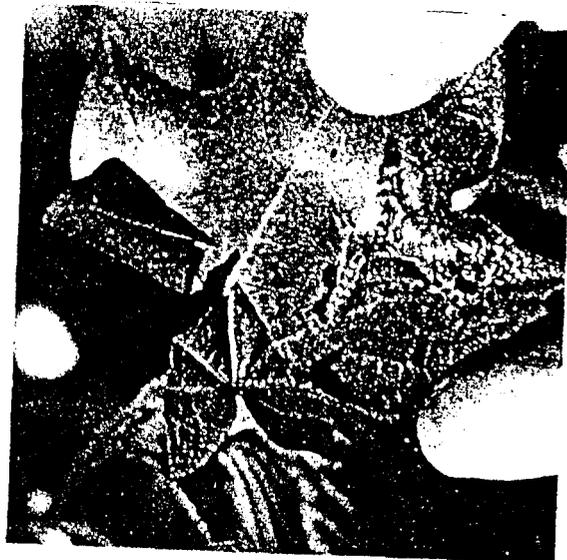


Fig. 5. - Jeune chenille de *Syllepte*
et dégâts aux feuilles.

1.2.2.1.3. *Anomis [Cosmophila] flava* F.

Lépidoptère de la famille des Noctuidae, communément appelée chenille semi-arpenteuse, ce ravageur inféodé aux malvacées se rencontre dans toute la zone cotonnière africaine. D'une longueur maximale de 35 mm, la chenille a une couleur vert-clair rayée de plusieurs lignes blanches longitudinales (CAUQUIL, 1993).

D'après ce même auteur, les chenilles perforent dans le limbe internervulaire des feuilles des trous circulaires de 1 à 3 cm de diamètre. En cas de fortes attaques, seules les nervures du limbe, peuplées de chrysalides, subsistent. L'évolution des chenilles défoliatrices se détermine difficilement, car les attaques sont souvent localisées et sporadiques. Cependant, elle ne nécessite pas généralement une intervention chimique spécifique.

Dans le cas d'une forte infestation, l'utilisation d'insecticides organophosphorés, comme ceux utilisés contre *Spodoptera* et *Syllepte*, est recommandée. Certains Coleoptères de la famille des *Carabidae* comme *Lissauchenius venator* (Laferté), *Pachydinodes conformis* (Dejean) et *Graphipterus obsoletus nigericus* (Basilewsky) peuvent être efficaces en tant qu'ennemis naturels de *A. flava*, même si leur utilisation n'a jamais été réalisée au Sénégal.

PLANCHE IV

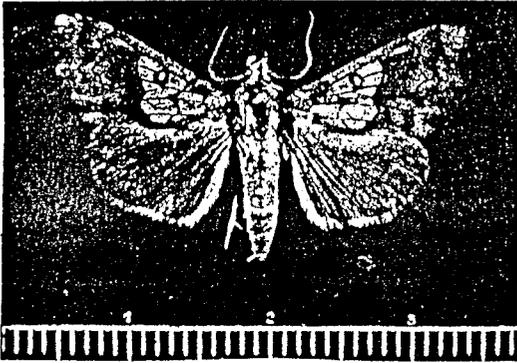


Fig. 6. - *Anomis* mâle.
Echelle centimétrique agrandie.

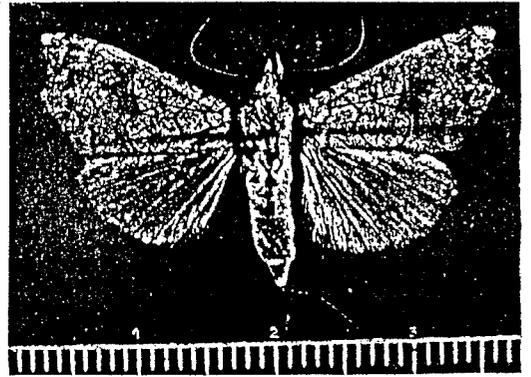


Fig. 7. - *Anomis* femelle.

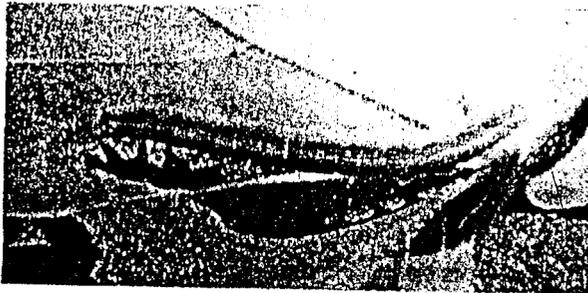


Fig. 8. - Chenille d'*Anomis*.

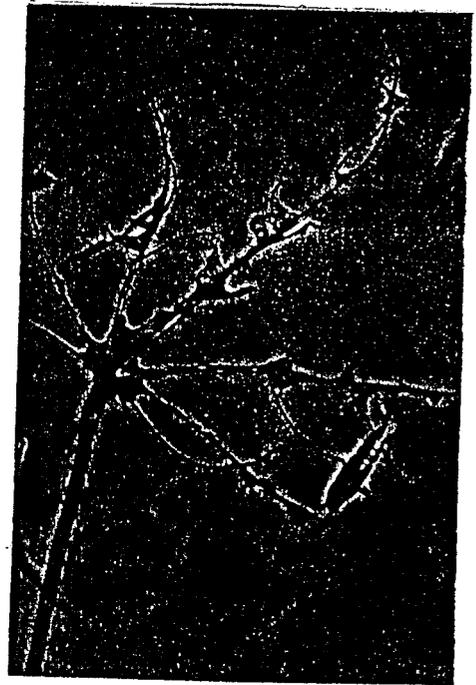


Fig. 9. - Dégâts d'*Anomis*
(remarquer la chrysalide suspendue
aux restes de nervures).

1.2.2.2. Les insectes piqueur - suceurs

C'est le groupe des ravageurs qui a connu, ces dernières années, l'évolution la plus spectaculaire, marquée plus particulièrement par une progression significative de *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* et *Empoasca* sp. La première espèce suscite maintenant le plus d'inquiétude.

1.2.2.2.1. *Aphis gossypii* Glov.

Cette espèce de puceron est un homoptère polyphage que l'on rencontre chez environ 46 espèces de plantes appartenant à 25 familles. Ses principales plantes hôtes sont : le ricin, l'arachide, le sorgho, le sésame et le cotonnier sur lequel il est particulièrement important. En l'absence de cultures, ce puceron peut trouver refuge chez les adventices d'où il migre vers les champs, quand les conditions sont favorables (BONDARENKO et al., 1991).

Il a été observé, chez *A. gossypii* différentes formes au stade adulte: les ailées, les aptères et les protoailées qui sont des formes intermédiaires. D'après BALDE (communication personnelle), l'existence des formes variées chez les pucerons dépend des conditions d'alimentation et de climat au cours du développement larvaire. En effet, un stress d'ordre nutritionnel peut provoquer le développement des formes ailées qui vont migrer à la recherche de nouvelles sources de nourriture plus abondantes pour sauvegarder l'espèce.

Sur le cotonnier, l'insecte se rencontre principalement sur la face inférieure des cotylédons et sur le bourgeon apical des jeunes plantes. Ces derniers cessent de croître en formant une fourche. Le bourgeon apical meurt. A l'apparition des feuilles, les pucerons forment des colonies importantes sur la face inférieure et entraînent la déformation foliaire, suite à des piqûres et à des retraits de substances nutritives. Les bords se plient vers l'intérieur et la surface se recouvre d'une chaîne de petits plis et de rides (BONDARENKO et al., 1991).

Aphis gossypii peut, par son action directe de détournement de nourriture, retarder sensiblement le développement de jeunes plants. Il peut également contaminer par ses déjections (miellat) le coton-graine à partir du stade de déhiscence des capsules et contribuer ainsi à la baisse de la qualité de la fibre. Cette espèce est, par

ailleurs, capable de transmettre une maladie virale pouvant occasionner la stérilité des plantes (DELATTRE, 1982).

Dans des conditions agro-climatiques optimales, cette espèce d'insecte peut avoir un développement larvaire de 5-6 jours, une longévité de 25 jours et 22 générations annuelles (BONDARENKO et ai., 1991).

Durant la campagne hivernale, on note souvent deux pics d'infestation : l'un au début du cycle (entre Juillet et mi-Août), lors de petites périodes d'absence de pluies (pendant 10 à 15 jours) et l'autre, en fin de saison, avec l'arrêt des pluies qui ne permet plus un bon développement des champignons entomo-pathogènes (DEGUINE, 1992).

Les études faites au Sénégal par DIONGUE (1989) ont montré que, les pucerons n'avaient dans le passé jamais posé de difficultés réelles à la culture cotonnière. Leur présence avait souvent été nulle ou extrêmement faible. C'est seulement à partir de 1985 que leur installation dans la zone (particulièrement en moyenne Casamance) est observée presque en début de chaque campagne et tend à devenir de plus en plus préoccupante. En effet, leur aire de distribution a atteint, depuis 1987, la Haute Casamance et en 1988, le Sénégal Oriental et le Sine-Saloum. De fortes infestations sont enregistrées souvent dès la mi-Août sur toute la zone cotonnière, occasionnant de sérieux dégâts généralement sur les plantules. D'une manière générale, la Haute Casamance est souvent la zone la plus touchée par ces infestations.

D'après certaines hypothèses, *A. gossypii* a pris de l'importance aujourd'hui à cause d'une part, de la vulgarisation de la technique d'application Ultra Bas Volume (ULV), de l'utilisation excessive des pyréthrinoïdes seuls et d'autre part, des changements climatiques intervenus ces dernières décennies.

Sur les cultures maraîchères, il a été constaté que l'utilisation des pyréthrinoïdes favorise le développement des pucerons.

D'après DEGUINE (1992), la pluviométrie a deux effets fondamentaux sur le développement des populations de pucerons. Le premier consiste à un lessivage mécanique des individus sur les feuilles et le second à une augmentation de l'humidité avec comme conséquence; le développement de mycoses sur les pucerons. Les températures optimales, accompagnées de périodes de sécheresse, favorisent

également la multiplication de cette espèce, à cause de sa reproduction parthénogénétique (CAUQUIL, 1993).

Malgré l'existence de plusieurs méthodes de contrôle de ce ravageur (techniques culturales, protection de semences et lutte biologique par l'utilisation d'auxiliaires), seuls les traitements aphicides (avec le plus souvent des propriétés endothéropiques) ont fait l'objet d'expérimentation. De nombreux produits ont été testés, Les principales matières actives utilisées sont: diméthoate à 300 g m.a./ha, chlorpyrifos-méthyl à 300 g m.a./ha, métamidophos à 300 g m.a./ha, ométhoate à 300 g m.a./ha, monocrotophos à 200 g m.a./ha, chlorpyrifos-éthyl g m.a./ha.

Les recherches menées dans différents pays, autres que le Sénégal, ont montré une bonne efficacité des matières actives suivantes : diméthoate à 300-400 g m.a./ha, benfuracarbe à 250-300 g m.a./ha, carbosulfan à 300-400 g m.a./ha, chlorpyrifos-méthyl à 300-500 g m.a./ha, oxydeméton-méthyl à 250 g m.a./ha, métamidophos à 300 g m.a./ha, ométhoate à 200-400 g m.a./ha, imidaclopride 50 g m.a./ha et butocarboxime à 500 g m.a./ha.

1.2.2.2. *Bemisia fabaci* (Gennadius)

Cette espèce d'Homoptère aleurode est un ravageur cosmopolite et polyphage. Il a été identifié en Afrique plus de cent espèces végétales attaquées par ce ravageur. Les principales sont: le cotonnier, l'*Hibiscus* spp., la tomate, la pomme de terre, l'aubergine, le tabac, le manioc, le haricot, la patate douce, le niébé et les *Cucurbitaceae* (PIERRARD, 1983).

Comme les pucerons, ces insectes se développent à la face inférieure des feuilles et se nourrissent en piquant et en suçant la sève. Les adultes, de petite taille, portent deux paires d'ailes blanches. Les larves des derniers stades sont jaunâtres et fixées jusqu'à la formation de la pulpe. Après émergence de l'adulte, on peut voir à la face inférieure des feuilles des dépouilles de mue ou exuvies. *Bemisia tabaci* provoque des dégâts directs par jaunissement du limbe et indirects par production de miellat ou par vection de maladies virales, le **leaf-curl** et la **Mosaïque** (CAUQUIL, 1993).

D'après DIONGUE(1989), l'aleurode du cotonnier a toujours été signalé au Sénégal, mais c'est seulement en 1978 et en 1987 que des pullulations très importantes ont été enregistrées. Jusqu'en 1977, les infestations de moindre importance étaient généralement localisées en Haute Casamance et étaient toujours recensées sur des parcelles à forte déficience en potasse (BOURNIER, 1979). En 1978, de grosses pullulations ont été observées à partir de la fin septembre sur l'ensemble de la zone cotonnière, causant des dégâts importants (présence de miellat et de fumagine sur la fibre, chute de feuilles, dessèchement des plantes). Ceci avait nécessité l'utilisation de produits systémiques efficaces qui avaient même pu maintenir les populations en dessous du seuil de nuisibilité pendant les 5 campagnes suivantes. A partir de 1984, ce ravageur a cependant repris sa progression, provoquant des dégâts particulièrement sévères au Sénégal Oriental et en Haute Casamance ces dernières années (DIONGUE, 1989).

Les observations faites au Mali par BAGAYOKO (1995), montrent que les pluies peuvent exercer un effet dépressif sur la densité des populations de *B. tabaci*. Il a été également constaté que vers la fin de la saison des pluies, les formes adultes ont tendance à abandonner les cotonniers en phase de sénescence qui ne leur conviennent plus sur le plan alimentaire et à migrer vers d'autres espèces végétales. C'est pour ces mêmes raisons que les adultes quittent les jachères ou autres formations végétales pour aller vers le coton.

Parmi les mesures de protection contre *B. tabaci*, on peut citer l'utilisation des ennemis naturels comme les micro-hyménoptères *Ertmocerus mundus* et *Encarsia* sp. (BAGAYOKO, 1995). Au Sénégal seule les organophosphorés, tels que ceux employés contre *Aphis*, sont utilisés dans le contrôle de cette espèce.

La récolte précoce et la défoliation permettent de lutter contre les piqueur-suceurs, si l'on observe des attaques en fin de cycle.

PLANCHE V

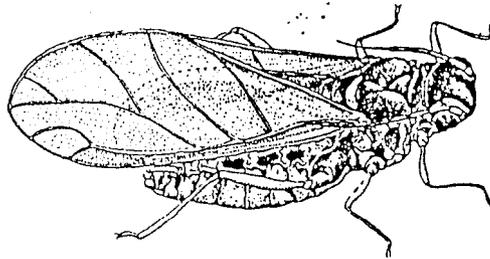


Fig 13 - Puceron ailé, d'après L. CARESCHE

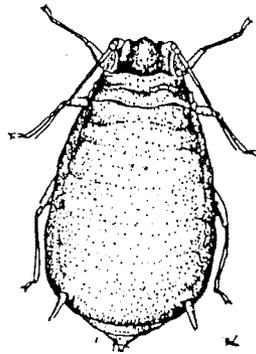


Fig. ii Larve d'*Aphis gossypii* d'après L. CARESCHE

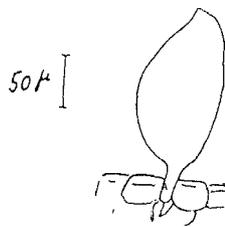


Fig. 12. - Oeuf de *Bemisia tabaci*

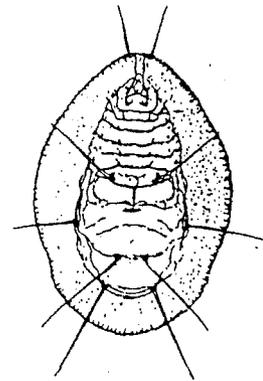


Fig. 13. - Puppe de *Bemisia*

1.2.2.3. Les Acariens

Les Acariens ravageurs du cotonnier sont de petite taille et sont localisés à la face inférieure des feuilles. Les pullulations rapides sont surtout en relation avec leur court cycle de développement variant de 5 à 10 jours.

Les symptômes d'attaque sont caractérisés par une couleur vert sombre de la face supérieure des feuilles et une couleur brune à la face inférieure des feuilles.

Au Sénégal, les Acariens n'ont jusqu'à ce jour pas posé de problèmes sur le coton. Ce n'est qu'en 1987 que l'espèce *Polyphagotarsonemus latus* a été signalée. Depuis, la présence de ces ravageurs est restée faible et localisée dans les régions de Vélingara et Kolda.

1.2.2.3.1. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

L'Acarien jaune du thé est une espèce polyphage. Il mesure 0.15 à 0.22 mm. Sa couleur est gris pâle jaunâtre. Il vit à la face inférieure des feuilles à l'état larvaire et adulte. Les femelles sont nettement plus grosses que les mâles. Le mâle transporte souvent une nymphe femelle, et féconde l'adulte issu de cette nymphe.

Une femelle pond de 12 à 30 oeufs; ceux-ci sont ovalaires et ont 0.12 mm de longueur; avec de larges dessins hexagonaux sur le chorion. Le cycle complet, à 24°C, ne dure que 4 à 5 jours. Les oeufs non fécondés donnent naissance exclusivement à des mâles (DELATTRE 1973).

Le développement de l'espèce est favorisé par une humidité relative élevée.

Les piqûres des feuilles par les adultes et les larves entraînent la destruction des tissus foliaires. En début d'attaque, la face inférieure du limbe prend un aspect gras et brillant. Elle devient également vert-foncée avec les bords qui s'enroulent vers le bas. Les feuilles se déchirent par la suite progressivement en présentant le symptôme typique dit "en coup de couteau". Elles se dessèchent ainsi rapidement sous l'effet de la transpiration.

Cette altération des feuilles entraîne un mauvais développement du plant qui prend un aspect caractéristique (“filant en hauteur”). Des attaques graves provoquent souvent la stérilité du cotonnier par la chute des organes floraux.

1.2.2.3.2. *Tetranychus* sp.

Ces espèces polyphages sont très petites. Leur taille varie de 0,3 à 0,5 mm. Leur développement est souvent favorisé par un climat chaud et sec (CAUQUIL 1993).

Entre l'oeuf et l'adulte, les tétraniques passent trois stades larvaires actifs, alternant avec trois stades de repos. L'oeuf, sub-sphérique, a un diamètre d'environ 1.20 mm ; il est opalescent. Il donne naissance à une larve hexapode. Le stade suivant est déjà octopode. Le dernier stade larvaire se distingue par la taille, et la différence entre les mâles et les femelles s'établit nettement. Les premiers sont de petite taille, avec un abdomen étroit et jaunâtre, tandis que les seconds sont plus développés plus ronds et de couleur rose. C'est ensuite le troisième stade de repos, enfin l'adulte. Seules les femelles sont visibles à l'oeil nu ; elles sont rouges vermillon, avec des pattes plus claires. Elles tissent des toiles qui leur permettent de protéger les oeufs et les larves contre d'éventuels prédateurs. Une femelle non accouplée ne donne que des mâles (haploïdes). La femelle fécondée pond environ 150 oeufs en moyenne globale. La durée de développement de l'oeuf à l'adulte est de 10 jours (DELATTRE 1973).

L'espèce dominante au Sénégal sur le coton est *Tetranychus urticae*. Les feuilles attaquées prennent une couleur rougeâtre et bronzée. Lorsque l'attaque est sévère, le limbe se dessèche et la feuille tombe. Ce qui peut entraîner une forte baisse de production.

Comme méthodes de contrôle des Acariens nous retiendrons que :

- les produits chimiques assurent un bon contrôle des populations d'Acariens. Parmi les produits efficaces pour une bonne protection du cotonnier contre ces ravageurs on peut noter : chlorpyrifos-éthyl à 150-400 g m.a./ha, endosulfan à 500 g m.a./ha, isasophos 300 g m.a./ha, monocrotophos 150-250 g m.a./ha, profénofos 150-300 g m.a./ha, triazophos 125-250 g m.a./ha, pyridaben 150-300 g m.a./ha, rsoxathion g m.a./ha, Triazophos 200 g m.a./ha, profénofos g m.a./ha.

- de nombreux prédateurs opèrent sur les populations de *P. latus*, plusieurs Acariens de différentes familles étant parmi les plus actifs.

- dans la nature, les populations de tétranyques sont limitées par les facteurs climatiques (par ex. une hygrométrie élevée), par des maladies dues à des champignons parasites, et enfin par des prédateurs nombreux représentés par des Acariens (fam. des Phytoseidae et autres), des Hemerobiidae, des Coccinellidae, des Thysanoptères, des Anthocoridae, etc.

Ces méthodes de contrôle n'ont pas fait l'objet de test au Sénégal. Cependant ils se sont révélés performants dans d'autres pays.

PLANCHE VI

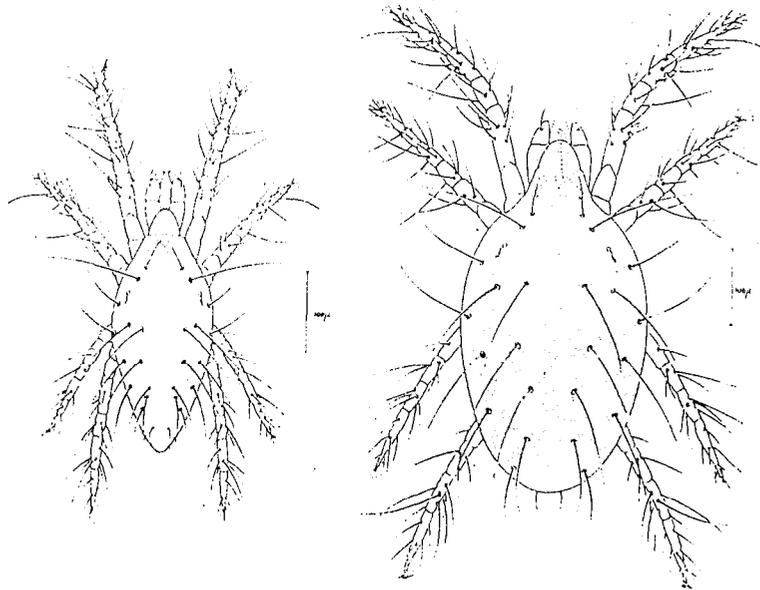


Fig. 13

Fig. 14.

Fig. 13. - *Tetranichus* mâle, face dorsale.

Fig. 14. - *Tetranichus* femelle, face dorsale.

1.2.3. Les ravageurs de la phase reproductive.

Ces ravageurs appelés insectes **Carpophages**, sont les plus dangereux à cause non seulement des dégâts qu'ils occasionnent, mais également de leurs apparitions durant la phase sensible de la culture.

1.2.3.1. *Helicoverpa armigera* Hübn.

Ce Lépidoptère est une noctuelle déprédatrice de nombreuses cultures. Ses plantes hôtes sont : les *Malvaceae* (Cotonnier, Hibiscus), les *Gramineae* (maïs, sorgho, mil) ; les légumineuses (haricot, niébé) ; les *Solanaceae* (tomate, pomme de terre, aubergine), etc.

D'après MIRAHMEDOV et al. (1985), l'infestation des champs de coton a lieu au début de la formation des branches fructifères.

En système de cultures pluviales, le cotonnier est la plante-hôte la plus attaquée. L'adventice *Cleome viscosa* (*Capparidaceae*), qui est une rudérale qui lève dès les premières pluies, héberge les premières générations de *H. armigera* avant que les cultures pluviales soient attractives (NIBOUCHE, 1995).

La femelle pond sur les feuilles et les organes génératifs des plantes. Elle peut déposer 500 à 3000 oeufs (BELOCHAPKINE et al., 1992). Le développement embryonnaire dure 2 à 72 jours et les chenilles vivent 13 à 22 jours en passant par 6 stades larvaires. La chrysalide se développe 10 à 15 jours dans le sol à des profondeurs de 10 à 15 cm (BONDARENKO et al., 1991; MIRAHMEDOV et al., 1985). Les chenilles, d'une taille de 35 à 40 mm sont de coloration très variable allant du vert-clair au noir. Les individus sombres présentent souvent une bande longitudinale dorsale foncée et une alternance de bandes latérales foncées et claires. Sur le cotonnier, les chenilles causent des dégâts sur les feuilles apicales et sur les points de croissance qu'elles rongent. Les larves du deuxième stade pénètrent dans les boutons floraux, les ovaires et les jeunes capsules, tandis que celles du dernier stade entrent dans les capsules encore vertes et aqueuses où elles se nourrissent des graines avant que ces dernières ne se durcissent (BONDARENKO et al., 1991).

Une forte attaque de *H. armigera* peut provoquer la chute des jeunes organes et des dégâts irréversibles sur les capsules âgées. Le trou foré sur la capsule peut avoir 4 mm de diamètre, mais ce dernier n'est pas encombré d'excréments comme cela s'observe chez certaines larves carpophages.

La chrysalidation peut avoir lieu dans le sol ou dans les capsules mêmes (BELOCHAPKINE et al., 1992).

.Le ravageur peut présenter du cannibalisme en cas de stress alimentaire, chez les populations larvaires en fin de développement. On peut relever 1 à 5 générations annuelles sur la culture cotonnière suivant les conditions climatiques.

Au Sénégal, *Helicoverpa* est devenu depuis 1981 le ravageur le plus important par sa distribution, ses apparitions régulières et ses niveaux élevés d'infestation. Cette situation pourrait être liée entre autres, au développement des cultures maraîchères dont il est aussi un important déprédateur (COLLINGWOOD et al., 1981). En effet, il a été émis l'hypothèse que les adultes de cette espèce migrent de la zone maraîchère vers la zone cotonnière en fonction des saisons culturales (DIONGUE, 1989). Il s'avère donc nécessaire d'en tenir compte dans les programmes de protection phytosanitaire aussi bien des cultures cotonnières que maraîchères.

Sur le plan de son évolution, cette espèce est capable de développer entre Juillet et Octobre 3 à 4 générations sur la culture du coton au Sénégal.

D'après les études effectuées par NIBOUCHE (1992) au Burkina Faso, *Helicoverpa* peut être amené à développer deux types de stratégies pour sa survie durant la période post-récolte de la plante-hôte primaire. D'une part, l'existence permanente d'une culture pouvant servir d'hôte (culture maraîchère) peut lui permettre d'avoir une activité continue sans passer par une diapause obligatoire. D'autre part, la fin de la saison des pluies entraîne la disparition plus ou moins rapide des autres cultures pluviales qui sont également des hôtes primaires. Dans cette situation, trois types de mécanismes peuvent être développés par l'insecte pour la sauvegarde de l'espèce:

a) son caractère d'extrême polyphage peut lui permettre de trouver des plantes-hôtes secondaires durant la saison sèche parmi la végétation spontanée.

b) ses aptitudes migratoires lui donnent également les possibilités d'occuper aisément en début de saison hivernale des habitats temporaires à partir des cultures maraîchères. La migration inverse est également possible en début de saison sèche.

c) l'arrêt de développement au stade nymphal sous l'effet de hautes températures supérieures à 35°C et des humidités relatives très basses peuvent obliger les chrysalides à passer la mauvaise période dans le sol jusqu'à ce que les conditions de température et d'humidité redeviennent normales sous l'effet des pluies. En effet, des chrysalides vivantes dans le sol ont pu être trouvées trois mois après la fin de l'hivernage dans des parcelles de coton.

Les possibilités de protection de la culture contre *H. armigera* sont multiples. En effet, sur le plan de la lutte biologique, de nombreux parasitoïdes et prédateurs ennemis naturels de cette espèce ont déjà fait l'objet d'identification. Les labours de fin de cycle comme méthode culturale de protection permettant d'exposer les chrysalides à la dessiccation sous l'effet des hautes températures et à l'action des oiseaux et autres prédateurs, peuvent être envisagés dans le cadre d'une lutte intégrée contre ce ravageur.

Le traitement aux bio-pesticides comme les produits à base virale ou à base de bactéries est recommandé. Les nombreux essais de protection chimique effectués montrent que peu de matières actives sont efficaces contre cette espèce, exception faite des pyréthriinoïdes qui sont actuellement utilisés (alphacyperméthrine 18-21 (15-18) g m.a./ha, bifenthrine 24-30 (24) g, cyfluthrine 15-21 (15-18) g, cyhalothrine 20-30 g, cyhalothrine 12-18 (12-15) g, cyperméthrine 36 (30-36) g et cyperméthrine H.C 24-30 (24-30) g m.a./ha).

PLANCHE VII

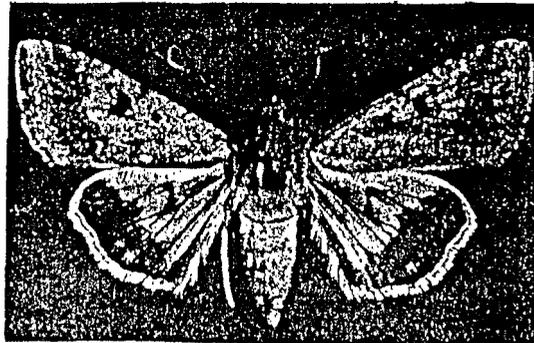


Fig. 15. - *Helicoverpa armigera*



Fig. 16. - Chenilles d'*Helicoverpa*



Fig. 17. - Bouton floral attaqué par *Helicoverpa* (les bractées s'écartent).



Fig. 18. - Capsule attaquée par chenille d'*Helicoverpa*

1.2.3.2 - *Earias* sp.

Ce ravageur est à l'instar de *Helicoverpa*, un Lépidoptère de la famille des Noctuidae. D'après les observations faites par DIONGUE (1986), deux espèces de *Earias* sont rencontrées au Sénégal (*Earias biplaga* Walk. et *Earias insulana* Boisd). Ces deux espèces sont inféodées à certaines familles de plante comme les *Malvaceae* et les *Tiliiales* qui sont des plantes sauvages ou cultivées (CAUQUIL, 1993).

Les chenilles d'une longueur de 15 à 18 mm sont caractérisées par la présence de nombreuses épines charnues, d'où son nom de chenille épineuse du cotonnier. D'après CAUQUIL (1993), ces larves sont à l'origine de deux types de dégâts. En début de saison, les larves mangent les tiges du sommet de la plante entraînant ainsi un flétrissement du rameau attaqué. Plus tard, elles s'attaquent aux organes florifères qu'elles rongent en provoquant par conséquent une diminution du potentiel de production de la plante. Avant la chrysalidation qui a lieu sur les plantes, la chenille tisse un cocon en forme de barque brunâtre qui est très dur et résistant. Le cycle de développement de cette espèce (de l'oeuf à la nymphose) peut durer de 4 à 6 semaines (FRÖHLICH et RODEWALD, 1970).

Concernant les mesures de protection contre ce ravageur, aucune autre méthode n'a été testée au Sénégal en dehors de la protection chimique dont les différentes matières actives et les doses correspondantes sont mentionnées dans le **tableau 1**.

Tableau 1: Matières actives recommandées par la recherche de 1986 à 1991.

MATIÈRES ACTIVES	DOSE (g/ha)	Fournisseur
cyperméthrine + diméthoate	30 + 300	R-P, FMC/SPIA
cyperméthrine + métamidophos	30 + 300	CALLIOPE/SPIA, SENCHIM
cyperméthrine + chlorpyrifos-éthyl	30 + 400	DOW/MATEMA, R-P
cyperméthrine + chlorpyrifos-méthyl	30 + 300	DOW/MATEMA
cyperméthrine + isoxathion	30 + 250	CALLIOPE/SPIA
cyperméthrine + monocrotophos	30 + 200	CIBA, R-P
alphacyperméthrine + diméthoate	18 + 300	FMC/SPIA
alphacyperméthrine + profénofos	15 + 250	SHELL
alphacyperméthrine + monocrotophos	15 + 200	SHELL
deltaméthrine + diméthoate	10 + 300	ROUSSEL
deltaméthrine + monocrotophos	7,5 + 200	ROUSSEL
deltaméthrine + triazophos	101 + 150	ROUSSEL
cyfluthrine + ométhoate	18 + 300	BAYER/MATEMA/POLYCHIMIE
cyfluthrine + métamidophos	18 + 300	BAYER/POLYCHIMIE
esfenvalérate + diméthoate	21 + 300	SHELL/SUMITOMO
bifenthrine	30	FMC/SPIA
bifenthrine + isoxathion	24 + 150	FMC/SPIA
lambdacyhalothrine + diméthoate	15 + 300 R - P	
lambdacyhalothrine + monocrotophos	15 + 250	R-P

PLANCHE VIII

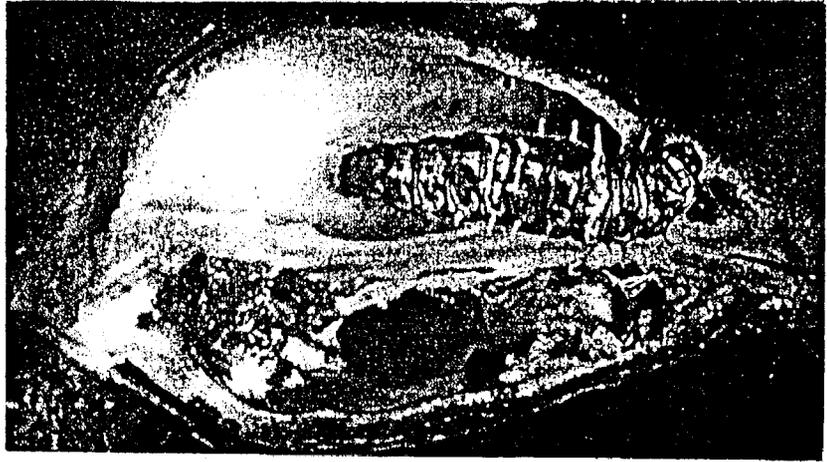


Fig. 19. - *Earias insulana*

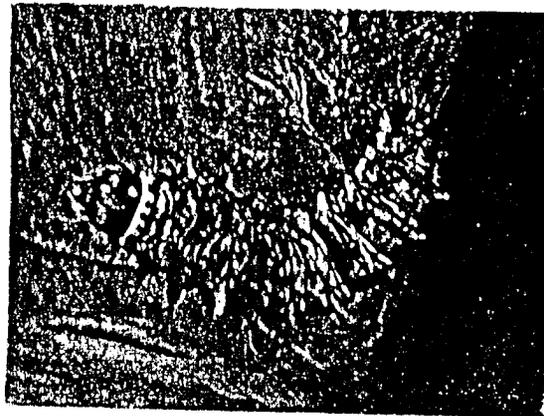


Fig. 20. - *Earias biplaga*

1.2.3.3 - *Diparopsis watersi* (Rothschild)

Cette noctuelle est une espèce africaine monophage inféodée au cotonnier. À l'éclosion, les jeunes larves sont de couleur claire, elles prennent ensuite une coloration verte et rougeâtre. Elles portent des ornements caractéristiques sous l'orme de trois traits rouges sur chaque segment. Les jeunes chenilles pénètrent dans les boutons floraux qu'elles évident, Aux stades plus avancés, elles s'attaquent aux capsules qui pourrissent souvent sous l'action de divers agents pathogènes" Les attaques sont reconnaissables par leur orifice d'entrée qui est circulaire avec 3 à 4 mm de diamètre. Ces organes ainsi endommagés se fanent et se détachent du rameau qui les porte.

La nymphose a lieu dans le sol où la chrysalide est protégée par une coque terreuse caractéristique (CAUQUIL, 1993). Dans les conditions optimales de température (30°C), le cycle de développement de l'insecte peut durer environ un mois. Un nombre de 3 à 4 générations, par an, peuvent être observées sur la culture du coton. En absence de culture durant la saison sèche, cette espèce entre en diapause sous forme de chrysalide dans le sol (SCHMUTTERER, 1969).

Avant 1981, *D. watersi* était le ravageur le plus important de la culture cotonnière au Sénégal, causant particulièrement dans les années 1978 et 1979 des dégâts considérables dans les régions de Tambacounda et de Kolda (BOURNIER, 1979; DIONGUE, 1986). Depuis lors, ses populations sont restées généralement faibles et très localisées suite à la généralisation, depuis 1981, de l'utilisation de pyréthri-noïdes auxquels cette espèce est particulièrement sensible (DELATTRE, 1983). Cependant, depuis 1993 on assiste à une recrudescence de l'espèce dans toute la zone cotonnière.

Comme mesures de protection contre *D. watersi*, l'arrachage et la destruction des plantes après la récolte sont recommandés car le cotonnier est la seule culture à laquelle ce ravageur est inféodé (insecte monophage). Le travail du sol peut permettre également d'éliminer une bonne partie des chrysalides. Cependant, seule la protection chimique est jusqu'à maintenant pratiquée avec des produits mentionnés dans le tableau 1 ci-dessus.

PLANCHE IX



Fig. 21. - Papillon de
Diparopsis



Fig. 22. - Chenille de *Diparopsis*



Fig. 23. - Prépupe, puces
et coque terreuse



Fig. 24. - Chenilles de *Diparopsis* et
ses dégâts sur capsules vertes

1.2.3.4 ▪ *Dydercus* sp.

Cet hétéroptère de la famille des Pyrrhocoridae communément appelé "Punaise rouge du cotonnier" est très fréquente en Afrique. Les espèces de cette famille sont nombreuses, mais *D. vólkeri* est la plus rencontrée sur le cotonnier. Cette espèce attaque également d'autres familles de plante que les Malvaceae, notamment les céréales comme le mil et le sorgho (PIERRARD, 1983). Le cycle de développement de cette espèce de ravageur dure 4 à 5 semaines selon les conditions de température (SCHMUTTERER, 1969).

Les dégâts sont occasionnés aussi bien par les adultes que par les larves. Les premières infestations de la culture du coton se font toujours par les adultes provenant des champs de maïs après la récolte ou des *Malvaceae* en fin de cycle. Cette migration a toujours lieu entre le 20ème et le 30ème jour après le début de la floraison du cotonnier (PIERRARD, 1983). Les insectes se multiplient ensuite sur la plante en se nourrissant des graines en formation. La prise de nourriture a toujours lieu en fin d'après-midi, la nuit ou tôt le matin quand les températures deviennent relativement basses (SCHMUTTERER, 1969). D'après ce même auteur, les piqûres constituent une voie d'accès pour de nombreux agents pathogènes dont le plus fréquent est *Nematospora gossypii*. Les spores de ce champignon sont disséminés d'une plante à l'autre par le stylet de la punaise lors de la prise de nourriture. Par ailleurs, les piqûres intenses sur les jeunes capsules entraînent souvent leur abscission. Le mode de prise de nourriture des jeunes larves provoque également la souillure des fibres, la perte du pouvoir germinatif des graines ainsi que la réduction de leur teneur en huile.

Le traitement chimique avec un organophosphoré et la récolte précoce peuvent constituer les principales méthodes de lutte.

PLANCHE X



Fig. 26. - *Dysdercus vólkeri*, adulte.



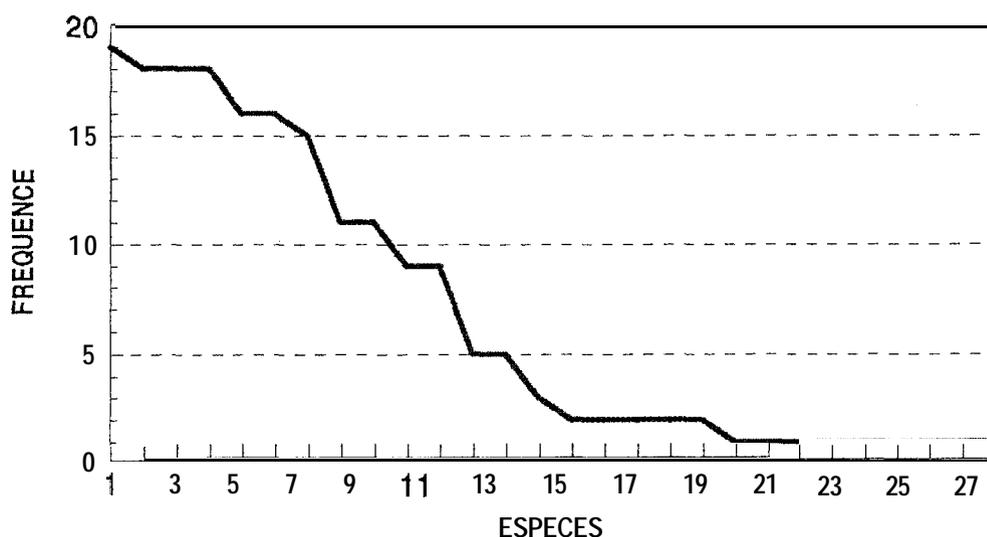
Fig. 27. - *Dysdercus vólkeri*,
larve au stade V.

1.3. CONCLUSION

La revue de la situation parasitaire du coton montre que cette spéculation fait tellement l'objet d'attaques par différents insectes nuisibles qu'il est pratiquement inimaginable de mener sa culture dans les conditions agro-climatiques du Sénégal sans des mesures de protection adéquates. Cependant, sur la base des observations faites sur 19 années relatives aux fréquences et périodes d'apparition des différentes espèces d'insectes nuisibles rencontrées sur la culture du coton (**Fig. 1**), on peut dire **que** les insectes **carpophages** sont les principaux ravageurs dans les différentes zones de production cotonnière et méritent par conséquent une attention toute particulière dans les programmes de recherches sur la protection du coton.

Figure 28: Fréquence d'apparition des insectes ravageurs entre 1968 et

1994 dans la zone cotonnière.



NB: Les chiffres 1 à 28 représentent respectivement les espèces suivantes:

Helicoverpa; Earias; Diparopsis; Anomis; Syllepte; Bemisia; Spodoptera; Dyscfercus; Cryptophlebia; A . gossypii; Lygus; Empoasca; Xanthodes; Amsacta; Polyphagofarsonemus; Oxycarenus; Campyiomma; Megacoelum; Nezara; Anoplocnemis; Creunthiades; Piezodorus; Thrips tabaci; S. gossypii; Podagrica; Syagrus; Pachnoda et Platyedra.

L'inventaire des principaux insectes utiles effectué au Sénégal et ailleurs en Afrique, montre les potentialités importantes que recèle une protection biologique du cotonnier contre les principaux insectes ravageurs. Cependant, compte tenu des objectifs de production qui étaient fixés à la SODEFITEX, en adéquation avec le plan national de développement économique, les recherches entomologiques étaient plus centrées sur la lutte chimique que sur d'autres axes à cause de son haut degré d'efficacité dans l'élimination rapide et massive des populations de ravageurs. En effet, pour obtenir une production élevée et continue de coton de qualité supérieure recherché dans le marché mondial, une protection chimique s'avère nécessaire. Cependant, la protection phytosanitaire a été longtemps difficile à vulgariser au Sénégal, compte tenu des efforts physiques nécessaires et des risques sur la santé des utilisateurs. Actuellement, grâce aux nouvelles matières actives développées et aux matériels d'épandage relativement légers disponibles, les programmes conseillés sont devenus beaucoup plus simples avec des traitements moins contraignants. L'adoption progressive de ces nouvelles technologies a contribué de manière significative à l'amélioration des rendements observés au cours de ces dernières années.

Par ailleurs, des efforts considérables ont été réalisés dans la mise au point de méthodes d'évaluation des pertes de rendement dues à la non protection chimique permettant ainsi de mesurer de manière plus précise l'impact économique de la protection phytosanitaire. En effet, les résultats de la recherche d'optimisation de l'utilisation des pesticides montrent que l'efficacité d'une protection phytosanitaire peut se mesurer sur la base d'un programme à trois niveaux de traitement (protection minimale, protection standard et protection poussée). Cette méthode permet de comparer facilement les rendements en coton-graine obtenus dans les parcelles non protégées et ceux réalisés dans les parcelles à protection renforcée.

D'après les résultats de nombreuses recherches qui ont été effectuées dans ce domaine, il s'avère nécessaire de réaliser une comparaison des rendements obtenus dans une parcelle non traitée avec ceux enregistrés dans un programme plafond de traitement.

Les résultats ainsi obtenus montrent que les pertes de rendement en coton-graine dues à l'absence de protection chimique varient non seulement d'une zone écologique à l'autre, mais également en fonction des années (Tab. 2). Cette évolution est liée certainement aux changements de la pression parasitaire en fonction des conditions agro-climatiques très variables.

Tableau 2: Evolution des pertes de rendement dues à l'absence de protection chimique par rapport à la protection poussée (%).

SITE	ANNEE					
	1985	1986	1987	1988	1989	1991
S. Malème	38,1	41,0	34,1	55,0	54,6	78,2
Vélingara	9,7	6,1	68,8	23,0	32,5	47,8

Les formules utilisées pour les calculs sont :

$$p = (Rdt PP - Rdt NT) \times 100 / Rdt PP$$

$$EF = Rdt ST \times 100 / Rdt PP$$

Rdt NT = rendement sur les parcelles non traitées.

Rdt ST = rendement sur les parcelles à traitement standard.

Rdt PP = rendement sur les parcelles à protection poussée.

p = Perte de rendement en pourcentage.

EF = Efficacité en pourcentage du programme standard.

CHAPITRE II : EXPERIMENTATION

La protection chimique a longtemps été difficile à vulgariser en général dans les pays en voie de développement et particulièrement au Sénégal, compte tenu de la faible capacité financière des producteurs, de leur faible niveau d'instruction et des contraintes techniques liées à l'application chimique. De nos jours, les programmes de protection sont devenus plus simples et beaucoup moins contraignants, grâce aux nouvelles matières actives disponibles et aux appareils de traitement plus adaptés.

C'est toujours dans la perspective d'améliorer les méthodes de protection phytosanitaire du coton au Sénégal que le **service d'Entomologie** du Programme "Diversification des cultures pour la Haute Casamance et le Sénégal Oriental" de l'ISRA a eu à conduire durant la campagne 1994/95 des essais de protection chimique et des études de dynamique de populations des principaux insectes ravageurs dans différents sites de la zone cotonnière et dont les résultats font également l'objet de ce rapport.

La station de Sinthiou Malème, le PAPEM de Vélingara et le point d'essais de Kolda ont été les sites d'implantation des expérimentations.

Tableau 3. Caractérisation des sites d'expérimentation de l'ISRA au Sénégal Oriental et en Haute Casamance (source, ISRA)

	Kolda	Sinthiou Ma	Vélingara
Localisation	Enceinte CRZ	30 Km Nord-Ouest Tamba	Vélingara
Superficie (ha)	5	64	19
Pluviométrie, moyenne (mm)	896.1	670.7	806.7
Sols : Granulométrie			
Argile	10.2	8.2	10.1
Limon	5.1	4.2	4.9
Sable grossier	9.7	21.5	13.3
Sable fin	35.0	33.2	34.6
Sable très fin	40.0	32.8	36.9
Physico-chimique			
Carbone total (%)	3.2	2.6	4.4
Azote total (%)	0.31	0.33	0.39
Rapport C/N	10	9	11
PH eau (112.5)	5.59	6.97	5.41
P2O5 total (%)	0.165	0.176	0.220
P2O5 assi (Olsen ppm)	14.49	13.80	8.74
Complexe absorbant			
Ca	0.95	0.59	0.57
Mg	0.43	0.18	0.27
K2O	0.025	0.0223	0.019
Na	0.032	0.086	0.030
Somme	1.437	0.878	0.889
CEC	1.74	1.60	1.65
v (%)	81	54	55

2.1. ESSAIS DE TRAITEMENT FOLIAIRE

2. 1. 1. Essai trois niveaux de protection

Les objectifs de cet essai étaient d'une part, d'apprécier l'efficacité du programme de protection actuellement vulgarisé par rapport au programme plafond qui consiste à faire des traitements rapprochés et d'autre part, d'étudier la nécessité d'une protection chimique du coton sur la base de l'évaluation aussi bien de l'incidence des ravageurs que de la dynamique de leurs populations larvaires.

2. 1. 1. 1. Matériel et méthodes

L'essai était implanté dans les sites de Sinthiou Malème et de Vélingara. Les dispositifs utilisés étaient le dispositif en parallèle à Sinthiou Malème et le dispositif en escalier à Vélingara (voir ci-dessous). Chaque parcelle élémentaire comportait 20 lignes de 25 m avec des écartements de 80 cm x 30 cm. Pour les parcelles à traitement standard (**ST**) et celles à protection poussée (**PP**), seules les 18 lignes centrales ont été traitées,

Dispositif en double escalier

NT1	ST1	PP1	PP2	ST2	NT2
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Dispositif parallèle

NT1	ST?	PPI
NT2	ST2	PP2

NT: Parcelle non traitée.

ST: Parcelle traitée tous les 14 jours, à partir du 45ème jour après la levée (Protection Standard - vulgarisée).

PP : Parcelle traitée tous les 7 jours, à partir du 38ème jour après la levée (Protection Poussée).

Le produit utilisé était le **CYPERCAL** MM 336 EC (Cyperméthrine 36 + Métamidophos 300) à raison de 1 litre à l'hectare. Le traitement a été effectué en TBV avec l'appareil ULVA+ qui est muni d'une buse noire. Le nombre de traitements effectués était de 5 sur les parcelles **ST** et de 10 sur les parcelles **PP**. La première application insecticide sur les parcelles à protection poussée a eu lieu le 23/08 à Sinthiou Malème et le 26/08/1994 à Vélingara. Sur les parcelles au traitement standard la première application a eu lieu une semaine après.

La même variété a été utilisée dans tous les deux sites. Il s'agissait de la **STAM42** qui est une variété précoce. Le semis a eu lieu le 1er Juillet aussi bien à Sinthiou Malème qu'à Vélingara. Les essais dans les deux sites avaient fait l'objet de trois (3) sarclages dont le premier du 16 au 20/07/1994, le second du 1er au 5/08 et le dernier du 28 au 30/08. Les parcelles avaient également subi un buttage, aussitôt après le dernier sarclage. L'**épandage** de 250 kg/ha de NPK (14-23-14) a eu lieu après le premier sarclage et celui de l'urée (50 kg/ha) parés le deuxième sarclage. **La récolte** a été faite sur les lignes centrales de chaque parcelle élémentaire (10 lignes à Sinthiou Malème et 18 à Vélingara).

2.1 .1.2 - Observations et critères d'évaluation

Afin d'apprécier la présence et l'impact de différents insectes ravageurs, des observations ont été effectuées à partir de la floraison. Les principales observations et analyses suivantes ont été réalisées sur la culture :

a) - Floraison : Le nombre total de fleurs produites par la plante a fait l'objet de comptage au fur et à mesure des apparitions. L'objectif de cette opération était d'évaluer l'influence du traitement chimique sur la formation des fleurs. Le comptage se faisait trois fois par semaine (lundi, mercredi et vendredi) uniquement sur deux lignes centrales (L9 et LII) de chaque parcelle élémentaire. Le cumul des fleurs produites (FLOR), durant cette période d'observation, a été pris comme critère d'appréciation,

b) - Abscission des organes florifères (SHEDDING)

Le nombre d'organes florifères (boutons floraux et capsules) tombés, suite à l'attaque de différents insectes ravageurs, est déterminé trois fois par semaine sur les interlignes I (3-4) et I (17-18) de chaque parcelle élémentaire. Cette opération a été réalisée en même temps que le comptage des fleurs. Les analyses détaillées de ces organes étaient faites sur la base des critères suivants :

- BF_{tot.}: Nombre total cumulé de boutons floraux ramassés.
- BF_{tr.}: Nombre total cumulé de boutons floraux troués.
- CAP_{tot.}: Nombre total cumulé de capsules ramassées.
- CAP_{tr.}: Nombre total cumulé de capsules trouées.
- HELABS : Nombre total cumulé de chenilles de *H. armigera*.
- DIPABS. : Nombre total cumulé de chenilles de *D. watersi*.
- EARABS. : Nombre total cumulé de chenilles de *Earias* sp
- SPOABS. : Nombre total cumulé de larves de *S. littoralis*.

c) - Analyse sanitaire des organes verts (ASOV)

Cette analyse consiste à faire une évaluation de l'état d'infestation de tous les organes aériens (feuilles, fleurs, boutons floraux et capsules) de la plante par les différents insectes ravageurs présentes dans les parcelles. Cette opération est réalisée une fois par semaine, avant chaque traitement, sur 10 plants des lignes centrales L5 et L16 de chaque parcelle. Les observations au niveau de chacune de ces lignes sont effectuées sur 5 pieds choisis au hasard. Dans la mesure du possible, certaines espèces d'insectes nuisibles rencontrées sur ces pieds avaient fait l'objet de dénombrement. Pour ce qui concerne l'infestation due au *Syllepte*, seul le nombre de plantes attaquées a été déterminé. La présence des populations, aussi bien de pucerons (*Aphis gossypii*) que de mouches blanches (*Bemisia tabaci*), a été notée par comptage du nombre de feuilles terminales hébergeant au moins un insecte. Pour les pucerons, il fallait qu'au moins un insecte soit présent sur une feuille terminale parmi

les 5 choisies par plante, tandis que pour *Bemisia*, chaque feuille prise au hasard devait héberger au moins une forme fixée de l'insecte. Ainsi, le nombre de plantes attaquées par *S. derogata* (PLSYL), de feuilles attaquées par *A. gossypii* (FEAPH) et par *B. fabaci* (FEBEM) a été déterminé. Toutes les capsules trouvées sur les plantes choisies avaient fait l'objet d'une analyse détaillée sur la base des critères suivants :

- CVtot. : nombre total cumulé de capsules vertes formées.
- CVs. : nombre total cumulé de capsules saines.
- CVtr. : nombre total cumulé de capsules trouées.
- HELICO : nombre total cumulé de chenilles de *H. armigera* observées.
- DIPARO : nombre total cumulé de chenilles de *D. watersi* observées.
- EARIAS : nombre total cumulé de chenilles de *Earias sp* observées.
- SPODOP: nombre total cumulé de chenilles de *S. littoralis* observées.
- ANOMIS : nombre total cumulé de chenilles de *A. flava* observées.
- CHEtot : nombre total de chenilles observées
- DYSDER : nombre total cumulé de *Dysdercus* observées.
- %PLSYL : pourcentage de plants attaqués par *S. derogata*.
- %FEAPH : pourcentage de feuilles hébergeant *A. gossypii*.
- %FEBEM : pourcentage de feuilles hébergeant *B. fabaci*.

d) - Analyse sanitaire des capsules mûres (ASCM)

Cette analyse a lieu sur la plante après l'éclatement des capsules mûres sur 2 lignes centrales (L9 et L11) de chaque parcelle élémentaire pour déterminer :

- CMtot : nombre total de capsules mûres.
- CMS : nombre total de capsules saines.
- CMtr : nombre total de capsules mûres trouées.
- CMPo : nombre total de capsules pourries.
- CMMo : nombre total de capsules momifiées.

2.1 .1 .3 ▪ Résultats et discussions

2.1.1.3.1. Situation parasitaire

La situation parasitaire dans les différents sites d'expérimentation a été obtenue grâce aux observations effectuées en plein champ.

Les résultats montrent que le parasitisme a été, d'une manière générale, très faible durant cette campagne agricole sur l'ensemble des points d'essais. Ces observations ont permis de montrer l'apparition de plusieurs espèces de ravageurs appartenant aux trois groupes principaux suivants:

2.1.1.3.1.1. Les insectes phyllophages

• ***Syllepte (Sylepta) derogafa F.*** a été l'espèce phyllophage la plus représentée, même si son impact sur le coton était relativement sans importance. Son apparition a eu lieu vers la mi-Août avant les premiers traitements phytosanitaires. Elle a été observée durant tout le reste de la campagne sur l'ensemble des sites.

« ***Anomis (Cosmophylla) flava L.*** était présente dans tous les sites, mais à des niveaux d'infestation relativement assez faibles selon les zones écologiques. Ainsi, elle n'avait développé à Sinthiou Malème qu'une très faible génération qui s'étalait du 29 Août au 5 Septembre, tandis qu'à Vélingara deux générations plus ou moins importantes ont été observées. La première est apparue du 1er au 22 Septembre et la deuxième, qui était la plus importante, a été enregistrée du 14 Octobre au 3 Novembre.

« ***Spodoptera littoralis Boisd*** a été observé aussi bien à la station de Sinthiou Malème qu'à celle de Vélingara, mais avec des périodes de fluctuations différentes. Dans tous ces deux sites, une seule génération a été observée. Tandis que son apparition a eu lieu à Sinthiou Malème de mi-Septembre à mi-October, la présence de ses larves a été constatée à Vélingara de fin Septembre à fin Octobre.

Il faut signaler qu'en dehors de ces trois espèces de lépidoptères phyllophages, il y a eu également l'apparition d'Altises (*Podagrica* sp.: *Alticinae*) sur la variété "glandless". Ces espèces d'insectes phyllophages de la sous-famille des *Chrysomelidae* s'attaquent spécialement aux variétés dépourvues de glandes à gossypol.

2.1.1.3.1.2. Les insectes piqueurs et suceurs

« *Aphis gossypii* **Glov.**, puceron du cotonnier a été l'espèce dominante parmi les insectes piqueurs et suceurs. Sa population était très importante au début de Septembre, mais a connu une régression considérable à cause des fortes précipitations de Septembre et Octobre et des traitements insecticides.

« *Bemisia tabaci* **Gen.** (mouche blanche) n'a été observé qu'à Vélingara en Septembre avec des infestations relativement importantes.

« *Dysdercus völkeri* **Fab.** qui est une punaise polyphage, n'a fait son apparition sur le coton qu'après la récolte du maïs qui est probablement son hôte primaire. En effet, l'infestation des champs de coton par les adultes de cette espèce se fait généralement aux environs d'un mois après la floraison, du fait de la récolte du maïs (PIERRARD, 1983).

2.1.1.3.1.3. Les insectes carpophages

« *Helicoverpa armigera* **Hübner** est généralement toujours présent et très abondant dans la zone cotonnière, mais ses attaques ont été, indépendamment des zones écologiques, moins importantes cette année.

« *Earias* **sp** a été observé aussi bien à Sinthiou Malème qu'à Vélingara. Cependant, le niveau des attaques variait d'un site à l'autre. En effet, la population larvaire était plus importante à Vélingara avec une période s'étalant de fin Août à début Novembre. Dans toutes les zones écologiques, cette espèce était plus abondante cette année que *H. armigera*.

« *Diparopsis watersi* **Roth** n'a été observé qu'à Vélingara, mais avec des populations très faibles.

2.1.1.3.2. **Impact du traitement sur la floraison et le shedding**

Pour avoir une idée de l'impact du traitement chimique sur la formation potentielle des fleurs et sur l'abscission des organes florifères due particulièrement à l'action des insectes carpophages, 26 observations ont été

effectuées à la station de Sinthiou Malème du 5 Septembre au 2 Novembre 1994 et 32 sur les essais menés à Vélingara durant la période du 29 Août au 9 Novembre.

Comme le montre **le tableau 4**, le traitement chimique a eu un effet positif non seulement sur la formation des organes florifères mais également sur la protection de ces derniers contre les insectes ravageurs carpophages.

Tableau 4: Nombre d'organes florifères tombés sous l'action des carpophages.

CRITERE	SINTHIOU MALEME			VELINGARA		
	NT	ST	PP	NT	ST	PP
FLOR	266200a	355200b	421100 c	252100a	272200ab	305300bc
BFtot	40600 a	27400 b	23700 b	63000 a	46600 b	37200 c
BFtr	23200 a	10100 b	8500 c	39500 a	17600 b	10400 b
CAPtot	107200a	99400b	84200 c	225000 a	278900 a	303900 b
CAPtr	25900 a	13100 b	10500 b	89600 a	39400 b	33600 b
%ABStr	33,2 a	18,3 b	17,6 b	44,8 a	17,6 b	12,9 b
HELABS	1900 a	600 b	700 b	4600 a	2400 b	600 c
EARABS	1000 a	200 b	100 b	4100 a	900 b	100 c
DRPABS	0 a	0 a	0 a	1000 b	600 c	400c
SPOABS	2200 a	1800 a	600 b	3400 a	500 b	200 b

(P<5%).

L'analyse des données montre une différence significative entre le traité et le

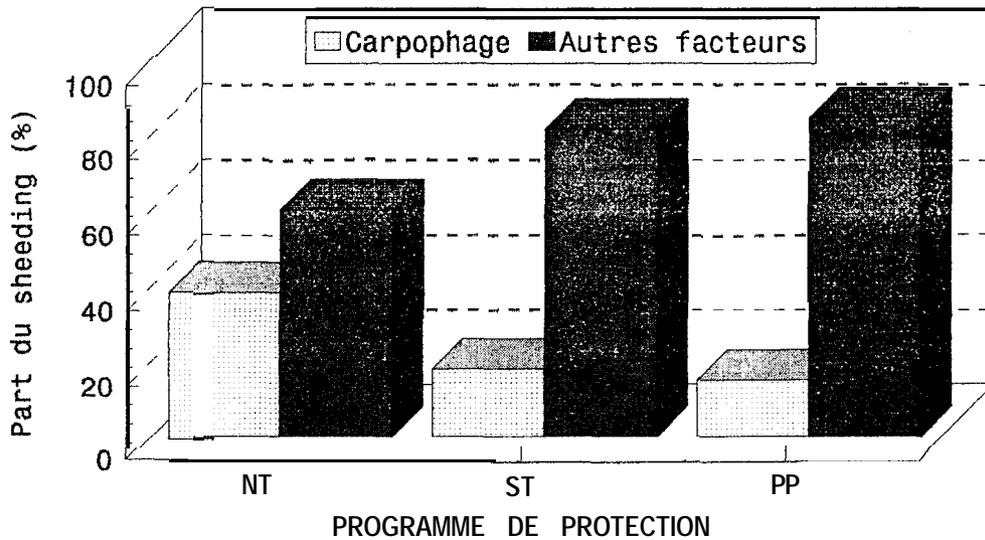
celle du traitement standard (ST). Cependant, la différence entre ces 2 modes de traitement variait d'un site à l'autre. En effet, la formation des fleurs (FLOR) était à Sinthiou Malème de 15,6 % dans la protection ST inférieure à celle de la protection poussée, tandis que cette différence était de 10,8 % à Vélingara toujours en faveur de PP.

Ceci peut être certainement lié au fait que la pression parasitaire était à Vélingara plus forte qu'à Sinthiou Malème. En effet, l'observation du nombre de boutons floraux tombés dans les parcelles non traitées montre une différence de 22400 boutons floraux, soit 35,6%. D'autre part, l'analyse sanitaire des organes florifères tombés du point de vue de la présence ou non de larves d'un carpophage, révèle une différence entre les deux sites en faveur de Vélingara de 57,7% de chenilles de *Helicoverpa*, 75,6% de *Earias*, de 100% de *Diparopsis* et de 35,3% de *Spodoptera*.

En examinant également la formation potentielle des fleurs dans les parcelles témoins, on constate que leur nombre total était de 266200 fleurs/ha à Sinthiou Malème et de 252100 fleurs/ha à Vélingara, soit une différence de 5,3%. Cette différence relativement faible entre les deux sites est liée probablement à l'influence des autres insectes ravageurs non carpophages, en particulier les insectes piqueur-suceurs phyllophages. Les différences de conditions agro-climatiques ont également pu être déterminantes.

Concernant la diversité des ravageurs dans les deux sites, les résultats montrent que *Spodoptera* et *Helicoverpa* étaient les espèces dominantes à Sinthiou Malème, tandis que *Helicoverpa* et *Earias* étaient beaucoup plus représentés à Vélingara parmi les principales espèces carpophages. D'autre part, l'observation de l'ensemble des organes florifères tombés dans toutes les parcelles montre, aussi bien à Sinthiou Malème qu'à Vélingara, que la part du « Shedding » lié à l'action des insectes carpophages était relativement faible. En effet, comme le montre la **figure 2**, cette part représentait en moyenne dans les deux sites 39% dans les parcelles NT, 18% dans les parcelles ST et 15% dans les parcelles à protection poussée (PP).

Figure 2 : Pourcentage du « shedding » dû aux insectes carpophages (moyenne des deux sites).



De l'analyse de la figure susmentionnée, il ressort que le traitement chimique réduit substantiellement l'abscission des organes florifères due aux insectes carpophages. Ces résultats montrent que l'action des autres facteurs exogènes et endogènes a été beaucoup plus importante sur le « shedding » que celle des insectes carpophages.

Concernant la sensibilité des différentes phases du stade de reproduction de la plante, l'analyse des résultats montre que c'est durant la période de formation des capsules (phase de fructification) que la plante est plus sensible au « shedding ». En effet, le nombre de capsules tombées à Sinthiou Materne était de 107200 dans les parcelles NT, tandis que celui des boutons floraux tombés était de 40600, soit une différence de 57%. Dans les conditions d'une plus forte pression parasitaire (Vélingara), cette différence était d'environ 63%. Cependant, l'analyse des organes florifères montre que les boutons floraux étaient beaucoup plus attaqués que les capsules par les insectes carpophages: le pourcentage de boutons floraux troués a représenté en moyenne 60% pour les deux sites contre 32% en moyenne pour les capsules.

2.1.1.3.3. Effet du traitement sur le contrôle des ravageurs

Dans l'objectif d'étudier également l'influence des autres espèces de ravageurs non carpophages sur la production, une analyse sanitaire des organes verts [feuilles, fleurs, boutons floraux et capsules) a été effectuée. Ces résultats ont été (obtenus sur la base de 10 observations effectuées du 5 Septembre au 2 Novembre à Sinthiou Malème et du 29 Août au 9 Novembre à Vélingara. Il s'agissait dans ces observations d'évaluer le pourcentage de capsules vertes trouées par les différents insectes carpophages, le pourcentage de plantes et de feuilles attaquées par les différentes espèces d'insectes phyllophages (*Syllepte*, *Aphis*, *Bemisia*) et de déterminer le nombre de chenilles des différentes espèces carpophages trouvées dans ces capsules vertes. Les résultats montrent d'une manière générale, que le pourcentage des capsules vertes trouées était relativement faible dans les deux sites. Il était en effet dans les parcelles NT de 5% à Sinthiou Malème et 23% à Vélingara. L'observation du tableau 6 montre par ailleurs, que le nombre total de capsules vertes était dans les parcelles non traitées à Sinthiou Malème significativement inférieur à celui de Vélingara. Celui-ci était respectivement de 30100 et 73900 capsules, soit une différence de 59,3% qui serait certainement liée aux conditions agro-climatiques qui seraient plus favorables à Vélingara pour le développement du cotonnier, malgré la forte pression parasitaire constatée dans cette zone, En effet, comme le montre l'observation des données pluviométriques (**Tab. 5**), les précipitations étaient relativement plus importantes à Vélingara (991 mm) qu'à Sinthiou Malème (933 mm).

Tableau 5: Cumul pluviométrique en mm durant la campagne 1994195.

SITE	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	TOTAL	Répartition
Sinthiou	20	76	130	241	378	88	933	54 jours
Velingara	20	49	142	431	296	83	991	59 -
Kolda	3	80	292	452	254	115	1230	59 -

L'analyse des capsules trouées par ces différentes chenilles montre que *Helicoverpa* était dominant à Sinthiou Malème, tandis qu'à Vélingara *Earias* était l'espèce la plus représentée. *Diparopsis* était présente à Sinthiou Malème. Par contre, aucune larve dudit ravageur n'avait pu être observée à Vélingara.

Concernant l'incidence des insectes phyllophages, les résultats montrent un faible pourcentage d'attaques des plantes et des feuilles, variant entre 5 et 36 % dans les parcelles non traitées. D'une manière générale, l'influence de ces ravageurs était plus importante à Vélingara qu'à Sinthiou Malème. Ce qui confirme le fait que la pression parasitaire était en général plus importante dans cette zone.

A côté de l'analyse de l'impact du traitement chimique sur les organes verts, nous nous sommes intéressés également à l'avenir des capsules vertes trouées qui sont sur les cotonniers. Pour cela, le pourcentage de capsules mûres saines et capsules mûres trouées ainsi que celui des capsules pourries a été déterminé lors de la récolte. Comme le montre le tableau 6, la part des capsules pourries était d'une manière générale très faible aussi bien dans les parcelles traitées (0 - 0,7%) que dans celles non protégées (6 - 7%). Les mêmes tendances relatives aux dégâts causés sur ces organes florifères ont été constatées sur les capsules mûres. En effet, le nombre de capsules mûres trouées représentait, dans les parcelles témoins, environ 10% des capsules récoltées à Sinthiou Malème contre 24% à Vélingara, soit une différence de presque 58%. Les résultats montrent également que le nombre total de capsules mûres récoltées était à Sinthiou Malème, dans le cas d'une absence de protection, de 49,1% supérieur qu'à Vélingara. Cette différence s'élevait à 28,7% dans les parcelles à traitement poussée (PP), toujours en faveur de Sinthiou Malème. Ce qui semble être en adéquation avec la forte pression parasitaire aussi bien des carpophages que des phyllophages constatée dans le site de Vélingara.

Tableau 6: Analyse sanitaire des organes verts et capsules mûres.

CRITERE	SINTHIOU			MALEME			VELINGARA		
	NT	ST	PP	NT	ST	PP	NT	ST	PP
CVtot	30100	74700	80000	73900	77500	110800			
%CVs	95,3	98,2	97,3	76,7	93,5	96,8			
%CVtr	417	1,8	2,6	23,3	6,5	3,2			
HELICO	700	500	500	1700	700	300			
EARIAS	400	300	0	2900	300	0			
DIPARO	0	0	0	300	200	0			
SPODO	500	300	200	0	0	0			
ANOMIS	200	500	0	1000	500	200			
CHEtot	1800	1600	700	5900	1700	500			
%PLSYL	4,8	4	2	36	2	0			
%FEAPH	7,4	4,4	5,4	26,4	7,6	6,4			
%FEBEM	0	0	0	23,6	9	3,4			
DYSDER	300	200	0	0	0	0			
CMtot	190600	262500	314800	97000	220400	224600			
%CMs	89,6	99,4	99,8	76,3	94	97,3			
%CMtr	10,4	0,6	0,2	23,7	5,9	2,7			
%Cpourries	7,2	0	0,1	613	0,7	0,5			

2.1 .1.3.4. Impact du traitement sur le rendement

L'évaluation de l'impact du traitement chimique, confirme l'idée selon laquelle la réduction de la production de capsules mûres a une incidence négative sur le rendement en coton-graine (**Tab. 7**).

Tableau 7: Rendement en coton-graine sur les parcelles trois niveaux de protection chimique (kg/ha).

SITE	programme de protection chimique					
	NT		ST		PP	
	Rdt réel	Rdt potent.	Rdt réel	Rdt potent.	Rdt réel	Rdt potent.
S. Malème	10025	1813,2	1870,3	2829,3	1893,8	2786,3
Vélingara	679,7	1168,7	938,4	1 3 7 5 1	1357,6	1509,4

NB: potent. = potentiel

Il faut préciser que les rendements potentiels ont été calculés sur la base des rendements réels, du nombre de plants à l'hectare (52000 plants) et de la superficie parcellaire qui était de 400 m².

Les résultats montrent tout d'abord que les rendements étaient plus importants à Sinthiou Malème qu'à Vélingara indépendamment du programme de traitement. En effet, la différence de rendement réel entre les 2 sites était de 322,8 kg/ha dans les parcelles non protégées, soit 32,2%. Cette différence était encore beaucoup plus importante, si on considère le rendement potentiel. Elle s'élevait à 644,5 kg/ha, soit 35,5% de différence.

Concernant les pertes de rendement, les résultats montrent des baisses de production de 50% à Vélingara contre 47% à Sinthiou Malème par rapport au programme de protection poussée (PP). En comparant ces deux niveaux de protection chimique (ST et PP), on constate que l'efficacité du programme standard par rapport au programme "plafond" était à Sinthiou Malème de 98,7% contre 69% à Vélingara.

Les résultats montrent également que l'efficacité du programme de protection chimique vulgarisé (ST) varie d'un site à l'autre et d'une année à l'autre suivant les conditions d'infestation de la culture. En effet, la moyenne des 2 sites était de 83,9% en 1994 contre 72,3% en 1991. Cette différence d'efficacité constatée entre les 2 années est due probablement au fait que les pertes étaient plus importantes en 1991 (63,4%) qu'en 1994 (48,5%) dues à la pression parasitaire en 1991 (DIONGUE, 1991).

2.1 .1.3.5. Evaluation économique du programme de protection

Dans l'évaluation économique du programme standard de traitement chimique (ST), les paramètres suivants ont été pris en compte : les recettes obtenues après vente, le gain par rapport au coût de traitement ainsi que la rentabilité du traitement. Les recettes ont été calculées sur la base du prix de vente de 125 FCFA le kilogramme de coton-graine. Il faut préciser également que cette évaluation a été faite en tenant seulement compte des coûts afférents au traitement chimique, tous les autres coûts de production supposés étant par ailleurs égaux à eux-mêmes. Les résultats montrent tout d'abord qu'indépendamment du site, le programme de traitement standard vulgarisé était partout presque deux fois plus rentable économiquement que la protection poussée (PP), malgré les meilleures recettes obtenues chez ce dernier programme (**Tab. 8**).

En effet, la rentabilité économique du traitement variait à Sinthiou Malème, par exemple, entre 15,5 (rentabilité réelle) et 23,9 (rentabilité potentielle) pour chaque franc investi. Cependant, la supériorité de ce programme standard n'est pas la même d'un site à l'autre. Il dépend étroitement de l'importance de la pression parasitaire dans la zone écologique. L'efficacité du traitement standard diminue sensiblement dans le cas d'une forte infestation, comme ce fût le cas cette année à Vélingara. Sur la base de ces résultats, il y a lieu de recommander un réajustement du programme standard en fonction des conditions de parasitisme dans la zone considérée. D'où l'importance que

revêt la connaissance du **seuil économique de nuisibilité** des principaux insectes ravageurs.

Tableau 8: Evaluation économique de la protection chimique.

SITE	Prog.	COUT	RECETTE		GAIN		RENTAB.	
			réelles	potent.	réelles	potent.	réelles	potent.
STM	NT	0	125313	226650	125313	22650		
	ST	14210,4	233788	353663	219578	339452	15,5:1	23,9:1
	PP	28421,1	236725	348288	208304	319866	7,3:1	11,3:1
VLG	NT	0	84963	146088	84963	146088		
	ST	14210,4	117300	171888	103090	157677	7,3:1	11,1:1
	PP	28421,1	169700	188675	141279	160254	5,0:1	5,6:1

NB: STM = Sinthiou Malème; VLG = Vélingara; Prog. = programme; Rentab. = rentabilité.

D'autre part, le manque à gagner économique dû à la non protection chimique de la culture par rapport au traitement standard était potentiellement de 112802 FCFA (339452 - 226650) à Sinthiou Malème et seulement de 11590 FCFA (157677 - 146088) à Vélingara. Ce qui montre que le manque à gagner ou "perte" devient dans le cas d'une forte pression parasitaire relativement faible à cause de la baisse de l'efficacité du programme standard ou du produit utilisé. En effet, le manque à gagner de la non protection par rapport au traitement plafond (PP) représentait 56316 FCFA à Vélingara, soit une différence avec le programme standard d'environ 79%. Ce qui confirme encore la nécessité de revoir non seulement la dose et la matière active recommandées, mais également le programme vulgarisé en fonction des niveaux d'infestation.

En cherchant par ailleurs à optimiser les coûts de traitement phytosanitaire, on se rend compte qu'un investissement de 14211 FCFA en plus dans la protection

poussée par rapport au traitement standard induisait potentiellement une perte de 19586 F. à Sinthiou Malème et un faible surplus de 2577 F. à Vélingara, soit un rapport de 1 franc investi en plus pour une perte de 1,4 F. (Sinthiou Malème) ou un surplus de gain de 0,18 f. (Vélingara). Ces résultats montrent que le programme de traitement vulgarisé s'approche étroitement du programme optimal de protection phytosanitaire recommandable selon la situation parasitaire.

2.1.2. Essai comparaison de produits

L'objectif de cet essai était de comparer, du point de vue efficacité et rentabilité, différentes matières actives proposées par rapport au témoin (produit vulgarisé).

2.1.2.1. Matériel et méthode

L'essai a été implanté dans la station de Sinthiou Malème. Le dispositif en blocs de FISHER a été utilisé avec 4 objets en 8 répétitions. Chaque parcelle élémentaire comportait 8 lignes de 20 m avec des écartements de 80 cm x 30 cm. Les produits comparés et leurs doses respectives sont mentionnés dans le tableau 9.

Le nombre de traitements était de 5, espacés entre eux de 14 jours. La première application en TBV a eu lieu le 3/09/1994, soit 45 jours après la levée qui avait débuté exactement le 20 Juillet. La variété STAM42 a été utilisée dans cet essai. Dans l'ensemble 3 sarclages et un buttage ont été réalisés. L'épandage de 250 kg/ha de NPK (14-23-14) a été effectué le 27 Juillet, suivi d'un apport d'urée de 50 kg/ha le 1/09/1994. Les observations ont été les mêmes que celles effectuées sur l'essai à trois niveaux de protection (voir 2.1.1.2.).

Tableau 9: Matières actives ayant fait l'objet de test en 1994.

NOM COMMERCIAL	FOURNISSEUR	MATIERE ACTIVE	DOSE (l/ha)
A - CYPERCAL MM (témoin vulgarisé)	SPIA	Cyperméthrine 36 + Métamidophos 300	1
B - CYPERCAL Mo	SPIA	Cyperméthrine 36 + Monocrotophos 200	1
C - CYPERCAL B	SPIA	Cyperméthrine 36 + Benfuracarbe 250	1
D - CYTOATE	SENCHEM	Cyperméthrine 36 + Diméthoate	1

2.1.2.2. Résultats et discussions

2.1.2.2.1 , Effet du traitement sur l'abscission

Les résultats d'analyse des organes florifères tombés (**Tab. 9**), montrent que le CYPERCAL MM était significativement moins efficace que les autres produits dans la protection des plantes contre l'abscission des capsules. La comparaison des produits proposés n'a révélé aucune différence significative, même si le CYPERCAL B avec 91 000 capsules tombées à hectare semblait être relativement plus efficace. Pour tous les autres critères d'évaluation, les résultats n'ont montré aucune différence substantielle entre les matières actives. En outre, l'examen des boutons floraux et capsules tombés n'a révélé aucune présence de larves de *Diparopsis watersi*. Cette situation n'est pas due à l'effet du traitement, mais plutôt au fait que ce carpophage n'était pas présent cette année dans cette zone écologique.

Tableau 10: Résultats d'analyse des capsules tombées

Produits	BFtot	%BFtr	CAPtot	%CAPtr	HELABS	SPOABS	EAABS
A	42400	42,7	263100 a	17,6	1000	1000	400
B	41800	40,2	107900 b	16,8	1200	1000	100
C	40000	41,5	91000 b	20,1	1400	800	300
3	42100	41,8	103800 b	16,9	1000	800	0

(P<5%).

2.1.2.2.2. Impact du traitement sur le contrôle des ravageurs

Comme dans le cas de l'essai parcelles à 3 niveaux de protection, il a été procédé à une analyse sanitaire des organes verts pour évaluer l'impact des différentes matières actives sur le développement des populations des insectes carpophages et phyllophages.

Les résultats mentionnés dans le **tableau 11** ne montrent aucune différence significative entre les produits utilisés, sauf dans le cas du contrôle de *Syllepte*. En effet, le CYPERCAL MM semble être plus efficace que les autres substances actives dans la protection du cotonnier contre ce phyllophage.

Dans l'ensemble l'impact des ravageurs, phyllophages a été cette année moins importante que celui des carpophages. Le pourcentage de plantes et feuilles attaquées par ces insectes a varié entre 0,1 (Bemisia) et 15 % (Syllepte).

Tableau 11: Résultats d'analyse sanitaire des organes verts.

CRITERES	CYPERCAL MM	CYPERCAL Mo	CYPERCAL B	CYTOATE
CVtot	50100	51800	42800	48900
%CVs	96,7	97,2	96,8	97,6
%CVtr	3,3	2,8	3,2	2,4
Helicoverpa	1000	600	500	500
Spodoptera litt.	300	300	300	300
Earias sp.	800	500	400	900
Anomis flava	300	200	200	300
Dysdercus	500	0	0	0
%PLSYL	3,2 a	6,9 a	14,9 b	12,7 b
%FEBEM	0,1	0,1	0,2	0,1
%FEAPH	4,4	3,6	3,7	4,1

($P < 5\%$).

2.1.2.2.3 - Influence du traitement sur le rendement

Pour avoir une idée beaucoup plus précise sur le rendement potentiel de coton-graine, le nombre total de capsules mûres, capsules mûres saines, mûres trouées et capsules pourries ainsi que la densité de plantes à la récolte ont été déterminés. Les résultats ne montrent des différences significatives qu'entre CYPERCAL B et les autres produits. En effet, aussi bien pour la production de capsules mûres que pour le rendement potentiel, le CYPERCAL B était significativement inférieur aux autres (**Tab. 12**).

Tableau 12: Influence du traitement sur la santé des capsules mûres et sur le rendement en coton-graine.

PRODUIT	CMtot	%CMs	%CMtr	%Cpourries	Rdt réel	Rdt potentiel
CYPERCAL MM	114800 a	98,2	1,8	2,7 a	1131,7 a	1468,2 a
CYPERCAL MO	122000 a	98,6	1,4	1,8 b	1146,6 a	1486,4 a
CYPERCAL B	81300 b	97,8	2,2	1,5 b	681,3 b	1012,8 b
CYTOATE	112200 a	98,7	1,3	1,4 b	1078,8 a	1399,5 a

(P<5%).

D'une manière générale, l'efficacité des deux autres produits proposés (CYPERCAL Mo et CYTOATE) était identique à celle du produit vulgarisé.

En conclusion, cet essai de comparaison de produits montre que CYPERCAL Mo (Cyperméthrine 36 + Monocrotophos 200 g m.a./ha) et CYTOATE (Cyperméthrine 36 + Diméthoate 300 g m.a./ha) ont la même efficacité, sauf dans la protection contre *Syllepte derogata* où le CYPERCAL Mo semble être plus efficace. Ces deux associations donnent également des résultats identiques à celui de CYPERCAL MM (Cyperméthrine 36 + Métamidophos 300 g m.a./ha). Ces résultats montrent par ailleurs que les parcelles traitées au CYPERCAL B (Cyperméthrine 36+ Benfuracarbe 250 g m.a./ha) avaient significativement le plus faible rendement et le plus faible taux d'abscission des organes florifères par rapport aux autres traitements. Ceci est dû au fait que les cotonniers traités au CYPERCAL B avaient la plus faible production de capsules. Cette constatation nous conduit à l'hypothèse selon laquelle, le **carbamate** aurait probablement dans cette association avec la **Cyperméthrine** une action inhibitrice sur la production de capsules ou d'organes florifères. Cette hypothèse

mérite une attention toute particulière, compte tenu de l'importance de l'association de matières actives dans l'objectif d'optimisation des traitements phytosanitaires dans un intérêt économique et écologique.

2.2. ESSAI TRAITEMENT DE SEMENCES

Le but de l'essai était d'identifier des matières actives performantes pour le contrôle des maladies et insectes du sol qui affectent la germination des semences et la levée des jeunes plantules.

2.2.1. Matériel et méthode

Les essais étaient implantés à la station de Sinthiou Malème, au PAPEM de Vélingara et sur le point d'essais de Kolda.

Le dispositif en blocs de FISHER à 7 objets en 8 répétitions a été utilisé. Chaque parcelle élémentaire comportait 5 lignes de 10 m avec des écartements de 80 cm x 20 cm. Le semis à 5 graines par poquet a été réalisé manuellement. Il a été effectué à Sinthiou Malème, à Vélingara et à Kolda, respectivement les 24, 26 et 27 Juillet.

Les matières actives avaient été fournies par la firme SEPPIC. Les produits étaient comparés à un témoin (A) sans traitements (**Tab. 13**).

Au total, 5 traitements foliaires ont été effectués sur toutes les parcelles au CYPERCAL MM, à la dose de 1 litre/ha. Les conditions de culture étaient optimales (apport d'engrais minéral, d'urée et entretiens culturaux).

Les observations concernaient essentiellement sur l'estimation du pourcentage de poquets levés sur la ligne centrale. Cette opération a débuté 72 heures après le semis et s'est poursuivie pendant 7 jours.

Tableau 13: Produits testés

Nom commercial	MATIERE ACTIVE	DOSE (g/1 00kg)
TEMOIN DELINTE	non traité	
GAUCHO (1)	imidachlopride + thirame + SEPIRET 6183	490 + 80
GAUCHO (2)	imidachlopride + thirame + SEPILAC 6104	490 + 80
IMARSHALL (1)	carbosulfan + SEPIRET 6183	140
MARSHALL (2)	carbosulfan + SEPIRET 6183	350
MARSHALL (3)	carbosulfan + SEPILAC 6104	140
MARSHALL (4)	carbosulfan + SEPILAC 6104	350

22.2. Résultats et discussions

2.2.2.1. Impact du traitement de semences sur la levée

Comme il a été précisé dans la partie méthodologie, le suivi de la levée des plantes a été effectué du 3ème au 5ème jour après le semis. Cette démarche devrait permettre de valoriser pleinement les potentialités germinatives des semences utilisées. D'après les résultats obtenus, on note une certaine évolution de la levée. Cependant, ce paramètre semble se stabiliser entre le 7ème et le 8ème jour après le semis, et ceci indépendamment du site et des objets comparés. D'autre part, il ressort que quel que soit le pelliculant utilisé, des différences significatives entre les produits n'ont été relevées qu'à Vélingara et Kolda les 3 premiers jours après le semis (début de levée). Par ailleurs, en faisant la moyenne arithmétique des levées sur les 7 traitements, on constate que le GAUCHO est relativement meilleur que le MARSHALL, indépendamment du type de pelliculant utilisé et de la zone écologique considérée. En effet, comme le montre le tableau 14, la moyenne des levées dans le cas d'un traitement avec du GAUCHO était respectivement de 80, 88 et 45% à Sinthiou Malème,

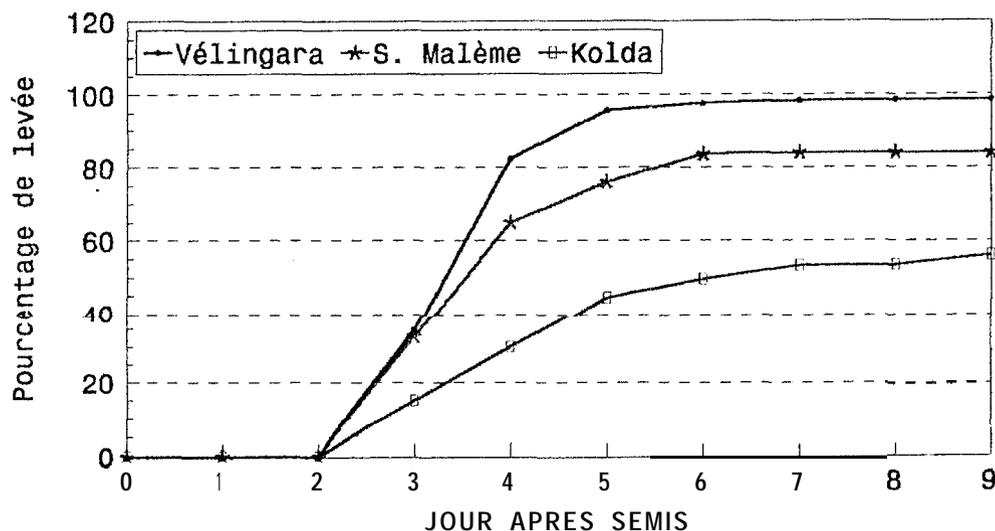
Vélingara et Kolda contre 69, 83 et 43% pour le MARSHALL. En ce qui concerne le pelliculage, les résultats montrent que le SEPIRET favorise mieux la levée que le SEPILAC. De la même manière, les fortes doses de matières actives assurent une meilleure protection des semences que les faibles doses. La moyenne arithmétique des levées sur les trois sites était de 65,6% (MARSHALL 140 + SEPIRET) contre 87,6% (MARSHALL 350 + SEPIRET), soit une différence entre les dose d'environ 25%. Cette différence n'était chez le traitement au MARSHALL + SEPILAC que d'environ 3% en faveur de la plus forte dose.

Tableau 14: Pourcentage moyen de levée par produit par du site.

TRAITEMENT	SITE		
	Sinthiou Malème	Vélingara	Kolda
TEMOIN DELINTE	70,6	75,6	45,1
GAUCHO + SEPIRET	79,7	90,6	44,1
MARSHALL 140 + SEPIRET	75,8	86,6	42,4
MARSHALL 350 + SEPIRET	65,6	87,4	46,6
GAUCHO + SEPILAC	80,5	86,0	46,1
MARSHALL 140 + SEPILAC	64,8	73,2	37,1
MARSHALL 350 + SEPILAC	69,1	83,6	44,1
MOYENNE	72,3	83,3	43,6

L'analyse des résultats mentionnés ci-dessus fait ressortir un effet traitement. En effet, les objets traités ont presque toujours donné une meilleure levée par rapport au témoin, sauf à Kolda où aucune tendance ne s'était dégagée (**Fig. 3**).

Figure 3 : Evolution de la courbe de levée pour tous les traitements confondus



Ainsi qu'il ressort de l'analyse de la figure 30, le traitement de semences a été, pour tous les produits, plus efficace à Vélingara, suivi de Sinthiou Malème. En effet, au bout de 9 jours, la levée était de 99% à Vélingara et 56% à Kolda, soit une différence de 43,3%. Par contre, la différence entre Vélingara et Sinthiou Malème était au bout de cette période d'observations seulement de 15,2%. Cette différence entre sites semble étroitement liée aux degrés de pression parasitaire. En effet, il a été observé une forte apparition des iules à Kolda durant la période des semis. En outre, la forte humidité du sol constatée à Kolda pourrait constituer un milieu favorable pour le développement des micro-organismes nuisibles. Il mérite cependant d'être souligné qu'aucune analyse de sol n'a été effectuée pour quantifier l'importance de l'inoculum des champignons nuisibles.

Cependant, des tests de germination ont été effectués au mois d'octobre dans des bacs sur des sols prélevés des essais qui étaient menés dans les sites de Sinthiou Malème, de Vélingara et de Kolda. Au bout de 5 jours après le semis, le pourcentage des levées a été déterminé par comptage non seulement du nombre de poquets levés, mais également du nombre de plantes par poquet pour déterminer

éventuellement l'incidence et la sévérité de l'attaque des agents pathogènes sur les semences. Le nombre de graines par poquet était fixé à 5. Il en était de même du nombre de poquets par traitement et par répétition.

Les résultats obtenus n'ont pas montré de levées sur les semences non traitées des sols provenant de Kolda. Ce qui semble être en parfaite adéquation avec l'hypothèse de l'existence d'une forte pression parasitaire dans cette zone écologique.

-Sur la base de ces résultats, on peut déduire que l'efficacité des produits aux doses utilisées, baisse avec l'augmentation de la pression parasitaire, quel que soit le type de pelliculant.

Pour avoir une idée précise de la corrélation entre la pression parasitaire et l'efficacité d'un produit de traitement de semences, il est nécessaire de mener les expérimentations dans des conditions contrôlées d'infestation artificielle. Ce travail ne peut être exécuté de manière efficace que s'il est réalisé avec la collaboration des Agro-Physiologistes et des Phytopathologistes (semences et cultures).

2.2.2.2. Effets du traitement sur le rendement en coton-graine

Dans l'évaluation de l'impact du traitement des semences sur le rendement potentiel, les paramètres suivants ont été pris en compte:

- *nombre de capsules formées
- nombre de pieds à la récolte,
- poids moyen capsulaire.

Tableau 15: Effet du traitement sur le rendement en coton-graine en fonction des sites.

SITE	Rdt	A	B	C	D	E	F	G
S. Malème	Rdt réel	1070	1125	1031	984	1062	1085	984
	Rdt pot.	1573	1359	1224	1325	1269	1568	1308
Vélingara	Rdt réel	1656	1805	1774	1617	1688	1758	1492
	Rdt pot.	1775	2063	1977	1797	1946	2137	1760
Kolda	Rdtréel	852a	1156ab	1125ab	1250 ab	1359ab	1570 b	1372ab
	Rdtpot.	1646a	2359 ab	2284ab	2242 ab	2846 ab	3588 b	2613ab

P<5%

Les rendements potentiels ont été généralement plus importants au niveau des parcelles avec des semences traitées qu'au niveau des parcelles témoin. Cette constatation est valable quel que soit le produit utilisé. Le facteur site n'est pas ici déterminant. **(Tab. 15).**

Les matières actives utilisées aux différentes doses susmentionnées ont un impact positif sur le potentiel de production. Les produits utilisés dans le traitement des semences ont souvent des propriétés insecticides permettant une protection adéquate de la jeune plantule contre les insectes, en particulier les phyllophages et les piqueur-suceurs (jusqu'à 20 jours après la levée). Il serait peut être intéressant de vérifier si ces matières actives n'auraient pas une propriété régulatrice de croissance avec comme conséquence une augmentation de la production d'organes florifères.

D'autre part, la comparaison entre sites montre que les rendements potentiels dans les parcelles avec des semences traitées étaient dans l'ensemble plus élevés à Kolda que dans les deux autres localités. Cette situation semble favorisée par les meilleures conditions pluviométriques de Kolda par rapport à celles de Sinthiou Malème et Vélingara. En effet, la quantité d'eau tombée dans cette localité a été de 1230 mm, soit + 20% par rapport à Vélingara (991 mm).

2.3. DYNAMIQUE DES POPULATIONS DES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS

Les études de la dynamique des populations adultes des insectes ravageurs du coton ont été réalisées:

- à Sinthiou Malème, à l'aide de pièges lumineux, jaune et à phéromones -spécifiques à certaines espèces
- à Vélingara, avec les pièges lumineux et jaunes.

2.3.1. Matériels et méthodes

2.3.1.1. Piège lumineux

Le piège lumineux à gaz est utilisé dans l'objectif de déterminer aussi bien les périodes d'infestation et que la dynamique des populations des principales espèces de lépidoptères ravageurs du cotonnier (*Helicoverpa armigera*, *Earias spp.*, *Spodoptera littoralis* et *Diparopsis watersi*).

Le piège fonctionnait de 20 h à 7 h. Malheureusement, il avait été installé avec un certain retard, bien après les premières pluies utiles à quelques 100 m des parcelles expérimentales.

La collecte et le dénombrement des espèces capturées se faisaient tous les matins après séchage à l'air libre.

2.3.1.2. Piège jaune

Ce piège est destiné à la capture des mouches blanches (Aleurodes), des Jassides et des pucerons. Pour cela, des assiettes en plastique de couleur jaune contenant de l'eau avec du détergent sont utilisées, Ces pièges devaient être placés dès la levée de *la* culture au milieu de chaque parcelle non traitée, mais malheureusement cela n'a pu être réalisé que le 16 Août 1994, c'est-à-dire un mois après la levée. Les assiettes étaient relevées à 15 cm par-dessus des plantes au fur et à mesure de leur développement.

La collecte, le tri ainsi que le comptage des espèces capturées se faisaient régulièrement en fin de chaque journée. Pour des questions d'efficacité, l'eau et le détergent étaient renouvelés journalièrement.

2.3.1.3. Piège à phéromone

Trois types de pièges à phéromones spécifiques à *Helicoverpa*, *Spodoptera* et *Earias* avaient fait l'objet de test (**voir description en annexe**). Ils étaient installés dans chaque parcelle non traitée, accrochés à un poteau au-dessus des plantes. Les phéromones étaient renouvelées chaque semaine. La collecte et le dénombrement des espèces se faisaient régulièrement chaque matin à 9 heures.

2.3.2. Résultats et discussions

2.3.2.1. Capture au piège lumineux

Les captures à Sinthiou Malème ont été dans l'ensemble irrégulières. En effet, seuls 4 adultes de *Helicoverpa armigera* et 2 de *Spodoptera littoralis* ont été capturés durant toute la période de fonctionnement du piège lumineux. D'ailleurs, les autres espèces de carpophages et de phyllophages étaient totalement absentes dans le piège, tandis qu'à Vélingara, les principales espèces (*H. armigera*, *Earias*, *Diparopsis*, *Spodoptera*, *Anomis* et *Xanthodes graëllsii*) étaient représentées, même si le niveau des captures était faible. Le nombre total d'adultes capturés était inférieur à 10, quel que soit l'espèce considérée. Les adultes de *Spodoptera*, de *Helicoverpa* et de *Dysdercus* étaient les plus nombreux. Ils représentaient, pour chaque espèce, environ 20% de la capture totale. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle:

la pression parasitaire serait plus faible à Sinthiou Malème qu'à Vélingara,

la capture au piège lumineux à Vélingara ne semble pas refléter l'importance de la pression parasitaire constatée dans la zone sur la base de l'évaluation des dégâts occasionnés par les insectes, en particulier les carpophages.

Les raisons de la faible capture sont dues à plusieurs facteurs, dont:

• la date d'installation du piège en rapport avec la période de fluctuation maximum des insectes ravageurs. En effet, au moment où le piège était mis en place, les fluctuations des premières générations de lépidoptères tiraient à leur fin;

• la qualité du piège à gaz qui peut influencer sur l'importance de la capture. Ainsi, comme le montrent les résultats de quelques expériences qui ont été menées au CNRA de Bambey, certaines espèces de lépidoptères réagissent peu à la faible intensité lumineuse dégagée par le piège à gaz (NDOYE, 1988).

2.3.2.2. Capture au piège jaune

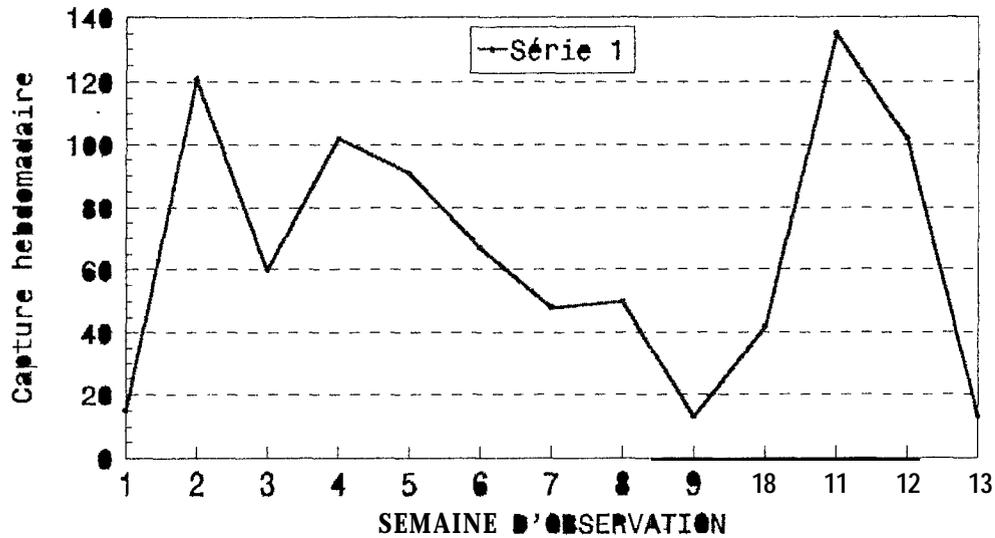
Ces types de pièges ont fonctionné à Vélingara du 1 Septembre au 31 Novembre et à Sinthiou Malème du 17 Août au 25 Octobre. Aucune capture des espèces *Aphis gossypii* et *Bemisia tabaci* n'a été enregistrée à Sinthiou Malème, malgré l'installation en début de campagne. Cela est certainement lié au fait que ces populations étaient quasi-absentes dans cette zone, comme le montrent les résultats des parcelles à 3 niveaux de protection. Par contre, leur présence a été relativement importante à Vélingara.

Du point de vue importance numérique, il n'a pas été noté de différences entre les deux espèces: le nombre d'adultes de *Bemisia* était de 485 et celui de *A. gossypii* de 405. Les captures réalisées au mois d'octobre ont été de loin supérieures à celles de Septembre. La différence entre les deux périodes était de 42% pour les pucerons et 57% pour les mouches blanches.

2.3.2.3. Capture au piège à phéromones

Les captures n'ont concerné que *Helicoverpa* mais à un degré faible (4 adultes durant toute la période de suivi). Par contre, une forte population de *Spodoptera* a été capturée.

Figure 4 : Importance des captures de *Spodoptera littoralis*.



La courbe ci-dessus mentionnée montre que durant toute la période de suivi, *Spodoptera* était présente. Il mérite par ailleurs de préciser que cette espèce a été recensée dans le piège à phéromones spécifiques à *Helicoverpa*.

L'absence de captures des adultes de *Helicoverpa* et *Earias* est probablement due au retard d'installation des pièges. Aussi, pour avoir une idée précise sur l'efficacité de ces phéromones ainsi que sur leur spécificité, il est nécessaire de reconduire les tests durant la campagne prochaine.

D'autre part, les captures de *Spodoptera* étaient plus importantes au piège à phéromones qu'au piège lumineux. Ceci semble montrer en évidence une plus grande sensibilité de cette espèce de Lépidoptère aux phéromones.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La revue bibliographique a permis tout d'abord de se faire une idée beaucoup plus précise sur les principales contraintes à la production, en particulier celles liées à l'entomofaune nuisible dans les différentes zones de production cotonnière. Sur ce plan, cette revue montre la prédominance, au Sénégal, d'une dizaine d'espèces d'insectes ravageurs carpophages et phyllophages. Ces espèces constituent les principales contraintes entomologiques à la production du coton et sont, par ordre d'importance *Helicoverpa armigera*, *Earias* sp. et *Diparopsis watersi* (insectes carpophages), *Aphis gossypii*, *Bemisia fabaci* et *Dysdercus vólkeri* (piqueur-suceurs), *Spodoptera littoralis*, *Syllepte cferogafa* et *Anomis flava* (insectes phyllophages).

Cependant, l'importance de ces ravageurs varie d'une localité à l'autre. En effet, les observations effectuées en zone de production cotonnière montrent que les régions Sud du pays (Sénégal-Oriental et Haute Casamance) sont beaucoup plus infestées.

La revue bibliographique montre également que peu d'études ont été effectuées dans le domaine de la lutte intégrée, contrairement à la lutte chimique qui était axée sur la recherche de molécules et de doses efficaces. Nous précisons que l'utilisation des produits chimiques a, jusqu'à un passé récent, bénéficié de l'appui de l'Etat sénégalais sous forme de subventions.

Compte tenu d'une part, de l'application ces dernières années de la vérité des prix sur les intrants et de la baisse du pouvoir d'achat des producteurs à cause de la dévaluation du franc CFA et d'autre part, d'une certaine prise de conscience des méfaits des produits insecticides sur l'environnement, une démarche nouvelle s'impose. Elle consiste dans la recherche de méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique efficaces et économiquement rentables, dont: l'étude de la dynamique de populations

des principaux insectes ravageurs pour une meilleure connaissance de leur biologie à travers les parcelles à 3 niveaux de protection et l'introduction du piégeage à phéromones.

Une comparaison des études de la dynamique des ravageurs sur les parcelles à 3 niveaux de protection a été menée en 1991 et en 1994. Elle montre une bonne efficacité du programme vulgarisé: la moyenne pour les 2 sites (Sinthiou Malème et Vélingara) a été respectivement de 72 et 84%. Ces résultats confirment l'idée selon laquelle, l'efficacité d'un programme de protection chimique dépend dans une large mesure du niveau de la pression parasitaire. En effet, les rendements étaient plus faibles à Vélingara indépendamment du programme de traitement à cause de la forte pression parasitaire qui a prévalu dans la zone.

D'autre part, l'évaluation économique de la protection chimique montre que le traitement standard était généralement beaucoup plus économiquement rentable que le programme plafond (PP), quel que soit le site. Cependant, la supériorité de ce programme évolue en fonction du niveau de la pression parasitaire. Cette baisse de rentabilité, dans le cas d'une forte infestation, peut être liée à:

- a) une non adaptabilité du programme standard qui prévoit un traitement systématique tous les 14 jours, quel que soit le niveau d'infestation;
- b) un manque d'efficacité du produit vulgarisé (matières actives, doses);
- c) développement d'une résistance au produit vulgarisé.

Ces considérations militent en faveur du démarrage effectif du laboratoire DL50. Son objectif principal est l'identification de l'apparition des phénomènes de résistance aux pesticides.

L'analyse des résultats de l'essai comparaison de produits ne montre pas de différences significatives entre les produits proposés et le témoin (CYPERCAL MM) tant sur le plan du contrôle des ravageurs que sur le rendement en coton-graine, exception faite du CYPERCAL B qui a présenté des rendements très faibles. Ce produit est une association d'une **pyréthri-noïde** et d'une **carbamate**, contrairement aux autres qui sont des associations d'une **pyréthri-noïde** et d'un **organophosphoré**.

En effet, malgré la faible abscission des organes florifères constatée dans les parcelles traitées avec le CYPERCAL B, la production de capsules était dans l'ensemble plus faible que sur les autres parcelles. La question est de savoir si l'association de **carbamates** avec des **pyréthriinoïdes** n'a pas une action inhibitrice sur la production d'organes florifères.

Les résultats l'essai traitement de semences montrent des différences significatives entre les produits expérimentés et le témoin, tant sur le plan de la levée que du rendement en coton-graine. Cependant, l'efficacité était plus faible dans les conditions d'une forte pression, comme ce fut le cas à Kolda, contrairement à Vélingara où il a été observé de meilleures levées. Le GAUCHO semble présenter une légère dominance sur le MARSHALL. Pour ce qui est des pelliculants, on a relevé une légère dominance du SEPIRET sur le SEPILAC.

L'effet positif du traitement de semences constaté sur le rendement en coton-graine s'explique probablement par le fait que les produits utilisés présentent assez souvent des caractéristiques insecticides capables de protéger la culture pendant au moins 20 jours alors que le premier traitement chimique est effectué au 45ème jour après la levée. Il serait peut-être intéressant de vérifier, à l'avenir, si ces matières actives ne détiennent pas des propriétés régulatrices de croissance qui favoriseraient la production d'organes florifères chez le cotonnier.

En ce qui concerne les captures au piège lumineux, il a été noté une plus grande sensibilité de *Spodoptera littoralis*, non seulement à son hormone spécifique, mais également à celle de *Helicoverpa*. Le nombre insignifiant de *Helicoverpa* ainsi que l'absence de *Earias* dans les pièges à phéromones s'explique certainement par les flux presque inexistantes lors de l'installation des pièges. Il mérite par ailleurs d'être souligné que *Spodoptera* semble être plus sensible à la phéromone qu'au piège lumineux à gaz.

L'observation des pièges jaunes a montré une plus forte pullulation des adultes de pucerons (*A. gossypii*) et de mouches blanches (*B. tabaci*) à Vélingara, qu'à Sinthiou Malème, où l'apparition des formes ailées n'a pas été enregistrée chez les pucerons.

PERSPECTIVES

Dans le cadre de l'amélioration de la protection de la culture du cotonnier pour la promotion du label de qualité tout en tenant compte des contraintes économiques et Écologiques à la production, le service d'Entomologique du programme "Diversification des cultures pour la Haute Casamance et le Sénégal Oriental" propose les orientations suivantes:

1. à court terme

- Inventaire de l'entomofaune nuisible et utile (prédateurs) des zones de production cotonnière dans la perspective d'une lutte intégrée en mettant l'accent sur l'aspect contrôle biologique;

- Elaboration d'un programme de recherche sur le seuil économique de traitement qui tient non seulement compte des capacités financières des producteurs, mais également du souci de préservation de notre environnement écologique.

- *Poursuite du programme des tests de matières actives dans l'objectif d'augmenter les possibilités de choix en fonction des réalités économiques et des objectifs de production.

- Un programme de suivi de la dynamique de populations des principaux insectes ravageurs dans le cadre de l'approfondissement des connaissances de la biologie des insectes et dans la perspective de réaliser un système fiable de surveillance des apparitions des principaux insectes nuisibles.

- Installation d'un laboratoire de DL50 pour une meilleure maîtrise des phénomènes de résistance aux pesticides utilisés.

2. à moyen terme

- Dans le cadre de la recherche de substances actives efficaces pour la protection des semences, des études devront être menées en collaboration avec les Agro-Physiologistes et des Pathologistes de semences ainsi qu'avec des Phytopathologistes pour une meilleure caractérisation et maîtrise des pathogènes existants dans les différentes zones de production cotonnière.

- Elaboration d'un programme d'amélioration des techniques et méthodes d'application dans l'intérêt constant de préservation de la santé de l'utilisateur.

3. à long terme

- *Révision du programme de traitement vulgarisé en fonction des zones écologiques qui tiennent compte des différences de pressions parasitaires et du seuil économique de nuisibilité.

- *Elaboration d'un programme de recherches sur les méthodes culturales de protection dans le cadre d'une lutte intégrée.

- Développement d'un programme de criblage à la résistance variétale en collaboration avec le service de la sélection et amélioration variétale du coton dans l'objectif de création de variétés résistantes aux principaux insectes nuisibles, en particulier les carpophages.

- Un programme de recherche sur l'abscission florale du cotonnier sera développée dans le cadre d'une collaboration aussi bien avec des Physiologistes qu'avec des sélectionneurs.

Conditions de réalisation du programme

Pour la réalisation d'un tel programme, il est nécessaire de renforcer l'opération en moyens humains, matériels et financiers.

Sur le plan des ressources humaines, le service ne dispose que de deux observateurs qui s'occupent du suivi des pièges et des essais ainsi que pour la collecte des échantillons (insectes, organes florifères, sols,...). Le service aurait besoin, pour mener à bien son travail, de deux techniciens supplémentaires.

Sur le plan des infrastructures, l'accent devra être mis sur l'équipement en matériels de laboratoire (verrerie, milieux de culture, . . .)

En ce qui concerne le laboratoire de DL50, son démarrage est conditionné par la nécessité d'une formation complémentaire de courte durée du responsable dans des Instituts spécialisés.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE CITEE

APPERT, J. - 1976 - Les insectes nuisibles aux cultures maraîchères au Sénégal. ORSTOM. (Dakar) 86 p.

APPERT, J. et DEUSE, J. - 1988 - Insectes nuisibles aux cultures vivrières. Le technicien d'agriculture tropicale C.T.A. Edition Maisonneuve & Larose 1988.

BAGAYOKO, B. - 1986 - Contribution à la connaissance des Aleurodes : Etude bio-écologique de Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). Thèse 195 p.

BAGAYOKO, B. - 1989 - Etude de la dynamique des populations d'adultes de Bemisia tabaci (Gennadius) et de Empoasca spp. dans les agrosystèmes cotonniers au Mali. Ière Conférence de la recherche cotonnière africaine, Lomé - Togo 31 Janvier - 2 Février 1989 pp. 47-54.

BAGAYOKO, B. - 1995 - Dynamique des populations des Aleurodes et leurs parasitoïdes au Mali. IER N'Tarla, Mali. Réunion de coordination phytosanitaire. Cultures Annuelles. Afrique de l'Ouest 20-24 Février 1995, Bamako (Mali) pp. 303-308.

BARRIER, C. - 1991 - Rapport d'évaluation du projet de développement rural du Sénégal Oriental. Phase de consolidation 1992-93 42 p + Annexes.

BELOCHAPKINE et al. - 1992 - Dictionnaire/aide-mémoire de l'Entomologiste. Moscou "Niva Rossia" 334 p.

BONDARENKO, N. V et al. - 1991 - L'entomologie générale et l'Entomologie agricole. Agropromizdat - Léninegrad. Deuxième édition 431 p.

BOURDOUXHE, L. -1978 - Principaux insectes nuisibles aux cultures maraîchères au Sénégal : Identification et moyen de lutte CDH/(ISRA) 24 p.

- BOURNIER, J. P. - 1979 - Recherches d'accompagnement pour le développement de la culture cotonnière. Rapport annuel 1978-1979. Entomologie - ISRA/SCS. Sénégal, 62 p.
- CAUQUIL, J. - 1993 - Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. Deuxième édition 92 p.
- COLLINGWOOD, E. F.; BOURDOUXHE, L. ; DEFRANCQ, M. - 1981 - Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal. Edité par A.G.C.D. - Bruxelles 95 p.
- DEGUINE, J. P. - 1992 - Considérations pour une lutte intégrée vis-à-vis de *Aphis gossypii* Glover. Revue Scientifique du Tchad. Volume II, n° 1 et 2, IRCT/Réunion phytosanitaire pp. 74-82.
- DELATTRE, R. - 1973 - Parasites et maladies en culture cotonnière. Edité par la Division de documentation de l'IRCT. Paris 146 p.
- DELATTRE, R. - 1982 - Evaluation des pertes de production et seuils d'intervention phytosanitaire. Entomophaga 27 (n° HS) : pp 57-70
- DELATTRE, R. - 1983: - Rapport de mission phytosanitaire au Sénégal du 26 Septembre au 7 Octobre, IRCT Paris, 21p.
- DIONGUE, I. - 1986 - Protection raisonnée du cotonnier à travers une maîtrise de l'évolution des populations d'insectes ravageurs. - Rapport d'activité 1985186.
- DIONGUE, I. - 1989 - Evolution récente du parasitisme du cotonnier au Sénégal et perspectives de la protection phytosanitaire. 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Lomé - Togo 31 Janvier - 2 Février 1989 .
- FRÖHLICH, G.; RODENWALD, W. (1979): - Pests and diseases of tropical crops and their control. Pergamon Press, Oxford, London.
- MATTHEWS, G. A. - 1989 - Evolution des techniques d'application utilisées par les planteurs de coton en Afrique. 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Lomé - Togo 31 Janvier - 2 Février 1989
- MIRAHMEDOV, S.M. et al. -1985 - Encyclopédie de la culture cotonnière. Tome 1. - Rédaction de l'Encyclopédie soviétique ouzbèque. Tachkent 534 p.

NDOYE, M. - 1988 - Biologie et Ecologie de deux lépidoptères: *Amsacta moloneyi* Druce (Lepidoptera, Arctiidae) et *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera, Noctuidae) ravageurs du mil au Sénégal. Thèse de Doctorat d'Etat n°1378, Université Paul Sabatier de Toulouse. 227p.

NDOYE, M.; GAHUKAR, R. T. - 1989 - Les ravageurs du mil à chandelles dans le Sahel. Volume n° 4 (2).

NIBOUCHE, S. - 1992 - Rapport d'activité, CIRAD-CA Burkina Faso UR Entomologie Appliquée. Programme Cultures Cotonnières Paysannes.

LOUDINOT, O. - 1988 - Expérimentation sur la technique de pulvérisation très bas volume 10l/ha à l'eau, en culture cotonnière au Nord Cameroun, Mémoire de fin d'études. CNEARC, année universitaire 1987/88 64 p.

OUSTIMENKO-BAKOUMOVSKI, G. V. - 1989 - Agriculture tropicale et subtropicale. Moscou VO "Agropromisdat", 308p.

PIERRARD, G. - 1983 - Notes du cours d'Entomologie tropicale, FSA Gembloux [Diffusion interne].

SCHMUTTERER, H. - 1969 - Pests of crops in Northeast and Central Africa. Gustav Fischer Verlag - Stuttgart.

SENGONCA, C. - 1982 - The Principal Cotton Pests and their Economic Thresholds in the Kilikien Plain in Southern Turkey. Entomophaga Volume 27, Special Issue.

VANDAMME, P.; ANGELINI, A. - 1968 - Comparaison de trois milieux nutritifs artificiels pour l'élevage d'*Helicoverpa armigera*. Coton et Fibres Tropicales. Vol. XXIII, Fasc. 4 pp 417-421.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

ANONYME - 1964 - Le coton au Maroc. Collection Technique et Productions Agricoles.

Institut National de la Recherche Agronomique - Rabat, 538 p.

ANONYME - 1980 - Recherches d'accompagnement pour le développement de la culture cotonnière. Protection phytosanitaire. Entomologie. Campagne 1979-I 1980. ISRA/SCS - Kaolack 45 p.

ANONYME - 1981 - Recherches d'accompagnement pour le développement de la culture cotonnière. Programme minimum SODEFITEX. Campagne 1980-I 1981. Protection phytosanitaire. Entomologie du coton ISRA/SCS - Kaolack 20 p.

ANONYME - 1982 - Programme minimum d'Entomologie. Protection phytosanitaire du coton. Campagne 1981-1982. ISRA/SCS - Kaolack 14 p.

ANONYME - 1983 - Rapport annuel 1982 Département de Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 18-24.

ANONYME - 1986 - Rapport technique d'activités 1984. Département de Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 105-I 18.

ANONYME - 1986 - Rapport technique d'activités 1985. Direction des Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 133-146.

ANONYME - 1988 - Rapport technique d'activités 1986. Direction des Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 55-69.

ANONYME - 1989 - Rapport technique d'activités 1987. Direction des Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 87-I 03.

ANONYME - 1990 - Rapport technique d'activités 1988-1989. Direction des Recherches sur les Productions Végétales. ISRA - Sénégal pp 35-44.

BADIANE D. - 1995 - Rapport annuel de la campagne 1994/1995. Entomologie du coton. ISRA/CRA - Tambacounda.

BEYE A. M - 1985 - Amélioration du cotonnier au Sénégal - Problèmes pratiques de la diffusion de la nouvelle variété Irma 96 + 97. Rapport de stage de titularisation. ISRA/SCS - Kaolack 71 p.

BEYE A. M 1986 à 1995 - Rapports monographiés. ISRA/CRA - Tambacounda.

BLANGUERNON F. 1977 - Expérimentation multilocale campagne 1976-I 1977. Bambey ISRA.

BLANGUERNON F. 1978 - La culture cotonnière au Sénégal. Synthèse de 10 années de recherches. Coton et fibres tropicales. Vol. 33, N° 3.

BLANGUERNON F. & BOUNIER J. P. - 1978 - Recherches d'accompagnement pour le développement de la culture cotonnière 1 1977-I 1978. Recherches cotonnières ISRA/CNRA Bambey 57 p.

BOUNIER J. P. - 1979 - Rapport sur le début de campagne. Recherches cotonnières, 1979 (Juin-Août). ISRA/SCS - Kaolack 29 p

BOUNIER J. P. - 1980 - Mission au Sénégal du 22 août au 27 Septembre 1980. « Programme minimum » : Protection phytosanitaire. IRCT/GERDAT - Montpellier 15 p

BOUNIER J. P. - 1988 - Rapport de mission au Sénégal. 15 au 23 Novembre 1988. Division phytosanitaire. IRCT/CIRAD- Montpellier 21 p.

BUFFET M. 1979 - La graine de cotonnier, source importante de matières grasses et de protéines utilisables dans l'alimentation de l'homme et des animaux. Coton et fibres tropicales. Vol. 34, N° 2.

CAMARA M. 1984 - Note sur la filière coton, SODEFITEX.

DIEME E. - 1985 - Bilan de recherches cotonnières au cours des 4 dernières années (1981-1984). ISRA/SCS - Kaolack 17 p.

DIEME E. & CISSE M. - 1984 - Rapport d'activités de la section Entomologie, de la campagne 1983-1984. ISRA/SCS - Kaolack 48 p.

DIEME E. & CISSE M. - 1985 - Protection phytosanitaire du coton. Programme d'Entomologie. Campagne 1984-1985. ISRA/SCS - Kaolack 6-1 p.

DIONGUE I. - 1986 - Rapport annuel d'activités 1985. Entomologie. Recherches pluridisciplinaires sur le coton. ISRA/SCS - Kaolack 63 p + Annexes.

DIONGUE I. 1986 - 1986 - Evolution de l'entomofaune nuisible au cotonnier au cours des cinq dernières années. Séminaire organisé par SHELL et SUMITOMO les 20 et 21 Mars 1986 à Abidjan sur la protection du cotonnier pp 91-106.

DIONGUE I. - 1987 - Rapport annuel d'activités 1986. Entomologie. Recherches pluridisciplinaires sur le coton. ISRA/CRA - Tambacounda 58 p + Annexes.

DIONGUE I. - 1989 - Rapport annuel d'activités 1988. Entomologie. Recherches pluridisciplinaires sur le coton. ISRA/SCS - Kaolack 38 p + Annexes.

DYCK J. M. 1983, et 1984 - Rapports monographiés. ISRA/SCS

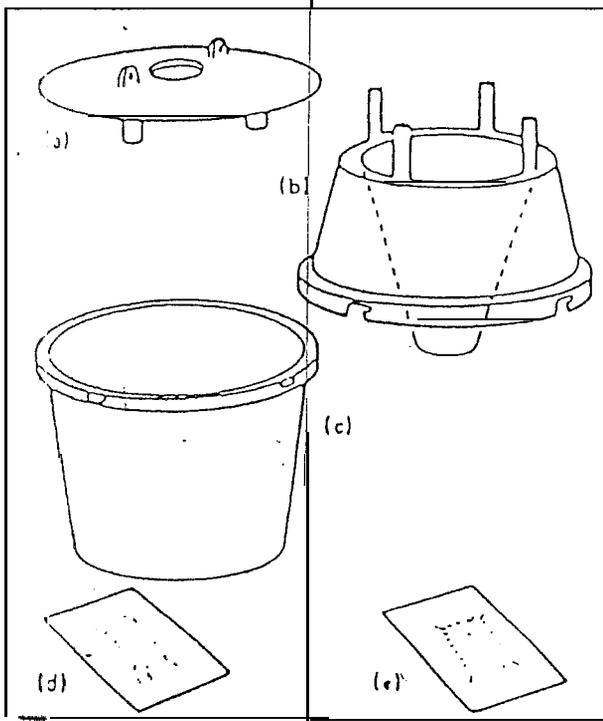
GUEYE M. - 1987 à 1995 - Rapports monographiés. ISRA/CRA - Tambacounda.

LABONNE V. - 1972 - Rapport annuel Entomologie. Expérimentations pour le développement de la culture cotonnière au Sénégal. IRCT - Kaolack 37 p.

LABONNE V. - 1972 - Rapport annuel Entomologie. Expérimentations pour le développement de la culture cotonnière au Sénégal. IRCT - Kaolack 27 p.

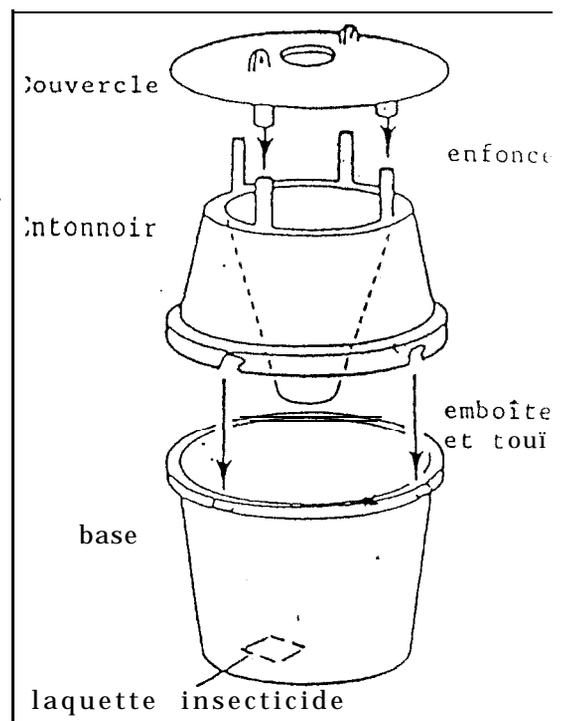
ANNEXES

PIEGE A PHEROMONE: Piège conique - Entonnoir.



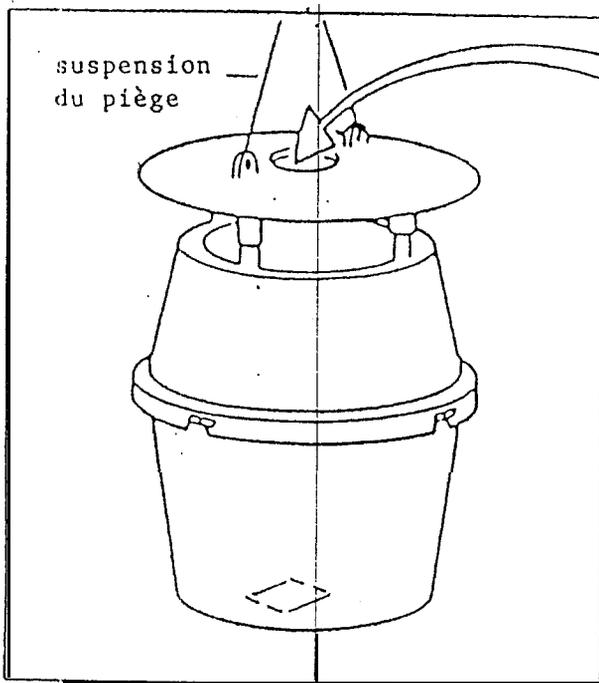
1 ELEMENTS DU PIEGE :

- (a) couvercle
- (b) entonnoir
- (c) base
- (d) diffuseur attractif
- (e) plaquette insecticide en sachet



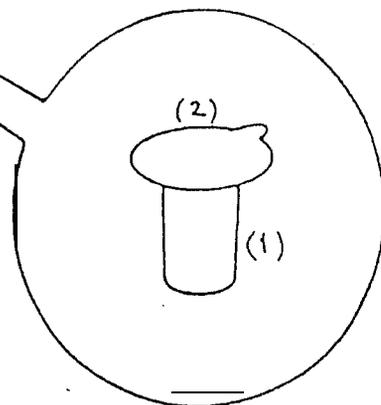
2 MONTAGE DU PIEGE :

Mettre une plaquette insecticide au fond de l'élément de base, avant d'assembler le piège comme ci-dessus.



3 MISE EN MARCHÉ DU PIEGE :

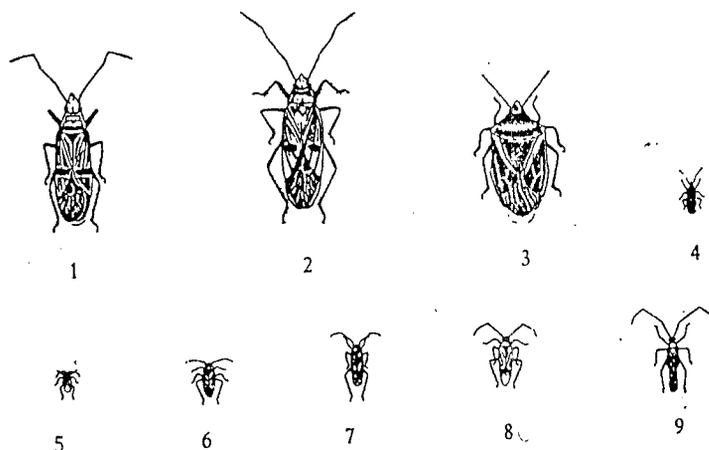
Pour compléter le piège, insérer le diffuseur attractif dans le couvercle.



LE DIFFUSEUR ATTRACTIF

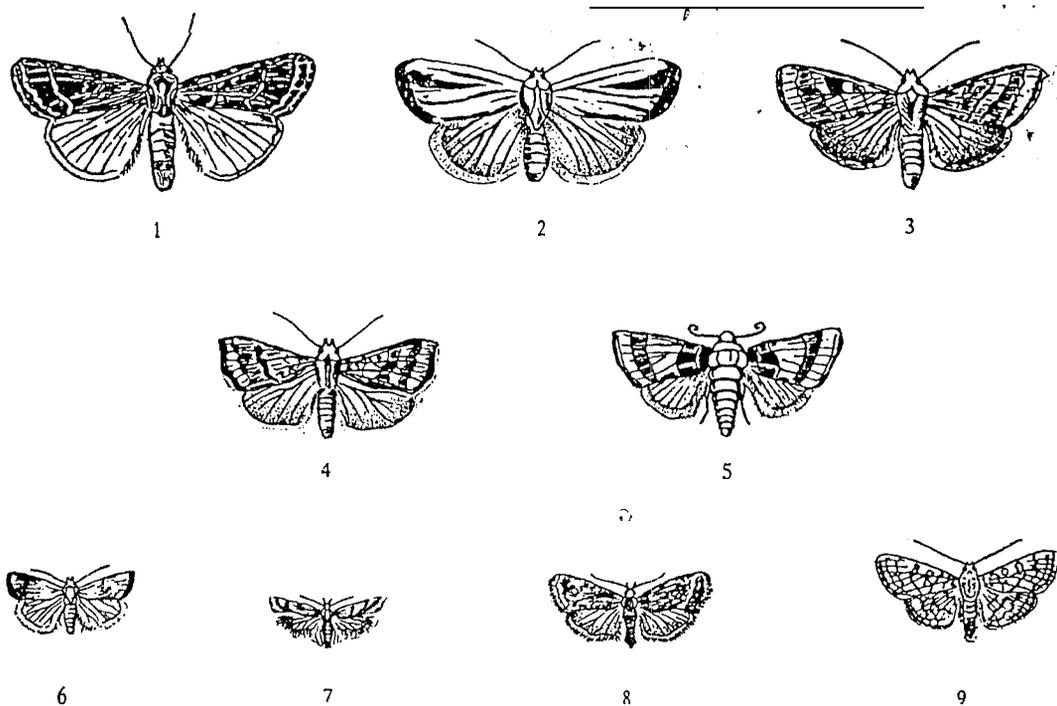
Il contient une formulation de phéromone.
Retirer la capsule attractive (1) de son emballage et remplacer son couvercle par le bouchon spécial à large bord (2) pour insertion dans le toit du piège. En changeant les capsules, réutiliser les bouchons à large bord (2).

SILHOUETTES D'INSECTES
« grandeur nature »



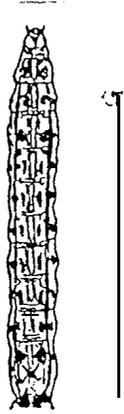
HEMIPTERES ADULTES

1. *Dysdercus fasciatus* - 2. *D. vólkeri* - 3. *Mezara* - 4. *Oxycarenus* -
5. *Campyloma* - 6. *Lygus* - 7. *Megacoelum* - 8. *Creontiades* - 9. *Helopeltis*.

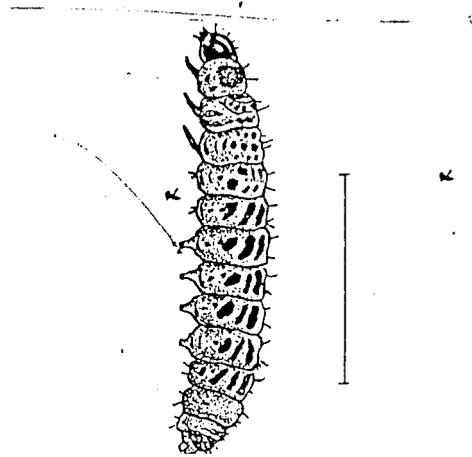


LEPIDOPTERESADULTES

1. *Spodoptera* - 2. *Xanthodes* - 3. *Helicoverpa* - 4. *Anomis* - 5. *Diparopsis* -
6. *Earias* - 7. *Pectinophora* - 8. *Argyroploce* - 9. *Syllepte*.



1



3



4



5



6

LARVES

- 1. *Spodoptera* - 2. *Helicoverpa* - 3. *Diparopsis* - 4. *Earias* - 5. *Pectinophora* -
- 6. *Argyroploce*