

# COTON-4



Manuel de bonnes  
pratiques agricoles  
sur le coton



## Entomologie



INSTITUT D'ECONOMIE RURALE



**Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole  
Embrapa Coton  
Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de l'Approvisionnement  
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin  
Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles  
Institut d'Economie Rurale  
Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement**

# **Entomologie**

**Embrapa**  
Brasília, DF, Brésil  
2013

Vous pouvez obtenir cet ouvrage dans les centres ci-dessous :

**Institut National des Recherches  
Agricoles du Bénin (INRAB)**

01 BP. 884 Cotonou  
Tél. : (229) 2130-0264/(229) 2130-0326

**Institut de l'Environnement et  
de Recherches Agricoles (INERA)**

O4 BP. 8645 Ouagadougou. 04  
Tél. : (226) 5034-0270/(226) 5034-0271  
www.inera.bf

**Institut d'Economie Rurale (IER)**

Rua Mohamed V, BP 258, Bamako  
Tél. : (223) 2022-2606/(223) 2022-3775  
www.ier.gouv.ml

**Institut Tchadien de Recherche Agronomique  
pour le Développement (ITRAD)**

BP 5400 N'Djamena  
Tél. : (235) 252-0101/(235) 253-4163

**Les centres responsables des contenus**

*Embrapa Coton* (www.cnpa.embrapa.br)

*Institut National des Recherches Agricoles du Bénin*

*Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles*

*Institut d'Economie Rurale*

*Institut Tchadien de Recherche Agronomique  
pour le Développement*

**L'unité responsable de la coopération  
technique internationale de l'Embrapa**

*Secrétariat des Relations Internationales*

**L'unité responsable de l'édition**

*Embrapa Information Technologique*

Coordination d'édition

*Selma Lúcia Lira Beltrão*

*Lucilene Maria de Andrade*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervision éditoriale

*Josmária Madalena Lopes*

Révision des textes

*Rafael de Sá Cavalcanti*

Normes bibliographiques

*Márcia Maria Pereira de Souza*

Graphisme et Couverture

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Photo de couverture

*Raul Porfirio de Almeida*

**1<sup>ère</sup> édition**

1<sup>ère</sup> impression (2013) : 3.000 exemplaires

**Tous droits réservés**

Toute reproduction de cette publication, en tout ou en partie,  
constitue une violation des droits d'auteur (Loi n° 9.610).

**Données internationales de catalogage avant publication (CIP)**

Embrapa Information Technologique

---

Entomologie / [Sandra Maria Morais Rodrigues ... et al.]. – Brasília, DF, Brésil :  
Embrapa, 2013.

89 p. : ill. color. ; 16 cm x 22 cm. (Manuel de bonnes pratiques agricoles sur  
le coton).

ISBN 978-85-7035-193-7

I. Rodrigues, Sandra Maria Morais. II. Entreprise Brésilienne de Recherche  
Agricole. III. Embrapa Coton. IV. Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et  
de l'Approvisionnement. V. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin.  
VI. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles. VII. Institut d'Économie  
Rurale. VIII. Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement.

CDD 630.5

---

© Embrapa 2013

## Les auteurs

### **Sandra Maria Morais Rodrigues**

Ingénieur agronome, docteur en Agronomie, chercheuse à l'Embrapa Coton, Centre de R&D du biome Cerrado, Sinop, MT, Brésil  
sandra.rodrigues@embrapa.br

### **José Ednilson Miranda**

Ingénieur agronome, docteur en Agronomie, chercheur à l'Embrapa Coton, Centre de R&D du biome Cerrado, Goiânia, GO, Brésil  
jose-ednilson.miranda@embrapa.br

### **Raul Porfírio de Almeida**

Ingénieur agronome, docteur en Ecologie de la production et en Préservation des ressources/Entomologie, chercheur à l'Embrapa Coton, Campina Grande, PB, Brésil  
raul.almeida@embrapa.br

### **Carlos Alberto Domingues da Silva**

Ingénieur agronome, docteur en Entomologie, chercheur à l'Embrapa Coton, Campina Grande, PB, Brésil  
carlos.domingues-silva@embrapa.br

### **Mamoutou Togola**

Ingénieur agronome, DEA en Biologie Appliquée à l'Agronomie, mention : Protection des Plantes, responsable du Laboratoire de Défense des cultures (Élevage des insectes et DL50), Institut d'Économie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA), Sikasso, Mali  
togola.mamoutou@yahoo.fr

### **Sacamba Aimé Omer Hema**

Ingénieur agronome, doctorat unique en Biotechnologie Végétale, Entomologiste, responsable du volet Défense des Cultures, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso  
omerhema@yahoo.fr, ohema@fasonet.bf

### **Ninaon Hugues Somé**

Ingénieur agronome, M.Sc. en Entomologie, chercheur (Entomologiste) au Programme Coton, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

ninaon\_hugues@yahoo.fr

### **Gustave Bonni**

Ingénieur agronome, M.Sc. en Entomologie, responsable pour la Division Entomologie, chargé de la Protection Phytosanitaire du Cotonnier au Centre de Recherches Agricoles Coton et Autres Fibres Textiles (CRA-CF), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Bénin

gustavebonni@yahoo.fr

### **Moïse Obayomi Adegnika**

Licence en Production végétale, Bac + 3, assistant au Chef Division Entomologie du Centre de Recherches Agricoles Coton et Autres Fibres Textiles (CRA-CF), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou, Bénin

adegnikamoise@yahoo.fr

### **Amos Nodjasse Doyam**

Ingénieur agronome, ingénieur de Conception en Protection des Végétaux Option Entomologie, chercheur en Entomologie à la Station de Bébédja, Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), Tchad

ndoubate@yahoo.fr

### **Bedingam Le Diambo**

Ingénieur agronome, maîtrise en Agronomie, chercheur, chef de programme Cultures industrielles à la Station de Bébédja, Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), Tchad

lediambo@yahoo.fr

## Une histoire innovante

Le Brésil cherche à contribuer efficacement au développement durable en Afrique. La coopération technique brésilienne, dans un élan de solidarité et en l'absence de conditionnalités, consacre la moitié de son budget à ce continent. Quarante pays en bénéficient dans des domaines tels que la sécurité alimentaire, l'agriculture, l'éducation, les politiques sociales, le patrimoine historique et l'administration publique.

La croissance et le succès de la coopération internationale brésilienne avec l'Afrique peuvent s'expliquer par la manière dont cette activité est réalisée, avec la participation continue des autorités et des experts locaux. En outre, prévaut un souci permanent de toujours adapter nos expériences aux différents contextes et spécificités de chaque partenaire, ce qui rend unique chaque projet organisé par le Brésil, indépendamment du nombre de fois où il a déjà été mis en œuvre auparavant.

Parmi les initiatives dans l'agriculture, l'une des expériences les plus réussies de la coopération brésilienne est sans aucun doute le projet d'Appui au Développement du Secteur Cotonnier des Pays du Coton-4, provenant d'une demande émanant des membres du groupe (Bénin, Burkina Faso, Mali et Tchad) suite au contentieux portant sur le coton entre le Brésil et les États-Unis au sein de l'Organisation Mondiale du Commerce.

En assurant l'adaptation des variétés brésiliennes de coton, le transfert des techniques de plantation et de la recherche développée par le Brésil ainsi que la formation des experts des quatre pays, le Cotton-4 a été la première initiative issue de sa gamme de projets

structurants que l'Agence Brésilienne de Coopération du Ministère des Relations Extérieures a réalisé sur le continent africain. En trois ans d'existence, le projet a permis d'adapter aux conditions naturelles de la région dix variétés de coton du Brésil tout en organisant des cours de formation dans les domaines du semis direct, l'amélioration génétique et la lutte intégrée contre les ravageurs.

Ce volume résume, en substance, la connaissance produite et consolidée à travers cet important projet de coopération. Cette publication jouera certainement un rôle central dans la diffusion de nouvelles techniques de culture de coton en collaboration avec les chercheurs et producteurs de ces pays. Je suis convaincu que l'expérience résumée ici se traduira par une augmentation de la productivité et de la qualité des cultures, générant ainsi une augmentation des revenus et une amélioration significative du niveau de vie de la population. Il n'est pas inutile de rappeler, l'objectif le plus important quant à notre rapprochement avec l'Afrique : la construction dans nos régions, de sociétés sachant allier la paix, le développement durable et la justice sociale en faveur d'un ordre international plus démocratique.

*Antonio de Aguiar Patriota*  
Ministre des Relations Extérieures

## Présentation institutionnelle

Le projet Appui au Développement du Secteur Cotonnier des Pays du Coton-4, qui se trouve maintenant à sa fin, est l'une des initiatives les plus ambitieuses et les plus réussies de l'Agence Brésilienne de Coopération du Ministère des Relations Extérieures dans le cadre de la coopération Sud-Sud. Au cours de ses quatre années d'existence, il a été responsable de la formation de centaines de techniciens et de l'adaptation de variétés brésiliennes de coton aux conditions naturelles de la région. Plus important encore, le projet a lancé un nouveau modèle de coopération, non seulement au niveau des résultats attendus, mais aussi par le modèle participatif et l'engagement rencontrés au sein de chaque institution participante.

Le Cotton-4, qui a débuté en 2009, a constitué le premier « projet structurant » coordonné par l'ABC et exécuté par l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole (Embrapa). Durant cette période d'exécution, les chercheurs de l'Embrapa ont mis à disposition des informations, des techniques et des connaissances importantes dans les domaines du semis direct, l'amélioration génétique et la lutte intégrée contre les ravageurs qui ont été consolidées au Brésil et qui pourront être incorporées au système de production africain moyennant la réalisation d'ajustements et adaptations locales tout en respectant l'identité socioculturelle et les caractéristiques édaphoclimatiques de chaque pays.

Le nom de « projets structurant » que certaines initiatives de coopération menées par l'ABC reçoivent, se justifie par la création de centres de formation permanents, qui permettent l'augmentation des résultats et du nombre de bénéficiaires. Ces structures agissent également, de façon indirecte tel un facteur de renforcement des

Etats et leurs capacités institutionnelles à travers un approvisionnement continu en ressources humaines qualifiées et l'intégration nationale, en raison de l'échange de techniques et de technologies provenant de l'ensemble du territoire.

Dans le cas de la station d'expérimentation revitalisée de Sotuba, au Mali, qui sert de siège au projet Coton-4, son rôle revêt une importance particulière. Bien qu'il existe des unités de démonstration de recherche développée au Bénin, au Burkina Faso et au Tchad, la station d'expérimentation revitalisée qui est située près de Bamako, fonctionne comme une grande vitrine des technologies de l'Embrapa, mais également comme un centre de diffusion de ces connaissances pour les pays de la région.

Depuis 2011, toutes les activités de formation sont menées au sein de la station avec des experts des quatre pays. À la fin de l'année 2012, quinze cours dans les domaines du semis direct, de l'amélioration génétique et de la lutte intégrée contre les ravageurs ont été conclus, impliquant environ deux cent cinquante techniciens. L'utilisation de la station expérimentale comme lieu d'apprentissage revêt un aspect stratégique, servant à la fois de rapprocher les techniciens des pays participants et de les aider à se familiariser avec l'emplacement et les équipements qu'ils continueront d'utiliser ensemble après l'achèvement du projet.

La présente publication est le résultat des essais adaptatifs effectués ainsi que de l'échange de connaissances réalisé entre le Brésil par le biais de l'Embrapa et les pays du C-4, par le biais de leurs institutions partenaires du Projet: Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), du Burkina Faso, Institut Tchadien de

Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) et l'Institut d'Economie Rurale (IER), du Mali.

Ce Manuel des Bonnes Pratiques Agricoles fonctionnera comme un véhicule didactique fondamental contenant des diagrammes, des photos et des explications faciles à comprendre afin de former des chercheurs et des démultiplicateurs. De cette façon, il pourra être distribué en cours et utilisé comme matériel de référence et de soutien pour les activités d'assistance technique et de vulgarisation rurale, en faisant part des expériences du projet dans chaque région de production des quatre pays.

C'est une immense satisfaction pour nous de pouvoir célébrer la remise de cette publication, dans la certitude qu'elle sera chargée de s'assurer que les bonnes pratiques du projet C-4 ne disparaissent pas avec l'achèvement de ses activités, mais que bien au contraire elles continuent à produire leurs fruits tout en ayant un impact positif sur la vie des personnes.

*Fernando José Marroni de Abreu*

Directeur de l'ABC

*Maurício Antônio Lopes*

Président de l'Embrapa



# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	15
<b>Lutte intégrée</b> .....	18
<b>Les principaux ravageurs de la culture cotonnière du C-4</b> .....	20
Les chenilles phyllophages .....	20
<i>Haritalodes</i> (= <i>Syllepte</i> ) <i>derogata</i> (Fabricius, 1775) (Lepidoptera : Crambidae).....	20
Les chenilles carpophages .....	23
<i>Diparopsis watersi</i> (Rothschild, 1901) (Lepidoptera : Noctuidae) .....	23
<i>Earias insulana</i> (Boisduval, 1833) (Lepidoptera : Noctuidae) et <i>Earias biplaga</i> , Walker, 1866 (Lepidoptera : Noctuidae) .....	23
<i>Helicoverpa armigera</i> , Hübner, 1805 (Lepidoptera : Noctuidae) .....	27
Piqueurs-suceurs.....	28
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 (Hemiptera : Aphididae) .....	28
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889) (Hemiptera : Aleyrodidae) .....	31
<i>Jacobiella</i> (= <i>Empoasca</i> ) <i>fascialis</i> (Jacobi, 1912) (Hemiptera : Cicadellidae) .....	31
<b>Suivi des ravageurs dans l'écosystème et prise de décision</b> .....	33
Facteurs affectant la densité populationnelle.....	33
Échantillonnage .....	34
Réalisation des échantillonnages .....	34
Fiche d'échantillonnage .....	35
Niveau de dégâts économiques (NDE) ou seuil de nuisibilité .....	36
Niveau de contrôle (NC) .....	37
Prise de décision .....	37
Niveau de Non Action (NNA) .....	37
Niveau de Dommage Économique (NDE) .....	38
Niveau de Contrôle (NC) pour les principaux ravageurs .....	38

<b>Méthodes de lutte intégrée .....</b>	<b>42</b>
Lutte culturale .....	42
Période de semis .....	43
Densité de semis .....	44
Installation de culture piège et destruction des plantes hôtes alternatives .....	44
Destruction des résidus de récolte .....	45
Rotation des cultures .....	46
Association de cultures .....	47
Lutte biologique .....	48
Les prédateurs .....	48
Les punaises prédatrices .....	49
Guêpes prédatrices .....	50
Les carabes .....	51
Les coccinelles .....	51
Les chrysopes .....	53
Les syrphes .....	55
Les thrips .....	56
Les perce-oreilles .....	56
Les grillons .....	57
Les mantes religieuses .....	58
Les libellules .....	58
Les araignées .....	59
Les acariens .....	61
Les parasitoïdes .....	61
Parasitoïdes de pucerons .....	61
Parasitoïdes oophages .....	63
Ectoparasitoïdes de chenilles .....	63

Endoparasitoïdes de chenilles .....	64
Parasitoïdes de chrysalides .....	65
Diptères parasitoïdes.....	65
Les entomopathogènes .....	66
Produits commerciales biologiques .....	69
<b>Lutte variétale</b> .....	70
Sélection génétique .....	70
Semences de qualité .....	71
La transgenie .....	72
Le cas du Burkina Faso .....	73
Lutte comportementale .....	74
Utilisation de pièges .....	74
Les phéromones .....	75
<b>Contrôle chimique et techniques d'application</b> .....	78
Sélectivité physiologique et écologique de produits chimiques .....	79
Pour le traitement des semences .....	81
Alternance des molécules et produits .....	81
Utilisation des pyréthrinoides, 80 jours après la levée (JAL) .....	82
Résistance des ravageurs aux insecticides .....	83
<b>Techniques d'application des produits</b> .....	84
Appareils de traitement .....	84
Sécurité du travail .....	85
<b>Références</b> .....	87
<b>Lectures recommandées</b> .....	88



## Introduction

La culture cotonnière occupe une place importante dans l'économie des pays C-4 (Bénin, Burkina Faso, Mali et Tchad). En faisant vivre plus de 6 millions de personnes, elle contribue en effet de manière significative aux recettes d'exportations, au Produit Intérieur Brut et aux revenus de nombreuses exploitations agricoles. Mais l'ampleur de ces différentes fonctions est dépendante chaque année de la réussite de la culture cotonnière sur les plans agronomique et technologique. Pour y parvenir, l'application correcte des itinéraires techniques en particulier dans le domaine de la protection phytosanitaire du cotonnier, doit être vivement conseillée.

Cependant, depuis une quinzaine d'années, la stagnation et la baisse des rendements de coton graine au champ sont enregistrées dans ces pays avec pour conséquence une diminution progressive des revenus chez les producteurs. Cette situation, guère réjouissante, met à rude épreuve les économies nationales fragiles. Face à cette crise conjoncturelle, l'application urgente de stratégies de gestion intégrée des ravageurs et des maladies dans le domaine de la protection phytosanitaire du cotonnier, occupe une place de choix pour tous les acteurs des filières cotonnières des pays du C-4.

L'un des obstacles majeurs à la consolidation d'une agriculture durable est dû aux attaques de ravageurs qui, lorsqu'ils ne sont pas contrôlés, peuvent réduire de façon drastique la production. Dans la culture du cotonnier, un complexe de ravageurs hébergé au sein d'une culture, peut réduire de façon significative la production si l'on ne prend pas à temps les mesures de contrôle qui s'imposent. Maintenir le niveau d'infestation sous contrôle apparaît comme un grand défi pour l'agriculteur. Cependant, il n'est pas possible de se

fier qu'à une seule méthode de contrôle dans la mesure où il n'existe pas de solution unique salvatrice ; on se doit de prendre en compte la nécessité d'adopter un ensemble de mesures qui, combinées de façon harmonieuse, donneront lieu à un contrôle efficace de ces organismes.

Afin d'affronter ce défi, on suggère d'adopter la philosophie de la *Lutte Intégrée contre les Ravageurs* (LIR). Cette philosophie vise à garantir la durabilité de la culture tout au long des années entraînant une diminution des coûts ainsi qu'une augmentation de la qualité de la production. Les tactiques du LIR incluent : la lutte biologique, la lutte culturale, la lutte génétique (résistance des plantes aux insectes), le contrôle comportemental et le contrôle chimique. La surveillance constante et efficace de la culture constitue un facteur essentiel du contrôle des ravageurs, facteur déterminant afin que les différentes tactiques de contrôle des ravageurs soient utilisées soigneusement et en temps opportun. Des erreurs au niveau de la surveillance pourraient conduire à l'utilisation systématique du contrôle chimique en favorisant également l'apparition d'une nouvelle génération de ravageurs aboutissant dans la plupart des cas à l'augmentation de dépenses financières inutiles.

L'une des conséquences les plus graves lors de l'utilisation indiscriminée d'insecticides serait l'évolution de la résistance des ravageurs à ces produits. C'est pourquoi il est primordial que le producteur sache reconnaître les ravageurs et leurs ennemis naturels de façon à pouvoir manipuler l'agroécosystème du cotonnier de manière adéquate lui permettant d'employer avec efficacité les différentes modalités de contrôle disponibles. Il est très important de prendre en considération le fait que la seule présence d'un insecte ne fait pas nécessairement de lui un ravageur. Celui-ci pourra être

considéré comme un ravageur seulement si sa population s'accroît suffisamment pour causer des pertes économiques.

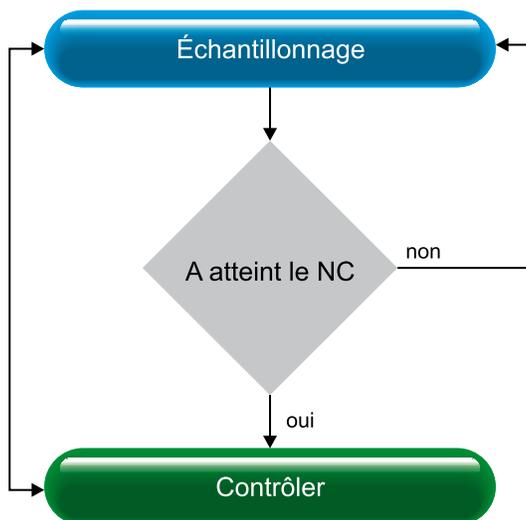
Dans ce sens, l'importance qu'on a accordée au développement et à l'utilisation des méthodes alternatives a varié selon les régions et les circonstances. Dans la situation agricole actuelle, il existe dans les quatre pays du Projet C-4 (Bénin, Burkina Faso, Mali et Tchad), des méthodes alternatives de lutte contre les principaux ravageurs qui sont aujourd'hui timidement appliquées par les producteurs.

## Lutte intégrée

La lutte intégrée contre les ravageurs est une philosophie qui recommande l'utilisation de techniques combinées ou pas afin de réduire les populations de ravageurs et les maintenir à des niveaux populationnels en dessous de ceux causant généralement des dommages économiques. Lors de l'utilisation de la LIR, d'autres avantages sont également obtenus tels qu'une meilleure qualité de l'air, de l'eau, du sol, de la faune et de la flore des environnements cultivés et non cultivés.

Le succès de ce programme de lutte intégrée contre les ravageurs est intimement lié à l'identification correcte du ravageur, à un suivi constant, efficace et aux stratégies adéquates de contrôle. Durant le suivi, des échantillonnages peuvent être réalisés sur la plante et/ou par l'observation de capture à travers des pièges à phéromones pour le ravageur en question. Les échantillonnages doivent être faits avec rigueur de façon à obtenir un panorama de ce qui se passe dans la culture. Les données obtenues lors du suivi seront comparées aux niveaux de contrôle (NC) établis par le ravageur concerné, étant à ce moment décidé si le ravageur sera contrôlé ou pas (Figure 1).

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Organisation Internationale pour la Lutte Biologique (OILB), la lutte intégrée est définie comme étant la « conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance ».



**Figure 1.** Prise de décision dans un programme de Lutte Intégrée contre les Ravageurs.

Source : Gallo et al. (2002).

En Europe, la lutte intégrée est définie par la directive communautaire 91/414/CEE du 15 juillet 1991, comme suit « l'application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturelles ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous de seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptable.

## Les principaux ravageurs de la culture cotonnière du C-4

Le spectre parasitaire de la culture cotonnière est très vaste. Au Mali, il existe plus de 200 espèces nuisibles au cotonnier qui peuvent affecter sérieusement la production avec un niveau de pertes de récoltes évalué en moyenne à 33,1% du potentiel de production s'ils ne sont pas bien maîtrisés. Fort heureusement, parmi ces espèces, seules quelques-unes sont régulièrement préjudiciables à cette culture : dans les cultures cotonnières des pays du C-4, les principaux ravageurs sont regroupés en fonction des dégâts causés en relation avec l'évolution de la phénologie du cotonnier au cours de la campagne.

Les principaux ravageurs s'attaquant au cotonnier sont les ravageurs phyllophages (ils se nourrissent de feuilles), les carpophages (ils se nourrissent des organes fructifères) et les piqueurs-suceurs dont les dégâts sont observés durant la phase végétative et/ou reproductive.

Les composantes de ces groupes de ravageurs sont présentées ci-dessous.

### Les chenilles phyllophages

#### ***Haritalodes (= Syllepte) derogata (Fabricius, 1775)*** **(Lepidoptera : Crambidae)**

Connues sous l'appellation de chenille « enrouleuses de feuilles », les larves sont vert-translucides, les pattes et la tête sont

noires (Figure 2). Les feuilles enroulées (Figures 3 et 4) renferment très généralement des excréments noirs.



Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues

**Figure 2.** Larve de *H. derogata* sur feuille.



Photo : Mamoutou Togola

**Figure 3.** Larve de *H. derogata* enroulées dans une feuille.

Photo : Raul Porfiro de Almeida



**Figure 4.** Dégât de *H. derogata*.

## Les chenilles carpophages

### ***Diparopsis watersi* (Rothschild, 1901) (Lepidoptera : Noctuidae)**

La chenille est couleur verdâtre avec trois rangées des rayures rouges transversales sur le corps (Figure 5). Les jeunes organes attaqués restent suspendus par des fils de soie avant de tomber (Figure 6).



Photo : Sacamba Aimé Omer Hema

**Figure 5.** Chenille de *D. watersi*.

Elle s'attaque aux organes fructifères : boutons floraux, fleurs. Les capsules attaquées présentent un trou circulaire avec des déjections à l'intérieur. Ce ravageur considéré comme un ravageur de fin de campagne, est actuellement rencontré dans les cultures de coton en début de campagne.

Photo : Mamoutou Togola



**Figure 6.** Dégâts sur organe jeune.

***Earias insulana* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera : Noctuidae)  
et *Earias biplaga*, Walker, 1866 (Lepidoptera : Noctuidae)**

Deux espèces sont rencontrées dans les cultures de coton dans la sous-région Ouest-Africaine : *E. insulana* et *E. biplaga*. Les larves sont facilement reconnaissables grâce à la présence d'épines sur le corps, d'où l'appellation de chenilles épineuses du cotonnier (Figure 7). En début de campagne, elle écimé le sommet du cotonnier, provoquant ainsi la chute du rameau écimé (Figure 8).

En plus de ces dégâts d'écimage en début de campagne, les larves s'attaquent aussi aux boutons floraux, fleurs et capsules (Figure 9). Leurs dégâts sur les capsules sont identiques à ceux provoqués par *Helicoverpa armigera*, Hübner, 1805.



Photo : Gustave Bonni

**Figure 7.** *Earias* spp.



Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues

**Figure 8.** Dégâts d'écimage.

Photo : Gustave Bonni



**Figure 9.** Dégâts d'*Earias* spp. sur bouton floral.

***Helicoverpa armigera*, Hübner, 1805  
(Lepidoptera : Noctuidae)**

Ce ravageur très polyphage est considéré comme étant le principal déprédateur des cotonniers au Burkina Faso, au Mali et au Tchad.

La chenille se caractérise par la présence de ligne latérale blanchâtre sur chaque côté (Figure 10). Les chenilles de *H. armigera* s'attaquent aux boutons floraux, fleurs et aux capsules qu'elles perforent (Figure 11). On reconnaît l'attaque sur capsule par un trou circulaire entouré d'excréments à l'extérieur.



Photo : Clemson University, Bugwood.org

**Figure 10.** Larve de *H. armigera*.

Photo : Raul Porfiro de Almeida



**Figure 11.** Dégât sur capsule.

## **Piqueurs-suceurs**

### ***Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera : Aphididae)**

Petits insectes de couleur jaune verte ou brune qui vivent en colonie sur la face inférieure de la feuille (Figure 12). Les piqûres des pucerons entraînent la déformation des feuilles qui deviennent gaufrées (Figure 13). Ce ravageur constitue un des vecteurs des maladies virales (maladie bleue) par suite des piqûres toxiques sécrétées dans le cotonnier au moment de son alimentation. Ce sont des insectes piqueurs-suceurs incriminés dans la dépréciation de la qualité des fibres par suite de dépôts d'excréments sucrés sur le coton blanc

occasionnant le phénomène de coton collant avec la présence de fumagine noirâtre (Figure 14) qui entraînent la dépréciation du coton blanc produit. Il existe des formes ailées qui constituent les formes de départ ou d'arrivée dans un milieu donné.



Photo : José Geraldo Di Stefano

**Figure 12.** Colonie d'*A. gossypii*.

Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues



**Figure 13.** Dégâts d'*A. gossypii* sur feuilles.

Photo : Carlos Alberto Domingues Silva



**Figure 14.** Dégâts (fumagine) d'*A. gossypii* sur capsule ouverte.

### ***Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera : Aleyrodidae)**

Les adultes appelées « mouches blanches » sont très mobiles et portent deux paires d'ailes blanches (Figure 15). Les larves sont jaunâtres, translucides et sont immobiles ou peu mobiles à la face inférieure des feuilles à l'inverse des larves de puceron (Figure 16). Les feuilles attaquées sont recroquevillées et gaufrées (symptôme identique à celui du puceron). Tout comme les pucerons, les mouches blanches sont responsables de dégâts directs (déformation des feuilles) et vecteurs de maladies virales chez le cotonnier. Ils sont aussi incriminés dans la dépréciation de la fibre (présence de fumagine sur le coton blanc produit).

Photo : Central Science Laboratory, British Crown, Bugwood.org



**Figure 15.** Adulte de *B. tabaci*.



Photo : Mamoutou Togola et Sacamba Aimé Omer Hema

**Figure 16.** Larves de *B. tabaci*.

### ***Jacobiella* (= *Empoasca*) *fascialis* (Jacobi, 1912) (Hemiptera : Cicadellidae)**

Cette cicadelle ayant l'aspect d'une cigale verdâtre vit dans la face inférieure des feuilles. Elle a une démarche en oblique caractéristique (Figure 17). Par ses piqûres, elle introduit une salive toxique

qui provoque un enroulement des feuilles vers le bas avec un jaunissement puis un rougissement des bordures (Figure 18).

Photo : Mamoutou Togola



**Figure 17.** Adulte de *J. fascialis*.

Photo : Mamoutou Togola



**Figure 18.** Dégâts de *J. fascialis* sur feuille.

# Suivi des ravageurs dans l'écosystème et prise de décision

## Facteurs affectant la densité populationnelle

L'ampleur des dégâts provoqués est généralement dépendante de l'importance numérique de la population des ravageurs. Il est cependant des cas où quelques individus sont à eux seuls capables de représenter un réel danger (transmission de maladies virales à des plantes cultivées par certaines espèces de pucerons).

Plus généralement, les causes de pullulations des ravageurs sont étroitement liées aux activités humaines. Cependant, les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans le fonctionnement de certaines biocœnoses. Dans les cultures cotonnières, les conditions climatiques en particulier les périodes de sécheresse sont à l'origine le plus souvent des pullulations d'*A. gossypii*. Par ailleurs, la disparition de nombreux parasites et prédateurs responsables du maintien des équilibres biocénétiques et la pullulation d'espèces de ravageurs dont l'importance étant jusqu'alors considérée comme secondaire, sont pour une part attribuables à l'utilisation massive et généralisée d'insecticides à large spectre d'action.

Aussi, les pratiques culturales sont souvent la cause de modifications profondes du milieu naturel et des chaînes trophiques qui favorisent indéniablement certains consommateurs primaires tels que certains insectes ou nématodes phytophages.

Le développement de la monoculture de variétés végétales hautement sélectionnées, la disparition des jachères et le retour à

des programmes d'intervention phytosanitaire sur calendrier, peuvent entraîner une transformation fondamentale du paysage et donc des biocénoses, au sein desquelles les espèces ou les populations les plus aptes à s'adapter à ces conditions nouvelles se mettent à proliférer.

## Échantillonnage

Les échantillonnages sont des tâches essentielles à exécuter régulièrement. Ils visent à déterminer les niveaux de population d'une espèce particulière de ravageur et le niveau de dégâts lié à sa présence.

Sur la base de ces données, on décide de l'application ou non de mesures de contrôle. Les échantillonnages efficaces sont effectués par des personnes formées. Souvent, une prise de décision hâtive concernant le contrôle des parasites peut entraîner une augmentation non justifiée des coûts de production. Cela peut se produire car la croissance de la population des ravageurs peut être interrompue par l'apparition de conditions défavorables comme la pluie ou les ennemis naturels. En outre, il est logique que les décisions tardives, lorsque les niveaux de population sont trop élevés puissent provoquer une perte de production importante.

Les échantillonnages doivent être exécutés dès le début du développement des plantes du coton lorsque les plantes sont attaquées par les ravageurs à partir de la phase initiale sachant que l'intervalle doit être au maximum d'une semaine. Dans les pays du C-4, les échantillonnages sont effectués tous les sept (7) jours.

## Réalisation des échantillonnages

Un nombre minimum de 25 points d'échantillonnage par hectare est nécessaire. La réalisation pour la prise des échantillons au

champ doit être fait en zigzag (Figure 19), en cherchant à examiner cinq plantes consécutifs dans chaque point d'échantillonnage, en enregistrant les informations par rapport au niveau de nuisance, la présence et la nature des insectes ravageurs et les ennemis naturels sur la fiche d'échantillonnage.



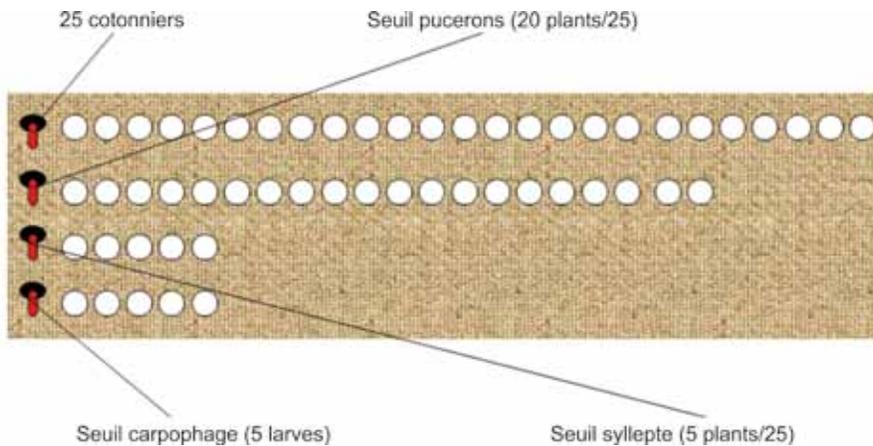
Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues

**Figure 19.** Réalisation en zigzag d'un échantillonnage au champ.

## Fiche d'échantillonnage

La fiche d'échantillonnage devra être remplie, en annotant sur la ligne le nombre correspondant à la plante examinée et seulement lorsque cela sera nécessaire, dans la cellule appartenant à la

colonne du ravageur ou des ennemis naturels. Un matériel conçu au Mali (planchette perforée) est utilisé pour faciliter l'échantillonnage (Figure 20). À la fin, ces données serviront de base à l'indication de mesures d'actions devant être prises. Pour la prise de décision par le contrôle chimique, on utilise le niveau de contrôle établi pour chaque ravageur.



**Figure 20.** Matériel utilisé pour le comptage en Mali : une planchette perforée.

## Niveau de dégâts économiques (NDE) ou seuil de nuisibilité

Il se traduit par un effet dépressif du ravageur sur la plante cultivée. Le seuil de tolérance économique correspond au niveau de population au-dessus duquel le coût de dégâts causés par le ravageur est supérieur à celui des traitements phytosanitaires.

## Niveau de contrôle (NC)

Il indique au praticien l'attitude à adopter en fonction :

- D'un seuil de nuisibilité établi, souvent au niveau national.
- Du stade phénologique de la culture qui est plus sensible aux attaques du ravageur.
- Des limites précoces et tardives de traitement.
- D'une évaluation des facteurs antagonistes du ravageur (niveaux des populations locales des prédateurs, parasites et pathogènes de l'espèce).
- La détermination des niveaux de contrôle est fondamentale pour la prise de décision dans l'utilisation des produits chimiques dans la protection des cultures contre les différents ravageurs. Dans les cultures cotonnières, ces niveaux de contrôle peuvent varier selon les zones agroécologiques et l'importance des dommages dus aux ravageurs et/ou groupes de ravageurs. Ils peuvent aussi varier à l'intérieur d'un même pays et entre les pays selon la présence ou non des ravageurs et groupes de ravageurs pris en compte et de leur importance sur le plan des incidences économiques causées dans les cultures de coton.

## Prise de décision

### Niveau de Non Action (NNA)

Le Niveau de Non Action (NNA) se produit lorsque la densité populationnelle de l'ennemi naturel est capable de contrôler la population d'insectes de façon à ce que ceux-ci n'atteignent pas le statut de ravageur.

## Niveau de Dommage Économique (NDE)

Il s'agit de la densité populationnelle de ravageurs causant des dommages à la culture égalant le coût d'adoption de mesures de contrôle. Il est également possible de dire que le NDE représente le pourcentage de perte minimum dans la production à partir de laquelle le contrôle des ravageurs devient économique. Le NDE ne prend pas en considération l'influence de facteurs tels que les ennemis naturels et la résistance aux insecticides qui pourraient affecter la dynamique populationnelle des ravageurs. Ce concept ne s'applique qu'aux ravageurs causant des dommages directs à la culture.

Le NDE peut être calculé à travers la formule suivante :

$$NDE = (Ct \times 100) / V$$

Où :

$Ct$  = coût du contrôle par unité de production

$V$  = valeur de la production par unité de production

Selon cette formule, plus le coût du contrôle est important, plus le niveau de dommage économique sera important et plus le prix du produit sur le marché sera élevé, moins important sera le niveau de dommage économique.

## Niveau de Contrôle (NC) pour les principaux ravageurs

Généralement les mesures de contrôle sont adoptées avant que la population n'atteint le NDE, car cela demande un certain temps afin que les mesures de contrôle deviennent efficaces. Ces mesures de contrôle sont adoptées lorsque l'on atteint le niveau de contrôle (NC). Celui-ci correspond à la densité populationnelle dans laquelle les mesures doivent être prises afin d'empêcher que la population

n'atteigne le niveau de dommage économique (NDE). En ce qui concerne les ravageurs qui causent des dommages indirects agissant tels des vecteurs de phytopathogènes, le NC peut être associé au début de l'apparition des ravageurs sur la culture.

La tolérance des populations d'insectes à des niveaux qui ne causent pas de dommages économiques favorise la croissance populationnelle d'ennemis naturels qui agiront avec plus d'efficacité lors du contrôle de ces populations. La détermination du contrôle est fondamentale pour une prise de décision par le contrôle chimique.

La détermination des niveaux de contrôle est fondamentale pour la prise de décision dans l'utilisation des produits chimiques dans la protection des cultures contre les différents ravageurs. Dans les cultures cotonnières, ces niveaux de contrôle peuvent varier selon les zones agroécologiques et l'importance des dommages dus aux ravageurs et/ou groupes de ravageurs. Ils peuvent aussi varier à l'intérieur d'un même pays et entre les pays selon la présence ou non des ravageurs et groupes de ravageurs pris en compte et de leur importance sur le plan des incidences économiques causées dans les cultures de coton.

Les types de programmes de protection et les niveaux de lutte actuellement utilisés au sein des pays sont décrits dans le tableau suivant (Tableau 1).

Pour limiter les dégâts des ravageurs dans les parcelles de coton au Mali, en dehors du choix de cultivars résistants aux jassides (grâce à une pilosité foliaire suffisante) et d'un semis à bonne date, on a principalement recours à l'utilisation d'insecticides chimiques. Leur emploi dans l'écosystème doit cependant respecter les règles suivantes:

**Tableau 1.** Caractéristiques des seuils d'intervention dans les pays du C-4.

Caractéristique	Pays		
	Bénin	Burkina Faso	Mali
Superficie maximum échantillonnage (ha)	0,5 à 5	5	5
Période d'observation du seuil	À partir de 30 jours après la levée	À partir de 30 jours après la levée	À partir de 30 jours après la levée
Nombre de plants observés	40 par groupe de 5 plants consécutifs (20 sur chaque diagonale)	30 par groupe de 5 plants consécutifs sur la diagonale	25 par groupe de 5 plants consécutifs sur la diagonale
Lieu d'observations des ravageurs	Tout le plant	Tout le plant	Tout le plant
Fréquence des observations	7 jours	7 jours	7 jours
Seuil chenilles exocarpiques ( <i>Helicoverpa</i> , <i>Diparopsis</i> , <i>Earias</i> )	5 larves <i>Helicoverpa</i> ou 10 larves ( <i>P. gossypiella</i> et autres exocarpiques)	5 larves	5 larves
Seuil chenilles phyllophages [ <i>Haritalodes</i> (= <i>Syllepte</i> ) <i>derogata</i> , <i>Spodoptera littoralis</i> , <i>Anomis flava</i> ]	10 plants infestés par <i>H. derogata</i>	8 plants infestés par <i>H. derogata</i> , 8 larves ( <i>S. littoralis</i> , <i>A. flava</i> )	5 plants infestés
Pucerons	33 plants infestés	21 plants infestés	20 plants infestés
Mouches blanches	Non considéré	10 plants infestés	
Acariens ( <i>Polyphagotarsonemus latus</i> )	3 plants infestés	Non considéré	Non considéré

1. Les formulations insecticides, en accord avec les réglementations du Comité Sahélien des Pesticides (CSP) et les techniques d'épandage diffusées, doivent être issues des recommandations annuelles de la recherche pour chaque ravageur (ou groupe de ravageurs) et/ou pour chaque période du cycle de la plante.
2. Les doses d'emploi de ces formulations insecticides, toujours en accord avec les réglementations du CSP, doivent respecter les recommandations émises chaque année par la recherche pour garantir leur efficacité.
3. Le matériel de pulvérisation doit être issu des recommandations de la recherche, être dans un bon état de fonctionnement et être utilisé suivant les prescriptions de la recherche.
4. Lors des épandages des insecticides, de leur préparation jusqu'au nettoyage des équipements après leur utilisation, des précautions élémentaires doivent être prises par les opérateurs pour éviter tout risque de contamination.
5. Enfin, les épandages doivent se conformer aux règles de programmes de protection précis qui ont été élaborés par la recherche.

# Méthodes de lutte intégrée

## Lutte culturale

Sans faire preuve de finalisme, on doit admettre que, dans les conditions naturelles, on observe un synchronisme entre le végétal et son ravageur de telle sorte que le stade contaminant de celui-ci apparaît lorsque le végétal est au stade phénologique favorable à son développement. Par ailleurs, le végétal résistera d'autant mieux au ravageur que sa vigueur physiologique sera forte.

Avec empirisme et ingéniosité, le paysan est parvenu à juguler ou à prévenir les pullulations d'un certain nombre de ravageurs par l'adaptation de techniques agricoles appropriées portant aussi bien sur le choix de la date et la densité des semis, que sur le respect des rotations judicieuses, l'installation de cultures intercalaires, la modification des conditions de récolte, la destruction des résidus de végétaux après récolte, l'aménagement des conditions de stockage des denrées. En raison des successions de cultures et de récoltes, souvent elles-mêmes suivies d'un travail mécanique du sol, l'agrosystème subit des perturbations profondes et répétées qui ont une influence directe sur la dynamique des populations de ravageurs et d'auxiliaires.

Toutes les pratiques entrant dans la conduite de la culture sont concernées : le semis, les cultures associées à celle du cotonnier, la densité de peuplement végétal, le désherbage, la fertilisation et la destruction des résidus de récolte.

## Période de semis

Le cycle de croissance et de développement du cotonnier doit être confronté à la dynamique des populations de ravageurs. La place de la floraison utile, l'analyse des facteurs responsables de la chute d'organes fructifères et les possibilités de compensation constituent des éléments de décision importants pour la mise en place de la lutte contre les ravageurs.

Dans les conditions climatiques des zones cotonnières dans les pays du C-4, les semis précoces sont les plus favorables à l'expression du potentiel de production du cotonnier, mais il existe des situations où pour éviter les dégâts d'un ravageur (ou d'un groupe de ravageurs), il est peut être conseillé de retarder le semis, voire d'implanter une culture différente du cotonnier en début de saison : c'est ainsi que la succession maïs-cotonnier a été recommandée dans certains pays, avant que l'introduction des pyréthriinoïdes ne permette la maîtrise de *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* (Meyrick, 1913).

Une date de semis précoce est conseillée surtout dans les régions où la période de végétation et de fructification risque de subir la sécheresse avant l'achèvement de la partie sensible du cycle du cotonnier. Elle permet aussi d'esquiver l'arrivée massive à la date fixe de certains ravageurs, ou la multiplication d'autres, tels les pucerons et les acariens.

C'est en perturbant la coïncidence souvent nécessaire entre un stade phénologique déterminé de la plante hôte et le stade contaminant du ravageur qu'il est possible parfois de réduire sensiblement les dégâts occasionnés aux cultures. Cette pratique est conseillée aux producteurs de coton afin de les amener à faire des semis à bonne date (fin mai- début juin) pour réduire significativement les

fortes infestations et dégâts des populations de *H. armigera* de fin de campagne.

## **Densité de semis**

La densité de semis peut avoir une influence sur le comportement du ravageur. C'est le cas des pucerons, les mouches blanches du cotonnier et les jassides. Les populations de ce groupe de ravageurs sont favorisées par les fortes densités de semis en culture cotonnière. Cependant, dans le cas de fortes densités de plantation, certaines pratiques agronomiques permettent d'accélérer ou de concentrer la période de maturation des capsules, telles l'écimage, l'utilisation de régulateurs de croissance pour réduire la part de végétation au profil de la fructification, ou celle de défoliants pour préparer la récolte et interrompre le cycle de développement des ravageurs de fin de cycle.

## **Installation de culture piège et destruction des plantes hôtes alternatives**

L'utilisation de plantes pièges, qu'il s'agisse de pieds de maïs isolés, de lignes de gombo (*Abelmoschus* sp., Medikus, 1787), de tournesol (*Helianthus annuus*, Linné, 1753) ou même de rosier d'Inde (*Tagetes erecta*, Linné, 1753), à l'intérieur des parcelles de coton, permettent des concentrations soit d'adultes ou de larves d'*H. armigera*. Ces cultures pièges infestées peuvent être détruites par la suite. C'est le cas pour réduire les dégâts de *Syagrus calcaratus* (Fabricius, 1775) dans certaines zones cotonnières. Ainsi, on garde les repousses de cotonniers qui abritent les adultes de ce ravageur avant la mise en culture du cotonnier. Avec un traitement insecticide, on détruit ces colonies d'adultes de *S. calcaratus*, les empêchant ainsi de provoquer des dégâts sur la culture cotonnière devant être mise en place.

## **Destruction des résidus de récolte**

La destruction des résidus de récolte est une pratique ancienne, efficace lorsqu'une inter-campagne stricte peut être respectée. Privés de leur plante- hôte, les ravageurs entrent en diapause ou migrent vers d'autres hôtes. En effet, la réduction du nombre de plantes-hôtes pendant la saison sèche ou la saison froide rend aléatoire la survie des espèces polyphages à faible pouvoir migratoire. Dans le cas des insectes monophages ou oligophages, qui survivent en état de diapause, une destruction soigneuse des résidus de récolte permet de réduire les populations.

Cette technique qui est conseillée, a parfois révélé aussi des limites. La destruction par le feu des résidus de culture va à l'encontre d'un bilan organique équilibré, et devrait peu à peu disparaître au profit d'une destruction mécanique en place. Pour les espèces en diapause dans les couches superficielles du sol, le labour de fin de cycle est une méthode efficace : les chrysalides sont ramenées à la surface du sol, détruites par la chaleur ou par les prédateurs.

On devrait aussi prendre garde au problème que constituent les repousses, soit à partir de plants laissés en place, soit à partir des souches. En effet, certains ravageurs, tels les homoptères, peuvent s'y multiplier, ou des agents infectieux (virus et phytoplasmes) s'y concentrer.

Les résidus de récolte et particulièrement ceux du cotonnier peuvent servir de sources potentielles d'infestation pour les cultures rentrant dans la rotation. Leur destruction totale ou leur élimination hors de la parcelle de coton soit par des méthodes mécaniques ou soit par voie chimique à la fin des récoltes de coton, permet de contrôler le niveau des populations résiduelles du ou des ravageurs,

l'anéantissement de leurs sites de reproduction et de leurs sources alimentaires. La réalisation de ces opérations ne doit excéder 15 jours après la récolte.

## **Rotation des cultures**

La culture successive du coton permet le maintien des ravageurs dans l'environnement et l'augmentation de leurs populations, ce qui occasionne des problèmes phytosanitaires. La rotation des cultures incluant des espèces de plantes non hôtes des ravageurs associés au cotonnier est essentielle pour briser le cycle de développement des insectes nuisibles.

La rotation des cultures est essentielle afin de briser les cycles de développement des insectes ravageurs. Les cultures successives de coton provoquent le maintien des ravageurs dans l'environnement, tout en augmentant leur population et en multipliant les problèmes chaque fois plus importants. La rotation des cultures, avec culture alternée dans le temps, notamment du cotonnier vers d'autres cultures, a contribué à la réduction des ravageurs spécifiques au cotonnier, en elle favorise l'amélioration des conditions du sol. Par exemple, le foreur de tige du cotonnier. La rotation doit être faite de préférence avec l'inclusion de plantes dont les espèces-ravageurs associées sont différentes de celles qui se produisent sur le cotonnier.

Il est possible d'éliminer un ravageur au travers d'un système de cultures tel qu'une plante ne convenant pas à son développement soit seule présente pendant une durée supérieure aux possibilités de survie du stade infectieux. L'alternance selon des séquences programmées de plantes non hôtes ou hôtes médiocres, demeure un moyen judicieux. Une rotation judicieuse permet d'éviter au cotonnier de revenir trop vite sur la même parcelle. Elle permet aussi de réduire

les dégâts de certaines maladies telles la fusariose et les bactérioses et l'incidence de certains ravageurs spécifiques comme *Diparopsis watersi* (Rothschild, 1901).

## **Association de cultures**

Dans nombre de pays, la culture cotonnière traditionnelle associe des espèces rustiques (*Gossypium arboreum*, Linné, 1753, le plus souvent) à d'autres cultures annuelles et parfois pérennes. Avec l'introduction de *Gossypium hirsutum*, Linné, 1763, cette pratique s'est poursuivie. Bien que les conséquences soient peu étudiées, il semble que certaines cultures associées aient une incidence sur la dynamique des ravageurs, qu'elles peuvent détourner du cotonnier, ainsi que sur la diversité de l'entomofaune utile qu'elles renforcent.

Les expérimentations réalisées dans les pays du C-4, avec le gombo (*Abelmonchus* sp.), le rosier d'Inde (*T. erecta*), le tournesol (*H. annuus*) et le pois d'Angole [*Cajanus cajan*, (L.) Millspaugh, 1900], ont permis de mieux cerner l'importance de l'attractivité de ces spéculations agricoles vis-à-vis des principaux ravageurs du cotonnier. Leur utilisation dans les cultures cotonnières peut à des stades phénologiques déterminés, réduire l'utilisation d'insecticides dans les parcelles de coton.

## Lutte biologique

Les ennemis généralement regroupés sous les vocables « faune auxiliaire », « faune utile » ou encore « espèces bénéfiques », revêtent souvent une grande importance dans le cadre de la lutte contre les déprédateurs, mais leur présence dans les parcelles est souvent mal perçue par les acteurs de terrain et leur action régulatrice s'exprime la plupart du temps à l'insu des producteurs. Cependant, les nouvelles stratégies phytosanitaires s'appuient de plus en plus sur une gestion rationnelle et raisonnée des peuplements animaux ou végétaux présents dans les agro systèmes, ce qui rend leur connaissance de plus en plus indispensable.

D'une façon générale, on définit comme auxiliaire, tout organisme s'attaquant à un ou plusieurs déprédateurs causant des dégâts aux cultures. Ces agents bénéfiques peuvent être classés en trois catégories en fonction de leur mode d'action.

### Les prédateurs

Qui chassent des proies soit pour s'alimenter directement, soit pour nourrir leurs larves. Ce groupe, représenté par des insectes et des arachnides inclut aussi bien des formes larvaires qu'adultes. Chez certaines espèces, seul un stade du cycle biologique est prédateur (adultes de fourmis, larves de syrphes), chez d'autres, les larves et les adultes sont prédateurs (punaises prédatrices, chrysopes, carabes, coccinelles, etc.). Généralement, leur alimentation est variée et constituée d'espèces utiles comme nuisibles. Cependant, pour la plupart d'entre elles, il existe une prédominance marquée vis-à-vis de certains ravageurs et de ce fait, elles sont considérées comme des

espèces bénéfiques pour l'agriculture. Tous les stades du développement des proies peuvent servir d'aliment. Il suffit qu'elles restent accessibles aux prédateurs et ne soient pas protégées par leur localisation dans le sol, dans la plante ou dans un cocon.

## Les punaises prédatrices

Elles appartiennent à plusieurs familles. Les Reduviidae sont des punaises caractérisées par leur rostre robuste et arqué avec lequel elles piquent les proies souvent maintenues par leurs pattes antérieures. La tête est généralement allongée et présente un rétrécissement en forme de cou derrière les yeux. Leur coloration est très variable. Certaines espèces sont uniquement colorées avec des tâches rouges, oranges, jaunes, noires ou même brunes. Les Larves et les adultes sont prédateurs. Ils se nourrissent d'œufs et de larves de lépidoptères, de stades fixes de mouche blanche, jassides et d'acariens. En plus des punaises de la famille des Reduviidae, on peut citer : *Orius* sp. (Figure 21), Wolff, 1811 (Anthocoridae), *Geocoris* sp., Fallén, 1814 (Lygaeidae) et *Nabis* sp., Latreille, 1802 (Nabidae).



Photo : Adam Sisson, Iowa State University, Bugwood.org

**Figure 21.** *Orius* sp.

## Guêpes prédatrices

***Polistes* sp. (Latreille, 1802) (Hymenoptera : Vespidae)  
et *Polybia* sp. Lepeletier, 1836 (Hymenoptera : Vespidae)**

Elles dévorent les larves de lépidoptères et de coléoptères. Espèces courantes : *Polistes* sp. (Figure 22) et *Polybia* sp. En cas d'attaque de chenilles défoliatrices, il est très fréquent d'observer de nombreuses guêpes dans les parcelles. La plupart sont noires ou marrons plus ou moins tachées de jaune. Elles volent activement aux heures chaudes de la journée à la recherche de proies qui servent à alimenter les larves. Les Vespidae sont des guêpes sociales qui constituent des nids en « papier » avec des fibres de bois. Les colonies sont formées d'une femelle qui pond les œufs, entourée de nombreuses ouvrières. Ces dernières nourrissent les larves avec les insectes (chenilles, larves de Coléoptères) qu'elles chassent et qui sont préalablement malaxés et réduits en bouillie avec les mandibules.

Photo : Raul Porfirio de Almeida



**Figure 22.** *Polistes* sp., capturant une larve.

D'autres, comme les Euménides sont solitaires. Les espèces appartenant à cette famille construisent des nids en terre fixés sur des substrats divers tels que pierres ou plantes, d'où leur nom de guêpes maçonnes. Ensuite, elles les emportent dans le nid et y déposent un œuf. Après éclosion, les larves s'alimentent de ces insectes.

## Les carabes

### ***Calosoma sp.*, Weber, 1801, (Coleoptera : Carabidae)**

Ils présentent en général une coloration sombre avec parfois des reflets métalliques (Carabidae du genre *Calosoma*), mais certaines espèces possèdent des tâches rouges ou blanches bien visibles (petits carabes du genre *Lebia*). Ces Coléoptères sont très voraces aussi bien au stade larvaire qu'adulte. Les formes de grande taille chassent de préférence les grosses chenilles, alors que les plus petites préfèrent les œufs ou les jeunes larves au tégument mou. Ils sont surtout actifs la nuit, ce qui explique que leur présence dans les cultures passe souvent inaperçue.

## Les coccinelles

Les coccinelles sont des prédateurs importants, principalement de pucerons. Certaines espèces sont utilisées avec succès en lutte biologique. Les coccinelles ont 2, 7, 10 ou même 22 points. C'est grâce à ce nombre de points qu'on peut les différencier. Le nombre de points ne détermine pas leur âge mais correspond simplement à des espèces différentes.

Les coccinelles et leurs larves se nourrissent généralement de pucerons (Figure 23) et de cochenilles, mais à l'occasion, elles peuvent s'en prendre à d'autres insectes. Certaines espèces de coccinelles sont

plus ou moins spécialisées, et ne consomment que des cochenilles, ou des pucerons, voire qu'une seule espèce de ces proies. Plusieurs espèces sont rencontrées dans les cultures : *Scymnus* sp. Kugelann, 1794, *Cheilomenes* sp. Chevroat in Dejean, 1837 (Figure 24), *Exochomus* sp. Redtenbacher, 1843, *Eriopis* sp. Mulsant, 1850, *Cycloneda* sp. Crotch. D'autres se nourrissent d'œufs et de petites larves (*Hippodamia* sp. Chevrolat in Dejean, 1837, pour *H. armigera*).

Photo : Raul Porfirio de Almeida



**Figure 23.** Larve de coccinelle.



Photo : Raul Porfirio de Almeida

**Figure 24.** Adulte de *Cheilomenes* sp.

## Les chrysopes

Tout comme les Coccinelles, ces insectes sont des ennemis naturels des pucerons, d'aleurodes, de cochenilles et de Lépidoptères. Leurs œufs sont facilement reconnaissables à leur long pédoncule fin. Selon les espèces, ils sont déposés sur les plantes séparément ou en petits groupes. Les larves sont pourvues de mandibules effilées qui servent à capturer les proies, à leur injecter une salive toxique, puis à aspirer leur contenu liquéfié (Figure 25).

Certaines sont nues, d'autres se recouvrent avec les dépouilles des individus consommés, qu'elles fixent sur les épines qui ornent leur corps. La principale espèce régulièrement recensée dans les cultures de coton est *Chrysoperla carnea* (Stephens 1836) (Figure 26). Les œufs de forme ovale se situent à l'extrémité d'un pédoncule qui les rattache aux feuilles. Larves et adultes se nourrissent de préfé-

Photo : David Riley, University of Georgia, Bugwood.org



**Figure 25.** Larves de *Chrysoperla* sp.

Photo : Clemson University, USDA Coop.  
Ext. Slide Series, Bugwood.org



**Figure 26.** Adulte de *Chrysoperla carnea*.

rence de pucerons, mais les œufs et les petites larves de lépidoptères peuvent parfois leur permettre de s'alimenter.

## Les syrphes

Ils appartiennent à l'ordre des Diptères. Les larves de syrphes sont toujours de forme aplatie et présentent une coloration vert-clair ou brune qui les rend parfois difficiles à être distingué (Figure 27). Le corps est lisse ou avec des excroissances en forme d'épines. On les retrouve au milieu des colonies de pucerons ou d'aleurodes en train de s'alimenter aux dépens de ces Homoptères (Figure 28). Les pucerons constituent la proie des larves (100 pucerons/jour). Les œufs et les larves de lépidoptère sont aussi attaqués.



Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues

**Figure 27.** Larve de syrphé.

Photo : Sandra Maria Morais Rodrigues



**Figure 28.** Larve de syrpe s'alimentant de pucerons.

## Les thrips

La majorité des thrips sont phytophages. Certaines d'entre eux du genre *Scolothrips* Hinds, 1902 et *Franklinothrips* Back, 1912 sont prédateurs d'autres thrips, d'acariens et d'aleurodes. Ces Thysanoptères vu leur petite taille et leur extrême agilité sont difficiles à observer et passent très souvent inaperçus.

## Les perce-oreilles

Les perce-oreilles sont des insectes bien connus, caractérisés par les expansions en forme de pince qu'ils possèdent à l'extrémité de l'abdomen (Figure 29). Dans les cultures de cotonnier, larves et

adultes s'alimentent de petits insectes au tégument mou, en particulier de jeunes chenilles et d'œufs de Lépidoptères.



Photo : Ivan Cruz

**Figure 29.** *Doru luteipes*.

## Les grillons

Les grillons du genre *Oecanthus* Serville, 1831 sont de couleur brun-clair avec les ailes transparentes. Ces Orthoptères paraissent être à la fois phytophages et carnivores. Concernant le cotonnier, il semble qu'ils soient surtout prédateurs de jeunes chenilles et d'œufs de Lépidoptères.

## Les mantes religieuses

Ce sont des insectes caractérisés par leurs pattes antérieures transformées en véritables tenailles qui servent à capturer et à maintenir les proies. Pour chasser, elles se tiennent en général immobiles, attendant qu'un insecte passe à leur portée. Leur régime alimentaire inclut des insectes très variés : Coléoptères, Lépidoptères, Diptères. Leurs œufs sont enveloppés au moment de la ponte dans une substance mucilagineuse qui durcit rapidement à l'air pour former une oothèque fixée sur divers substrats : plantes, pierres.

## Les libellules

Ils sont reconnaissables à leur abdomen fin et allongé et à leurs ailes transparentes, parfois tachées de brun, parcourues par de nombreuses nervures (Figure 30). Les adultes chassent de petits insectes en vol, tels les pucerons ailés, les aleurodes et les moucherons. Les larves sont carnivores et se développent dans les cours d'eau et les mares.

Photo : David Cappaert, Michigan State University, Bugwood.org



**Figure 30.** Adulte de libellule.

## Les araignées

De nombreuses araignées comme *Alpaida* sp. O. P.-Cambridge, 1889, *Oxyopes* spp. Latreille, 1804, *Latrodectus geometricus* C. L. Koch, 1841 (Figure 31), tissent une toile sur laquelle elles attendent que se prennent les proies qui peuvent être très variées, coléoptères, mouches, pucerons. Certaines espèces se rencontrent souvent à la base des capsules, cachées par les bractées.



Photo : Sturgis McKeever, Georgia Southern University, Bugwood.org

**Figure 31.** *L. geometricus*.

Elles se nourrissent surtout de jeunes chenilles d'*H. armigera*, *E. insulana*, *E. biplaga*, *T. leucotreta* et *P. gossypiella*. D'autres se nourrissent d'acariens phytophages. Il existe des araignées qui ne tissent pas de toile, mais qui chassent à vue, en se déplaçant sur les plantes avec agilité, soit en marchant, soit par petits bonds (araignées appartenant aux familles des Salticidae (Figure 32) et Thomisidae (Figure 33)).

Photo : Merle Shepard, Gerald R. Carner, and P. A. C. Ooi,  
Insects and their Natural Enemies Associated with  
Vegetables and Soybean in Southeast Asia, Bugwood.org



**Figure 32.** Araignée de la famille Salticidae.

Photo : David Cappaert, Michigan State University, Bugwood.org



**Figure 33.** Araignée de la famille de Thomisidae.

## Les acariens

Ce groupe d'arachnides est représenté dans les cultures surtout par des espèces phytophages. Toutefois, des espèces appartenant à la famille des Phytoseiidae sont également des prédatrices de tétranyques.

## Les parasitoïdes

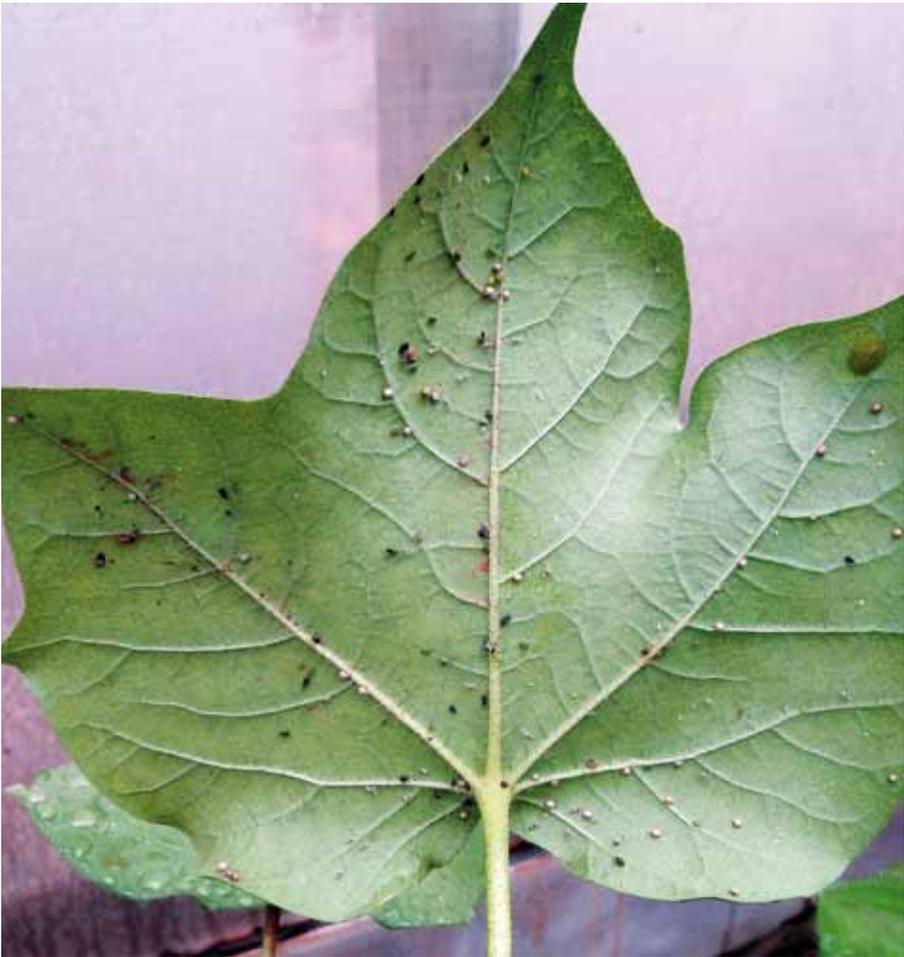
Ils comprennent les insectes dont tout ou une partie du développement larvaire et parfois nymphal se déroule à l'intérieur du corps, ou de l'œuf d'un ravageur considéré comme hôte. Ils provoquent en général la mort du ravageur- hôte en quelques jours. De façon générale, les parasitoïdes sont plus petits que les espèces auxquelles ils s'attaquent. Une même femelle est capable de parasiter un grand nombre d'individus, parfois plus d'une centaine, mais chaque parasitoïde n'élimine qu'un hôte pour se développer, ce qui n'est pas le cas des prédateurs pour lesquels un même individu a besoin de consommer plusieurs proies pour atteindre le stade adulte. Beaucoup de parasitoïdes présents dans les cultures s'attaquent à des ravageurs et sont par conséquent bénéfiques. Cependant, certains se développent aux dépens de prédateurs ou de larves déjà parasites d'un ravageur. Ce dernier cas correspond aux hyper parasitoïdes. En général, les parasitoïdes sont spécifiques d'un hôte ou d'un groupe d'hôtes, ce qui les rend plus intéressants pour la lutte biologique (cas des trichogrammes vis à vis des œufs de Lépidoptères).

## Parasitoïdes de pucerons

Les pucerons sont attaqués par plusieurs espèces de micro-hyménoptères appartenant aux familles Encyrtidae, Aphelinidae et

Aphidiidae. Chaque hôte n'héberge qu'un œuf pondu dans sa cavité générale à l'aide d'un ovipositeur. Les pucerons parasités sont momifiés (Figure 34). Ils prennent un aspect gonflé et une coloration noire, marron ou grise, variable selon les espèces de parasitoïdes. La sortie des hyménoptères adultes se fait par un orifice généralement percé dans la partie postérieure.

Photo : José Ednilson Miranda



**Figure 34.** Puceron parasité par *Lysiphlebus testaceipes*.

## Parasitoïdes oophages

Divers Hyménoptères pondent à l'intérieur des œufs d'autres insectes. Les plus connus sont les *Trichogrammes* qui parasitent les pontes de Lépidoptères tels que *Earias* spp., *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1843, *H. armigera* et *Diparopsis* sp. Une fois déposé, l'œuf du parasitoïde donne naissance à une larve qui effectue tout son cycle de développement à l'intérieur de l'œuf de l'hôte. Une seule femelle de *Trichogramme* peut éliminer une centaine d'œuf de Lépidoptère (Figure 35).



Photo : Heraldo Negri de Oliveira

**Figure 35.** *Trichogramme* spp. sur œuf de lépidoptère.

## Ectoparasitoïdes de chenilles

Certains Hyménoptères sont des ectoparasitoïdes. Dans ce cas, les œufs sont déposés à proximité ou sur l'hôte et tout le développement larvaire se déroule à l'extérieur de la chenille. C'est le cas des *Euplectus* Leach, 1817 (Pteromalidae) chez lesquels les larves sont fixées sur le tégument de l'hôte. Chaque chenille parasitée peut donner environ une quinzaine d'individus.

## Endoparasitoïdes de chenilles

Dans le cas des endoparasitoïdes, les œufs sont déposés soit à l'extérieur, soit dans la cavité générale de l'hôte et les larves se développent toujours à l'intérieur de ce dernier. Le nombre d'œufs déposés dans une même chenille varie suivant les espèces. Certains Hyménoptères ne déposent qu'un seul œuf par larve, d'où sortira un seul adulte [*Microcharops* Roman, 1910 (Ichneumonidae) parasite des chenilles]. Il y a d'autres Hyménoptères qui pondent un grand nombre d'œufs dans le même hôte et toutes les larves se développent dans la cavité générale d'un seul individu.

Chez les *Apanteles* Foerster, 1862 (Braconidae) (Figures 36 et 37), la nymphose se produit à côté de la dépouille de la chenille parasitée. Chaque larve avant de se transformer en chrysalide, quitte l'hôte et

Photo : Sturgis McKeever, Georgia Southern University, Bugwood.org



**Figure 36.** *Apanteles* sp.

tisse un cocon soyeux. Chez les Hyménoptères endoparasitoïdes présentant un développement polyembryonnaire, les femelles ne pondent qu'un seul œuf à l'intérieur de chaque hôte qui peut donner naissance à des milliers d'adultes [*Copidosoma* Ratzeburg, 1844 (Encyrtidae)].



Photo : Merle Shepard, Gerald R. Carner, and P. A. C. Ooi, Insects and their Natural Enemies Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia, Bugwood.org

**Figure 37.** Cocons d'*Apanteles* à côté d'une chenille.

## Parasitoïdes de chrysalides

Tout comme les œufs et les chenilles, les chrysalides sont parasitées par des micro-hyménoptères comme les *Brachymeria* Westwood, 1832 (Chalcididae).

## Diptères parasitoïdes

Les diptères parasitoïdes sont représentés par des Tachinidae et à un moindre degré par des Sarcophagidae (Figure 38). Les espèces les plus couramment observées parasitent les chenilles. Une même

chenille pouvant héberger une ou plus larves. D'autres mouches Tachinaires parasitent aussi certains hétéroptères. Les œufs sont déposés le plus souvent sur le tégument de l'hôte et les larves après éclosion pénètrent dans sa cavité générale en perforant la cuticule.

Photo : José Geraldo Di Stefano



**Figure 38.** Adultes de Tachinidae sur plante de maïs.

## Les entomopathogènes

Ce sont des agents infectieux qui peuvent provoquer des maladies chez les insectes et par conséquent être bénéfiques pour l'agriculture lorsqu'ils s'attaquent à des ravageurs. Dans certains cas, ils sont à l'origine d'épizooties susceptibles de décimer une population de prédateurs. Ces germes pathogènes appartiennent à différents groupes

taxonomiques dont les champignons (les Entomophthorales et les Deutéromycètes), les bactéries dont la plus connue est *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1915 (= Bt) et les virus dont les plus promoteurs pour la lutte contre les ravageurs appartiennent à la famille des Baculovirus.

Les champignons entomopathogènes sont favorisés par les températures élevées et surtout par des degrés élevés d'hygrométrie. Quant aux bactéries, leurs infections se produisent par voie orale. Les spores de *B. thuringiensis*, une fois dans le tube digestif, sont hydrolysées et libèrent une toxine contenue dans un crystal. Cette substance toxique provoque des perturbations physiologiques chez les insectes qui s'arrêtent d'abord de s'alimenter puis qui meurent avant de prendre un aspect liquéfié (Figure 39).



Photo : Merle Shepard, Gerald R. Carner, and P. A. C. Ooi, Insects and their Natural Enemies Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia, Bugwood.org

**Figure 39.** Chenille tuée par le champignon *Nomuraea rileyi*.

Chez les virus, dans la majorité des cas, l'infection se fait par ingestion des particules virales incluses dans des structures appelées polyèdres et qui une fois dans le tube digestif de l'hôte, sont dissoutes par les actions conjointes du pH du milieu intestinal et de certaines enzymes. Cette étape libère les éléments infectieux qui vont se loger dans les noyaux des cellules où est engendré le cycle de développement du pathogène qui aboutit à la mort de l'insecte. Les chenilles mortes de virose sont souvent retrouvées dans les parcelles, pendues aux feuilles par la partie postérieure du corps et liquéfiées (Figure 40).

Photo : Merle Shepard, Gerald R. Carner, and P. A. C. Ooi. Insects and their Natural Enemies Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia, Bugwood.org



**Figure 40.** Chenille tuée par des virus.

## Produits commerciaux biologiques

L'utilisation de produits à base de virus, champignons, bactéries, nématodes et à base d'extraits de plantes pour la protection des cultures contre les nuisibles en culture cotonnière permet de réduire le recours à la lutte chimique sans porter préjudices majeurs aux ennemis naturels. On pourrait citer en exemple, de nombreuses formulations à base de *B. thuringiensis* qui ont révélé leur bonne efficacité pour lutter contre les premiers stades de chenilles ravageurs du coton. De nombreuses préparations artisanales à base d'extraits de plantes sont actuellement diffusées pour la protection des cultures biologiques du cotonnier aux pays du C-4.

Parallèlement, un travail de recensement et d'élevage de prédateurs et parasitoïdes des principaux ravageurs du cotonnier rencontrés au Mali est en cours de réalisation au laboratoire de Sikasso. Ces travaux seront poursuivis à Sotuba avec la construction du laboratoire d'élevage des trichogrammes par l'ABC/Embrapa dans le cadre de la Coopération entre le Brésil et les pays du C-4. La recherche de *Trichogramma* autochtone collecté à partir des œufs de lépidoptères est en cours par l'équipe de l'Entomologie du programme coton de Sikasso.

## Lutte variétale

L'un des grands avantages de l'utilisation de variétés résistantes au sein d'un système de contrôle intégré est la préservation des ennemis naturels de ravageurs-clés et secondaires. Contrairement aux insecticides, la variété résistante peut être maniée de façon à travailler en harmonie avec la nature, supprimant ainsi les infestations de ravageurs-clés sans que des effets secondaires (résistance et pression de sélection) ne se produisent sur le ravageur. Dans la culture du coton, l'utilisation de cultivars résistants à des viroses transmises par des pucerons, favorise l'action d'agents naturels de contrôle dans la mesure où cela permet l'adoption de niveaux de contrôle moins rigoureux tout en permettant l'action concomitante de nombreux ennemis naturels qui se nourrissent par prédation ou bien parasitent les pucerons.

La fructification rapide et la maturation précoce constituent des caractéristiques recherchées dans les programmes de sélection contribuant à la lutte contre les ravageurs et en particulier du charançon du cotonnier. Les génotypes comportant de telles caractéristiques peuvent augmenter la probabilité qu'une culture complète son cycle plus tôt, échappant à des niveaux élevés de populations de ravageurs qui se produisent à la fin du cycle.

### Sélection génétique

L'amélioration génétique peut contribuer à la lutte antiparasitaire par utilisation de variétés de coton qui présentent les caractéristiques de la non-préférence, l'antibiose ou la tolérance aux ravageurs. Les caractéristiques de résistance telles que la présence ou l'absence de pilosité, de même que l'absence de nectaire per-

mettent de réduire les pontes, le nombre de chenilles et d'insectes piqueurs suceurs et par conséquent une nette réduction du nombre d'organes endommagés (boutons floraux, fleurs et capsules). Un suivi comportemental de différentes variétés originaires du Brésil est en train d'être réalisé à Sotuba dans les parcelles de démonstration et à Sikasso dans les essais en station.

Certaines caractéristiques confèrent une résistance à la plante comme par exemple :

- Une plante glabre réduit le nombre d'œufs pondus et par conséquent le nombre de chenilles donc les boutons floraux et les capsules endommagées seront moindres.
- Les feuilles pubescentes sont préférées pour la ponte.
- Les feuilles sans nectaires présentent une ponte moins importante.

Les agents allélochimiques sont capables de conférer une certaine résistance comme par exemple : l'oxyde de caryophyllène en concentration élevée agit en synergie avec le gossypol et contribue à inhiber la croissance larvaire du *H. zea* ; l'hémi gossypol inhibe la croissance larvaire du *H. zea* Boddie, 1850 ; le flavonol (tannin) est une substance dissuadante de l'alimentation des insectes ; tandis que le gossypol lorsque présent sur le bouton floral à plus de 1,2 % (poids sec) cause jusqu'à 50% de mortalité chez les chenilles qui attaquent les capsules du cotonnier.

## Semences de qualité

L'utilisation de semences de qualité tout en favorisant une meilleure levée des semis peut contribuer à l'obtention d'un déve-

loppement et d'une croissance uniformes des plantes dans les parcelles. Un système racinaire vigoureux offre de meilleures possibilités tolérance à d'éventuelles attaques de ravageurs.

## La transgenie

Actuellement, l'utilisation de plantes transgéniques présentant des caractéristiques de résistance des insectes aux insecticides et, en conséquence, moins d'impacts environnementaux. Cependant, la modification génétique doit être considérée avec prudence, et doit être considérée comme un nouvel outil pour être ajoutée à celui déjà existant et non pas le substituer. En outre, la résistance est limitée à certaines espèces et le contrôle des ravageurs avec les utilisations de la lutte intégrée contre les ravageurs ne peut être laissé de côté, sinon on observerait plutôt des pertes que des gains provenant de l'utilisation de plantes transgéniques. Selon l'expression des toxines Cry de *B. thuringiensis* (Bt), le 1AC Cry, le Cry1F et le Cry2Ab, par exemple, la plante est dotée d'une protection permanente contre plusieurs espèces de lépidoptères ravageurs. Cependant, cette protection dépend de la production effective en quantités suffisantes par les plantes et de la sensibilité des ravageurs.

La biotechnologie permet de réduire la nécessité de l'application d'insecticides dans l'agriculture, au profit de l'environnement, de l'agriculteur et du consommateur.

À cause de la spécificité des gènes Bt, les cultures Bt permettent de lutter contre le ravageur cible sans affecter le reste des relations écologiques des organismes présents dans la chaîne alimentaire de l'écosystème.

La qualité de la fibre, agronomique et la composition des graines restent inchangés.

Des études montrent que, jusqu'à présent, ce coton n'a pas entraîné des problèmes pour l'environnement.

Des nouvelles technologies avec la prise en compte de la résistance aux gènes Bt sont en cours d'élaboration afin d'optimiser la lutte phytosanitaire contre de nombreux ravageurs du cotonnier.

### **Le cas du Burkina Faso**

Au Burkina Faso les producteurs sont en train de cultiver le coton Bt à grande échelle d'où l'importance fondamentale de connaître le comportement des cultivars libérés et la production de toxines dans les différentes régions de l'utilisation potentielle.

Pour prévenir l'apparition de la résistance chez les ravageurs, l'agriculteur ne doit pas cultiver seulement le matériel transgénique. Les cultures refuges permettent le brassage de populations résistantes et sensibles. Cette pratique permet de retarder l'apparition de la résistance aux gènes Bt.

L'expression de protéines varie en fonction des différents organes de la plante. De même, des conditions de stress environnementaux tels que l'exposition à des températures élevées et l'humidité faible sont des caractéristiques climatiques défavorables pour l'expression de la protéine dans les plantes transgéniques.

## Lutte comportementale

Tout acte comportemental élémentaire d'un insecte résulte d'un ensemble séquencé consécutif à la réception d'un stimulus optique, olfactif ou gustatif, mais la réponse comportementale globale est en fait la résultante non pas d'un seul stimulus signal mais d'un ensemble intégré de stimuli. L'insecte détecte le signal, l'identifie, puis intègre le message au niveau du système nerveux central. Selon l'activité du moment, l'insecte ne réagit en outre qu'à tels ou tels stimuli. D'une façon globale, tout comportement de l'insecte est influencé par des substances sémio-chimiques (ou médiateurs chimiques). Ces produits excrétés par le ravageur ou une composante de l'environnement telle la plante hôte, sont émis en très faibles quantités. Ils possèdent plusieurs propriétés qui leur confèrent un grand intérêt agronomique. Ils :

- Agissent à des doses faibles.
- Ont une grande spécificité d'action.
- Sont peu ou pas toxiques pour les vertébrés et les plantes.

Pour communiquer entre eux, les insectes utilisent des phéromones qui sont des substances chimiques produites et ressenties par des individus d'une même espèce. Ces substances sont utilisées au sein de la culture du cotonnier en vue du suivi et de la détection de ravageurs tels que le charançon (phéromone *grandlure*), le ver rose (*gossyplure*) et le légionnaire d'automne (*frugilure*).

### Utilisation de pièges

Cette technique est basée sur l'étude physiologique des insectes en ciblant la maîtrise de leur habitude alimentaire ou de leur

comportement. L'utilisation de substances synthétiques similaires aux phéromones, peut aider dans la surveillance et la détection des ravageurs dans les cultures du coton (Figures 41, 42 et 43). Les pièges à phéromones pour le piégeage de Lépidoptères et le piège jaune englué pour les mouches blanches sont en cours d'utilisation dans les stations et sous stations de la recherche cotonnière au Mali.



Photo : José Ednilson Miranda

**Figure 41.** Piège Delta.

## Les phéromones

Elles peuvent être classées en fonction de leur mode d'action ou suivant le type de comportement qu'elles induisent : les phéromones sexuelles agissant le plus souvent sur le comportement pré

Photo : Mamoutou Togola



**Figure 42.** Piège entonnoir à phéromone.

Photo : Mamoutou Togola



**Figure 43.** Piège jaune englué de *B. tabaci*.

copulatoire, les phéromones d'agrégation favorisant généralement l'exploitation d'une ressource alimentaire, la phéromone d'alarme qui éloignent les congénères d'un danger potentiel, les phéromones de piste qui guident les fourmis vers une source de nourriture, les phéromones d'espacement qui tendent à uniformiser la distribution spatiale d'une population, les phéromones de marquage qui délimitent le territoire des boudons. Les phéromones les plus utilisées pour surveiller les populations de ravageurs dans les cultures de coton sont les phéromones sexuelles des lépidoptères.

## Contrôle chimique et techniques d'application

Afin de minimiser les dommages occasionnés par les populations importantes d'insectes ravageurs, le contrôle chimique est apparu comme une option curative. Cependant son utilisation entraîne un risque élevé chez l'homme et l'environnement en raison de sa toxicité qui pourrait agir sur des cibles indésirables. Il présente également d'autres limites telles qu'une possible évolution de la résistance des ravageurs aux produits chimiques ainsi qu'une possible résurgence de ravageurs secondaires. C'est pour cette raison que cette tactique de contrôle doit être évitée autant faire ce peu.

Lorsqu'une population déterminée d'insectes se rapprochent du seuil de dommage économique, le contrôle chimique peut apparaître comme une mesure devant être prise en raison de son action curative lors de la prévention de dommage. Après avoir choisie l'option consistant à contrôler une population déterminée de ravageurs du cotonnier à l'aide de pesticide, le choix et l'utilisation du produit doivent être effectués de façon judicieuse. L'adoption de critères basés sur le LIR permettra des économies au producteur avec l'utilisation raisonnable d'insecticides et la réduction du nombre de pulvérisations. Le coût du produit constitue naturellement un facteur qui contribue au choix des produits insecticides, cependant d'autres aspects comme ceux liés à l'efficacité, à la sélectivité, la toxicité ainsi que le pouvoir résiduel ne doivent pas être ignorés.

L'utilisation d'insecticides ou d'acaricides à large spectre, conduit souvent à une augmentation du nombre d'applications durant la récolte, en raison de l'élimination des agents biorégulateurs

(prédateurs et parasitoïdes). En l'absence de ces agents qui dans la plupart des cas ne sont pas pris en considération par les producteurs de coton, les ravageurs-clés peuvent échapper à l'action du contrôle exercé par ces organismes.

## Sélectivité physiologique et écologique de produits chimiques

Lorsqu'on réalise un contrôle des ravageurs par des moyens chimiques, on ne peut en aucun cas négliger la préservation des ennemis naturels des ravageurs. Donc, le producteur doit opter en faveur de produits sélectifs ou bien les appliquer de façon sélective de manière à assurer la survie des ennemis naturels présents dans la culture.

Il existe deux bases de sélectivité, la physiologique et l'écologique, sachant que les deux ont pour objectif de réduire les déséquilibres dans l'agroécosystème en préservant les insectes utiles.

Un insecticide possède une sélectivité physiologique lorsqu'il tue les ravageurs à une concentration qui n'affecte pas les insectes utiles. Les produits présentant ces caractéristiques ne sont pas importants au niveau du marché. Les principes actifs tels Etofemprox, Fenitrothion, Metidathion, Endosulfan et Cartap sont nocifs pour *T. pretiosum*, car ils réduisent la capacité de parasitisme et l'émergence de ce parasitoïdes, tandis que le Triclorfon, le Lufenuron, le Triflumuron et le Thiametoxan sont sélectifs et peuvent être utilisés en association avec le *T. pretiosum* lors du contrôle des ravageurs de la culture du cotonnier.

La sélectivité écologique se produit en raison des différences écologiques existantes entre les ravageurs et les ennemis naturels. La

sélectivité écologique des pesticides peut être obtenue en fonction de la stratégie d'application devant être adoptée lors du contrôle des ravageurs.

De nombreux aspects de la sélectivité écologique peuvent être exploités tels que l'espace, la formulation du produit, le comportement de l'insecte ravageur et le temps. Le premier prend en considération la question de l'espace : le produit ne doit être appliqué que dans les endroits où les ravageurs se trouvent. Cependant il doit être contrôlé par des pulvérisations dirigées et non point par des pulvérisations qui atteindront toute la partie aérienne de la plante et par conséquent provoquera une grande mortalité des organismes utiles. La pulvérisation dans une zone limitée (sillon) de la culture, lorsque la distribution du ravageur en question est aléatoire, devient suffisamment efficace pendant le contrôle du ravageur et assure la préservation des ennemis naturels.

La même procédure peut être utilisée pour l'araignée rouge (acarien rouge *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913) qui se produit également au sein des sillons, car le contrôle localisé diminue les déséquilibres biologiques en plus de la réduction du coût de production. Effectuer des applications en rangées ou en plantes associées et par parcelles, présente de bons résultats dans la préservation de prédateurs et de parasitoïdes présents dans la zone.

L'autre option consiste en la sélectivité écologique basée sur la formulation du produit. Les Insecticides d'action systémique, appliqués sous la forme de granulés ou en traitement de semences sont moins nocifs aux arthropodes utiles. Cela est dû au fait que ceux-ci ne seront pas atteints par les insecticides lors de l'application. Cette stratégie de contrôle est utilisée pour le puceron (*A. gossypii*), la mouche blanche (*B. tabaci*) et les thrips (*Thrips tabaci* Lindeman, 1888).

La sélectivité écologique dans le temps est obtenue lorsque l'on applique le produit chimique seulement si le ravageur est présent et sensible au produit appliqué. Dans ce cas, les cotonculteurs doivent appliquer des insecticides selon le stade phénologique de la culture, la taille de la population du ravageur et l'importance des dégâts dans la production. Un exemple traditionnel de sélectivité basée sur le temps se rapporte aux pulvérisations d'insecticides durant la saison la moins propice aux ennemis naturels lorsqu'on ne les trouve pas dans la culture. En raison du mode d'action, les insecticides juvéniles (méthoprene, fenoxycarb, piriproxifen) afin de faire preuve d'efficacité, doivent être appliqués durant le stade critique du cycle de vie de l'insecte, c'est à dire durant la phase larvaire du ravageur.

## **Pour le traitement des semences**

L'utilisation des insecticides systémiques et/ou des fongicides en traitement de semences confère une protection contre les insectes ravageurs et les champignons responsables des dommages sur les semis et les jeunes plantules.

## **Alternance des molécules et produits**

Les pulvérisations pour la lutte antiparasitaire doivent être faites en alternant des produits appartenant à des familles chimiques différentes et possédant des modes d'action différents. Cette alternance de produits permet de réduire la pression de sélection d'un produit donné sur les populations d'un ravageur ou d'un groupe de ravageurs et par conséquent éloigner le spectre de la résistance des insectes aux insecticides.

Cette pratique vise à diminuer la pression d'un produit déterminé sur les populations de ravageurs. Lorsque l'on utilise de façon continue un même produit contre une population déterminée d'insectes, une sélection d'organismes résistants est induite. Le peu d'individus qui survivront transmettront une partie de cette caractéristique de résistance à leur progéniture. À l'intérieur de certaines générations, le nombre d'individus résistants dans la population devient dominant lorsque le produit perd l'efficacité du contrôle. Cependant, la rotation des produits est fondamentale car en alternant les produits avec de différents modes d'action, on rend difficile l'apparition de la résistance des insectes aux insecticides.

Le groupe des insecticides régulateurs de croissance des insectes, connu comme « produit physiologique » comprend des insecticides d'une toxicité moins importante et avec une plus grande sélectivité. Parmi ceux-ci, se trouvent les inhibiteurs de la synthèse de chitine (diflubenzuron, triflumuron, lufénuron), juvenoïdes (méthoprene, fenoxycarb, piriproxifen) et agonistes des ecdystéroïdes (tébufénozide et méthotoxyfénozide). Ces produits n'affectent pas normalement les formes adultes et les ennemis naturels. Ils peuvent être de cette façon utilisés comme des options lors de la rotation des produits.

## **Utilisation des pyréthrinoïdes, 80 jours après la levée (JAL)**

Les pyréthrinoïdes ne doivent être utilisés qu'après 80 jours de végétation. Ceci est important car les produits de cette famille chimique, en dépit de leur large spectre d'action, provoquent des déséquilibres dans les populations d'autres ravageurs. En effet, ils

peuvent favoriser les infestations d'acariens phytophages en éliminant leurs ennemis naturels dans l'environnement de culture.

## Résistance des ravageurs aux insecticides

La résistance des insectes aux insecticides est un phénomène naturel qui survient lorsqu'on utilise un insecticide de manière abusive de sorte que la dose initialement utilisée pour tuer les insectes nuisibles n'arrive plus à les éliminer. En Afrique de l'ouest, le ravageur le plus dangereux sur cotonnier appelé *H. armigera* est devenu résistant à l'insecticide de la famille des pyréthrinoïdes dans les années 1998, obligeant ainsi le recours à d'autres familles d'insecticides plus coûteuses pour les producteurs.

# Techniques d'application des produits

## Appareils de traitement

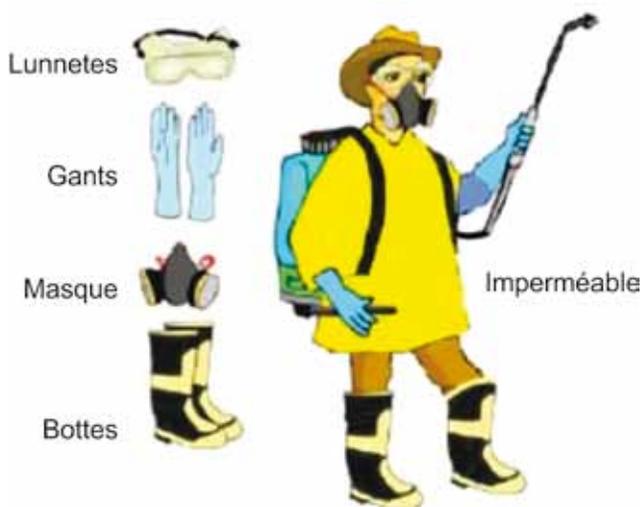
Les appareils de traitement forment une gamme très étendue, capable de satisfaire à toutes les conditions locales des cultures. Le choix de l'appareil de traitement doit être fait en fonction des conditions locales. Le choix d'une technique particulière peut être recommandé selon :

- La dimension et la forme de la parcelle.
- Les possibilités d'accès et de circulation dans les plantations.
- Les conditions météorologiques au moment des traitements.
- Ne pas pulvériser à un vent supérieur à 10 km h<sup>-1</sup>.
- Ne pas pulvériser à une température supérieure à 30 °C et à moins de 55% d'humidité relative.
- Les conditions de transport des produits, de l'eau et les possibilités de stockage du matériel et des produits.
- La formation de l'applicateur.
- Les conditions économiques de rentabilité des appareils.

Tout appareil de traitement doit être utilisé pour donner une « couverture » correcte des produits, c'est-à-dire une dispersion régulière évitant les excès aussi bien que les manques. Les parties de plantes à protéger plus spécialement doivent être touchées : face inférieure des feuilles (jassides, pucerons), sommet des tiges et branches (chenilles), partie inférieure et capsules du bas (*Dysdercus* sp.).

## Sécurité du travail

Pour éviter le contact direct et la contamination de la peau par des produits chimiques, la personne qui va appliquer l'insecticide doit utiliser un équipement de protection approprié conçu avec un matériel présentant des caractéristiques qui offrent moins d'inconfort (Figure 44).



**Figure 44.** Composantes de l'Équipement de Protection Individuelle (EPI).

Source: FAO (2007).

L'agent qui est chargé des applications insecticides doit être bien protégé par un équipement approprié à cet effet : masques, gants et un survêtement doivent être disponibles. En outre, après les traitements, l'apporteur doit avoir du savon pour laver toutes les parties de son corps ayant été touché avec les produits.

Les recommandations suivantes doivent être également appliquées :

1. Stocker les produits à l'abri de la pluie et du soleil et faire en sorte qu'ils aient de la ventilation.
2. Ne pas les stocker près des aliments, de médicaments ou de boissons.
3. L'endroit ne doit en aucun cas se trouver proche de sources d'eau.
4. Ne pas appliquer et/ou préparer de pesticides près des sources d'eau.

## Références

FAO. **Manual Boas Práticas Agrícolas para a Agricultura Familiar**. Lages : Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007. 76 p.

GALLO, D. ; NAKANO, O. ; SILVEIRA NETO, S. ; CARVALHO, R. P. L. ; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba : Fealq, 2002. 920 p.

## Lectures recommandées

DEGUINE, J. P. ; VAISSAYRE, M. **Protection phytosanitaire du cotonnier dans les systemes de culture d'Afrique de l'Ouest**. Paris, FR : [s.n.], 1998. 56 p.

FOESTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In : PARRA, J. R. P. ; BOTELHO, P. S. M. ; CORRÊA-FERREIRA, B. S. ; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil** : parasitóides e predadores. São Paulo : Manole, 2002. p. 95-114

GOULART, R. M. ; DE BORTOLI, S. A. ; THULER, R. T. ; PRATISSOLI, D. ; VIANA, C. L. T. P. ; VOLPE, H. X. L. Avaliação da seletividade de inseticidas a *Trichogramma* spp. (Hymenoptera : Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 69-77, 2008.

MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiro**. Campina Grande : Embrapa Algodão, 2010. 36 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 131).

MOSCARDINI, V. F. ; MOURA, A. P. ; CARVALHO, G. A. Efeito residual de inseticidas sintéticos sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) em diferentes gerações. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2008.

PEDIGO, L. P. ; RICE, M. E. Pest management theory. In : PEDIGO, L. P. ; RICE, M. E. (Ed.). **Entomology and pest management**. 6. ed. New Jersey : Prentice Hall, 2009. p. 287-310.

PRATISSOLI, D. ; VIANNA, U. R. ; FURTADO, G. O. ; ZANUNCIO, J. C. ; POLANCZYK, R. A. ; BARBOSA, W. F. ; DE CARVALHO, J. R. Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, ES, v. 5, p. 347-353, 2009.

SILVIE, P. ; DEGUINE, J. P. ; NIBOUCHE, S. ; MICHEL, B. ; VAISSAYRE, M. Potential of threshold-based interventions for cotton pest controle by small farmers in West Africa. **Crop Protection**, London, GB, v 20, p. 297-301, 2001.

SILVIE, P. Effect du parasitisme naturel observe au Tchad chez deux lépidoptères phyllophages du cotonnier : *Syllepte derogata* (Crambidae) et *Cosmophila flava* (Noctuidae). **Entomophaga**, Paris, FR, v. 36, n. 3, p. 431-444, 1991.

SILVIE, P. *Syllepte derogata* (Fabricius, 1775) Lepidoptera, Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae. **Coton et fibres tropicales**, Paris, FR, v. 45, p. 199-227, 1990.

SILVIE, P. ; BÉLOT, J. L. ; MICHEL, B. **Manual de identificação das pragas e seus danos no cultivo do algodão**. Cascavel : Coodetec/Cirad-CA, 2007a. 120 p. (COODETEC, Boletim Técnico, 34).

SILVIE, P. ; LEROY, T. ; MICHEL, B. ; BOURNIER, J. P. **Manual de identificação dos inimigos naturais no cultivo do algodão**. Cascavel : Coodetec/Cirad-CA, 2007b. 76 p. (COODETEC, Boletim Técnico, 35).

TOGOLA, M. Evaluation des pertes de récolte dues aux ravageurs et l'efficacité des programmes de protection vulgarisés au Mali. In: RÉUNION BILAN DU PR-PICA, 2011, Lomé, TG. **Actes de la...** Lomé, TG : [s.n.], 2011.

TOGOLA, M. Surveillance du parasitisme dans la zone cotonnière au Mali. In : RÉUNION BILAN DU PR-PICA, 2011, Lomé, TG. **Actes de la...** Lomé, TG : [s.n.], 2011.

*Impression et façonnage*  
**Embrapa Information Technologique**

*Le papier utilisé dans cette publication a été produit selon la certification  
du Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Gestion Forestière.*

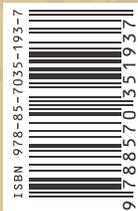
Le projet Appui au Développement du Secteur Cotonnier des Pays du C-4 (Bénin, Burkina Faso, Tchad et Mali), ou Coton-4, qui a débuté en 2009, a constitué le premier Projet Structurant coordonné par l'ABC et exécuté par l'Embrapa. Durant cette période d'exécution, les chercheurs de l'Embrapa Coton ont fourni des informations et des techniques importantes portant sur le semis direct, l'amélioration génétique et la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier consolidées au Brésil et qui pourront être incorporées aux systèmes de production de ces pays africains moyennant la réalisation d'ajustements et d'adaptations locales tout en respectant l'identité socio-culturelle et les caractéristiques édaphoclimatiques de chaque pays.

Le présent Manuel des bonnes pratiques agricoles est le fruit des tests adaptatifs et de l'échange de connaissances réalisées entre le Brésil à travers l'Embrapa et les pays du C-4 par l'intermédiaire de leurs institutions de recherche partenaires au sein de ce projet : l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso, l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) et l'Institut d'Économie Rurale (IER) du Mali.

Ministère de  
l'Agriculture, de l'Élevage  
et de l'Approvisionnement

Ministère des  
Relations Extérieures

GOVERNEMENT DU BRÉSIL  
**BRASIL**



CGPE 10566