

BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : Agronomie

THEME

**Effet des traitements insecticides sur les ennemis
naturels des piqueurs-suceurs et sur la qualité du
coton en culture du Cotonnier Génétiquement Modifié
(CGM) au Burkina Faso.**

Présenté par : Sié Célestin DAH

Directeur de mémoire :
Dr Fernand SANKARA

Maître de stage :
Dr Omer S. A. HEMA

N° :/2016

Décembre 2016

REMERCIEMENTS

Le présent document est le fruit de dix mois de stage au cours desquels plusieurs personnes ont apporté de près ou de loin leur contribution à son accomplissement. À travers ces lignes, nous leur témoignons notre reconnaissance. Nos sincères remerciements :

- au Dr Omer S. A. HEMA, notre maître de stage, qui malgré ses responsabilités nous a témoigné sa disponibilité, son sens du travail bien fait et n'a ménagé aucun effort pour contribuer activement à la rédaction de ce document, à travers ses différentes remarques, son soutien moral, ainsi que les conseils qu'il a bien voulu nous prodiguer;
- au Dr Bazoumana KOULIBALY, chef du Programme Coton, qui a bien voulu nous accepter au sein de son service ;
- au Dr Fernand SANKARA, notre directeur de mémoire, pour sa disponibilité, ses conseils et l'encadrement qu'il a su nous apporter pour l'amélioration de la qualité du document ;
- au Dr D. Jacques THIAMOBIGA, enseignant à l'IDR, pour tous ses conseils de père et son travail de guide dans l'orientation de nos idées ;
- à l'ensemble du personnel du Programme Coton pour son accueil chaleureux et la franche collaboration durant notre séjour dans cette structure ; nous pensons plus particulièrement à tous les ingénieurs et techniciens de la section défense du cotonnier : Messieurs Issa SOW, Gustave DAKUO, Issiaka SANOU, Apollinaire DAH, Djidama SOULAMA, Lancina Oscar ZAN, Dafra Charles KAMBIRE, Alassane COULIBALY, Issouf KONATE, Célestin KOMBO, et Mme Salimata KARAMBIRI pour tous les conseils et la franche collaboration dans toutes les activités réalisées ;
- à Mme Alidiata SANOU et Mme Irène SOMÉ, secrétaires au Programme Coton, pour l'accueil si chaleureux et le soutien moral ;
- à tous nos formateurs, le corps enseignant de l'IDR qui, au cours de ces trois années de formation, ont renforcé nos connaissances et nous ont transmis les moyens pour être des actifs efficaces sur le terrain ;
- à tous nos collègues stagiaires du Programme Coton et à nos aînés qui, grâce à leur compréhension, leur solidarité, leurs conseils et leurs encouragements, ont contribué au maintien de l'atmosphère du travail bien fait et à améliorer la qualité du document. Nous citons : André BEYE, Anselme M. HIEN, Maïmouna Yacine OUATTARA,

DEDICACE

À mes parents

DAH Dar Jean

et

KAMBOU Y. Elisabeth

Dont les bénédictions ne cessent de me porter

de succès en succès !!!

Tènè Yacine OUATTARA, Alain SOUNTOURA, Rodrigue LOBOUE, Evelyne BOMI et Aïssiata TRAORE.

- à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire d'une quelconque manière et dont les noms n'y figurent pas, qu'ils reçoivent toute notre gratitude, merci pour tout.

TABLE DES MATIERES

	Pages
DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES PHOTOS.....	ix
RESUME.....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1 Généralités sur le cotonnier.....	3
1.1.1. Origine et systématique.....	3
1.1.2. Morphologie.....	3
1.1.3. Cycle biologique du cotonnier.....	4
1.1.4. Culture du coton.....	5
1.1.4.1 Choix du terrain.....	5
1.1.4.2 Préparation du terrain	5
1.1.4.3 Semis du cotonnier	6
1.1.4.4 Assolement et rotation de cultures avec le cotonnier	7
1.1.4.5 Entretien du cotonnier	7
1.1.4.6 Fertilisation du cotonnier.....	8
1.1.4.7 Mesures et précautions pour la récolte	9
1.1.4.8 Mesures et précautions à prendre après la récolte	9
1.1.5. Exigences écologiques du cotonnier	10
1.1.6. Importance du coton	11
1.1.7. Le cotonnier transgénique.....	12
1.2. Ennemis du cotonnier.....	12
1.2.1. Adventices.....	12
1.2.2. Maladies.....	13
1.2.3. Principaux ravageurs du cotonnier.....	13
1.2.4. Piqueurs-suceurs	14

1.2.4.1.	<i>Aphis gossypii</i> , (Glover, 1877)	14
1.2.4.2.	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	15
1.2.4.3.	<i>Jacobiella</i> (Empoasca) <i>fascialis</i>	16
1.2.4.4.	<i>Dysdercus sp.</i> (Guerin-Meneville, 1931)	17
1.2.5.	Cycle parasitaire du cotonnier	18
1.3.	Protection du cotonnier contre les ravageurs	19
1.3.1.	Mesures préventives	19
1.3.2.	Mesures curatives	19
1.3.2.1.	Lutte biologique	20
1.3.2.2.	Lutte chimique	20
1.3.2.3.	Nouvelles familles d'insecticides	23
1.4.	La résistance des ravageurs aux insecticides	24
1.5.	La résistance des ravageurs aux toxines Bt	25
1.6.	Les ennemis naturels des ravageurs du cotonnier	26
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES		29
2.1.	MATERIEL	29
2.1.1.	Site d'étude	29
2.1.2.	Matériel végétal	30
2.1.3.	Matériel chimique	30
2.1.4.	Matériel expérimental	31
2.2.	METHODES	31
2.2.1	Dispositif expérimental	31
2.2.2	Conduite de la culture	32
2.2.3	Observations et mesures	32
2.2.3.1.	Comptage des piqueurs-suceurs et des ennemis naturels	32
2.2.3.2.	Evaluation de la qualité de la graine et de la fibre	33
2.2.4	Analyse statistique	33
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION		34
3.1.	RESULTATS	34
3.1.1.	Données biologiques	34
3.1.2.	Rendements	35
3.1.3.	Données de l'égrenage	36
3.1.4.	Analyse des taux de germination	36

3.1.5. Analyse des caractéristiques technologiques de la fibre.....	37
3.2. DISCUSSION.....	38
3.2.1 Dynamique des ravageurs et des ennemis naturels.....	38
3.2.2. Rendements et qualité du coton graine.....	40
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	42
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	44
ANNEXES.....	A

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Bt :	<i>Bacillus thuringiensis</i>
BBA :	Burkina Biotech Association
C-4 :	Coton-4
DDT :	Dichloro Difluoro Triphosphate
FAO :	Food and Agriculture Organization
GIPD :	Gestion intégrée de la production et des déprédateurs du coton
INERA :	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
ISRA :	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
ISV :	Institut de Veille Sanitaire
MASA :	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire
PC :	Programme Coton
PIB :	Produit Intérieur Brut
PR-PICA :	Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique
RECA Niger :	Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger
SP/CPSA :	Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles
MECV :	Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I : Programme de traitements du cotonnier conventionnel au Burkina Faso	22
Tableau II : Effet des traitements insecticides sur la population des ravageurs	34
Tableau III : Effet des traitements insecticides sur la population des ennemis naturels	35
Tableau IV : Différents rendements du coton graine récolté	35
Tableau V : Données de l'égrenage en fonction des traitements insecticides	36
Tableau VI : Taux de germination en fonction des différents traitements.....	37
Tableau VII : Caractéristiques technologiques de la fibre.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Différentes étapes du cycle de vie de <i>Bemisia tabaci</i>	16
Figure 2 : Cycle biologique de <i>D. völkerei</i>	18
Figure 3 : Variation de la pluviosité sur la station de recherches agricoles de Farako-Bâ.....	30
Figure 4 : Dispositif expérimental.....	31

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : <i>Chrisoperla carnea</i>	26
Photo 2 : <i>Episyrphus balteatus</i> ,	27
Photo 3 : <i>Paederus littoralis</i>	28
Photo 6 : test de germination	33

RESUME

Au Burkina Faso, la culture du Cotonnier Génétiquement Modifié (CGM) BOLLGARD II est réalisée depuis la campagne agricole 2009. Les traitements insecticides y sont appliqués pour lutter contre les piqueurs-suceurs, non contrôlés par ces toxines *Bt*. Cependant ces traitements peuvent également porter atteinte à la dynamique des ennemis naturels des piqueurs-suceurs, qui ont un rôle incontournable dans la défense du cotonnier. L'objectif de cette étude est de trouver le nombre de traitement à la fois efficace contre les piqueurs-suceurs et favorisant le développement des ennemis naturels des piqueurs-suceurs. L'étude a été conduite à Farako-Bâ avec quatre modalités : aucun traitement, un traitement, deux traitements et trois traitements insecticides. Nous avons procédé au comptage des piqueurs-suceurs et des ennemis naturel à partir de 30 JAL jusqu'à la récolte et avons effectué une analyse de la qualité de la fibre et de la graine après la récolté. Nos résultats indiquent que la population de *B. tabaci* est réduite si aucun traitement insecticide n'est appliqué. Par ailleurs, les ennemis naturels que sont les adultes de coccinelles et les larves de chrysopes prolifèrent lorsque deux traitements insecticides sont appliqués. Aucune différence significative n'a été observée entre les rendements coton graine et également entre les caractéristiques technologiques de la fibre. Néanmoins, la modalité aucun traitement a donné de la fibre avec une uniformité et un indice de fibre courte inférieures aux normes internationales. Le meilleur taux de germination des graines est obtenu avec deux traitements insecticides. Deux traitements insecticides sur le CGM se présentent donc comme la modalité qui favorise l'épanouissement des ennemis naturels et qui donne une meilleure qualité de la graine et de la fibre.

Mots clés: Coton *Bt* ; insecticides ; piqueurs-suceurs ; ennemis naturels ; Burkina Faso.

ABSTRACT

In Burkina Faso, genetically modified cotton (GMC) cultivation has been realised since 2009 crop year. Insecticides treatments are applied on transgenic cotton to overcome piercing-sucking pests which have not been checked by *Bt* toxins. However, these treatments affect natural enemies of phloem-feeding insects increasing, which have important part in cotton tree protection. This study both aims to get efficient treatment against piercing-sucking insects and promote natural enemies development. The study has been conducted in Farako-Bâ site with four modalities: no treatment; only a treatment; two treatments and three insecticide treatments. Our results show that the dynamic of *B. tabaci* population has been reduced when there ~~was~~ ~~no~~ insecticide treatment. However, only ladybirds adult and *lacewing* larvae between natural enemies are increased in two insecticide treatments modality. None significant difference between crop and also between technological characteristics of the fiber has been found. Nonetheless, with none treatment modality, fiber uniformity and short fiber index are lower than international standard. The best germination rate has been got with two treatments. Two insecticide treatments on GMC is those which promote a best increasing of natural enemies and give a best quality of seed and the fiber.

Keywords : *Bt* cotton ; insecticides ; sucking pests; natural enemies; Burkina Faso.

INTRODUCTION

L'agriculture au Burkina Faso est pluviale et occupe 86% de la population active (M.A.S.A, 2013). La filière coton occupe une place de choix dans la vie socioéconomique du pays. En effet, le Burkina Faso fait partie des pays C-4 qui sont les quatre plus grands producteurs de coton en Afrique (RODRIGUES *et al.*, 2013). Il a occupé le premier rang de production cotonnière en 2013 (MARHASA, 2015). Le coton ou «or blanc» est la principale culture de rente au Burkina Faso (BALBONE, 2008). Il contribue à la formation du PIB à hauteur de 30% (SP/CPSA, 2013). Sa production constitue la principale source d'entrée de devises après l'or (FAO, 2014a).

Cependant, le cotonnier est une plante fragile, faisant l'objet de diverses attaques parasitaires en particulier celles des insectes piqueurs-suceurs, dépréciant la qualité de la fibre et réduisant le rendement coton graine. Ainsi la culture cotonnière fait partie des cultures recevant le plus de soin au Burkina Faso à travers les traitements phytosanitaires et les intrants agricoles.

Pour mieux contrôler les ravageurs, diverses alternatives sont prises en compte, notamment les traitements insecticides et l'utilisation de la biotechnologie moderne.

Par l'usage de la biotechnologie, la mise en place du cotonnier transgénique est d'une importance capitale pour freiner l'attaque des ravageurs. Le cotonnier transgénique est un cotonnier dans lequel un gène de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) a été inséré en vue de résister aux populations des larves de certains lépidoptères (TIEMTORE, 2007). Le gène *Bt* synthétise des toxines connues sous le nom de delta-endotoxines qui, une fois ingérées par l'insecte, paralysent son tube digestif entraînant sa mort dans les quarante-huit à soixante-douze heures. Deux traitements sont réalisés avec les insecticides chimiques sur le cotonnier *Bt* contre les piqueurs-suceurs qui ne sont pas contrôlés par les toxines *Bt*.

Certes, ces traitements insecticides ont des effets bénéfiques sur la production avec la réduction des populations de ravageurs, mais ils sont également susceptibles de causer des dégâts. En effet, l'utilisation des insecticides peut avoir des effets négatifs sur les organismes non cibles dont les ennemis naturels des piqueurs-suceurs, et par conséquent impacter la qualité du coton récolté. En réalité, ces ennemis naturels ou «faune auxiliaire» sont des organismes qui s'attaquent à un ou plusieurs prédateurs causant des dégâts aux cultures

(RODRIGUES *et al.*, 2013). Ils participent considérablement à la réduction des piqueurs-suceurs, atténuant ainsi leur impact sur le cotonnier et le coton récolté. La qualité du coton quant à elle, définie par la qualité de la fibre et de la graine, est d'une importance capitale pour la compétitivité sur le marché national et international. Il s'avère donc indispensable d'identifier les effets des insecticides sur ces ennemis naturels et aussi sur la qualité des fibres du coton récolté afin de prendre des dispositions pour optimiser la productivité de ce Cotonnier Génétiquement Modifié (CGM). C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude intitulée « Effet des traitements insecticides sur les ennemis naturels des piqueurs-suceurs et sur la qualité du coton en culture du CGM au Burkina Faso ».

L'objectif général de cette étude est d'optimiser la production du CGM au Burkina Faso à travers la lutte efficace contre les insectes piqueurs-suceurs tout en favorisant le développement de leurs ennemis naturels.

Plus spécifiquement, cette étude vise à :

- recenser les ennemis naturels des piqueurs-suceurs du CGM au Burkina Faso ;
- évaluer l'influence des traitements insecticides sur la population de ces ennemis naturels ;
- évaluer l'effet des traitements insecticides sur la qualité de la fibre et du coton graine en culture du CGM.

Cette étude est basée sur les hypothèses suivantes:

- **H₁** : les traitements insecticides appliqués sur le CGM sont inefficaces contre les piqueurs-suceurs ;
- **H₂** : les traitements insecticides causent la réduction de la population d'ennemis naturels des piqueurs-suceurs ;
- **H₃** : les traitements insecticides entraînent une amélioration de la qualité en fibre et en graine du CGM.

Le présent document s'articule autour de trois chapitres. Le premier est consacré à la revue bibliographique ; le second fait cas du matériel et des méthodes utilisés au cours de ce travail ; et le troisième présente les résultats et la discussion.

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Généralités sur le cotonnier

1.1.1. Origine et systématique

L'origine du cotonnier n'est pas déterminée avec certitude. Selon PARRY (1982), il serait originaire de l'Inde et fut introduit en Afrique par les marchands indiens. Le cotonnier est une plante dicotylédone appartenant à la famille des Malvaceae, à la tribu des Hibisceae et au genre *Gossypium* (CALAN, 1966).

Quatre (4) espèces, caractérisées par la présence sur les graines de poils cellulosiques utilisées par l'industrie textile, constituent le groupe des cotonniers cultivés (FRYXELL, 1984). Il s'agit de :

- deux (2) espèces diploïdes : *Gossypium herbaceum* et *G. arboreum*,
- deux (2) espèces tétraploïdes : *G. hirsutum* et *G. barbadense*.

L'espèce *G. hirsutum* est celle qui est cultivée au Burkina Faso (PARRY, 1982).

1.1.2. Morphologie

Le cotonnier est une plante arbustive recouverte souvent de poils et ayant une racine pivotante, une tige principale portant des branches végétatives (BV) et des branches fructifères (BF) (FRYXELL, 1984).

Les branches végétatives ou monopodiales se développent à partir des nœuds de base du plant situés au-dessus du nœud cotylédonaire. Ces branches en nombre variable suivant les variétés et les cultivars sont parfois absentes (PARRY, 1982). Elles présentent une croissance continue comme la tige principale avec des ramifications secondaires qui peuvent porter des fruits. À la différence des BF, les BV ne portent pas directement les fruits mais donnent lieu à des ramifications secondaires qui peuvent produire des fruits (LAWSON, 2008). Leur développement est initié avant l'apparition des branches fructifères en général.

Les branches fructifères ou rameaux sympodiaux : elles se développent à partir de tous les nœuds du tronc principal situés au-dessus des branches végétatives. Ce sont elles qui portent les fleurs et les fruits.

A l'opposé de ce qui se passe pour une branche végétative, le développement de la branche fructifère est stoppé par la formation de chaque fleur. Ce mode de croissance est appelé sympodial ou encore « défini » (BADIANE, 1995).

Les feuilles du cotonnier apparaissent à l'aisselle de chaque nouvelle branche et de chaque site fructifère mis en place. En dehors des feuilles les plus basses, les feuilles du cotonnier sont palmées avec cinq lobes plus ou moins échancrés ; et sont plus ou moins pileuses. La forme, la taille, la couleur, l'épaisseur sont des caractéristiques variétales. On observe chez le cotonnier trois types de feuilles très différents (ILBOUDO, 1997) :

- les feuilles cotylédonaires qui se composent d'un limbe en forme de rognon irrégulier et d'un pétiole ;
- les premières feuilles à limbe généralement entier ou peu lobé, lancéolé ;
- les feuilles proprement dit qui présentent un assez grand polymorphisme sur une même plante. Elles sont palmatilobées.

Les fleurs apparaissent sur les nœuds des BF d'abord sous forme de petites structures vertes pyramidales appelées boutons floraux ou « squares ». Ces « squares » évoluent en fleurs qui s'ouvrent au bout de 3 semaines environ (SANFO, 2003).

Le cotonnier est hermaphrodite, c'est-à-dire qu'il possède des organes mâles (androcée) et femelles (gynécée). La forme gracieuse de la fleur et la présence de nectar font que le cotonnier (bien qu'autogame) est quelque fois sujet à la pollinisation par les insectes (BADIANE, 1995).

Les fruits du cotonnier sont des capsules issues de la fécondation des fleurs. Leur forme et leur taille sont variables selon les espèces ou les variétés. Ces capsules à maturité s'ouvrent sur des loges (habituellement 4 ou 5) contenant chacune 6 à 9 graines garnies de fibres (BADIANE, 1995). Les graines de cotonnier contiennent une amande riche en huile qui peut être utilisée en alimentation humaine et animale, à condition de les traiter pour éliminer le gossypol toxique (PARRY, 1982). En effet, le gossypol est toxique pour les monogastriques (BADIANE, 1995).

1.1.3. Cycle biologique du cotonnier

Le cotonnier est une plante pérenne qui s'est adaptée aux conditions d'une culture annuelle (CALAN, 1966). Le cycle biologique du cotonnier comprend 4 phases (PARRY, 1982) :

- le stade de la levée, qui va du semis à l'étalement des cotylédons, dure 6 à 10 jours en conditions normales ;
- le stade végétatif qui s'étale de la plantule à l'ouverture de la première fleur marquée par un développement rapide du système racinaire, l'apparition des monopodes et des branches fructifères. Ce stade a une durée d'environ 40 à 60 jours ;
- le stade reproducteur, qui va de la floraison à la fin du développement végétatif, est surtout marqué par la fécondation ;
- le stade de maturation allant de l'arrêt du développement végétatif à la fin de l'ouverture des capsules.

1.1.4. Culture du coton

La culture du coton nécessite l'adoption de plusieurs opérations et dispositions depuis la préparation du sol et même après la récolte.

1.1.4.1 Choix du terrain

Le coton est une culture exigeante ; pour ce faire, le terrain l'abritant doit répondre à certains critères liés notamment à son historique cultural, sa nature et son accessibilité.

En effet, le terrain ne doit pas comporter la culture de coton sur deux campagnes successives pour éviter l'épuisement du sol. Choisir les sols gravillonnaires profonds, bien drainés. Eviter les zones ombragées ou hydromorphes, les sols sableux et les terrains à forte pente. (OCHOU *et. al.* 2006).

L'accessibilité du site est également importante car elle facilite le transport des intrants ainsi que des extrants. Un choix adéquat du terrain contribue fortement à l'augmentation du rendement.

1.1.4.2 Préparation du terrain

C'est l'ensemble des activités qui précèdent l'installation de la culture qui favorisera l'épanouissement des plantes. Elle consiste généralement à un ensemble d'opérations de CES (Conservation des Eaux du Sol) et DRS (Défense et Restauration du Sol) qui sont entre autres le débroussaillage, le labour, le rayonnage, le dessouchage, etc.

La préparation du sol avant semis est très importante pour l'obtention de bons rendements car le choix et la réalisation d'opérations adaptées aux conditions pédoclimatiques et aux cultures permettent une bonne croissance végétale. Une préparation du sol avant semis bien réussie allège les autres opérations culturales, en particulier la maîtrise des mauvaises herbes, surtout s'il s'agit d'un labour, et permet de gagner au moins 30% du rendement (KABORE, 2014).

Pour une bonne germination, une meilleure valorisation de la fumure apportée, une maîtrise des adventices, en somme, pour un bon épanouissement de la plantule, une bonne préparation du lit de semis est une étape capitale.

1.1.4.3 Semis du cotonnier

Pour un meilleur développement des plantes, il faut un choix judicieux des semences et de la date de semis.

Il existe deux types de semence, la semence vêtue et la semence délintée. Selon la FAO (2014) une bonne semence doit répondre aux critères suivants :

- être entière, c'est-à-dire n'avoir pas été endommagée ;
- être bien mûre ;
- être pure et pesante.

La période de semis varie en fonction des zones agro-écologiques et est fortement influencée par la pluviométrie. Au Burkina Faso, il est conseillé de semer après une pluie d'au moins 20 mn et éviter les semis tardifs (après le 20 juillet) (TRAORE *et al.*, 2011).

Les semis tardifs risquent de subir des excès d'eau au stade plantule et souffrir de déficit hydrique en fin de cycle par l'arrêt souvent brusque des pluies. Par ailleurs, les attaques de ravageurs (mouches blanches et *Helicoverpa armigera*) sont aussi plus marquées sur les semis tardifs et peuvent affecter la qualité des semences par un mauvais remplissage des graines.

En fonction de la qualité de la semence, l'on sème 5 à 7 graines par poquet avec la semence vêtue et de 2 à 4 graines par poquet avec la semence délintée, sur une profondeur de 3 à 5 cm. Plus la profondeur de semis est grande, moins les graines germent (FAO 2014 b).

Pour s'assurer d'une occupation correcte du sol, le coton doit être semé à une bonne densité. La densité varie en fonction des zones.

Dans les zones où la pluviométrie est faible avec une architecture réduite des cotonniers comme dans certaines régions au Burkina Faso, les écartements sont de 80 cm entre les lignes et 40 cm entre les poquets. À ces densités, la quantité de semence nécessaire est d'environ 12 kg de graines délintées ou 20 à 25 kg/ha pour la semence vêtue (TRAORE *et al.*, 2011).

En cas de mauvaise levée, il est important de faire un ressemis. Le ressemis n'est nécessaire que lorsque le taux de levée est inférieur à 80%. Il est pratiqué trois jours après la levée générale soit 10 à 12 jours après le semis (FAO 2014 b).

1.1.4.4 Assolement et rotation de cultures avec le cotonnier

Il est important de cultiver le coton en rotation avec d'autres cultures, parce que la culture de coton répétée successivement dans le même champ conduit à la baisse des rendements. La rotation des cultures et l'assolement ne contribuent pas seulement à améliorer et/ou maintenir la fertilité du sol, mais empêchent aussi l'émergence des populations de ravageurs, de maladies et de mauvaises herbes. La diversité des cultures réduit aussi les risques économiques des producteurs, en les rendant moins vulnérables aux mauvaises récoltes et à la fluctuation des prix. En plus, en culture de rotation ou d'assolement, les travaux sont mieux distribués durant l'année.

1.1.4.5 Entretien du cotonnier

L'entretien du cotonnier peut s'effectuer à travers diverses activités :

- le sarclage : il doit se faire avant la floraison des mauvaises herbes. L'opération se fait soit manuellement ou à la traction animale au triangle à cinq dents. Les mauvaises herbes sont laissées sur le champ après le sarclage, car de cette manière elles se décomposent et les éléments nutritifs sont retournés au sol et rendus accessibles aux plantes. Par le sarclage, on augmente la capacité de rétention d'eau du sol, l'aération, la mobilisation des nutriments et leur disponibilité.

Plus les mauvaises herbes se développent dans la parcelle de coton, plus le milieu est favorable aux ennemis (criquets, jassides, pucerons...). Une parcelle sans mauvaises herbes reçoit une meilleure pénétration des traitements phytosanitaires dans les différents organes du cotonnier.

- le démariage : il est réalisé 10 à 15 jours après la levée du cotonnier. Il est préférable de faire le démariage quand le sol est bien humide. Il s'agit d'arracher à la main les plants en trop en ne laissant que 2 plants, les plus vigoureux par poquet.

- le buttage : l'opération est réalisée une fois que les plantes sont hautes et que les dernières applications d'engrais sont faites. Le buttage élimine les mauvaises herbes et réduit l'évaporation de l'humidité du sol.

Il se fait soit à la traction animale avec le butteur, soit manuellement à la daba (houe). Au besoin, il peut être cloisonné en soulevant et en reposant rapidement le butteur tous les 5 mètres (cas d'hivernage peu pluvieux), ce qui permet de limiter l'écoulement d'eau.

1.1.4.6 Fertilisation du cotonnier

La fertilisation du cotonnier a pour rôle de corriger les carences et/ou déficiences naturelles des sols ou celles qui peuvent apparaître par suite d'une culture intensive.

- Fertilisation organique

Dans un contexte où le potentiel nutritionnel de nos sols est devenu médiocre, la fumure constitue le moyen privilégié pour fournir les éléments nutritifs aux cultures. En culture cotonnière, une fumure organique est à appliquer à la quantité de 3 à 4 tonnes soit 30 à 50 charrettes par hectare et par an (FAO, 2014 b). Au Burkina Faso, un apport de 6 t/ha de fumier ou de compost tous les 3 ans est indispensable (TRAORE *et al.*, 2011). L'apport se fait au moment du labour et de manière homogène dans le champ. Pour cela, il est nécessaire de poser des petits tas pour faciliter l'épandage.

La fumure organique permet d'améliorer la structure et la texture du sol. Cependant, elle ne saurait couvrir tous les besoins nutritifs de la culture ; cela traduit l'importance de la fertilisation minérale.

- Fertilisation minérale

Selon GADJAGA (2005), les engrais utilisés dans le bassin cotonnier au Burkina Faso pour la fertilisation du cotonnier sont : le complexe NPKSB de formule 14-23-14-6S-1B ou 22-14-13-0,45S-0,75B, et l'urée à 46% d'azote. La principale source d'approvisionnement est la société cotonnière (SOFITEX, FASO COTON ou SOCOMA).

Dans le cas de l'apport unique, il est conseillé d'apporter 200 kg/ha de NPKSB (22-14-13-4,5S-0,75B) entre le 20^e et le 30^e JAS.

Pour l'apport fractionné, il faut 150 kg/ha de NPKSB (14-23-14-6S-1B) entre le 15^e et le 20^e JAS et 50 kg/ha d'urée au 40^e JAS.

L'engrais doit être enfoui dans le sol pour éviter que le soleil ne dégrade une partie des éléments fertilisants.

1.1.4.7 Mesures et précautions pour la récolte

Pour une meilleure maîtrise de la qualité du coton à la récolte, des mesures et précautions doivent être observées avant, pendant et après la récolte :

- désherber le champ avant la récolte en coupant les herbes pour laisser libre le cotonnier. Cela évite d'avoir les feuilles des herbes sèches dans le coton lors de la récolte ;
- démarrer la récolte le plus tôt possible ; le premier passage pour la récolte a lieu quand 30 % des capsules sont ouvertes et les autres passages se font au fur et à mesure de l'éclatement des capsules (FAO, 2014 b). Les retards dans la récolte peuvent réduire la qualité de la fibre, puisque les capsules ouvertes sont exposées plus longtemps à la rosée, à la poussière et au miellat des insectes ;
- récolter le coton après que la rosée du matin ait séché, pour que le coton soit sec et moins susceptible de moisissure lorsqu'il est stocké. En cas de nécessité, il faut sécher le coton avant stockage ;
- utiliser un long sac pour que le poids repose au sol et garder un deuxième sac plus petit pour le coton de moindre qualité (coton tâché, chargé d'impureté, immature, coton tombé à terre). Il est préférable d'utiliser des sacs en tissu purement en coton ; les fils des sacs en polypropylène contaminent sérieusement le coton, ce qui pose beaucoup de problèmes plus tard ;
- ne pas mélanger le coton ramassé à terre et celui récolté sur pied ;
- enlever les feuilles ou capsules de la récolte.

1.1.4.8 Mesures et précautions à prendre après la récolte

Plusieurs mesures doivent être adoptées depuis le champ jusqu'au stockage :

- au champ, le coton récolté doit être stocké sur des claies (environ 50 cm de hauteur) ou sur des seccos ou nattes, mais jamais, à même le sol ;

- à la maison, le lieu de stockage doit être propre, sec, aéré, à l'abri de la pluie, des incendies et de la poussière. L'humidité entraîne les moisissures, avec d'importantes pertes de qualité ;
- faire attention à ce qu'il n'y ait pas de contamination par la poussière, des saletés ou les produits chimiques ;
- éviter cette mauvaise pratique qui consiste à “mouiller” le coton graine en vue “d'augmenter” son poids lors des pesées ;
- ne pas brûler les plants de cotonniers après la récolte. Ils peuvent être pâturés par le bétail. Dans le cas contraire, ils doivent être découpés, puis enfouis ou éparpillés sur le sol pour leur décomposition. Ils peuvent aussi être utilisés pour le compostage. Cette forme de gestion permet de restituer une part importante des résidus (tiges, feuilles, brindilles, carpelles) au sol. Elle améliore le bilan organique et minéral puis contribue au maintien de la fertilité du sol.

1.1.5. Exigences écologiques du cotonnier

Le cotonnier est une plante inféodée aux régions tropicales semi-arides ou arides. Sa culture nécessite un climat réunissant les conditions de température, d'ensoleillement et d'humidité du sol favorable à son bon développement (BASSON, 2007).

Selon la FAO (2014 b), le cotonnier préfère les régions à climat sec et à longs cycles végétatifs, avec une température élevée (de préférence autour de 30° C), sans gel et un ensoleillement suffisant. De même, la pluviométrie minimale doit être de 600 mm bien répartie sur tout le cycle pour favoriser l'épanouissement de la plante.

Le cotonnier est plus sensible surtout pendant le stade plantule ou le plant est plus fragile et le stade de floraison au cours duquel le stress hydrique provoque des désordres physiologiques aboutissant à la chute des fleurs appelée “shedding”.

La température optimale pour la germination du coton est assez élevée (34° C environ), limitant la culture de coton en contre-saison aux régions avec une température moyenne qui ne descend pas en dessous de 18° C pendant la période critique (KUKLINSKI, 2000).

Le cotonnier nécessite une saison sèche terminale bien marquée, indispensable à une bonne ouverture des capsules et à la récolte.

L'excès d'eau entraîne une baisse de rendement (perte de capsules) sans que la plante ne présente aucun signe apparent d'anomalie.

1.1.6. Importance du coton

La production cotonnière est d'une importance capitale dans les pays africains et dans le monde. Le coton est cultivé dans plus de 100 pays, et constitue l'une des principales cultures de rente dans la sous-région ouest africaine. Il occupe plus de 10 millions d'agriculteurs (SOUNTOURA, 2015).

Le Burkina Faso a été le premier producteur de l'Afrique de l'Ouest avec 766.220 tonnes de coton-graine produites en 2012/2013 (FAO, 2014 a). La production cotonnière de la campagne 2013/2014 est passée à 508 168 tonnes, pour une superficie de 500 300 hectares cultivée. Pour la campagne 2014/2015, la projection de la production par la SOFITEX est de 600 000 tonnes, pour 570 000 ha (SIDWAWA, 2015).

Les produits du cotonnier qui sont notamment la fibre, l'amande et la coque ont diverses utilisations. En effet, la fibre, la partie la plus noble, est essentiellement utilisée dans l'industrie textile (LAGANDRE, 2005). L'amande de la graine, une fois débarrassée du gossypol, composé toxique, sert dans la confection de tourteaux pour l'alimentation animale et contribue efficacement à l'intensification de l'élevage (BARRY, 2011). Cette utilisation est liée à la richesse en huile et en protéines de l'amande. La coque sert de combustible.

L'importance du coton se situe également dans le volet socioéconomique de la population. Selon l'INERA (2004), le coton est la seule production agricole monétaire qui ait régulièrement assuré aux agriculteurs des revenus garantis, les prix étant fixés et les rendements relativement stables. Ces revenus permettent aux agriculteurs non seulement de payer leurs coûts de production, leurs dépenses personnelles, mais aussi d'accumuler du capital cheptel, de réaliser des constructions et d'avoir des équipements. De même, l'intensification croissante de la culture cotonnière a entraîné une amélioration parallèle du niveau technique des producteurs ; ainsi, le développement s'est accentué par la diversification et par la modernisation de l'agriculture (intensification des vivriers, développement de la culture attelée et de la motorisation), l'organisation sociale (Groupements villageois, etc.), le renforcement des autres secteurs d'activité (commerce, artisanat, industrie agroalimentaire, etc.) et l'amélioration des conditions de vie des populations par la réalisation d'écoles, de dispensaires, de points d'eau, etc.

1.1.7. Le cotonnier transgénique

Le coton *Bt* est une plante génétiquement modifiée développée par Monsanto. Sa particularité est qu'elle produit son propre insecticide afin de résister aux ravageurs.

Les lettres *Bt* sont les initiales de *Bacillus thuringiensis*, une bactérie se trouvant naturellement dans les sols et produisant des toxines dont les agriculteurs se servent pour lutter contre les insectes, surtout les lépidoptères (GRAIN, 2004). Des scientifiques ont isolé certains gènes responsables de la production de ces toxines, notamment ceux des toxines Cry1Ac et Cry2Ab. Ils ont, par la suite, utilisé les techniques du génie génétique pour insérer ces gènes dans le coton. Les cotonniers *Bt* qui en résultent, libèrent des toxines *Bt* tout au long de leur cycle de croissance, toxines mortelles pour les ravageurs sensibles qui les mangent (GRAIN, 2004).

Dix ans après l'autorisation officielle des cultures transgéniques à l'échelle commerciale, plusieurs études d'impacts ont été menées (JAMES, 2002). La plupart de ces études montre des avantages liés à l'utilisation du coton *Bt*. Ces avantages se traduisent par une réduction de l'usage des pesticides, une augmentation des rendements et des revenus monétaires.

En guise d'illustration, le BBA (2007) a enregistré une amélioration du rendement de 48% avec l'utilisation du coton *Bt* comparativement au coton conventionnel qui l'augmente seulement de 4% sur le site de Boni.

La réduction du nombre d'applications de pesticides limite la toxicité à l'encontre des insectes non ciblés favorisant ainsi l'activité biologique. De même, la réduction du nombre de traitements chimiques contribue fortement à réduire les risques pour la santé humaine et réduit par ailleurs la pollution de l'environnement.

1.2. Ennemis du cotonnier

La culture cotonnière est confrontée à des ennemis qui engendrent des pertes de rendement et qui déprécient la qualité de la fibre. Ces ennemis sont notamment les adventices, les maladies et les ravageurs de la culture.

1.2.1. Adventices

Les adventices occasionnent des dégâts d'importance majeure sur le cotonnier. En effet, les pertes de rendement peuvent atteindre 80% lorsque le désherbage est fait dans de très mauvaises conditions (PARRY 1982). Ainsi, au Burkina Faso, les pertes de rendement dues

aux retards de sarclage sur la culture atteignent 150 kg/ha de coton graine et par décade (DAKUO, 1989). Au Cameroun, ces pertes sont de 20 kg/ha de coton graine par jour de retard de sarclage par rapport à la date optimale de sarclage (MARTIN *et al.*, 2000).

1.2.2. Maladies

Le cotonnier est attaqué par plusieurs maladies dont les principales sont les suivantes (BASSON, 2007) :

- les maladies des plantules qui se manifestent par des fontes de semis avec pour conséquence un taux de levée faible ;
- la bactériose due à *Xanthomonas malvacearum* qui se manifeste par des taches anguleuses d'abord sur les feuilles et ensuite par des chancres sur les tiges et les capsules.
- la fusariose provoquée par les genres *Oxysporum* et *Vasinfectum* qui se traduit par le jaunissement des feuilles et la mort du cotonnier adulte ;
- les maladies virales transmises par des insectes, parmi lesquelles on peut citer le leaf-curl et la mosaïque transmises par *B. tabaci*, la maladie « bleue » transmise par *Aphis gossypii* (GLOVER) et la phyllodie transmise par *Orosius cellulosus*. Ces maladies se traduisent par des déformations du cotonnier ;
- l'anthracnose dont l'agent causal est *Colletotrichum gossypii* se manifeste par des taches circulaires d'abord déprimées, produisant ensuite une inflorescence grise, puis rose.

1.2.3. Principaux ravageurs du cotonnier

De nombreux insectes attaquent le cotonnier. En absence de protection, les pertes de récoltes se situent entre 50 et 90 % de la production potentielle (PINCHARD, 1993). Les principaux arthropodes dont l'incidence est significative sur la production appartiennent à 4 groupes (CAUQUIL, 1993) :

- les phyllophages : ce sont des chenilles défoliatrices. Il s'agit essentiellement de *Spodoptera littoralis* (Boisduval), *Haritalodes (Syllepte) derogata* (Fabricius), *Anomis flava* (Fabricius). Ces insectes attaquent aussi les organes florifères et fructifères du cotonnier ;
- les carpophages : ils s'attaquent aux boutons floraux, aux fleurs et aux capsules. Les plus rependus sont *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis spp.*, et *Earias spp* (HEMA *et al.* 2009).

- les acariens : dans ce groupe, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) est l'espèce la plus courante. Elle provoque habituellement une déformation des organes ;
- les piqueurs-suceurs regroupent *Aphis gossypii* (Glover), *Bemisia tabaci* (Gennadius) et *Jacobiella* sp. Ces insectes sont des vecteurs de maladies du cotonnier et provoquent aussi des dégâts directs par la ponction de la sève élaborée (CAUQUIL, 1986).

A travers d'autres études, VAISSAYRE et CAUQUIL (2000) classent un 5^{ème} groupe en plus des quatre précédents. Il s'agit des Hétéroptères piqueurs de capsules qui regroupent *Dysdercus volkeri* (Scheidt), *Nezara* sp.

Il faut noter que le système racinaire du cotonnier est également attaqué. Ces différents ravageurs sont essentiellement composés d'insectes tels que *Syagrus calcaratus* et de nématodes appartenant aux Némathelminthes (DIALLO, 2015).

Outre ces différents ravageurs du cotonnier les actions des ravageurs de la semence sont également considérables. Il s'agit notamment des insectes de la famille des Tenebrionidae qui attaquent la semence au stockage. La semence héberge également des chenilles dont *Pectinophora gossypiella* et *Thaumatotibia (Cryptophlebia) leucotreta* dans les zones où ces ravageurs pullulent.

1.2.4. Piqueurs-suceurs

1.2.4.1. *Aphis gossypii*, (Glover, 1877) (Hemiptera : Aphididae)

Ce sont de petits insectes de couleur jaune, verte ou brune vivant en colonie sur la face inférieure de la feuille ou sur les jeunes pousses de plantes en suçant la sève en continu (RODRIGUES *et al.*, 2013). Ils se reproduisent par parthénogenèse (sans la nécessité des mâles). Les formes ailées semblent représenter des individus responsables de la propagation d'espèces sur de nouvelles plantes.

L'attaque de pucerons cause des rides et l'enroulement des feuilles et déforme les pousses apicales. Le développement de la plante est altéré et on note la présence de brûlure sur les feuilles inférieures, formant une tache lumineuse composée de miellat excrété par les insectes, lequel attire beaucoup de fourmis qui vivent en symbiose avec les pucerons. En outre, les champignons *Capnodium spp.* favorisent la formation de la fumagine, ce qui entrave l'absorption du rayonnement solaire par les feuilles. À la fin du cycle, l'excrétion de miellat provoque du « coton brûlé » et la qualité de la fibre est affectée (MIRANDA *et al.* 2013). Les

pucerons sont vecteurs de certaines maladies virales comme la maladie bleue. *Aphis gossypii* est rencontré dans toutes les régions cotonnières sur tous les cinq continents et l'espèce aphidienne la plus commune et polyphage en Afrique subsaharienne (KUKLINSKI, 2000).

1.2.4.2. *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera : Aleyrodidae)

La mouche blanche *B. tabaci* est un ravageur extrêmement polyphage. Plus de 500 plantes appartenant à plus de 74 familles différentes ont été recensées comme hôtes de *B. tabaci* de par le monde parmi lesquels nous avons les légumineuses et les cucurbitaceae (DJIGUEMDE, 2015).

Ce sont de petits insectes que l'on trouve à la face inférieure de la feuille. Les larves sont jaunâtres, translucides immobiles à la face inférieure (à l'inverse des larves de puceron). Les adultes appelés « mouche blanche » sont très mobiles et portent deux paires d'ailes blanches. 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 plants) et vecteurs de maladies virales chez le cotonnier. Elles sont aussi incriminées dans la dépréciation de la fibre (présence de fumagine sur le coton blanc produit) (MIRANDA *et al.* 2013).

Le cycle de vie de l'aleurode *B. tabaci* passe par un stade œuf, quatre stades larvaires, un stade puppe et le stade d'insecte adulte (figure 1) (GNANKINE, 2005).

Les nymphes des mouches blanches ont quatre stades, le premier mobile (pour trouver un site où est possible une bonne alimentation) et les suivants sont fixés. Dans le deuxième stade larvaire, elles sucent la sève de la plante ; dans le quatrième stade, aussi appelé le stade de puppe, la mouche blanche n'est pas alimentée, la forme adulte a une taille de 1 mm et est revêtue uniformément de cire blanc (figure 1). Le cycle de vie des aleurodes varie de 2,5 à 3 semaines jusqu'à 2 mois sous des conditions plus fraîches. Les températures inférieures à 0°C sont létales pour *B. tabaci* (HANAFI, 2000).

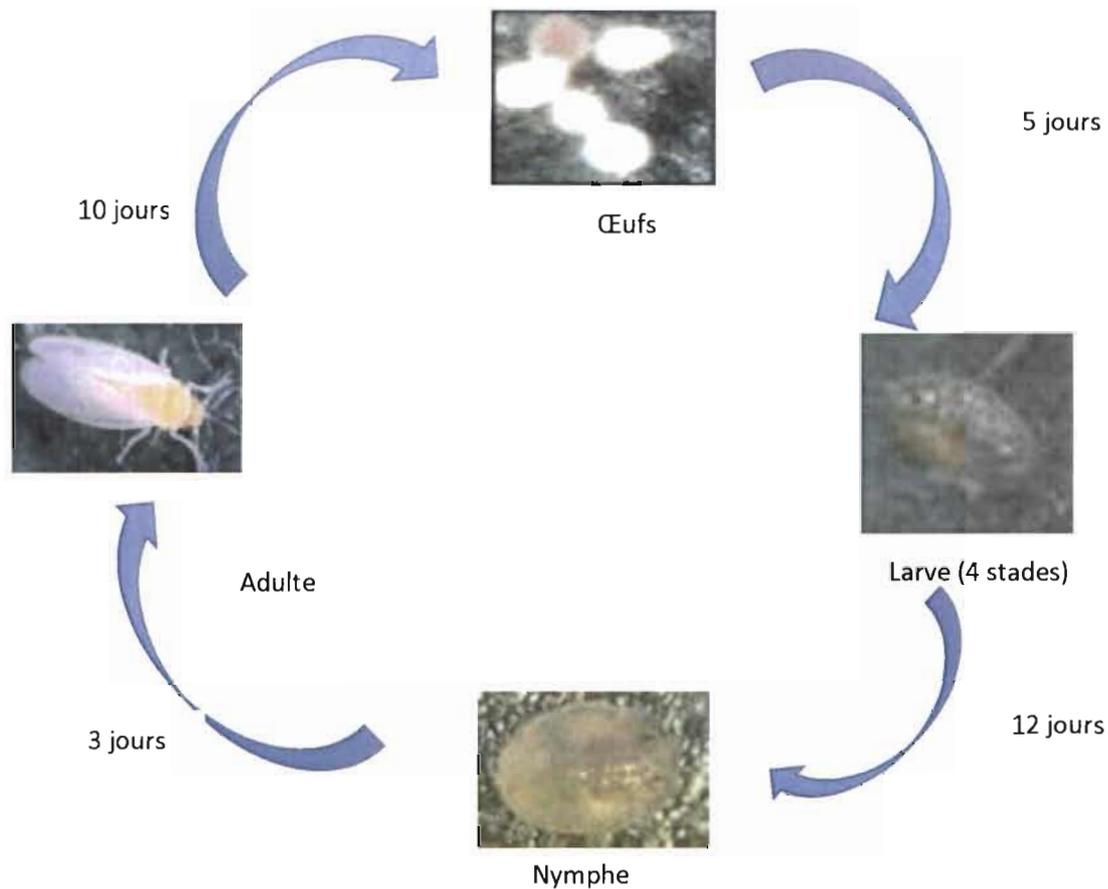


Figure 1 : Différentes étapes du cycle de vie de *Bemisia tabaci*

Source : DJIGUEMDE, 2015

1.2.4.3. *Jacobiella (Empoasca) fascialis* (Jacobi, 1912) (Hemiptera : Cicadellidae)

Ce sont des cicadelles de petite taille (jusqu'à 2,5 mm de longueur), suceurs de sève avec un corps typique en forme prismatique. Les nymphes sont vertes et se limitent à la face inférieure des feuilles, souvent près de la jonction de la feuille avec la tige (MIRANDA *et al.* 2013). Cet insecte a une démarche caractéristique (en oblique). Les stades adultes sont également de couleur verte mais ils ont des ailes transparentes pliées en forme de toit, et sont très mobiles, sautillant pour s'envoler.

Le coton est l'hôte de ce ravageur, mais il est tout à fait polyphage et peut être trouvé sur autres espèces de Malvaceae et les légumineuses (RODRIGUES *et al.*, 2013). Les dommages causés par l'alimentation de *J. fascialis* peuvent être très importants, résultant dans des feuilles enroulées présentant un symptôme qui affiche d'abord un jaunissement, plus tard, devenant rouge sur les bords, et qui finalement aboutit à la chute des feuilles (MIRANDA *et*

al. 2013). Les jeunes plantes peuvent rabougir et plus tard produire une capsule avec de la fibre de qualité médiocre.

Les femelles vont pondre de minuscules œufs en forme de banane dans les nervures ou des veines des feuilles et ceux-ci prennent environ une semaine pour éclore. Les nymphes ressemblent aux adultes, cependant sans ailes et de petite taille.

1.2.4.4. *Dysdercus* sp. (Guerin-Meneville, 1931) (Hemiptera : Pyrrhocoridae)

Les adultes de *Dysdercus* spp. ont un abdomen strié de rouge et des ailes rouges et noires. Ces insectes se nourrissent au contact direct de la graine au stade laiteux. Les piqûres occasionnent la chute des jeunes capsules et leur pourrissement. Ils causent des dommages aux graines et aux fibres qu'ils déprécient (RODRIGUES *et al.*, 2013). Ces dommages provoquent des pertes sur la production qui sont liées à la perte de poids et à la réduction de la teneur en huile des graines ; de manière indirecte, l'inoculation de microorganismes en particulier altère la qualité de la fibre de coton (MIRANDA *et al.* 2013).

À travers leur alimentation, ces punaises sont responsables de la détérioration de la qualité des semences. Ce sont des ravageurs qui méritent une surveillance, particulièrement en fin de campagne, dès l'ouverture des capsules.

D'après les conclusions de la 7ème réunion-bilan du PR-PICA (2014), il ressort que *D. völkerei* est à l'origine d'une baisse du poids moyen capsulaire de l'ordre de 19 %, du seed index de l'ordre de 18% et du taux de germination d'environ 21.2 % (DIALLO, 2015).

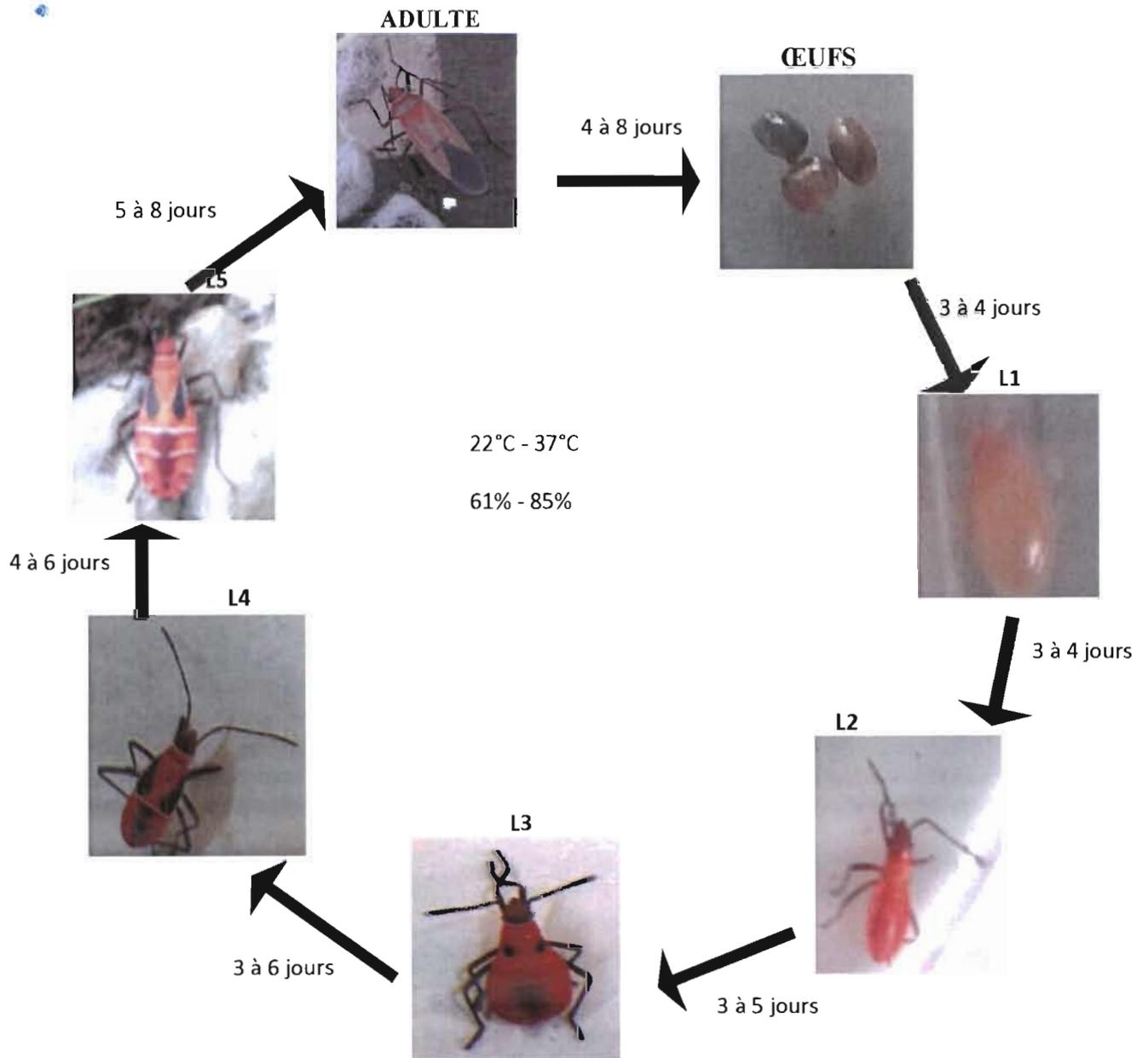


Figure 2 : Cycle biologique de *D. völkerei*

Source : DIALLO, 2015

1.2.5. Cycle parasitaire du cotonnier

Au cours de son cycle biologique, le cotonnier est colonisé par une diversité de parasites occasionnant des pertes non négligeables dans les cultures cotonnières (CAUQUIL, 1993).

- Au stade de la levée, les plantules du cotonnier sont attaquées par des iules et altises au niveau du sol ;

- au cours du stade végétatif, de nombreux ravageurs attaquent le cotonnier. A ce stade, il est principalement attaqué par les altises, les Homoptères (Jassides, pucerons, aleurodes), les lépidoptères (chenilles phyllophages), les Hétéroptères ;

- au stade de reproduction, le cotonnier est infesté par une multitude de ravageurs tels que les Homoptères, les Hétéroptères, les Acariens et surtout les Lépidoptères qui causent des dommages considérables, notamment sur les organes reproducteurs ;

- au stade de maturation, il y a une réduction du parasitisme mais cependant marqué par la présence surtout des Homoptères et des lépidoptères (chenilles de capsule, à régime endocarpique) qui attaquent les capsules.

De tous ces ravageurs, *H. armigera* est le plus nuisible en Afrique, en Asie et en Océanie (BALBONE, 2008).

1.3. Protection du cotonnier contre les ravageurs

Selon les principes de Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs (GIPD) de la FAO (2014), la protection du cotonnier passe par l'adoption de mesures préventives et de mesures curatives s'il y a lieu pour limiter les dégâts des ravageurs.

1.3.1. Mesures préventives

Nous avons notamment :

- la sélection d'une variété adaptée au milieu ;
- la bonne rotation de cultures ;
- la fertilisation appropriée (pas trop de fumier, car attire les ravageurs) ;
- éviter l'érosion dans le choix de la parcelle ou lors du travail du sol ;
- promouvoir les cultures associées et les engrais verts ;
- le bon travail du sol (labour pas trop profond, sarclage à temps) ;
- favoriser le développement des ennemis naturels par une diversification des cultures.

1.3.2. Mesures curatives

Elles peuvent se résumer en différents points à savoir la lutte biologique et la lutte chimique.

1.3.2.1. Lutte biologique

Des organismes vivants ou des bactéries qui affectent les ravageurs sont utilisés en lutte biologique (FAO, 2014 b).

Les Trichocartes : contiennent des milliers d'œufs de guêpes parasites Trichogrammes, un prédateur de *Helicoverpa armigera*. Les guêpes déposent leurs œufs dans les œufs de ce ravageur et les tuent.

Le *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) est un microbe efficace contre les larves mangeuses de feuilles. Son action se limite à la première phase du cycle de vie des chenilles du cotonnier, avant qu'elles ne pénètrent les capsules.

Le Virus Polyhédrose Nucléaire (VPN) s'attaque à *Helicoverpa armigera* et l'élimine. Pour multiplier les préparations de VPN, il faut faire des pulvérisations dans le champ, recueillir des larves affectées par le VPN, les écraser et les diluer dans de l'eau.

Le *Beauvaria bassiana* est un champignon qui provoque une maladie chez les vers des moissons et les différents types de chenilles. Il agit mieux dans les périodes de grande humidité. Il existe des préparations industrielles. On peut également citer les extraits de plantes et les pièges à phéromones parmi ces substances.

1.3.2.2. Lutte chimique

Au Burkina Faso, 6 traitements phytosanitaires après la levée du cotonnier sont recommandés sur le cotonnier conventionnel (INERA, 2004). Les principales familles chimiques utilisées sont constituées par les pyréthrinoïdes, les organophosphorés, les carbamates et les nouvelles familles chimiques.

- Les pyréthrinoïdes

Les pesticides pyréthrinoïdes sont les analogues synthétiques des pyréthrines, qui sont des substances naturelles présentes dans les fleurs de chrysanthème (RECA *et al.*, 2013 a). Contrairement aux pyréthrines naturelles les pyréthrinoïdes synthétiques présentent l'avantage d'être stables à la lumière tout en gardant un pouvoir insecticide, une action plus sélective sur certaines espèces et une faible toxicité pour les mammifères. Leur apparition remonte aux années 1970, c'est-à-dire après l'interdiction des pesticides organochlorés comme le DDT, qui s'accumulaient dans l'environnement et l'organisme humain. Ils sont très solubles dans les graisses et instables chimiquement (RECA *et al.* 2013 a).

Les pesticides pyréthrinoïdes, comme les organophosphorés, sont aujourd'hui parmi les insecticides les plus utilisés. Ils sont utilisés contre une grande variété d'insectes en agriculture, horticulture, dans le domaine forestier, en santé publique, dans les résidences, etc. Dans les maisons, certains insecticides pyréthrinoïdes (comme la perméthrine, la resméthrine et la sumithrine) sont utilisés dans la lutte antimoustique ou pour lutter contre des parasites. Les pyréthrinoïdes, tels que la perméthrine, sont utilisés pour la protection des textiles tels que les tapis. Ces substances exercent aussi une activité toxique sur les poux, mites et autres arthropodes. Les pyréthrinoïdes les plus connus et utilisés commercialement sont la perméthrine, la cyperméthrine, la cyfluthrine, la deltaméthrine et le fenvalérate.

Contrairement à d'autres insecticides, les pyréthrinoïdes présentent peu de danger pour l'environnement. Dans l'air, ils sont rapidement détruits par le soleil (1-2 jours). Ils sont fixés fortement aux sols et peuvent être dégradés par les organismes présents dans le sol et l'eau. Ils sont peu toxiques pour les mammifères (RECA *et al*, 2013 a). Ils sont cependant très toxiques pour les organismes aquatiques et les animaux à sang froid. La plus faible toxicité chez les mammifères s'explique par une faible absorption par la peau et une transformation rapide dans l'organisme (RECA *et al*. 2013 a).

- Les organophosphorés et les carbamates

Les organophosphorés et les carbamates sont particulièrement efficaces contre les lépidoptères et les piqueurs-suceurs (ACTA, 2013). Nous pouvons citer le triazophos et le diméthoate. Les carbamates les plus connus et utilisés en culture cotonnière sont le carbaryl et l'aldicarbe.

En GIPD (Gestion intégrée de la production et des prédateurs) du coton, on ne fait appel à la lutte chimique qu'en dernier recours, c'est-à-dire lorsqu'une intervention est indispensable, que les alternatives pas ou peu polluantes telles que les mesures préventives, l'utilisation des pesticides naturels et des moyens de lutte biologique s'avèrent inefficaces. Dans la pratique, on se réfère aux pesticides recommandés par les sociétés cotonnières qui sont des pesticides homologués c'est-à-dire autorisés pour l'utilisation dans la culture du coton dans le pays. Parmi une liste de pesticides qui offrent les mêmes caractéristiques d'efficacité et de sécurité d'emploi, choisir le pesticide dont le coût et la toxicité sont les moindres.

Pour lutter contre cette diversité d'insectes, l'IN.E.R.A. a mis au point un programme de protection phytosanitaire du cotonnier appelé programme fenêtre et vulgarisé dans toutes les

zones cotonnières du pays. Une présentation synthétique de ce programme est donnée dans le tableau I.

Tableau I : Programme de traitements du cotonnier conventionnel au Burkina Faso

Fenêtre	Traitements	Produits (dose)	Matière(s) active(s) appliquée(s)	Date d'application
1^{er} fenêtre	1 ^{er} Traitement	CALFOS 500 EC (1 l/ha)	Profenofos 500g/l	30 J.A.L
	2 ^{ème} Traitement	CALFOS 500 EC (1 l/ha)	Profenofos 500g/l	14 jours après le 1 ^{er} Traitement
2^e fenêtre	3 ^{ème} Traitement	LAMBACAL P 636 EC (334 ml/ha)	Lambdacyhalothrine (36g/l) + Profenofos 600 g/l	14 jours après le 2 ^{ème} traitement
	4 ^{ème} Traitement	LAMBACAL P 636 EC (334 ml/ha)	Lambdacyhalothrine (36g/l) + Profenofos 600 g/l	14 jours après le 3 ^{ème} traitement
3^e fenêtre	5 ^{ème} Traitement	CONQUEST C 88 EC (500 ml/ha)	Cyperméthrine (72g/l) + Acétamipride (16g/l)	14 jours après le 4 ^{ème} traitement
	6 ^{ème} Traitement	CONQUEST C 88 EC (500 ml/ha)	Cyperméthrine (72g/l) + Acétamipride (16g/l)	14 jours après le 5 ^{ème} traitement

Source : INERA, 2015.

Concernant les variétés transgéniques (FK95 BG2 et FK96 BG2), seuls les 5^{ème} et 6^{ème} traitements sont réalisés avec l'association Pyréthrianoïde+ néonicotinoïde.

Les matières actives contenues dans ces différents produits ont des rôles et des cibles souvent différents.

Le profenofos est un insecticide de contact non-sélectif de la famille des organophosphorés (BERRAH, 2011) à large spectre et à biodégradation rapide. Il est utilisé sur les légumes, les arbres fruitiers et notamment sur le coton avec lequel on obtient d'excellents résultats dans le contrôle des lépidoptères et des mites.

La cyperméthrine est une matière active qui agit par contact et par ingestion sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles, puis continue à protéger les cultures sur une période de 2 à 3 semaines même en conditions chaudes et ventées. Elle possède également un effet répulsif chez les adultes et un effet sur la nutrition des larves. Elle est principalement utilisée contre les chenilles défoliatrices et également contre les pucerons, les thrips et les altises (ISV, 2011).

L'acétamipride agit également par contact et par ingestion. C'est un insecticide systémique. Il pénètre dans la sève puis se diffuse dans toutes les parties de la plante. Les ravageurs absorbent le produit en se nourrissant. Il est efficace contre les ravageurs ne pouvant être atteints directement par contact en se cachant sous les feuilles ou dans les fruits. L'acétamipride est surtout utilisé pour lutter contre les insectes piqueurs-suceurs (thrips, mouche blanche, cicadelles, cochenilles, pucerons) et les mineuses (RECA *et al.*, 2013 a).

La lambdacyhalothrine appartient à la famille des pyréthrinoides. Cette matière active agit aussi par contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles, puis continue à protéger les cultures sur une période de 2 semaines même en conditions chaudes et ventées (RECA *et al.*, 2013 b). Elle est active sur le système nerveux et provoque la paralysie et la mort des insectes. Elle présente une action de freinage sur les acariens phytophages ainsi qu'une action ovicide sur les œufs de lépidoptères. Elle est dangereuse pour les poissons. La Lambdacyhalothrine est surtout utilisée pour lutter contre les chenilles défoliatrices. Elle est aussi utilisée contre la noctuelle de la tomate, les pucerons, les cicadelles et les mouches des cucurbitacées (melon, courge), (RECA *et al.*, 2013 b).

1.3.2.3. Nouvelles familles d'insecticides

Plusieurs nouvelles familles d'insecticides sont mises en place et vulgarisées sur le territoire national (SOUNTOURA, 2014).

Les Néonicotinoïdes : ils agissent par contact et par ingestion sur les Homoptères et les Coléoptères. Leur action est très réduite sur les ennemis naturels ; l'imidaclopride, l'acétamipride et le thiaméthoxame appartiennent à cette famille.

Les Naturalites : ils sont neurotoxiques, ils agissent par ingestion et par contact. Ils sont très efficaces vis-à-vis des Lépidoptères, mais leur effet est négligeable sur les piqueurs-suceurs et les mammifères ; il s'agit du spinosad et de l'indoxacarb.

Les I. G.R. (Insect Growth Regulator) : ce sont les régulateurs de croissance des insectes. Ils regroupent des insecticides ayant divers sites d'action ; on peut citer le pyriproxifen, le buprofezin, le fenoxycarb, l'halofenozide.

1.4. La résistance des ravageurs aux insecticides

La résistance est une réponse biologique naturelle à l'usage répété de la même technologie de lutte. Comme c'est le cas pour les mauvaises herbes, la résistance peut également se manifester chez les insectes et ce phénomène n'est pas unique aux plantes issues de la biotechnologie (SYNGENTA, 2014).

Deux groupes de ravageurs polyphages communs aux cultures cotonnières et maraîchères ont récemment attiré l'attention en zone de savanes africaines : les insectes piqueurs-suceurs tels que les pucerons, *Aphis gossypii* Glover, ou les aleurodes, *Bemisia tabaci* (Gennadius), et la noctuelle, *Helicoverpa armigera* (Hübner).

Le recours massif aux pyréthri-noïdes pour lutter contre les chenilles du complexe *Heliothis* – *Helicoverpa* a provoqué les premiers cas de résistance en Australie (1983), puis en Turquie et en Thaïlande (1984-1985) où la culture du coton a fortement chuté. Les Etats-Unis ont reconnu le problème en 1985-1986 et le phénomène a poursuivi son extension avec les premiers échecs au champ en Chine, en Inde et au Pakistan, plus récemment en Afrique (1996-1997), au sud et à l'ouest (MARTIN *et al.*, 2000).

En effet, l'aleurode *B. tabaci* est l'un des principaux ravageurs du coton et des cultures maraîchères dans le monde entier. Ce ravageur cause des dommages à la fois directs et indirects par leur alimentation et l'excrétion de miellat. En conséquence, la stratégie de gestion de la résistance des ravageurs aux insecticides en culture cotonnière, mais aussi la stratégie de protection du coton *Bt*, recommandent l'application en fin de campagne, de deux traitements composés généralement d'un mélange de pyréthri-noïde et de néonicotinoïde pour

contrôler les chenilles et les aleurodes. Depuis les années 2000, en Afrique de l'Ouest, l'acétamipride a remplacé progressivement le diméthoate devenu inefficace pour contrôler *B. tabaci* (MARTIN, 2013).

1.5. La résistance des ravageurs aux toxines Bt

Le coton Bt est un coton génétiquement modifié doté d'une résistance à certains lépidoptères, principaux ravageurs du coton. Les preuves de son efficacité sont constatées à travers le monde. Cependant, depuis plusieurs années, certains cas de résistance aux toxines *Bt* sont observés dans différents pays.

L'équipe du Pr. Tabashnik de l'Université d'Arizona a établi que dans les Etats d'Arkansas et du Mississippi, certains papillons de l'espèce *Helicoverpa zea* ont acquis une résistance à la protéine Cry1Ac exprimée par le coton *Bt*. Les données analysées provenant d'insectes prélevés sur les champs de culture, et la résistance observée n'existant pas préalablement aux cultures de coton Bt dans ces Etats, les chercheurs en concluent donc qu'elle est le résultat de l'adaptation des insectes exposés à la protéine Cry1Ac du coton Bt. Cette résistance s'est accrue entre les années 2003-2004 et 2005-2006 (MEUNIER, 2008).

Une autre étude de laboratoire réalisée par des chercheurs américains a montré que les insectes ravageurs étaient capables de développer de la résistance à deux toxines Bt distinctes : Cry1Ac et Cry2Ab. Les chercheurs ont travaillé avec des vers roses de la capsule (*Pectinophora gossypiella*), des ravageurs qui s'attaquent aux cultures de coton dans le Sud des Etats-Unis. Ils ont essayé l'élevage sélectif de ces insectes pour la résistance au Cry2Ab et ont constaté que certains étaient également résistants au Cry1Ac (LEDFOURD, 2009).

En fin 2014, aux États-Unis, le ministère de l'environnement (Environment protection agency, EPA) a reconnu, enfin, qu'un certain nombre d'insectes avaient développé des résistances aux insecticides produits par des plantes génétiquement modifiées (PGM). Ce phénomène est observé dans les champs depuis plusieurs années sans qu'aucune mesure n'ait été prise jusqu'à maintenant, malgré les avertissements y compris de scientifiques (MEUNIER, 2015).

Pour le cas du Burkina Faso, actuellement, aucune étude n'a révélé une résistance au champ des ravageurs aux toxines *Bt*. Cependant la culture du coton *Bt* à grande échelle nécessite des

stratégies de gestion appropriée pour prévenir et/ou retarder la manifestation de la résistance (SOUNTOURA, 2014).

1.6. Les ennemis naturels des ravageurs du cotonnier

Selon la FAO (2014), les principaux ennemis naturels des ravageurs du cotonnier sont:

- les araignées : *Oxyopes sp.*

Elles prélèvent principalement les lépidoptères (œufs, larves et adultes).

- les chrysopes : *Chrisoperla carnea* (Neuroptera : Chrysopidae)

Les larves et adultes se nourrissent principalement de pucerons tout comme les coccinelles (MIRANDA *et al.* 2013) mais peuvent également se nourrir d'œufs et de jeunes larves de lépidoptères et d'acariens.



Photo 1 : *Chrisoperla carnea*

Source : <http://www.lavoixdunord.fr/region/les-chrysopes-des-insectes-utiles-contre-les-pesticides-jna23b0n335499>

- les coccinelles : *Ippodamia convergens*, *Scymus sp.* (Coleoptera : Coccinellidae)

Les adultes et les larves se nourrissent généralement de pucerons et de cochenilles, mais à l'occasion elles peuvent s'en prendre à d'autres insectes (MIRANDA *et al.* 2013). Un adulte peut manger 100 individus par jour, alors qu'une larve en mange 600.

- les punaises prédatrices : *Orius sp./ Podisus sp.* (Hemiptera : various families)

Elles se nourrissent d'œufs et de larves d'insectes ravageurs (lépidoptères, mouches blanches, acariens et autres).

- les syrphes : *Episyrphus balteatus*, *Syrphidae sp.* (Diptera : Syrphidae)

Les larves se nourrissent principalement de pucerons (100 par jour) mais aussi d'œufs et de larves de lépidoptères.



Photo 2 : *Episyrphus balteatus*,

(**Source** : <http://ecobio2nature.blogspot.com/2014/07/le-syrphe.html>)

- les guêpes prédatrices : *Polistes sp.* et *Polybia sp.* (Hymenoptera: various families)

Elles dévorent les larves de lépidoptères et coléoptères.

- les micro-hyménoptères parasites : *Aphidius sp.* *Trichogramma sp.* (Hymenoptera: various families)

Ce sont de petits insectes qui déposent leurs œufs à la surface ou à l'intérieur du corps de leurs proies qui peuvent être des larves ou des œufs de pucerons, de lépidoptères, de jassides.

- les fourmis : (Hymenoptera : *Formicidae*)

Certaines espèces se nourrissent de chenilles, des larves de coléoptères, des vers. D'autres protègent les aphidiens en échange d'avoir pu se nourrir de miellat.

- les oiseaux insectivores

Ils se nourrissent d'insectes et de larves d'insectes.

- les réduves : *Reduvius personatus* (Hemiptera: Reduviidae)

Ils servent à éliminer une grande quantité d'insectes nuisibles, principalement des mouches, de pucerons et de cicadelles.

- le staphylin : *Paederus littoralis* (Coleoptera: Staphylinidae)

Il se nourrit de petits insectes qu'il chasse dans les matières en décomposition.



Photo 3 : *Paederus littoralis*

(Source : <http://aramel.free.fr/INSECTES11bisbis-3.shtml>)

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL

2.1.1. Site d'étude

L'étude a été menée à la station de recherches agricoles de Farako-Bâ située sur l'axe Bobo-Banfora, à 10 km au Sud-ouest de Bobo-Dioulasso.

Elle couvre une superficie de 375 hectares dont 200 hectares aménagés. Elle a les coordonnées géographiques suivantes : longitude 04°20 Ouest, latitude 11°06 Nord, altitude 405 m. L'étude a été conduite sur la parcelle 412 Sud.

Le climat est de type Sud-soudanien avec une saison pluvieuse s'étalant de mai à octobre soit 5 à 6 mois et une saison sèche qui dure de Novembre à avril. La pluviométrie varie de 950 à 1100 mm. L'essentiel des précipitations est observé de juin à septembre avec 50 à 70 jours de pluie par an (OUATTARA, 2011). Des cumuls de 1140 mm en 2008 ; 908,8 mm en 2009 et 1290 mm en 2010 ont été enregistrés.

La figure ci-dessous présente l'évolution de la pluviométrie mensuelle enregistrée sur la station de Farako-Bâ au cours des années 2014 et 2015. Les cumuls pluviométriques sont respectivement de 1190,5 et 1063,9 mm et dans le même ordre avec 79 et 65 jours de pluie en 2014 et 2015. Les plus grandes quantités de pluie sont enregistrées au mois d'août. La zone est caractérisée par une période fraîche qui s'établit de Novembre à Février et une période chaude entre Mars et Avril. Les températures varient entre 18 et 40°C en saison sèche et entre 20 et 35°C en saison humide.

Quant au sol, la texture est sablo-limoneuse en surface et argilo-sableuse en profondeur avec des teneurs en limon, argile et sable respectivement de 71,2%, 15,9% et 12,9% sur 0-20 cm de profondeur. Le pH des sols varie entre 5 et 5,5. Les sols sont perméables et surtout sensibles à l'érosion. On estime que 44% de ces sols sont propices à la culture cotonnière.

La station de Farako-Bâ présente une végétation qui est une savane arborée et herbeuse (Guinko, 1984). Les principales espèces rencontrées sont *Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*, *Mangifera indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Kaya senegalensis* (Sountoura, 2014). Au niveau des herbacées, les principales espèces recensées dans la zone sont *Andropogon gayanus*, *Bracharia sp.*, *Chloris dactylotenium*.

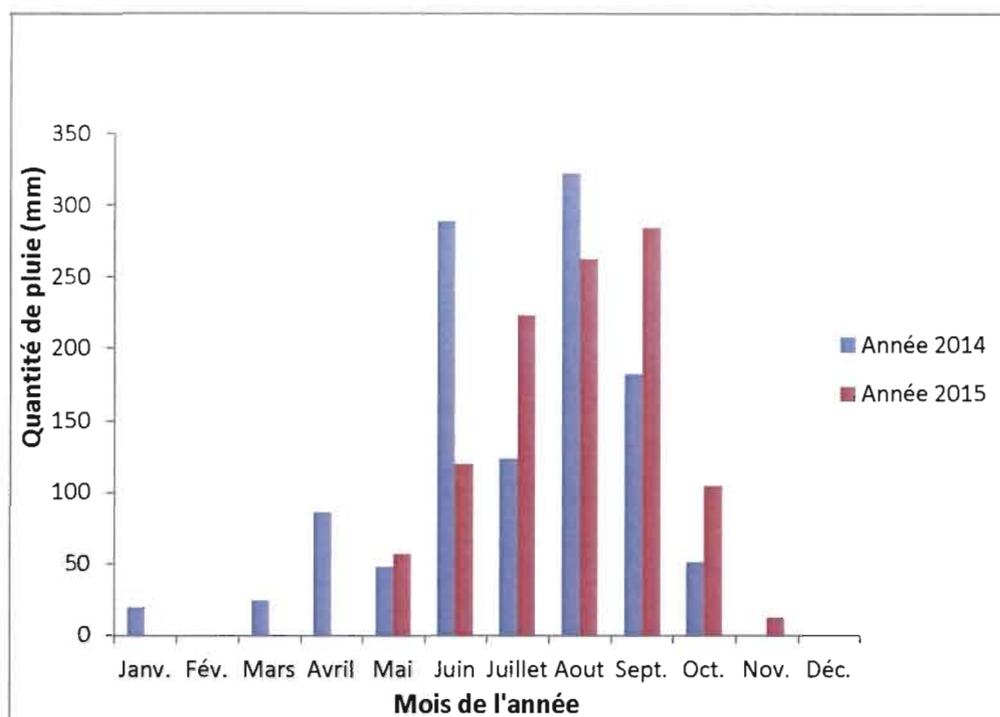


Figure 3 : Variation de la pluviosité au cours des années 2014 et 2015 sur la station de recherches agricoles de Farako-Bâ (Source : INERA 2015)

2.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé au cours de notre étude est la variété de coton FK95 BG2. Elle a été obtenue à partir de la variété FK37 dans laquelle ont été insérés les gènes qui codent pour les protéines de *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac et Cry2Ab qui sont nocives aux larves de lépidoptères, ravageuses des feuilles et des capsules du cotonnier. Cette variété a un cycle d'environ 150 jours. Au Burkina Faso, elle est cultivée dans les zones où la pluviométrie annuelle est supérieure à 800 mm et donne un rendement potentiel de 2500 à 3500 kg/ha.

2.1.3. Matériel chimique

- Fumure minérale

La fumure minérale était composée de l'engrais complexe NPKSB (14-18-18-6-1), de l'Urée à 46% N, aux doses suivantes: 150 kg de NPKSB/ha et 50 kg d'Urée /ha.

- Insecticides utilisés

Le CONQUEST C 88 EC est l'insecticide qui a été utilisé pour le traitement phytosanitaire. C'est une association de Cyperméthrine (72 g/l) et d'acétamipride (16g/l).

2.1.4. Matériel expérimental

Un pulvérisateur à dos, à pression entretenue de volume 16 litres a été utilisé pour les différents traitements insecticides.

L'égreneuse à rouleau a permis l'égrenage du coton graine pour l'analyse de la qualité de la fibre et des graines.

La chaîne HVI (High Volume Instrument) a permis la détermination des caractéristiques technologiques de la fibre.

Le kit de réalisation des tests de germination a permis d'analyser de la qualité des graines.

2.2. METHODES

2.2.1 Dispositif expérimental

L'étude a été conduite sur un dispositif en blocs de Fisher dans lequel ont été appliqués 4 traitements et 4 répétitions. L'essai a été implanté sur une superficie totale de 1408 m² sur seize parcelles élémentaires numérotées de 21 à 36. Chaque parcelle élémentaire se composait de 10 lignes de 10 m, avec 80 cm entre les lignes et 40 cm entre les poquets. L'allée entre les blocs était de 02 m.

T0	T1	T3	T2
Allée 2m			
T2	T0	T1	T3
Allée 2m			
T3	T2	T0	T1
Allée 2m			
T1	T3	T2	T0

Figure 4 : Dispositif expérimental

Les différents traitements qui ont été appliqués sur les seize (16) parcelles élémentaires et faisant l'objet d'une comparaison sont les suivants :

- T₀ : témoin non traité avec l'insecticide ;
- T₁ : Un (01) traitement insecticide à 86 jours après levée (jal) avec l'association cyperméthrine-acétamipride 36-8 g/ha ;
- T₂ : Deux (02) traitements insecticides à 86 et 100 jal avec l'association cyperméthrine-acétamipride 36-8 g/ha ;
- T₃ : Trois (03) traitements insecticides à 86, 100 et 114 jal avec l'association cyperméthrine-acétamipride 36-8 g/ha.

2.2.2 Conduite de la culture

Sur le site d'étude, les différentes parcelles ont été labourées au tracteur le 09 juillet 2015. Les semis ont été effectués le 13 juillet 2015 à raison de 5 à 6 graines par poquet. Les ressemis ont été réalisés le 25 juillet 2015 suite à une faible levée enregistrée sur l'ensemble des parcelles. Le démariage a été effectué 15 jours après la levée (jal), le 05 août 2015 à raison de 2 plants par poquet. La fertilisation minérale a consisté à un apport du complexe NPKSB (14-18-18-6-1) et de l'urée 46 % N respectivement 21 jal et 40 jal (11 et 29 août 2015). Le sarclage a été fait 36 jal et 55 jal avec l'émergence des mauvaises herbes. Le buttage s'est fait après l'apport d'urée 42 jal (02 septembre). Concernant la protection phytosanitaire, en fonction des parcelles, le nombre de traitements insecticides a varié de 0 à 3. Le premier traitement a été effectué 86 jal (14 octobre 2015), le deuxième traitement 100 jal (28 octobre 2015) et le troisième traitement 114 jal (11 novembre 2015). Enfin la récolte a été faite 139 jal (05 décembre 2015) sur les 4 lignes centrales par parcelle élémentaire.

2.2.3 Observations et mesures

2.2.3.1. Comptage des piqueurs-suceurs et des ennemis naturels

Cette phase a consisté au comptage des piqueurs-suceurs (pucerons, mouches blanches, jassides, punaises *Dysdercus*, *Nezara*, *Lygus*) et des ennemis naturels des piqueurs suceurs (coccinelles, syrphes, chrysopes, araignées, forficules, réduves,...). Ceci se faisait une fois par semaine sur 30 plantes par parcelle élémentaire et ce, du 45^{ème} jour après levée jusqu'à la

récolte. Des fiches d'observation ont servi au report des différents ravageurs et ennemis naturels recensés (annexe 1).

2.2.3.2. Evaluation de la qualité de la graine et de la fibre

Pour évaluer la qualité de la graine, nous avons réalisé le test de germination sur 100 graines par traitement avec trois (3) répétitions. Le prélèvement des graines s'est fait de façon aléatoire par parcelle élémentaire. Les graines ont été disposées sur du papier buvard préalablement humidifié. L'ensemble a été conservé à température ambiante à l'abri de l'air et du rayonnement solaire direct. Les observations ont été faites après cinq jours (Photo 6.b).

L'analyse des rendements s'est effectuée sur du coton graine récolté sur les 4 lignes centrales par parcelle élémentaire et extrapolé à l'hectare. De même, la réalisation du test sur la chaîne HVI (caractéristiques technologiques de la fibre) effectué à la SOFITEX a été indispensable pour évaluer la qualité de la fibre.

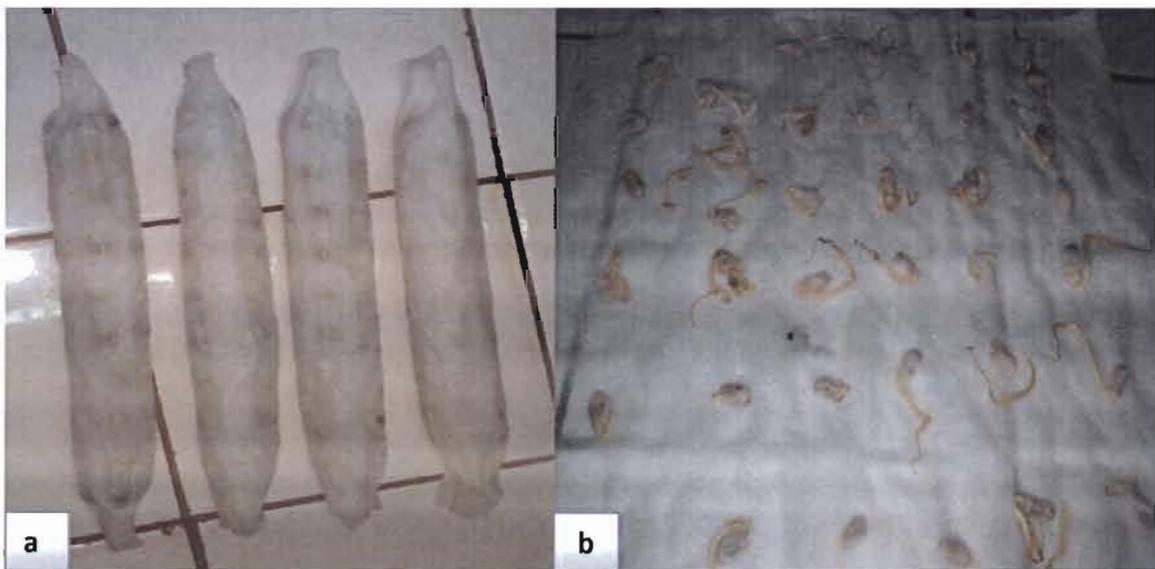


Photo 4 : test de germination

a : Mise en observation des graines b : Dépouillement après 5 jours

Photo : DAH S. C.

2.2.4 Analyse statistique

Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA), effectuée avec le logiciel XLSTAT version 2007.7.02. La séparation des moyennes a été réalisée par le test de FISHER au seuil de signification de 5%.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

3.1.1. Données biologiques

Le tableau III nous montre la dynamique de la population des ravageurs piqueurs-suceurs en fonction des différents traitements insecticides. En observant la population des ravageurs, le tableau révèle qu'il n'y a aucune différence significative entre les quatre traitements réalisés sur les pucerons, les jassides et les punaises. Par contre, au niveau de la population des aleurodes (*Bemisia*), on note une différence hautement significative entre le traitement T₀ et les trois autres traitements qui ne présentent pas de différence significative entre eux.

Tableau II : Effet des traitements insecticides sur la population des ravageurs

Ravageurs	Traitements				F de Fisher	Pr > F	Signification
	T ₀	T ₂	T ₃	T ₁			
Pucerons	0,05	0,06	0,07	0,04	1,800	0,145	NS
Bemisia	0,42 a	0,60 b	0,53 b	0,54 b	5,468	0,001	HS
Jassides	0,47	0,48	0,52	0,54	1,270	0,283	NS
Punaises	0,06	0,02	0,03	0,02	2,027	0,108	NS

Le tableau IV nous présente l'effet des différentes modalités de traitements insecticides sur la population des ennemis naturels. Il révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements comparés sur la quasi-totalité des espèces. Des observations particulières peuvent se faire au niveau des populations des Adultes de Coccinelles et des Larves de Chrysopes où les différences entre les traitements sont respectivement significatives et hautement significatives. Comparativement aux autres traitements, il ressort que le traitement T₂ est celui qui assure un meilleur épanouissement de la population des Larves de Chrysopes et des Adultes de Coccinelles.

Tableau III : Effet des traitements insecticides sur la population des ennemis naturels

Ennemis naturels	Traitements				F de Fisher	Pr > F	Signification
	T ₀	T ₂	T ₃	T ₁			
Cocci Adu	0,01 b	0,02 a	0,01 b	0,01 ab	2,605	0,050	S
Chrysopes Lar	0,00 b	0,01 a	0,00 b	0,00 b	6,232	0,000	HS
Fourmis	0,11	0,09	0,09	0,10	0,640	0,589	NS
Araignées	0,06	0,08	0,08	0,07	0,936	0,423	NS

Cocci Adu = Adultes de Coccinelles ; Chrysopes Lar = Larves de Chrysopes

Certains ennemis naturels recensés ont été très faiblement observés et ne présentent pas de différence significative entre les traitements. Il s'agit des Larves de Coccinelles, des Larves et adultes de Syrphes, des Adultes de Chrysopes et enfin des Réduves.

3.1.2. Rendements

Le tableau V présente les rendements coton graine de la récolte en fonction des modalités de traitements insecticides. La moyenne des rendements coton graine en fonction des traitements insecticides varie entre 505,859 et 669,922 kg/ha. Le tableau V nous indique qu'il n'y a aucune différence significative entre les traitements.

Tableau IV : Différents rendements du coton graine récolté

Traitements	Rendements Moyens (Kg/ha)
T ₃	505,86
T ₀	621,09
T ₁	656,25
T ₂	669,92
F de Fisher	1,314
Pr > F	0,315
Signification	NS

3.1.3. Données de l'égrenage

Le tableau VI nous présente les données de l'égrenage. Les caractéristiques mesurées en fonction des traitements insecticides sont : le rendement fibre (RF), le seed index ou poids des 100 graines (SI), le poids fibre (PF), le poids graine (PG). Nous remarquons qu'il n'existe aucune différence significative entre le poids des graines quel que soit le traitement appliqué. Concernant le poids des fibres, il n'y a également aucune différence significative quel que soit le traitement appliqué. La différence n'est également pas significative entre les différents seed index et les différents rendements fibres. En somme, les données de l'égrenage ne présentent aucune différence significative entre les traitements comparés.

Tableau V : Données de l'égrenage en fonction des traitements insecticides

Traitements	PG (g)	PF (g)	SI (g)	RF (%)
T ₀	151,09	103,14	8	41,18
T ₂	145,3	104,07	8,1	41,53
T ₃	141,11	102,95	7,69	41,09
T ₁	143,92	105,47	7,76	42,09
F de Fisher	1,618	0,796	0,468	0,785
Pr > F	0,237	0,519	0,71	0,525
Signification	NS	NS	NS	NS

PG : Poids graine (g) ; PF : poids fibre (g) ; SI : seed index (g) ; RF : rendement fibre (%)
NS : différence non significative

3.1.4. Analyse des taux de germination

L'analyse des données sur la germination en fonction des différents traitements insecticides nous a permis d'obtenir des résultats sur les différents taux de germination présentés dans le tableau VII. Nous constatons que tous les taux de germination sont supérieurs à 50% quel que soit le traitement. La différence entre les modalités deux traitements et trois traitements insecticides est statistiquement significative. Le meilleur taux de germination est obtenu avec deux (2) traitements insecticides appliqués sur les parcelles tandis que le plus faible taux est obtenu avec trois traitements insecticides. Quant aux traitements T₀ et T₁, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre eux.

Tableau VI : Taux de germination en fonction des différents traitements

Traitements	Moyenne estimée
T ₂	72,83 a
T ₀	69 ab
T ₁	67 ab
T ₃	53,83 b
F	2,187
Pr > F	0,026
Signification	S

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5% selon le test de Fischer.

S : différence significative

3.1.5. Analyse des caractéristiques technologiques de la fibre.

Le tableau VIII présente les différents résultats des caractéristiques technologiques de la fibre. Les paramètres évalués en fonction des traitements insecticides sont : le micronaire (Mic), la maturité (Mat), la ténacité (Str), la réflectance (Rd), le degré de jaune (+b), l'élongation (Elg), l'indice de fibres courtes (SFI), la longueur de la fibre (UHML) et l'uniformité (UI). Le tableau ne révèle aucune différence significative quant à l'effet des traitements insecticides sur les différentes variables des caractéristiques technologiques de la fibre. A travers les normes des caractéristiques technologiques de la fibre données par la SODEFITEX (Société de Développement et des Fibres Textiles) (2012), nous pouvons étayer plusieurs aspects de la fibre issue de la récolte. En effet, l'uniformité comprise entre 80 et 82 % est moyenne. Seul l'objet aucun traitement ne se retrouve pas dans cette norme avec 79,84% d'uniformité. Egalement, l'indice de fibre courte dans l'ensemble <10 est bon. La modalité aucun traitement se retrouve avec un indice de 10,43, indiquant une grande présence de fibre courte. La ténacité comprise entre 29 et 32 indique que la fibre est très résistante ; cela traduit une plus grande résistance du fil qui en proviendra. La fibre de tous les objets en comparaison présente donc une bonne ténacité. L'élongation quant à elle, comprise entre 5,9 et 6,7, est jugée assez bonne ; donc la fibre de tous les traitements mis en comparaison présente une bonne élongation. Le micronaire est jugé moyen quand il est dans la fourchette

de valeurs 3,7 à 4,2 ; tous les objets mis en comparaison présentent de la fibre un micronaire moyen. Les fibres sont qualifiées de mûres car leur maturité est comprise entre 0,80 et 0,85 ; on peut dire que la fibre issue de tous les objets mis en comparaison est d'une bonne maturité.

Tableau VII : Caractéristiques technologiques de la fibre

Traitements	Mic	Mat	UHML	UI	SFI	Str	Elg	Rd	+b
T ₀	3,96	0,86	26,76	79,84	10,43	30,29	5,96	79,76	8,74
T ₂	4,08	0,85	26,80	80,03	9,35	29,95	6,51	79,39	8,65
T ₃	3,85	0,85	26,43	80,07	9,78	29,00	6,18	79,15	8,76
T ₁	3,93	0,85	27,16	81,17	9,07	31,18	6,28	79,18	8,76
F de Fisher	0,291	0,314	0,422	0,815	1,927	1,419	0,846	0,278	0,229
Pr > F	0,831	0,815	0,740	0,510	0,179	0,285	0,495	0,840	0,875
Signification	NS								

Mic : l'indice micronaire

Mat : la maturité ou pourcentage de fibres mûres

UHML : la longueur de la fibre (mm)

UI : l'uniformité de la longueur des fibres (%)

SFI : l'indice de fibres courtes (%)

Str : la ténacité (g/Tex)

Elg : l'élongation (%)

Rd : la réflectance ou la brillance

+b : le degré de jaune

3.2. DISCUSSION

3.2.1 Dynamique des ravageurs et des ennemis naturels

L'étude de la dynamique des populations de *B. tabaci* montre que les différents traitements insecticides ne semblent pas avoir d'effet sur le développement de l'insecte. Ils pourraient même avoir un effet favorable sur son développement. En effet, nous constatons que le niveau de pullulation de *B. tabaci* est plus faible dans les parcelles témoins non traitées et plus élevé dans les parcelles traitées. Ces résultats corroborent les travaux de GNANKINE *et al.* (2007) sur la variété de cotonnier conventionnel FK 290. Ces auteurs ont montré que les différents traitements insecticides pour la gestion des Aleurodes en fin de cycle au Burkina Faso, n'ont aucun effet sur les niveaux des populations de *B. tabaci*. Ils pourraient même favoriser le

développement du ravageur. Ils expliquent cela par une variabilité de la sensibilité de *B. tabaci* vis-à-vis de l'endosulfan, de la cyperméthrine et de l'association cyperméthrine + acétamipride liée à la sélection de populations résistantes aux insecticides qui sont beaucoup utilisés en culture conventionnelle du cotonnier.

Ces différents résultats pourraient aussi s'expliquer par la nature et la dose de la matière active utilisée. Ces propos sont confirmés par les travaux de DJIGUEMDE (2015). En effet, comparativement à l'association de la cyperméthrine (72 g/l) et de l'acétamipride (16 g/l) que nous avons utilisée à la dose de 500 ml/ha soit cyperméthrine-acétamipride 36-8 g/ha pour le traitement phytosanitaire, ce dernier a utilisé trois associations de substances actives qui sont cyperméthrine-acétamipride 36-16 g/ha, émamectine-pyriproxifène 10-30 g/ha et imidaclopride-spirotétramate 30-30 g/ha. Il ressort de ses études que ces trois associations de substances actives entraînent des taux de mortalité satisfaisants de *B. tabaci* en 24 heures comparativement à l'association cyperméthrine-acétamipride à la dose de 36-8 g/ha. Dans cette association cyperméthrine-acétamipride, c'est surtout l'acétamipride, une molécule de la famille des néonicotinoïdes, qui contrôle les piqueurs suceurs en général, les mouches blanches en particulier. On pourrait penser que la dose d'acétamipride dans le produit utilisé est insuffisante car dans l'étude de DJIGUEMDE (2015), cette molécule est à la dose de 16 g/ha, soit le double de celle utilisée dans notre essai. Cette situation est confirmée par les études de l'INERA (2016) qui ont montré des facteurs de résistance de plus de 300 vis-à-vis de l'acétamipride, pour certaines souches de terrain de mouche blanche.

Cette croissance de la population de *B. tabaci* au niveau des parcelles traitées pourrait également s'expliquer par une élimination due à l'insecticide, de certains ennemis naturels spécifiques dont *Encarsia sp* et *Eretmocerus sp.*, n'ayant pas été recensés dans notre étude. En effet, au Burkina Faso, le parasitoïde *Encarsia sp.* est le principal ennemi naturel de *B. tabaci* (GNANKINE, 2005). Durant sa vie, une femelle d'*Encarsia* parasite en moyenne 250 à 450 larves d'aleurode (SOME, 2007). Egalement, les études menées par OTOIDOBIGA (2003) révèlent une efficacité des parasitoïdes du genre *Eretmocerus* dans la lutte contre *B. tabaci*. Il ressort que 4 ou 8 parasitoïdes engendrent une réduction de la population de *Bemisia* à 0,8 et 0,6 nymphe/feuille contre une augmentation de 1.47 à 39.4 nymphes/feuille dans les témoins sans *Eretmocerus*. De ce fait, les parasitoïdes du genre *Eretmocerus* constituent aussi des agents de contrôle biologique prometteurs. Dans notre étude, il est probable (nous n'avons pas suivi les populations d'*Encarsia* et d'*Eretmocerus*) que les parcelles non traitées aient

comporté suffisamment ces ennemis naturels qui auraient efficacement agi, conduisant à la réduction significative de la population de *B. tabaci* comparativement aux parcelles traitées.

Concernant les ennemis naturels recensés, nos résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements comparés sur la quasi-totalité des espèces. Il ressort que le traitement T₂ favorise significativement le développement des Larves de Chrysopes et des Coccinelles adultes. Ces résultats renforcent ceux de l'INERA (2014) qui stipulait également qu'il n'y avait pas de différence significative entre les traitements comparés pour ce qui est de la quasi-totalité des espèces d'ennemis naturels. Cependant, il ressort de ce rapport que la population de fourmis a hébergé significativement plus d'individus avec l'usage d'un seul traitement insecticide.

3.2.2. Rendements et qualité du coton graine

Notre étude n'a montré aucune différence significative entre les traitements comparés concernant le rendement coton graine. Quel que soit le traitement, le rendement coton graine se révèle faible et est compris entre 505, 9 et 669,9 kg/ha. Ces valeurs sont largement inférieures au rendement potentiel en coton graine de la variété transgénique au Burkina Faso qui est de 3500 kg/ha (TRAORE *et al.*, 2011). Cette réduction du rendement coton graine que nous avons constatée pourrait s'expliquer d'une part, par la pauvreté du sol qui n'a reçu que des fertilisants minéraux et d'autre part, par la faible pluviosité enregistrée au cours de cette campagne. En effet, les pluies se sont arrêtées pratiquement en fin octobre alors notre semis a été réalisé le 13 juillet. Ce qui fait une durée de pluviosité d'à peu près 52 jours. Le cycle du cotonnier étant de 150 jours (05 mois) (TRAORE *et al.* 2011), il paraît donc évident qu'un rendement optimal ne pouvait être attendu avec cette durée de pluviosité que notre étude a connue.

L'analyse technologique de la fibre n'a également montré aucune différence significative entre les traitements. Les valeurs de nos différentes variables sont similaires à celles données par SANFO *et al* (2014) sur les caractéristiques technologiques de la fibre de la variété FK 95 BG2. Cependant, nos résultats montrent que l'uniformité de la fibre issue de la modalité « aucun traitement » ne se retrouve pas dans les normes de la qualité requise. Autrement dit, la dispersion de la masse fibreuse est irrégulière. Cet aspect n'est pas désiré dans la filature. De même, cette modalité « aucun traitement » a un indice de fibre courte supérieur à la norme requise. Cela indique une grande présence de fibre courte. La longueur de la fibre étant considérée comme la caractéristique la plus importante, car intervenant le plus dans la valeur

marchande, cette fibre est peu désirable. Le traitement insecticide sur le coton transgénique est d'une importance capitale, car, sans traitement insecticides, la qualité de la fibre reste à désirer.

Les résultats du test de germination ont montré que le meilleur taux de germination est obtenu avec deux traitements insecticides (72,83%). Ce taux est cependant faible. Selon OCHOU *et al.* (2006), le taux de germination d'une semence de bonne qualité doit atteindre au moins 80%. De même, au sein du Programme Coton, les semences de qualité non délintées doivent avoir au moins un taux de germination de 80% à travers un test de germination réalisé sur du papier buvard. Ce faible taux pourrait s'expliquer par des températures très élevées (souvent supérieures à 45°C à l'ombre), également par une humidité élevée et une aération insuffisante vue que les échantillons sont gardés dans des sacs en polyester. La combinaison de tous ces facteurs agit négativement sur la qualité de germination de la semence.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude a permis de déterminer la dynamique des piqueurs-suceurs du cotonnier ainsi que celle de leurs ennemis naturels et d'évaluer la qualité du coton graine récolté. Elle montre que les différents traitements insecticides n'ont aucun effet significatif sur la population des piqueurs-suceurs sauf sur la population de *Bemisia tabaci* qui, au contraire, a tendance à croître avec les traitements. Notre hypothèse H₁ qui stipule que les traitements insecticides appliqués sur le CGM sont inefficaces contre les piqueurs-suceurs est donc vérifiée.

En outre, les résultats montrent que ces différents traitements n'ont quasiment aucun effet sur la dynamique des ennemis naturels. Certains ennemis naturels ont même tendance à se développer malgré l'utilisation des insecticides. Notre hypothèse H₂ qui dit que les traitements insecticides causent la réduction de la population d'ennemis naturels des piqueurs-suceurs n'est donc pas vérifiée. Bien au contraire, les adultes de coccinelles et les larves de chrysopes se développent significativement avec l'application de deux traitements insecticides au détriment des autres.

Concernant le coton graine récolté, cette étude n'a montré aucune différence significative entre les traitements aussi bien sur les rendements que sur les caractéristiques technologiques de la fibre. Toutefois, il ressort que sans traitement insecticide, la longueur et l'indice d'uniformité de la fibre ne sont pas dans les normes de la qualité requises. Aussi, le taux de germination est significativement plus élevé avec deux traitements insecticides. Notre hypothèse H₃ qui fait cas d'une amélioration de la qualité de la fibre et de la graine du CGM par les traitements insecticides est donc vérifiée.

A l'issue de ce travail, la modalité deux traitements insecticides appliqués sur le GGM se présente comme la meilleure et permettrait en partie aux producteurs d'augmenter leurs gains. Il ne peut cependant pas être défini comme le traitement optimum car la dynamique croissante des ravageurs piqueurs-suceurs demeure en dépit de son application.

Il est donc judicieux de formuler différentes recommandations.

En effet, cette étude pourrait être reconduite en appliquant différentes matières actives à des doses différentes, ce qui permettrait de trouver un traitement optimal contre les piqueurs-suceurs.

De même, il serait judicieux de prendre en compte l'ensemble des ennemis naturels, notamment les parasitoïdes de *Bemisia*, pour mieux expliquer les résultats obtenus.

Il serait aussi indispensable de jouer sur les dates de semis en fonction de la période d'invasion des ravageurs (adopter des semis précoces), ce qui permettrait de minimiser les dégâts des ravageurs, notamment ceux de *B. tabaci* qui a été le ravageur remarquable au cours de cette étude.

Enfin, une protection intégrée serait envisageable avec des cultures fourragères comme la luzerne qui peuvent être une source d'ennemis naturels, permettant ainsi à ces derniers de réagir plus efficacement contre les ravageurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACTA, 2013. Index phytosanitaire. 49^{ème} édition 149, rue de Berey 75595 Paris Cedex 12, 984 p.

BADIANE D., 1995. Situation parasitaire et entomologique du cotonnier au Sénégal. Mémoire de titularisation, 34p.

BALBONE S., 2008. Evaluation de la toxicité de deux delta endotoxines (CryIAc et Cry2Ab) de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) sur les populations de *Helicoverpa armigera* (Hübner) au laboratoire et de l'efficacité biologique du cotonnier transgénique BOLLGARD II sur les lépidoptères en milieu réel au Burkina-Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 71p.

BARRY F., 2011. Influence des conditions agro-climatiques et du niveau technique des producteurs sur la rentabilité du coton *Bt* à l'ouest du Burkina, Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 57p.

BASSON F., 2007. Evaluation de l'impact du cotonnier transgénique Bollgard II sur les arthropodes non cibles : cas des prédateurs de *Bemisia tabaci* (GENNADIUS). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 49p.

BBA (Burkina Biotech Association), 2007. Synthèse des principaux résultats acquis sur le coton transgénique *bt* au Burkina Faso, le bulletin de Burkina Biotech Association, *Biotech Echo* N° 7 Mai 2007, 4p.

BERRAH A, 2011. Etude sur les pesticides Université de Tébessa Algérie - Master 2 en toxicologie appliquée <http://agrochemtech.com/3-1-profenofos/170100> consulté le 04/04/2016.

BOURGOU L., SANFO D. et DIANE K.S., 2013. Apports génétiques potentiels de variétés de cotonniers du Brésil à l'amélioration des variétés cultivées des pays du C4: Analyse des caractéristiques technologiques de la fibre. *Tropicultura*, 2013, 31, 4, Programme Coton, INERA 231-237

CALAN P., 1966. Le cotonnier et l'industrie cotonnière. Presse Universitaire de France, 126p.

CAUQUIL J., 1993. Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. 2^e édition, CIRAD-CA, 92p.

CAUQUIL J., 1986. Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. *Coton et Fibres Tropicales*. IRCT-CIRAD, 92 p.

DAKOUO D., 1991. Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire. Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. INERA/Programme Coton-ESFIMA. Burkina Faso. 49p.

DIALLO A., 2015. Contribution à la connaissance de la punaise *Dysdercus völkeri* en culture cotonnière : éléments de bio écologie et incidence sur le pouvoir germinatif de la semence, mémoire d'ingénieur d'agriculture, Cap Matourkou, 68p.

DJIGUEMDE S. P., 2015. Contribution à la protection du cotonnier : expérimentation du Refuge Dans le Sac (RDS) en milieu paysan et mise en place de molécules efficaces contre les mouches blanches. Mémoire d'ingénieur d'agriculture, Cap Matourkou, 68p.

FAO, 2014 a. Analyse des incitations par les prix pour le coton au Burkina Faso pour la période 2005-2013, Suivi et Analyse des politiques agricoles et alimentaires, 54 p.

FAO, 2014 b. Guide du facilitateur pour les champs-écoles des producteurs, Rome, Division de la production des plantes et de la protection des végétaux, 79p.

FRYXELL P. A., 1984. Taxonomy and germplasm resources. Cotton, Eds., *American Society of Agronomy*, Madison, USA, 27-57.

FRYXELL P. A., 1992. A revised taxonomic interpretation of *Gossypium* L. (Malvaceae). *Rheedea*, 2, 108-165.

GAGJAGA K., 2005. Effet des sources et du mode d'apport de l'azote sur la nutrition azotée de et la productivité du cotonnier dans la zone cotonnière Ouest du Burkina, Mémoire de fin d'études IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 65p.

GNANKINE O., 2005. Etude de la bioécologie de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) et de son ennemi naturel, *Encarsia* sp. (Hymenoptera : Aphelinidae) en culture cotonnière dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, 133p.

GNANKINE O., TRAORE D., SANON A., TRAORE N. S., et OUEDRAOGO A. P., 2007. Traitements insecticides et dynamique des populations de *Bemisia tabaci* Gennadius en culture cotonnière au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, vol. 16, n° 2, mars-avril 2007, 9p.

GRAIN, 2004: Le coton Bt à la porte de l'Afrique de l'Ouest. Il faut agir I. Grain Briefing, Afrique et Moyen Orient. 26 p. www.grain.org consulté le 13 Décembre 2015 à 16h46.

GUINKO S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat d'état, Université de Bordeaux III, France, Tome I, 318p.

HANAFI A., 2000. La mouche blanche et le virus des feuilles en cuillère de la tomate (TYLCV). In *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassane II- Maroc, N° 073, p 1-4.

HEMA O., SOME H. N., TRAORE O., GREENPLATE J., ABDENNADHER M. 2009. Efficacy of transgenic cotton plant containing the Cry Ac and Cry2Ab genes of *Bacillus thuringiensis* against *Helicoverpa armigera* and *Syllepte derogata* in cotton cultivation in Burkina Faso. *Crop Protection* 28 (2009), p 205-214.

ILBOUDO O., 1997. Effets des fumures de fond sur l'acidité du sol et la croissance du cotonnier. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, 79p.

INERA, 2004. Rapport annuel 2003. Programme coton, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 187p.

INERA, 2014. Rapport d'activités ARC, Programme Coton-Défense du cotonnier, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 36p.

INERA, 2016. Rapport d'activités ARC, Programme Coton-Défense du cotonnier, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 42p.

JAMES C., 2002. Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001 Feature: Bt cotton. ISAAA Briefs No. 26. ISAAA: Ithaca, NY. 40p.

KABORE I., 2014. Itinéraires techniques recommandés et pratiques paysannes courantes dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso: cas du coton et du maïs. MASTER en Productions Végétales, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 85p.

KUKLINSKI F., 2000. Les ravageurs de la culture cotonnière malagasy avec une attention particulière à *Aphis gossypii*, et ses ennemis naturels, DPV/GTZ « promotion de la protection intégrée des cultures et des denrées stockées à Madagascar » Madagascar, 196p.

LAGANDRE D., 2005. Le secteur cotonnier en zone franc, entre succès et dépendance, Rapport thématique septembre 2005/7, Agence Française de Développement Jumbo, 24p.

LAWSON A. J., 2008. Effet de différentes pratiques de taille sur l'amélioration des performances agronomiques du cotonnier. *Gossypium L.* Thèse de doctorat. Université de Parakou, Bénin, 214p.

LEDFORD H., 2009. Les ravageurs pourraient venir à bout des toxines du coton GM, http://www.merid.org/frFR/Content/News_Services/Food_Security_and_AgBiotech_News/Articles/2009/07/08/Pests_Could_Overcome_GM_Cotton_Toxins.aspx, consulté le 11 Septembre 2015 à 16h33.

MARHASA (Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire), 2015. Coton au Burkina Faso : renforcer la compétitivité de la filière par la technologie, la transformation, et l'assurance d'un système de financement durable et transparent, SAPAA, 2p.

MARTIN T., 2013. Protection intégrée des cultures cotonnières et horticoles en Afrique Sub-saharienne : De l'agrochimie à l'écologie chimique, CIRAD PERSYST, UPR HORTSYS, UNIVERSITE MONTPELLIER 2, 103 p,

MARTIN T., YOBO-TITIAHY P. A., OCHOU G. O., et NIERE K., 2000. Suivi de la résistance aux pyréthriinoïdes de *Helicoverpa armigera* (Hübner) dans la zone cotonnière de Cote d'Ivoire. Rapport de synthèse PR-PRAO, 1999-2000, 169-170.

MASA (Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire), 2013. Quelles stratégies de renforcement de la résilience des populations faces aux changements climatiques pour une sécurité alimentaire durable, TDR pour l'atelier sectoriel, MASA, 4p.

MECV (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie), 2011. Rapport final, analyse économique du secteur du coton lien pauvreté et environnement, Ouagadougou (Burkina Faso), 60p.

MEUNIER E., 2008. Un insecte résistant à un coton Bt. ACTU n°7, février 2008 > <http://www.infogm.org/Un-insecte-resistant-a-un-coton-Bt>, consulté le 03 Novembre 2015 à 13h45.

MEUNIER E., 2015. Résistance des insectes au PGM Bt : chronique d'un échec annoncé. Actualités n°135, juillet / août 2015, <http://www.infogm.org/5824-OGM-resistance-insecte-au-Bt-chronique-echec-annonce>, consulté le 23 Novembre 2015 à 17h45.

MIRANDA J. E., RODRIGUES S. M. M., PORFIRIO DE ALMEIDA R., DOMINGUES DA SILVA C. A., TOGOLA M., HEMA S. A. O., SOME N. H., BONNI G., ADEGNIKA M. O., DOYAM A. N. et LE DIAMBO B., 2013. Reconnaissance de ravageurs et ennemis naturels pour les pays C-4, Brasília, DF, Brésil : Embrapa, 70 p.

OCHOU O. G., N'GUESSAN E., KOTO E., KOUADIO N. N., OURAGA Y., TEHIA K. E., TOURE Y., 2006. Bien produire du coton en Côte d'Ivoire, Fiche technique coton n° 1, CNRA (Centre national de recherche agronomique), 4p.

OTOIDOBIGA L. C., 2013. Biology and control strategies for white fly (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) populations in Burkina Faso (West Africa). Thèse de doctorat, Mc Gill University. Montréal, Québec Canada, 191p.

OUATTARA A., 2011. Etude de l'association de la fumure minérale et du compost dans une rotation coton-maïs en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 54p.

OUATTARA T. Y., 2015. Lutte biologique contre *Dysdercus völkeri* par l'utilisation de *Phonoctonus lutescens* : bio-écologie et test d'agressivité. Mémoire d'ingénieur d'agriculture, Cap Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 78p.

PARRY G., 1982. Le cotonnier et ses produits. Techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris, France, 502 p.

PINCHARD, V., 1993. Etude des mécanismes de résistance à la deltaméthrine chez un ravageur du cotonnier: *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera, Noctuidae). 1993. Thèse de doctorat. 187p.

RECA (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger), PPAAO - Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest, DGPV (Direction Générale de la Protection des Végétaux), INRAN (Institut National de la Recherche Agronomique du Niger), 2013 a. Fiche conseil pour la matière active : Acétamipride (insecticide) Famille : néonicotinoïdes, Niger, 5p.

RECA (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger), PPAAO - Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest, DGPV (Direction Générale de la Protection des Végétaux), INRAN (Institut National de la Recherche Agronomique du Niger), 2013 b. Fiche conseil pour la matière active : Lambdacyhalothrine (insecticide) Famille : pyréthriinoïdes, Niger, 5p.

RODRIGUES S. M. M., MIRANDA J. E., PORFIRIO DE ALMEIDA R., DOMINGUES DA SILVA C. A., TOGOLA M., HEMA S. A. O., SOME N. H., BONNI G., ADEGNIKA M. O., DOYAM A. N. et LE DIAMBO B., 2013. Manuel de bonnes pratiques agricoles sur le coton, Brasília, DF, Brésil : Embrapa, 89 p.

SANFO D., BOURGOU L., DIANE S. et SANOU J., 2014. Variétés de cotonnier cultivées au Burkina Faso. INERA, Programme Coton, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 1p.

SBA-ECOSYS-CEDRES., 2011. Analyse économique du secteur du coton, liens pauvreté et environnement. Rapport d'activité, 60p.

SIDWAYA, 2015. Campagne 2014/2015 de la SOFITEX. Disponible sur <http://www.sidwaya.bf/m-4709-campagne-2014-2015-de-la-sofitex.html> consulté le 13 mars 2016 à 14h16.

SODEFITEX (Société de Développement et des Fibres Textiles), 2008. Séminaire sur les enjeux du cotonnier génétiquement modifié en Afrique, rapport de mission, Ouagadougou, Burkina Faso, 10p.

SODEFITEX, 2012. Présentation : qualité de la fibre de coton. BAMAKO: 15 – 17 / 10 / 12 (Suite), 65p.

SOME N. H., 2007. Impact du coton Bollgard II sur la faune auxiliaire des insectes du cotonnier. Cas de *Encarsia sp.* parasitoïde de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) à l'ouest du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, 56p.

SOUNTOURA A., 2014. Prévention de la résistance de *Helicoverpa armigera* aux toxines Bt par l'utilisation du refuge dans le sac (RDS) en culture du cotonnier transgénique BOLLGARD II au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso 76p.

SP/CPSA, 2013. Rapport principal, revue diagnostique des dépenses publiques de base dans le secteur agricole (2004-2012). Ouagadougou, 101p.

TIEMTORE C. B., 2007. Rôle des plantes hôtes dans le maintien de la sensibilité de *Helicoverpa armigera* (Hübner,) (Lepidoptera: Noctuidae) aux toxines du coton Bt au Burkina Faso. Mémoire de DEA, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo, 43p.

TRAORÉ K., SANFO D., KOULYBALY B. et HEMA S.A.O., 2011. Fiche technique sur la culture du coton au Burkina Faso. Programme Coton, INERA, 1 p.

VAISSAYRE M. et CAUQUIL J., 2000. Principaux ravageurs et maladies du cotonnier en Afrique au sud du Sahara. Edition CIRAD 2000, ISBN : 978-2-7592-0830-2, 68 p.

VAISSAYRE M., 2002. Le contrôle chimique de la noctuelle *Helicoverpa armigera* (Hübner) peut-il être durable? Acte de l'atelier sur la résistance des insectes aux insecticides en Afrique de l'ouest et du centre, Mars 2002, Maroua, Cameroun. PRASAC, N'Djamena, Tchad, 2, 19-30.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'observation

Dates	Modalités	PE	Plants	Pucerons	Bemisia	Emposca	Punaises	Coccl Lar	Coccl Adu	Syrphes Lar	Syrphes Adu	Chrysopes	Chrysopes Lar	Fourmis	Réduves	Araignées
			1													
			2													
			3													
			4													
			5													
			6													
			7													
			8													
			9													
			10													
			11													
			12													
			13													
			14													
			15													
			16													
			17													
			18													
			19													
			20													
			21													
			22													
			23													
			24													
			25													
			26													
			27													
			28													
			29													
			30													

Annexe 2 : appréciation des caractéristiques technologiques de la fibre selon la SODEFITEX (2012)

Tableau d'appréciation de La longueur :

Classification des longueurs	Longueur (mm)
soies courtes	< 25
soies moyennes	25-28
soies longues	28-32
soies extra longues	22-40

Tableau d'appréciation de l'uniformité :

Uniformité (%)	Appréciation
>85	très régulier
83-85	Régulier
80-82	Moyen
77-79	Irrégulier
<77	tres régulier

Tableau d'appréciation du SFI

Indice de fibre courtes %	Appréciation
< 10	Bon
> 10	Mauvais

Tableau d'appréciation de la ténacité

Ténacité (g/tex)	Appréciation
>32	Hautement résistant
28-32	très résistant
26-28	Résistant
23-26	Moyen
<23	Faible

Tableau d'appréciation de l'allongement :

Allongement (%)	Appréciation
7,6 et plus	très bon
6,8-7,5	Bon
5,9-6,7	assez bon
5,0-5,8	Moyen
Moins de 5%	Faible

Tableau d'appréciation du micronaire

MICRONAIRE	Appréciation
Moins de 3,0	très faible
3,0-3,6	Faible
3,7-4,2	moyen (recherché)
4,3-4,9	moyen-gros
5,0-5,9	Gros
6,0 et plus	très gros

Tableau d'appréciation de la maturité

Pourcent. de fibres Mûres	Appréciation
85,0 et plus	très mûr
76,0-85,0	Mûr
66,0-75,0	peu mûr
65,0 et moins	Immature

Annexe 3 : Caractéristiques de la variété de cotonnier transgénique FK 95 BG II

Généalogie: FK 37 x DP 50 BG II

Origine: INERA/Farako-bâ

Aire de culture: Zones Sud-Ouest et Est (pluviométrie supérieur à 800 mm)

CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES

Port de la plante: Elancé

Ouverture 1^{ère} fleur (JAS) :60

Ouverture 2^{ème} fleur (JAS) : 100

Branches végétatives : 1 à 2

Forme capsule: Ovoïde

Pilosité: Moyenne

Ouverture Stormproof: Bonne

Hauteur moyenne (cm) : 140

Entre-noeuds: Moyens

Poids moyen capsulaire (g) : 4,0

Précocité (% 1ère récolte) :

Potentiel rendement coton graine (kg/ha) : 3500

Rendement égrenage (20 scies) % : 43,0

Poids de 100 graines (g) : 8,0

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES FIBRE

Longueur UHLM (mm) : 28,57

Ténacité (g/tex) : 29,72

Allongement (%) : 5,60

Reflectance (RD %) : 74,4

Indice de jaune: 8,0

Micronaire : 3,8