

BURKINA FASO
Unité – Progrès – Justice

Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique
(M.E.S.S.R.S)

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE
BOBO-DIOULASSO
(U.P.B)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
(C.N.R.S.T)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT
RURAL
(I.D.R)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE RECHERCHE AGRICOLE
(I.N.E.R.A)

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE
DE L' IDR

DEPARTEMENT DE PRODUCTION
FORESTIERE
(DPF)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : Agronomie

THEME :

**EFFETS DES PESTICIDES SUR LES INSECTES NON CIBLES : CAS
PARTICULIER DES CHRYSALIDES DE CIRINA BUTYROSPERMI VUILLET
DANS LA ZONE COTONNIERE DE PÔ (BURKINA FASO)**

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Dr Antoine N. SOME

MAITRE DE STAGE : Dr Moussa OUEDRAOGO

Juin 2007

SON Diakalia

SOMMAIRE

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vi
Liste des figures et photos	vii
Liste des tableaux.....	viii
Liste des annexes.....	viii
RESUME.....	ix
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I / GENERALITES SUR LA CULTURE DU COTON ET SUR LES PESTICIDES	3
I.1. La plante du coton	3
I.1.1. Le cotonnier	3
I.1.2. Les ravageurs du cotonnier	4
I.1.3. Evolution de la culture cotonnière au Burkina Faso	5
I.1.4. Utilisation des pesticides au Burkina Faso	6
I.2. Généralités sur les pesticides	6
I.2.1. Historique des pesticides.....	6
I.2.2. Définition des pesticides	7
I.2.3. Classification et caractéristiques des pesticides.....	7
I.2.3.1. Classification des pesticides	7
I.2.3.2. Caractéristiques des pesticides.....	9
I.2.4. Importance et effets néfastes des pesticides.....	10
I.2.4.1. Importance des pesticides	10
I.2.4.2. Effets néfastes des pesticides	11
I.2.5. Textes législatifs et réglementaires sur les pesticides.....	14
II / GENERALITE SUR CIRINA BUTYROSPERMI.....	17
II.1. Systématique et répartition géographique	17
II.2. Description et Biologie.....	18
II.3. Importance de <i>C. butyrospermi</i>	19
III Présentation des sites d'étude.....	20
III. 1. Situation géographique.....	20
III.2. Climat.....	20
III.3. Les sols.....	21
III.4. Végétation	21
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	23
2.1. MATERIEL.....	23
2.1.1. Les chrysalides de cirina butyrospermi.....	23
2.1.2. Les insecticides utilisés	23
2.1.3. Autres matériels.....	24
2.2. METHODOLOGIE.....	24
2.2.1. Les enquêtes en milieu paysan	24
2.2.2. Les relevés de terrain.....	24
2.2.3. Mise en place et conduite de l'essai sur le terrain.....	25
2.2.4. Dispositif expérimental au laboratoire	25
2.2.5. Les paramètres mesurés	27
2.2.6. Analyse des données	27

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	28
3.1. Les enquêtes en milieu paysan.....	28
3.1.1. Résultats	28
3.1.2. Discussion	31
3.2. Densité de chrysalides autour des arbres.....	32
3.2.1. Résultats	32
3.2.2. Discussion	35
3.3. Ennemis naturels intervenant dans la mortalité les chrysalides	36
3.4 Evaluation d'insectes morts après traitement des champs de coton.....	38
3.4.1. Résultats	38
3.4.2. Discussion	38
3.5 Effet des insecticides sur les chrysalides.....	40
3.5.1 Résultats	40
3.5.1.1. Résultats obtenus au champ	40
3.5.1.2. Résultats obtenus au laboratoire (sous serre)	41
3.5.2 Discussion	43
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
ANNEXES	53

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma mère et à mon père qui m'ont quitté.

REMERCIEMENTS

La présente étude a été possible grâce aux actions conjuguées d'un certain nombre de personnes, qui de par leur soutien, leur conseil et leur disponibilité n'ont ménagé aucun effort pour que nous puissions conduire à bien notre travail. Qu'ils trouvent à travers ces pages l'expression de notre profonde gratitude ! Nous tenons à exprimer tous nos remerciements :

- Au Dr OUADBA Jean Marie, chargé de recherche, chef de département des productions forestières qui a bien voulu nous accepter dans son département ;
- Au Pr. SEDOGO P. Michel, Directeur de recherche au département GRN/SP, coordinateur national du projet Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP-Pesticide) pour nous avoir accepté au sein de son équipe ;
- Au Dr OUEDRAOGO Moussa, attaché de recherche au département production forestière, notre maître de stage qui a accepté la tutelle scientifique de ce travail. Nous avons bénéficié de ses conseils et de ses suggestions;
- Au Dr SOME N. Antoine, Maître assistant, notre directeur de mémoire qui a accepté de nous suivre en dépit de ses charges diverses. Ses critiques et ses suggestions nous ont été d'un grand intérêt ;
- Au Dr SAVADOGO W. Paul, Attaché de recherche au département GRN/SP qui a accepté apporter des suggestions à notre document. Nous le remercions pour ses riches conseils scientifiques, ses encouragements, sa disponibilité et son accueil chaleureux ;
- A Prosper SAVADOGO qui a accepté apporter des corrections à notre document ;
- A l'ensemble du corps professoral de l'IDR pour leurs enseignements reçu au sein de l'institut
- A GOMGNIMBOU Apekira et à toute sa famille, notre tuteur à Pô pour l'accueil chaleureux au cours de notre séjour ;
- A Madame OUEDRAOGO/SOULAMA K. Chantal secrétaire, pour son soutien chaleureux à la saisie et à la mise en forme de notre document ;
- A tous les chercheurs du Département Productions Forestières ;
- A tout le personnel de la DIST pour leur humanisme notamment la sympathie dont ils ont fait preuve à notre égard tout au long de notre stage ;

- Nos aînés de l'IDR notamment TANKOANO M. Honoré, COULIBALY Kalifa, SOMPOUGDOU Alexis, BAZIE Jean, BAZIE Hugues, pour leurs conseils et suggestions ;
- Nous n'oublions pas la collaboration et l'amitié de tous les stagiaires du Département Production Forestière (DPF) : BATIONO Nebila Frédéric et BAZIE Paulin
- Nous tenons à remercier les camarades stagiaires de la 31^e promotion et particulièrement les camarades TRAORE Kady, BONDE Désiré, ZAMPALIGRE Nouhoun, SERME Ben Idriss, OUATTARA Mamadou Lamine, POUYA Thiery, DAHANI Cyril Karim, avec qui nous avons partagé des moments de peine et de joie ;
- A tous nos parents pour le soutien moral et financier durant notre parcours scolaire.

Notre travail a été réalisé grâce au soutien financier du projet FSP-pesticides. Nous tenons à remercier les responsables de cette structure.

Nous exprimons enfin notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont œuvré de quelle que manière que ce soit à la réalisation de ce travail.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AFD : Agence Française de Développement

CILSS : Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel.

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Paris)

DIST : Direction de l'Information Scientifique et Technique

DPF : Département de Production Forestière

FAO : Organisation des Nations Unis pour l'Agriculture

GERDAD : Département Gestion, Recherche, Documentation et Appui Technique du CIRAD

GRET : Groupe de Recherche et d'Echange Technologiques

GRN/SP : Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Productions.

IDR : Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MECV : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONEA : Office National des Eaux et de l'Assainissement

PAN : Pesticide Action Nexwork

POP_s : Polluants Organiques persistants

PRIFAS : Acridologie Opérationnelle, Ecoforce Internationale

UNDP : Programme des Nations-Unies pour le Développement

UNESCO : Organisation des Nations-Unies pour l'Education et la Santé

LISTE DES FIGURES ET PHOTOS

Figure 1 : Densité de présence des chrysalides dans le 1 ^{er} site.....	34
Figure 2 : Densité de présence des chrysalides dans le 2 ^{ème} site.....	34
Figure 3 : Effet des pesticides sur les chrysalides au champ.....	40
Figure 4 : Effet des pesticides sur les chrysalides au laboratoire (sous serre).....	43
Photo1 : Chrysalides présentant des attaques parasitaires.....	37
Photo 2 : Chrysalides attaquées par des moisissures.....	37
Photo 3 : Parasitoïdes (<i>Hockeria crassa</i> Boncek) + chrysalides perforées.....	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Production, superficies et rendements en culture cotonnière au Burkina Faso....	5
Tableau 2 : Schéma du dispositif expérimental.....	26
Tableau 3 : Analyse de la densité des chrysalides dans le 1 ^{er} site.....	33
Tableau 4 : Analyse de la densité des chrysalides dans le 2 ^{ème} site.....	33
Tableau 5 : Liste des insectes morts après traitement.....	38
Tableau 6 : Evolution du taux moyen de survie des chrysalides en fonction de la date d'observation.....	42

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête.....	53
Annexe 2 : Fiche technique pour le calcul de la dose d'insecticide.....	56
Annexe 3 : classification des produits phytosanitaires selon l'OMS d'après leur toxicité...	57
Annexe 4 : insecticides vulgarisés au Burkina Faso Campagne 2006-2007.....	58

RESUME

L'expérimentation que nous avons conduite au laboratoire (sous serre) et au champ a eu pour objectif, l'évaluation de l'effet des insecticides (Rocky 386 EC et le Conquest C 176EC) sur les chrysalides de *C. butyrospermi*. Un dispositif en parcelles complètement randomisées comprenant trois traitements (constitués des insecticides Rocky 386 EC et Conquest C 176 EC et d'un témoin) et quatre répétitions a été utilisé au laboratoire d'Histoire Naturelle de l'INERA/DPF. Deux applications consécutives d'insecticides étaient séparées d'une semaine. Des bassines en plastique de 20 cm de diamètre et contenant chacune 25 chrysalides ont été traitées. Celles qui ont été traitées au Rocky 386EC, ont reçu chacune 4,2 mg d'endosulfan et 0,45 mg de cyperméthrine. Par contre, celles traitées avec le Conquest C 176 EC, ont reçu chacune 1,8 mg de cyperméthrine et 0,4 mg d'acétamipride. Au champ, des parcelles de 1 m² délimitées autour des pieds de karité défoliés par de chenilles de *C. butyrospermi* ont été traitées avec 35 mg d'endosulfan et 3,6 mg de cyperméthrine (c'est-à-dire au Rocky 386 EC) et d'autres parcelles avec 14,4 mg de cyperméthrine et 3,2 mg d'acétamipride (c'est-à-dire au Conquest C 176 EC). Il ressort de cette étude que, les insecticides cotonniers ont un effet néfaste sur les chrysalides (organismes non cibles). Ainsi, 146 organismes morts ont été retrouvés dans les deux champs de coton de Torem (Pô) au lendemain des traitements. Quant à la densité des chrysalides, elle a été plus élevée dans les champs de céréales •

(M = 156,6), ensuite dans les champs de coton (M = 113,3) et enfin dans les zones non cultivées (M = 75,3) des deux sites de Torem (Pô). Mais sur l'ensemble des deux sites, la mortalité des chrysalides due aux ennemis naturels (*Hockeria crassa* et par les moisissures) a été plus importante dans les champs de céréales (M = 12,8 pour le champ de maïs et M = 21,9 pour le champ de sorgho), ensuite dans les champs de coton (M = 11,7 dans le 1^{er} site et M = 18,5 dans le 2nd site) et enfin dans les zones non cultivées (M = 5,7 dans le 1^{er} site et M = 9,1 dans le 2nd site).

En ce qui concerne l'effet des insecticides sur les chrysalides, les résultats obtenus au laboratoire (sous serre) ont montré que seul les insecticides avaient un effet de mortalité sur les chrysalides avec un effet plus élevé de Rocky 386 EC par rapport au Conquest C 176 EC. Mais dans l'ensemble, ce taux de mortalité a été plus faible (moins de 5 % après chaque application d'insecticide).

Mots-clés : Rocky 386EC ; Conquest C176EC ; *Cirina butyrospermi* ; organismes non cibles ; chrysalides ; zone cotonnière de Pô ; Burkina Faso.

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des pays en voie de développement l'agriculture constitue un contributeur important du PIB. Cependant, ce secteur connaît de plus en plus des contraintes climatiques, les attaques parasitaires à différentes échelles qui entraînent l'utilisation des pesticides chimiques notamment pour les cultures de rentes. On évalue à près de 1/3 la fraction des récoltes mondiales qui serait détruite chaque année par les espèces nuisibles sans l'utilisation des pesticides (Fournier, 1988). Cette destruction des cultures par des ravageurs, atteint près de 15% de la production chaque année au Burkina Faso (MAHRH, 2006). Au Burkina Faso, les producteurs de coton utilisent davantage les pesticides pour lutter contre les mauvaises herbes, les maladies et les ravageurs du cotonnier. En effet, avec l'apparition de souches résistantes aux produits chimiques, on assiste de actuellement à une surconsommation des pesticides (Schwartz, 1999 cité par Illa 2004). Cette culture qui occupe environ 2,4 % des terres arables à l'échelle du globe, absorbe à elle seule respectivement 11 et 25 % des quantités totales de pesticides et d'insecticides utilisés dans le monde (Parmentier, 2006). Selon l'OMS (1998), 1000 à 2000 nouveaux produits apparaissent chaque année sur le marché.

Selon Parmentier (2006), même s'il est parfois difficile de mesurer avec précision les effets des pesticides sur l'environnement, on sait avec certitude que ces impacts peuvent être très néfastes. Plusieurs auteurs ont rapporté des données relatives à nombreuses intoxications causées par les pesticides. Ce sont: Tapsoba (2003) ; Illa (2004), Topan (2005) ; Parmentier (2006).

En milieu agricole burkinabé et particulièrement dans le domaine cotonnier, les études sur les insectes se sont focalisées sur les dégâts ou la biologie et l'écologie des insectes ravageurs. Des données sur les effets des insecticides sur les insectes non cibles au cours des traitements des champs sont très rares. Pourtant, presque tous les insecticides utilisés dans la lutte contre les ravageurs ont un spectre large et ne sont donc pas totalement spécifiques aux ravageurs visés (Meenen et Hashoning, 2001 ; Ministère de l'Agriculture du Mali, 2004). Parmi les études ayant porté sur l'effet des pesticides sur les organismes non cibles au Burkina Faso, on peut citer celles de Balança et Visscher (1994 et 1996) et celle de De Visscher *et al.* (1988). Ces travaux ont concerné les pesticides utilisés dans le cadre de la lutte antiacridienne. L'absence de travaux de recherche sur l'influence des pesticides sur les organismes non

cibles, comme les insectes, constitue un problème majeur dont il s'agit d'en trouver des solutions. En effet, beaucoup d'organismes qui pourraient être affectés par les insecticides lors de la lutte contre les ravageurs constituent d'importantes ressources naturelles ou remplissent des fonctions écologiques dont dépendent les populations locales. C'est le cas des chenilles de karité qui jouent un rôle important dans l'équilibre alimentaire et dont la vente constitue une source de revenu pour les populations marginales (Poulsen, 1982 ; Ouédraogo, 1993 ; Zongo et Gatto, 1994 ; Unesco, 2004 ; Ntma, 2006) ; c'est le cas également des abeilles qui jouent un rôle important dans la pollinisation et la production du miel, des *Tenebrionidae* qui jouent le rôle de détritivores et de prédateurs des œufs des insectes ravageurs ; des araignées qui constituent l'un des groupes de prédateurs arthropodes les plus répandus en champs et attaquant presque toutes les espèces d'arthropodes de taille moyenne à la leur (Greathed *et al*, 1992 ; Balança et Visscher, 1994, 1996).

C'est dans l'objectif donc d'évaluer l'impact des pesticides sur les organismes non cibles en occurrence *Cirina butyrospermi* que la présente étude intitulée : « effets des pesticides sur les insectes non cibles : cas particulier des chrysalides de *Cirina butyrospermi* dans la zone cotonnière de Pô (Burkina Faso) » a été initiée. Cette étude contribuera à améliorer le manque de documentation sur les organismes non cibles et à une meilleure mise en place de mesures de protection des ressources naturelles, particulièrement *Cirina butyrospermi* en zone cotonnière.

Le corps du travail comprend trois chapitres :

- un premier chapitre consacré à la revue bibliographique ;
- un second chapitre qui présente le matériel d'étude et la méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs fixés ;
- un troisième chapitre donne l'essentiel des résultats et leur discussion.

Une conclusion générale et les perspectives issues de notre étude terminent notre travail.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I / GENERALITES SUR LA CULTURE DU COTON ET SUR LES PESTICIDES

I.1. La plante du coton

I.1.1. Le cotonnier

Le cotonnier est une plante vivace transformée par les conditions de culture en une plante annuelle. Il appartient à la famille des Malvacée et du genre *Gossypium* L (Ministère des Affaires Etrangères 2002). Les cotonniers sont classés en deux groupes en fonction de leur nombre de chromosomes. On a le groupe des diploïdes $2n = 26$ et le groupe des triploïdes où $2n = 52$. Les espèces cultivées sont le *G. herbaceum*, *G. arboreum*, *G. hirsutum* et *G. barbadense*. *G. hirsutum* assure 90 % de la production mondiale de coton (Parry, 1982 ; Ministère des Affaires Etrangères, 2002). Au Burkina Faso, les variétés cultivées sont ISA205G (Ouest) ; F135 (Centre) et FK 137.

Selon Parry (1982), on peut reconnaître dans la physiologie du cotonnier plusieurs stades distincts :

- le stade de la levée du semis à l'étalement des cotylédons. Il dure de 6 à 10 jours habituellement et jusqu'à 30 jours en conditions défavorables ;
- le stade végétatif de la plantule jusqu'à l'ouverture de la première fleur. La première fleur apparaît normalement 50 à 65 jours après la levée ;
- le stade reproductif qui comprend la durée de la floraison et de la maturation des capsules. Il dure 83 à 104 jours.

Le cotonnier nécessite une quantité importante de chaleur et de soleil pour se développer (Lagandre, 2005). Il exige un minimum de 500 à 600 mm d'eau durant la période de culture. La date de semis est ainsi décidée en fonction des données statistiques sur la pluviométrie. Un retard de 10 jours sur la date optimale peut entraîner une baisse de rendement de près de 350 kg/ha, soit près de 30 % (Lagandre, 2005). Selon Illa (2004), les deux premiers mois (du semis à la capsulation) sont les plus exigeants, non en quantité de pluie, mais en régularité de celle-ci. Le minimum indispensable est de 40 à 50 mm par décade. Après capsulation et jusqu'à la fin du 4^e mois (début de la maturation), les pluies peuvent s'espacer et diminuer

d'intensité. Quand les capsules arrivent en maturité, il est alors souhaitable que les pluies s'arrêtent.

Selon Merlier et Montegut, 1982 cité Illa 2004, les mauvaises herbes les plus rencontrées sont : *Agropyron repens*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperus esculentus*, *Striga sp.*

I.1.2. Les ravageurs du cotonnier

Les principaux ravageurs du cotonnier au Burkina Faso sont rapportés dans le Guide de gestion phytosanitaire des cultures du Burkina Faso (MARA et MESSRS 1995). Les dégâts occasionnés par les insectes sur le cotonnier sont extrêmement importants. En absence de protection insecticide, les pertes de rendement au Burkina Faso avoisinent en moyenne 40 % du potentiel de production et peuvent atteindre localement 90 % certaines années (MARA et MESSRS 1995).

Les ravageurs du cotonnier peuvent être classés en fonction des types de dégâts qu'ils occasionnent. On distingue alors :

a) Les Lépidoptères carpophages (chenilles de capsules)

Ce sont des insectes les plus préjudiciables au cotonnier ; ils attaquent les boutons floraux et les capsules.

- les chenilles exocarpiques

Elles regroupent les principaux ravageurs du cotonnier au Burkina Faso, à savoir :

- *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* (Hübner)
- *Earias spp.*
- *Diparopsis watersi* (Rothschild)

- les chenilles endocarpiques

Ce sont des ravageurs peu importants au Burkina Faso. Deux espèces sont à signaler :

Cryptophlebia leucotreta (Meyrick) et *Pectinophora gossypiella* (Saunders).

b) Les Lépidoptères phyllophages (chenilles de feuilles)

Trois espèces peuvent causer des dégâts importants par défoliation :

- *Syllepte derogata* (Fabricius) (chenilles enrouleuses des feuilles)
- *Anomis* (= *Cosmophila*) *flava* (Fabricius)
- *Spodoptera littoralis* (Boisduval).

c) Les Homoptères piqueurs-suceurs de sève :

- Les pucerons : *Aphis gossypii* (Glover)
- Les aleurodes : *Bemisia tabaci* (Gennadius)
- Les jassides : *Cicadellidae*.

d) Les Héteroptères piqueurs de capsules

Plusieurs espèces de punaises piquent les capsules entraînant la chute des jeunes organes, des pourritures internes, la coloration de la fibre et une perte de la valeur germinatrice des graines. *Dysdercuss voelkeri* Schmidt est l'espèce la plus abondante, mais d'autres punaises peuvent à l'occasion de pullulations devenir gênantes (*Nezara viridula* (Fabricius), *Piezodorus spp*, etc.).

I.1.3. Evolution de la culture cotonnière au Burkina Faso

La culture du coton a été imposée au Burkina Faso (Haute-Volta) en 1924 par le gouvernement Aesling (Schwartz, 1993). Depuis ce temps, la culture du coton a connu des tribulations pour connaître une certaine stabilité et même une croissance durant cette décennie (tableau1).

Tableau 1: production, superficies et rendements en culture cotonnière au Burkina Faso

Années	Production coton graine (en Tonnes)	Superficie (en ha)	Rendement (en T/ha)
1996-1997	214 352	195 670	1,095
1997-1998	338 141	295 200	1,145
1998-1999	284 388	355 436	0,800
1999-2000	254 189	245 000	1,038
2000-2001	275 800	260 000	1,061
2001-2002	378 522	358 887	1,055
2002-2003	404 419	407 933	0,991
2003-2004	483 390	459 379	1,052
2004-2005	632 355	566 278	1,117
2005-2006	713 661	662 520	1,116

Source : SOFITEX 2007.

I.1.4. Utilisation des pesticides au Burkina Faso

La culture du coton est aujourd'hui une activité incontournable dans l'économie du Burkina Faso. Cependant, elle entraîne l'utilisation de grandes quantités de pesticides. Ainsi, en 1997, ce sont 2.533 tonnes de produits formulés qui ont été utilisés dans la culture du coton et de la canne à sucre (Bureau des pesticides, 1998 cité par Topan 2005; Yaro, 2007). Pour la campagne 1999 / 2000, 197 053 litres d'insecticides et 249 840 litres d'herbicides ont été utilisés par la SOFITEX (Meenen et Haskoning, 2001). On estime à 11 % le taux de croissance annuelle de l'utilisation des pesticides au Burkina Faso (Toé, 2003). Selon Yaro (2007), environ 185 spécialités commerciales contenant une centaine de matières actives sont en circulation actuellement au Burkina Faso, dont 75 % sont des matières actives ayant une activité insecticide acaricide ou nematicide. De manière quantitative, les insecticides atteignent 495 tonnes, alors que les quantités d'herbicide s'élèvent à 163,5 tonnes. Les pesticides utilisés dans la culture du coton au Burkina Faso sont consignés dans l'annexe 4.

I.2. Généralités sur les pesticides

I.2.1. Historique des pesticides

L'histoire de l'utilisation des pesticides à grande échelle date de ¹⁸⁷³~~1973~~ avec le premier essai de lutte chimique par les arboriculteurs de Montreuil qui ont aspergé avec succès les pêchers envahis de pucerons avec du jus de tabac (Fournier, 1988). Cette lutte va connaître un grand essor au milieu du 19^e siècle avec des produits d'origine naturelle comme la roténone (extraite des racines de Deris) et le pyrèthre (mélange d'ester contenu dans les fleurs de deux variétés de chrysanthèmes) et d'origine minérale à base de cuivre et d'arsenic (sulfate de cuivre), (Fournier, 1988).

C'est à l'issue de la seconde guerre mondiale que l'emploi de produits synthétisés connaîtra une généralisation avec le dichlorodiphényl trichloroéthane (DDT) comme premier produit de synthèse (Tomlin, 1994 cité par Coulibaly, 2006).

I.2.2. Définition des pesticides

Les pesticides encore appelés produits phytosanitaires ou phytopharmaceutiques sont définis de plusieurs manières selon l'objectif recherché dans leur utilisation. Le code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides définit les pesticides comme : « toute substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales et les espèces indésirables de plantes et d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles » (FAO, 1990 ; OMS, 1994). C'est aussi des substances utilisées comme régulateurs de croissance des plantes, comme défoliants, comme agents de dessiccation, comme agents d'éclaircissage des fruits ou pour empêcher la chute prématurée des fruits, enfin, ce sont des substances appliquées sur les cultures soit avant, soit après la récolte, pour protéger les produits contre la détérioration durant l'entreposage et le transport (FAO, 1990). Dans le domaine restreint de la protection des végétaux, Wilma *et al* (1989) définissent les pesticides comme étant des produits destinés à prévenir ou à combattre les maladies et fléaux des végétaux ainsi que les mauvaises herbes et à protéger les récoltes.

I.2.3. Classification et caractéristiques des pesticides

I.2.3.1. Classification des pesticides

Les pesticides sont habituellement regroupés au regard :

- des cibles visées (insecticide, herbicide, fongicide, acaricide....) ;
- de la toxicité du produit (toxicité aiguë, sub-aiguë et chronique) ;
- du mode d'action (par inhalation, par ingestion, par contact) ;
- du type de formulation (solide, liquide, gaz,...) ;
- de la nature chimique (organique et inorganique) ;
- de l'origine ou de la provenance (naturel ou synthétisé).

Les produits organiques sont les plus utilisés et les groupes chimiques les plus connus sont :

- **les organochlorés (OC)**

Mis au service de l'agriculture dans les années 1945, cette famille d'insecticides a sans doute été la plus largement utilisée (Komboudry, 1984). Le plus connu est le DDT, synthétisé par

O. Zeidler en 1874 et dont les propriétés biocides ont été reconnues en 1939 par Paul Müller ; ce qui lui a valu le prix Nobel en 1948 (Fournier, 1988 ; Kumar, 1991).

Les OC sont des produits assez complexes, stables et de faible volatilité. Ils agissent sur le système nerveux central et périphérique par ingestion ou par contact (Fournier, 1988). Malgré leurs qualités d'insecticides, les OC sont reconnus aussi par leurs effets néfastes qui sont notamment, la persistance dans l'environnement, l'accumulation dans les graisses de l'homme et des animaux, de résidus susceptibles de créer des perturbations physiologiques (Komboudry, 1984). Ainsi, en raison de leur rémanence, jointe à leur toxicité pour l'homme et pour l'environnement, ces composés à l'exception de l'endosulfan sont officiellement et légalement interdits d'utilisation (convention de Stockholme, 2003). Les produits les plus connus des OC sont le DDT et l'endosulfan.

- **les organophosphorés (OP)**

Mis au service de l'agriculture dans les années 1960, les composés de cette génération sont largement utilisés et occupent depuis des années 1982 une place importante (35 %) dans le marché des insecticides agricoles (Komboudry, 1984). Les OP sont des esters de sels organiques de l'acide phosphorique ou de ses dérivés. Ils agissent par contact ou par ingestion en inhibant l'acétylcholinestérase (Fournier, 1988). Les OP ont en général une toxicité aiguë plus élevée que les OC, mais ils sont moins stables et se dégradent plus rapidement (Kumar, 1991 ; PAN et CTA, 1993). Ils sont extrêmement efficaces contre les insectes piqueurs et suceurs de sève (Kumar, 1991). En ce qui concerne leur devenir dans le sol ou sur le végétal, les OP sensibles à l'hydrolyse sont rapidement détruits alors que les autres pesticides peuvent parfois persister pendant plusieurs mois (Calvet *et al* 2005). Les plus importants des OC sont le profénofos, le malathion, le triazophos et le parathion.

- **les carbamates**

Dérivés de l'acide carbamique (NH_2COOH), ils agissent sur la transmission de l'influx nerveux comme les OP mais possèdent un rayon d'action plus étendu que ces derniers (Fournier, 1988). Les carbamates pénètrent dans la cible essentiellement par contact et par ingestion, seul le carbofuran est cité pour agir par inhalation (Calvet *et al.* ; 2005). Ce sont généralement des produits stables, si bien qu'une fois formulés et placés dans l'environnement, ils se décomposent rapidement. Ils exercent chez les mammifères un effet toxique rapide mais momentané (Kumar, 1991). Parmi les insecticides très connus de cette famille, il convient de mentionner le carbaryl, l'aldicarb et le propoxur.

- **les pyrethriñoïdes**

Selon Komboudry (1984), la plupart des composés de ces insecticides sont apparus en 1975. Ils sont caractérisés par un important effet de choc et une excellente persistance d'action compte tenu de leur stabilité sur les feuilles des végétaux. Comparativement aux autres insecticides, ils se révèlent beaucoup plus spécifiques des insectes et sont donc peu toxiques pour les animaux à sang chaud. En revanche, tous les pyrethriñoïdes sont très toxiques pour les animaux à sang froid (notamment les poissons). Cette toxicité est renforcée par la lenteur de leur dégradation en condition anaérobique (Calvet *et al*; 2005). En plus de leur stabilité à la biodégradation et à la dégradation chimique, ils sont efficaces contre un large spectre d'insectes à des doses très faibles (Boseret, in Topan, 2005 ; Calvet *et al* , 2005). Les pyrethriñoïdes les plus couramment utilisés en agriculture sont la cyperméthrine, la perméthrine et la deltaméthrine.

- **Autres insecticides**

Ils comprennent :

- les insecticides botaniques : leur toxicité est moindre sur les vertébrés et ils sont facilement biodégradables ;
- les synergistes : ils ne sont pas considérés comme des pesticides en tant que tels, mais ajoutés à eux ils permettent d'accroître leur activité sur les insectes ;
- les antibiotiques : ce sont surtout des produits de fermentation des microorganismes ;
- les fumigants : ce sont des agents gazeux à 5 °C et utilisés pour tuer les insectes, leurs œufs, les nématodes dans les maisons, les graines, le sol et les produits de conservation ;
- les répélants des insectes : ils sont constitués de fumées et autre gaz ayant une action répulsive ;
- les composés mucilagineux utilisés comme pesticides.

1.2.3.2. Caractéristiques des pesticides

Un pesticide est composé de substances actives et de substances d'appoint. C'est cet ensemble qui constitue la formulation (Wilma *et al* ; 1989). La matière active comporte des fonctions

chimiques qui conditionnent la plus ou moins grande solubilité du pesticide dans l'eau ou dans les huiles. C'est la substance qui présente plus de danger pour l'homme et l'animal.

Quant aux substances d'appoint, elles améliorent l'effet de la substance active ou ajoutent certaines propriétés au produit. Elles peuvent donc être soit des solvants, des émulsifiants, des dispersants, des agglutinants, des colorants, des synergistes, des substances coulantes ou portantes. Selon Columa (1977), la mobilité des substances se caractérise par deux propriétés majeures qui sont :

- la solubilité qui est fonction de la composition ionique de la phase aqueuse, de la température et de la nature chimique du produit. Elle conditionne la mobilité de la substance dans le sol et dans les eaux ;
- la volatilité qui est par contre déterminée par la pression ou tension de vapeur du composé.

Les composés chimiques sont aussi caractérisés par d'autres propriétés telles que la masse molaire, la formule chimique, le point de fusion, la densité et la stabilité.

I.2.4. Importance et effets néfastes des pesticides

I.2.4.1. Importance des pesticides

Selon Fournier (1988), avec les engrais, l'irrigation, les semences améliorées et le développement du machinisme, les pesticides sont l'une des méthodes utilisées pour :

- limiter les irrégularités de production liées aux grandes catastrophes parasitaires : ainsi en 1983 grâce aux fongicides on a su enrayer un développement du mildiou de la pomme de terre qui avait entraîné une famine entre 1845 et 1849 causant la mort de 12 % de population Irlandaise et l'émigration d'un million et demi d'Irlandais vers les Etats-Unis ;
- protéger les réserves alimentaires : on évalue à près de 1/3 la fraction des récoltes mondiales qui serait détruite chaque année par les espèces nuisibles sans les pesticides ;
- lutter contre les vecteurs de maladies : l'exemple le plus édifiant est celui du DDT. L'OMS estimait en 1971 qu'il avait sauvé 25 millions de vies humaines depuis 1945 ;
- lutter contre les parasites producteurs de toxines : cas des intoxications animales provoquées par les aflatoxines dans les tourteaux d'arachide.

1.2.4.2. Effets néfastes des pesticides

La toxicité d'un pesticide est une question de dose et d'utilisation rationnelle, au bon moment, sur la bonne cible (Fournier, 1988). Cette toxicité dépend de la nature, de la concentration, du mode d'application et de la substance active. Elle est fonction du degré de sensibilité ou de résistance d'un individu ou groupe d'individus à un produit chimique. Elle peut se manifester par contact, par inhalation ou par ingestion (Wilma *et al*, 1989). On distingue différents degrés de toxicité dont les plus importants sont :

- la toxicité aiguë : c'est l'empoisonnement dû à une seule exposition à une forte dose de pesticide et ses conséquences sont directes (Wilma *et al*, 1989). Elle est exprimée par l'indice DL50 (Dose Létale 50) qui est en fait la quantité de matière active exprimée en mg/kg de poids vif et qui tue 50 % d'un lot d'animaux de laboratoire auxquels elle est administrée en une seule fois.
- La toxicité chronique : elle survient après une exposition prolongée à des doses faibles et répétées. Elle est exprimée par la dose sans effet (DES) qui est la quantité de matière active (mg/kg de poids vif) qui, ingérée quotidiennement, à longueur de vie, par un animal de laboratoire ne produit aucun trouble (Fournier, 1988).

➤ Sur la santé humaine

Une gestion non sécuritaire des pesticides peut entraîner des risques d'intoxication tant au niveau des utilisateurs que des consommateurs. Selon l'OMS (1998), plus d'un million de personnes meurent chaque année par suite de diverses intoxications, y comprises celles provoquées par des toxines naturelles. Des exemples d'intoxications par les pesticides sont très nombreux. Ainsi, le 3 janvier 1996, un agriculteur de Noakui (Boucle du Mouhoun, Burkina Faso) est décédé avec son épouse et son frère après avoir ingurgité par mégarde du pesticide en lieu et place du kotoukoun, liqueur locale. (Toe *et al*, 2000 cité par Illa, 2004). Aussi, le 25 juin 2006, quatre personnes ont été victimes d'intoxication alimentaire dont deux sont morts à Soubakaniëndougou dans la province de la Comoé (Burkina Faso) par suite d'une consommation d'un repas appelé « bambara », préparé à base de farine de poids de terre dont les grains étaient contaminés par les produits chimiques. Un premier cas avait déjà été

signalé dans le même village le 23 juin 2006 à la suite de la manipulation de produits chimiques par la victime (Traoré, 2006).

Au Sénégal, plus de 10 cas de décès ont été constatés dans la région de Kolda en Août 2000 et seraient liés à une intoxication aux carbamates (carbofuran) contenus dans les produits distribués avec les semences d'arachide (Gomes *et al*, 2000 cité par PAN Africa 2002).

Selon la FAO, l'estimation du nombre annuel de décès au Mali dus aux pesticides varie de 6 à 49 (basés sur les données mondiales) et de 30 à 210 (basés sur les données nationales) (PAN Africa, 2002).

L'homme peut être également contaminé par des résidus de pesticides contenus dans les aliments. On appelle résidus de pesticides, toute substance nommément désignée présente dans ou sur les aliments, les produits agricoles ou des produits destinés à l'alimentation animale à la suite de l'utilisation d'un pesticide (OMS, 1989).

➤ **Sur la pollution des sols et des eaux**

Plusieurs auteurs rapportent des risques de pollution des sols par les pesticides. Mais il sied d'abord de signaler que le comportement des produits phytosanitaires dans le sol dépend, d'une part des caractéristiques et du fonctionnement global de cet écosystème et, d'autre part, des propriétés de la matière active et de sa formulation. En effet, suivant des phénomènes de transfert, d'immobilisation et de dégradation dans le sol, les substances peuvent persister dans cet écosystème durant des mois, voire des années (Calvet *et al*, 2005). Ainsi, d'après Nash et Woolson (1967), certains pesticides comme l'Aldrine et l'Endrine peuvent persister dans les sols à des doses respectives de 40 % et 41 % après 15 ans. Selon Illa (2004), les sols de Bankui et de Sipohin (Burkina Faso) sont contaminés par l'Endosulfan (respectivement à 0,005 mg/kg de matière sèche (MS) et à 0,006 mg/kg MS) et le Métidathion à des doses respectives de 0,140 mg/kg MS et 0,350 mg/kg MS à la suite d'épandage des pesticides lors des traitements des champs cotonniers. De même, Topan (2005) rapporte la contamination des sols de Farako Bâ, de Boni et de Kaïbo par l'Endosulfan à des teneurs respectives de 0,005 ; 0,007 et 0,006 mg/kg de sol durant le mois de juillet. Cette persistance dans le sol de pesticides a pour conséquence la baisse de la fertilité des sols. C'est le cas de l'Endosulfan dont le taux de dégradation DT50 est de 5 à 8 mois. Or 44 % des pesticides utilisés (quantitativement) par la SOFITEX ont comme matière active l'Endosulfan. Il y a donc un risque grave pour la fertilité des sols dans l'avenir (Meenen et Haskoning, 2001).

A l'instar des sols, les eaux sont aussi polluées par les pesticides. En effet, le traitement des cultures par les pesticides fixe dans les couches superficielles du sol des particules toxiques. Ce sont ces particules qui peuvent passer dans la nappe phréatique ou être entraînées dans les eaux de surface par le ruissellement, le lessivage et l'infiltration. Cette pollution des eaux peut être aussi le résultat d'apports directs (traitement des zones aquatiques, désherbage chimique des rivières, eau de lavage des appareils de traitement, le rejet des emballages vides,...). De nombreuses études rapportent des cas de contamination des eaux par les pesticides. On a entre autres celle de Meenen et Haskoning (2001) ; Tapsoba, (2003) ; Illa, (2004) ; Parmentier (2006).

➤ Sur les organismes non cibles

Au-delà de la contamination des sols et des eaux, les pesticides ont des actions dépressives sur les organismes non cibles. Libérés dans l'environnement, les pesticides éliminent les organismes contre lesquels ils sont utilisés. Mais la plupart d'entre eux étant non sélectifs, vont également toucher d'autres organismes que ceux visés au départ, soit directement (par contact, par ingestion, par absorption), soit indirectement (via la consommation d'organismes contaminés, de l'eau polluée...). Ces auxiliaires, en consommant ces ravageurs contaminés, accumulent le pesticide dans leur corps et sont donc soumis à une dose de poison bien plus élevée que les ravageurs eux-mêmes (PAN et CTA, 1993).

Plusieurs autres auteurs rapportent les effets négatifs des pesticides sur les organismes non cibles. Ainsi, Silvy (1989), rapporte qu'aux Etats-Unis, en 1973, l'abus du diazinon sur la luzerne en fleurs pour lutter contre les pucerons a détruit 95 % des abeilles. Aussi, l'intensification de la culture du coton avec l'utilisation des pesticides dans les régions du Mouhoun, du Kossi et du KénéDougou aurait contribué à la disparition de *Cirina butyrospermi* (Ouédraogo, 1993). En 2001, une enquête de PAN UK révélait que les cotonculteurs du village de Kpabo, au Bénin, avaient observé la mort de vers de terre, de serpents, de crapauds, d'abeilles ou encore de rats et autres rongeurs après épandage de pesticides dans les champs de coton (Parmentier et Bailly, 2005 cité par Parmentier, 2006).

Au Burkina Faso, un épandage de lambda-cyhalothrine avait provoqué une réduction de 70 % de l'ensemble des familles d'Hyménoptères et entre 55 à 72 % des carabidae lors de la lutte antiacridienne (Balança et Visscher, 1996).

Selon Meenen et Haskoning (2001), l'impact des pesticides sur les organismes non cibles dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- la dispersion des produits : lors du traitement d'une culture par les pesticides, une proportion non négligeable de produits est disséminée dans l'environnement au-delà des zones traitées et ce pour diverses raisons : mauvaise préparation des produits, matériels défectueux, mauvaise application, condition météorologique défavorable (vent, pluie..) au moment de l'application ou dans les heures qui suivent celle-ci, accident ;
- la non sélectivité : rares sont les pesticides qui ont un effet sélectif, c'est-à-dire un effet ciblé sur une seule espèce ou groupe d'espèces. Ils interviennent sur les processus fondamentaux du métabolisme (croissance, reproduction,...) communs aux espèces visées et aux autres espèces ;
- la toxicité de la molécule active et de ses produits de dégradation : elle est variable d'un groupe d'espèces à un autre. Par exemple, l'endosulfan est trois fois plus toxique pour les abeilles que pour les poissons (Wilma *et al* 1989).
- la rémanence de la molécule et sa capacité d'accumulation dans la chaîne alimentaire : certains pesticides comme les organochlorés sont très persistants et s'accumulent dans les chaînes alimentaires notamment dans les graisses (lipophiles).

Une autre inquiétude serait l'apparition des souches résistantes ou de nouveaux nuisibles car les pesticides en limitant certaines espèces favorisent aussi le ^{afin} pullulement de celles que les premières contrôlaient naturellement. En exemple, selon Kumar (1991), l'utilisation de l'HCH a causé la destruction d'ennemis naturels de ravageurs dans l'écosystème du cacaoyer et a provoqué la multiplication d'espèces précédemment insignifiantes qui ont pu atteindre des proportions de ravageurs.

✕ Aussi, en Kanjanaburi et à Lopburi (Taïlande), les chenilles, *Helicoverpa armigera* sont apparues à la faveur des traitements dirigés contre les jassides *Amrasca biguttula*. De plus, les fortes populations d'Aleurodes (*Bemissia tabaci*) dans ces régions ont apparues suite à l'usage intensif de pyrethriinoïdes (Castella, 1996).

I.2.5. Textes législatifs et réglementaires sur les pesticides

Les législations et réglementations phytosanitaires sont des instruments juridiques dont la mise en œuvre permet à un pays d'empêcher non seulement l'introduction de nouveaux ennemis dangereux pour les cultures mais aussi celle de molécules chimiques non adaptées ou nocives pour les hommes et pour l'environnement. C'est dans ce contexte qu'un grand nombre d'instruments (conventions, codes, réglementations, ...) a été développé sur le plan international, sous-régional et national pour promouvoir une gestion judicieuse des pesticides.

Les éléments énumérés ci-après ne constituent pas une liste exhaustive, mais permettront de situer l'objectif général recherché quant à la protection de la santé humaine et de l'environnement. Ainsi, au plan international, on peut mentionner :

- Le code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides. Ce code a été adopté en novembre 1985 par la résolution 10/85 approuvée par la Conférence de la FAO à sa vingt troisième (23^e) session. Les objectifs de ce code sont de fixer les responsabilités et d'établir les règles volontaires de conduite pour tous les organismes publics ou privés s'occupant ou intervenant dans la distribution ou l'utilisation des pesticides, en particulier lorsque la législation nationale réglementant les pesticides est inexistante ou insuffisante (FAO, 1990).
- La convention de Rotterdam, adoptée le 10 septembre 1998, est signée par soixante et un (61) Etats dont le Burkina Faso et une organisation d'intégration économique régionale le 11 septembre 1998. Elle a été ratifiée le 14 mars 2002. Cette convention permet aux pays signateurs de surveiller et de contrôler le commerce de certains produits chimiques dangereux afin de protéger la santé des personnes et l'environnement contre des dommages éventuels. (FAO, PNUD, 1999).
- La convention de Stockholm : cette convention a été adoptée à la conférence des plénipotentiaires tenue les 22 et 23 mai 2003 à Stockholm. Elle a été signée par quatre vingt douze (92) Etats dont le Burkina Faso et la Communauté Européenne le 23 mai 2001. Elle s'applique à douze (12) polluants organiques persistants (POPs) qui sont propagés par l'air, l'eau et les espèces migratrices par delà des frontières internationales et déposés loin de leur site d'origine où ils s'accumulent dans les écosystèmes terrestres et aquatiques.

Au plan sous-régional, les Etats membres du CILSS ont adopté en 1992 la résolution N°7/27/CM/92 relative à la réglementation commune sur l'homologation des pesticides. Cette réglementation sera révisée par la résolution N°8/34/CM/99 du conseil des ministres du CILSS dans l'optique de prendre en compte les divers développements dans la gestion et la législation des pesticides au niveau des pays membres ainsi que l'expérience acquise en matière d'homologation par le Comité sahélien des pesticides (CSP).

Au plan national, la législation phytosanitaire date de 1961 avec la signature du décret N°348/PRES/ECNA. Ce décret institue le contrôle phytosanitaire et réglemente les importations et les exportations de végétaux (plantes vivantes ou parties de plantes) et produits végétaux (produits d'origine végétale non transformés). Ce décret a été complété par la zatu (loi) N°ANIV-014/CNR/AGRI du 5 décembre 1985 portant organisation du contrôle

des spécialités agro pharmaceutiques et des spécialités assimilées (Ministère de l'Agriculture *et al* 2000).

D'autres textes règlementant l'utilisation des pesticides au plan national ont été élaborés. On peut citer entre autres :

- la constitution adoptée le 2 juin 1991 qui dispose en son article 29 : « le droit à l'environnement sain est reconnu ; la protection, la défense et la promotion de l'environnement sont un devoir pour tous » ;
- la loi N°005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant code de l'environnement au Burkina Faso. Ce code établit dans son article 1 les principes fondamentaux destinés à préserver l'environnement et à améliorer le cadre de vie au Burkina Faso. Sa section 5 définit de manière spécifique les mesures à prendre pour une gestion écologiquement rationnelle des pesticides et des matières fertilisantes (MECV, 1997) ;
- la loi N°041/96/ADP du 8 novembre 1996 instituant un contrôle des pesticides au Burkina Faso. Cette loi stipule dans son article 2 que sont interdites sur le territoire du Burkina Faso, la vente, la mise en vente ou la distribution à titre gratuit des pesticides non homologués ou ne bénéficiant pas d'une autorisation provisoire de vente (Ministère de l'Agriculture *et al.*, 2000) ;
- la loi N°006-96/AN du 26 mars 1998 portant modification de la loi ci-dessus citée.

Rappelons aussi que la fabrication ou la production desdits produits au Burkina Faso est soumise à l'obtention d'une autorisation préalable délivrée par le ministre chargé de l'industrie après avis des ministres chargés de l'Agriculture et de l'Environnement.

Par ailleurs, il est à signaler que le contrôle de la conformité des pesticides au Burkina Faso se fait à différents niveaux que sont les postes frontaliers, aéroportuaires, ferroviaires et aux lieux de fabrication, de vente et de distribution.

II / GENERALITE SUR CIRINA BUTYROSPERMI

II.1. Systématique et répartition géographique

La position systématique de *C. butyrospermi* se présente comme suit :

Ordre : *Lepidoptera*

Sous ordre : *Glossata*

Infra ordre : *Eulepidoptera*

Phalanges : *Dytrysia*

Superfamille : *Bombycoïdea*

Famille : *Saturniidae* (attacidae)

Sous famille : *Attacinae*

Tribu : *Bunaeini*

Groupe : *Bueens*

Genre : *Cirina*

Espèce : *Butyrospermi vuillet* (1960)

Pour ce qui est de sa répartition, *C. butyrospermi* est connue au Mali (Koulikoro, Bamako) et au Bénin (Rougeaot, 1962 ; Boussim, 1995). Au Burkina Faso, son aire s'est rétrécie et n'occupe plus que des foyers dont les plus- importants se situent dans la région Ouest et Sud-Ouest du pays : province du Houet, de la Comoé, de la Léraba, du Bazéga. Le foyer le plus important semble se localiser dans la région du Péni (30 km de Bobo Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfara) (Ouédraogo, 1993).

On notera qu'elle est totalement absente dans les provinces du Bougouriba et du Poni. Elle a disparu du plateau central depuis les années 1983 ainsi que dans les provinces du Mouhoun et du Kossi (Ouédraogo, 1993).

II.2. Description et Biologie

Rougeot (1962) reconnaît deux espèces appartenant au genre *Cirina* qui se distinguent par les critères morphologiques suivants :

Chez *C. butyrospermi* VUILLET, les tâches ocellaires sont généralement inexistantes et les rayures externes diffuses. Par contre, *C. forda* WESTWOOD possède des tâches ocellaires et des rayures externes relativement apparentes.

C. butyrospermi est inféodée seulement au karité au Burkina Faso ; par contre, *C. forda* qui a été élevée sur *Burkea africana* HOOK par Van den BERG (1974) n'est pas présent au Burkina Faso malgré la présence de *B. africana*. Sa plante hôte a été refusée par *C. butyrospermi* (Ouédraogo, 1993).

D'après les frères Vuillet cité par Rougeot (1962), cet Attacidae vole dans les plantations de karité (*Vitellaria paradoxa*) au début de l'été. La femelle pond ces œufs (566 au cours d'une ponte) en une masse arrondie sur quelques jeunes rameaux. L'œuf long de 1,5 mm est d'abord verdâtre, puis blanc ; il a la forme d'une poire avec le petit bout rigide dirigé vers le centre de la sphère. L'éclosion a lieu environ un mois après la ponte. La jeune chenille mesure 3 à 4 mm. Elle est d'un jaune verdâtre au niveau de la tête, le pronotum brun-accajou, une tache noire sur le bouclier anal et des lignes longitudinales grises, une médiane, une au dessus des stigmates, enfin, une troisième discontinue entre ces dernières. La tête et les pattes portent des poils jaunes ; les segments sont aussi garnis de poils de couleur identique réunis en touffe (une dizaine par demi-segment). (Rougeot, 1962).

Au stade suivant, les parties noires deviennent plus claires, les lignes longitudinales plus foncées et des soies plus courtes apparaissent. Au troisième stade, sur le fond noir, des saillies perliformes blanches ou jaunes dessinent latéralement des v dont la branche inférieure englobe le stigmate noir. Quant au quatrième et cinquième stade, ils sont morphologiquement semblables et durent 9 à 12 jours. Selon Ouédraogo (1993), le premier stade larvaire (L1) dure 4 à 5 jours ; le second (L2), 6 à 7 jours ; le troisième (L3), 6 à 7 jours ; également, le quatrième (L4), 4 à 5 jours et enfin le dernier (L5), 9 à 14 jours.

La chenille en fin de développement (80 mm de long) se chrysalide dans le sol au pied de l'arbre nourricier. La chrysalide mesure environ 40 mm. La nymphose qui dure environ 9 mois, a lieu vers le 15 septembre. Selon Risbec, 1950 cité par Ouédraogo (1993), le papillon disparaît à Koulikoro (Mali) le 31 juillet et les chenilles qui pullulent jusqu'au 15 septembre disparaissent à la fin du même mois.

II.3. Importance de *C. butyrospermi*

Jadis consommées exclusivement par la communauté autochtone de la région Ouest du Burkina Faso à cause des habitudes alimentaires, la chenille de *C. butyrospermi* constitue une denrée rare sur toute l'étendue du territoire, compte tenu de sa qualité nutritionnelle et thérapeutique et de sa contribution à l'amélioration des revenus des populations. En effet, des études ont montré que la chenille du karité est un aliment riche et contenant jusqu'à 63 % de protéine, 15 % de matière grasse, 0,16 % de calcium, 2,25 % de potassium, de la vitamine B12... (Poulsen, 1982 ; Ouédraogo, 1987 ; Ouédraogo, 1993 ; UNESCO, 2004).

En plus de son utilisation alimentaire humaine, la chenille de karité intervient dans la pharmacopée traditionnelle notamment pour immuniser les chiens contre la rage. En cas de morsure de chien également, la chenille séchée, est écrasée en poudre et étalée sur la plaie (Ouédraogo, 1993, Zongo et Gatto, 1994).

Outre leur importance alimentaire, les chenilles de karité constituent de nos jours une véritable source de revenus. Selon Ntema (2000), le revenu brut journalier de la vente des chenilles de karité serait de 1 284 FCFA à 3 852 FCFA (~~Ntema, 2000~~). Outre, les larves qui sont seulement consommées, les chrysalides de *C. butyrospermi* favorisent le recyclage de *C. butyrospermi*. Selon Villiers (1957), l'élevage des chrysalides est le procédé qui permet de multiplier les observations biologiques sur la vie de la chenille, sur sa morphologie et celle des chrysalides.

III PRESENTATION DES SITES D'ETUDE

III. 1. Situation géographique

L'étude a été réalisée dans trois sites dont un à Kombissiri (province de Bazéga) et les deux autres à Torem (province du Nahouri).

- le site de Koulpélé dans la province du Bazéga est à environ 15 km de la ville de Kombissiri sur l'axe Kombissiri – Pô. Ce site a été retenu pour l'étude des effets des insecticides cotonniers sur les chrysalides de *C.butyrospermi* au champ.

- les sites de Torem dans la province du Nahouri ont été retenus pour l'évaluation de la densité des chrysalides aux pieds des karités et pour l'effet des insecticides sur les insectes non cibles dans les champs cotonniers après traitement. Le premier site de Torem est situé à environ 7 km au Nord-Est de la ville de Pô. Le second site de la même localité (Torem) est à environ 10 km de la ville de Pô.

III.2. Climat

Le village de Torem dans la province du Nahouri a un climat de type tropical soudanien. La période humide va de mai à septembre avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 1 000 mm. La saison sèche s'étend d'octobre à avril.

Pour le site de Koulpélé, le climat est de type Nord-Soudanien avec l'alternance d'une saison sèche (octobre à mai) et d'une saison pluvieuse (juin à septembre). La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 600 et 900 mm. Les températures maximales moyennes varient entre 35 °C et 39 °C dans la zone de Torem et 38° C dans la zone de Koulpélé. (, Agence G2 Conception et World Construction, 2001)

III.3. Les sols

Les provinces du Bazéga et du Nahouri sont caractérisées par les mêmes types de sols qui sont :

- les sols ferrugineux tropicaux qui sont issus de l'altération de matériaux kaolinites et de roches granitiques. Ils présentent une faible capacité d'échange et de mauvaises propriétés physiques de surface (perméabilité et porosité). Ils se caractérisent par leur fertilité médiocre du point de vue agricole ;
- les sols bruns eutrophes : ils présentent une importante teneur en argile notamment en argile gonflante. Ils ont une forte capacité d'échanges et un taux de saturation élevé. Ils présentent une structure granuleuse et de bonne fertilité ;
- les vertisols : ils sont de texture argileuse et à argile gonflante prédominante. On les rencontre dans les zones basses. De faible capacité de drainage, les vertisols ne sont propices qu'aux cultures inondées ;
- les sols hydromorphes : ils sont présents dans les zones à inondation temporaire ;
- les sols à minéraux brut : ce sont des sols peu profonds. Leur texture est marquée par la présence de graviers ferrugineux. Ce sont des sols impropres à l'agriculture ;
- les sols peu évolués : ce sont des sols d'apports alluvionnaires ou colluvionnaires. Leur formation est marquée par l'absence d'évolution suite aux apports continus provenant de l'érosion et des transports solides des écoulements pluviaux (Agence G2 Conception et World Construction, 2001).

III.4. Végétation

Selon l'Agence G2 Conception et World Construction (2001), la végétation des provinces du Nahouri et du Bazéga est une savane boisée avec une strate arborée presque continue. Mais de façon plus détaillée, on y distingue trois types de formations végétales qui sont :

- la savane arborée : elle est parsemée d'arbres rabougris, tordus à écorce parfois épaisse. Les essences caractéristiques sont le *Vitellaria paradoxa*, *Khaya senegalensis*, *Isobertinia doka*, *Anogeissus leiocarpus*, *Azalia africana*, *Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*.
- la savane arbustive : c'est une formation ouverte où les herbes dominent largement. On y rencontre également quelques arbustes. Elle se rencontre au niveau des plateaux

latéritiques et des sols ferrugineux ou au dessus des dépôts de gravier des plaines. Les essences caractéristiques sont *Vitellaria paradoxa*, *Gardenia erubescens*, *Terminalia avicennoïdes*, *Terminalia laxiflora*.

- les galeries forestières : elles se rencontrent dans les bas-fonds, les vallées et sur les hautes levées de terre dans les zones d'inondation longeant les principaux cours d'eaux et leurs affluents. Les espèces ligneuses majoritaires sont le *Cola laurifolia*, *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, etc.

A cette végétation ligneuse, est associée une importante végétation herbacée. On y rencontre les principales graminées suivantes : *Andropogon gayanus*, *A.ascinodis*, *A.gigantus*, *Paspalum orbicularc*, *Loudetia simplex*.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL

2.1.1. Les chrysalides de *Cirina butyrospermi*

Les chrysalides de *C. butyrospermi* de couleur noire proviennent de la nymphose des chenilles de 5^e stade (L5). C'est dans une logette de 5 à 10cm que la formation de la chrysalide a lieu. Au bout de 2 à 7 jours, la dernière exuvie est libérée et on obtient une chrysalide rouge brique qui prendra une coloration noire par la suite. On distingue deux (2) types de chrysalides, les unes de petite taille et les autres de taille plus grande. Selon Ouedraogo (1993), les petites chrysalides d'une longueur variant entre 2,7 et 3 cm avec un poids compris entre 1,17 et 2,92 g proviennent des chenilles "blanches". Elles sont destinées à donner des imagos mâles. Les chrysalides de taille plus grande ont une longueur comprise entre 3,5 et 5,56 cm, avec un poids moyens de 3,25 g. Issues des chenilles "jaunes", elles sont destinées à donner des imagos femelles.

En prenant en compte les premières nymphoses qui interviennent à la mi-juillet et les premières émergences observées à la mi-mai de l'année suivante, on peut dire que la vie en terre des chrysalides est de dix (10) mois.

Non

2.1.2. Les insecticides utilisés

Les pesticides utilisés ont été les insecticides cotonniers dont les noms commerciaux sont :

- le Rocky 386 EC

Le Rocky 386 EC est un insecticide non systémique qui agit par contact et par ingestion sur un large spectre de ravageurs du cotonnier dont *Helicoverpa armigera*. Il est composé de 350 g/l d'endosulfan et de 36 g/l de cyperméthrine. Cet insecticide s'utilise à la dose de 1 litre/ha

- le Conquest C176 EC

Le Conquest C176 EC est un insecticide non systémique qui agit par contact et par ingestion sur un large spectre de ravageurs du cotonnier. Il est autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens. Composé d'acétamipride (32 g/l) et de cyperméthrine (144 g/l), il est utilisé à la dose de 0,5 l/ha.

2.1.3. Autres matériels

Il s'agit de la terre prélevée dans le même site que les chrysalides (à Koulpélé, village situé à environ 5 km de la ville de Kombissiri). Elle est utilisée pour la mise en place des chrysalides au laboratoire ; ensuite nous avons des bassines de 40 cm de profondeur et de 20 cm de diamètre destinées à la mise en place du dispositif ; des pieds de karité défoliés par des chenilles de *Cirina butyrospermi* servant au prélèvement des chrysalides enfin une serre au laboratoire pour protéger les chrysalides du soleil et de la pluie.

2.2. METHODOLOGIE

2.2.1. Les enquêtes en milieu paysan

Un questionnaire soumis à un groupe de producteurs de Pô a permis d'obtenir des informations sur les pesticides utilisés dans la zone cotonnière de Pô, sur les types de cultures pratiquées, les cultures traitées, le mode d'utilisation des pesticides, l'importance des chenilles pour cette population, les effets des traitements sur les insectes non cibles. La fiche d'enquête consignée dans l'**annexe 1** a été utilisée.

2.2.2. Les relevés de terrain

Les relevés de terrain ont consisté à évaluer la densité des chrysalides de *C.butyrospermi* autour des pieds de karité dans la région de Pô et à l'inventaire des insectes morts après les traitements des champs aux insecticides. En ce qui concerne l'évaluation de la densité des chrysalides aux pieds des arbres, deux sites ont été choisis dans le village de Torem. Le 1^{er} site est situé à 7 km de Pô tandis que le second à environ 10 km de Pô. Sur chaque site, on a dénombré sur une superficie de 1 ha dans chaque parcelle (champ en jachère, champ de coton, champ de maïs ou de sorgho), le nombre de pieds de karité défoliés ou non par les chenilles afin d'apprécier leur degré d'infestation. Ensuite, un cercle concentrique de 3 m de rayon destiné au prélèvement des chrysalides, a été délimité autour de chaque arbre défolié. C'est à une profondeur d'environ 15 cm que les chrysalides ont été prélevées à l'aide d'une daba, la nymphose se faisant parfois au delà de 10 cm (Ouedraogo, 1993). Après le prélèvement, les chrysalides vivantes ont été enterrées sous leur arbre hôte après comptage tandis que les

mortes qui n'ont présenté aucun signe (pourriture, perforation etc.) ont été gardées dans le but de voir si elles ont été parasitées.

Quant à l'inventaire des insectes morts après les traitements, nous avons adopté la démarche de Balança et Visscher (1996) dans les deux sites choisis : Ainsi, la densité de populations d'insectes morts après un traitement a été évaluée par la méthode de comptage à vue, consistant à recenser les insectes morts sur des carrés de 1 m de côté définis visuellement sur le sol. La composition du peuplement d'organismes morts a été déterminée à l'aide de clé de détermination et de manuels entomologiques au laboratoire d'Histoire Naturelle de l'INERA/DPF.

2.2.3. Mise en place et conduite de l'essai sur le terrain

Pour étudier l'effet des insecticides sur les chrysalides au champ, nous avons réalisé un essai sur un champ de jachère autour de 30 arbres de karité défoliés par des chenilles soit 10 arbres par produit (Rocky 386 EC, Conquest C 176 EC et d'un témoin) à Koulpélé, ~~village situé à environ 5 km de la ville de Kombissiri~~. La plupart des chrysalides étant souvent concentrée dans le premier rayon (à 1 m) du pied de l'arbre, des carrées de 1 m² chacun, ont été délimité autour des arbres défoliés par les chenilles. Au total 10 m² de sol (soit 10 arbres) ont été mesurés par produit à tester (Rocky 386 EC et Conquest C176 EC). Les parcelles traitées au Rocky 386 EC ont reçu chacune 35 mg d'endosulfan et 3,6 mg de cyperméthrine. Par contre celles traitées au Conquest C176 EC ont reçu chacune 14,4 mg de cyperméthrine et 3,2 mg d'acétamipride. Les parcelles ont été humidifiées avec de l'eau pour permettre l'infiltration du produit dans le sol. Après une semaine, les chrysalides des parcelles traitées ont été déterrées pour des observations. Ces observations ont consisté à identifier les chrysalides mortes ainsi que les causes de leur mortalité (conséquence de l'effet de l'insecticide ou de l'action des ennemis naturels).

2.2.4. Dispositif expérimental au laboratoire

L'expérimentation a été menée au laboratoire d'Histoire Naturelle de l'INERA/DPF. Un dispositif en parcelles complètement randomisées avec trois (3) traitements et 4 répétitions (3 x 4 = 12 parcelles) a été mis en place. Les traitements ont été constitués de deux insecticides (Conquest C176 EC et Rocky 386 EC) plus le témoin. Les parcelles représentées

par des bassines de 40 cm de profondeur et de 20 cm de diamètre et perforés à leur base ont été remplies de terre à une hauteur de 10 cm. 25 chrysalides sont introduites par parcelle, soit au total 300 chrysalides pour les 12 parcelles.

Afin d'appliquer un traitement similaire à celui du milieu réel, les doses appliquées en milieu réel ont été reconstituées. Ainsi pour chaque parcelle traitée au Rocky 386 EC, nous avons utilisé 4,4 mg d'endosulfan et 0,45 mg de cyperméthrine. Les parcelles traitées au Conquest C176 EC ont reçu chacune 1,8 mg de cyperméthrine et 0,4 mg d'acétamipride. Les traitements ont été assignés au hasard dans les parcelles. Pour rester conforme au nombre d'applications d'insecticides en milieu réel, quatre applications consécutives d'insecticides sur les mêmes parcelles ont été réalisées, deux applications étant séparées d'une semaine. Avant et après chaque application, les parcelles sont humidifiées d'eau pour permettre l'infiltration du produit dans le sol. De plus, avant chaque application les observations sont faites pour isoler les chrysalides mortes issues d'application précédente, tandis que les vivantes sont enterrées à nouveau sur leur parcelle d'origine pour subir la prochaine application d'insecticides.

Tableau 2 : Schéma du dispositif expérimental

N° de la parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insecticide	T	R	T	C	R	C	C	C	T	R	T	R

*Présenté
le schéma
du dispositif*

NB : T = Témoin ; R= insecticide Rocky 386 EC ; C = insecticide Conquest C 176 EC

2.2.5. Les paramètres mesurés

Les paramètres mesurés ont été le taux de survie et de mortalité des chrysalides après chaque traitement insecticide. La détermination des chrysalides vivantes ou mortes se fait par pincement de celles-ci ou par observation directe si celles-ci présentent des symptômes de mortalité. Si la chrysalide est vivante, elle se remue sous l'effet de pincement. Par contre, si elle est morte, aucun mouvement n'est observé sous l'effet du pincement. Les symptômes d'attaques parasitaires se caractérisent soit par la présence des pores de sortie des parasites, soit par les signes de pourriture ou même la chrysalide reste couverte par des moisissures.

parfois

2.2.6. Analyse des données

Les données recueillies ont été saisies à l'aide du Logiciel EXCEL. Les données (taux moyen de survie), ont été transformées selon les recommandations de Gomez et Gomez (1984) avant l'analyse de variance qui a été effectuée avec le logiciel Statview SAS 4.0. Ainsi, la transformation suivante $x^{1/2}$ a été opérée pour le taux de survie. La comparaison des moyennes a été réalisée grâce au test de Student Newman-Keuls dont le test était significatif au seuil de 5 % au moins.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Les enquêtes en milieu paysan

3.1.1. Résultats

Le questionnaire soumis aux producteurs de Torem (Pô) a permis de mettre à jour les résultats suivants :

- **Les cultures pratiquées et leur succession culturale**

Les principales cultures des producteurs de Torem sont : le maïs, le sorgho, le coton, l'arachide et le niébé. Leur rotation se fait de la façon suivante : arachide-coton-sorgho ou arachide-coton-maïs.

Les dates de labour et de semis de ces cultures se situent entre fin mai et début juin.

- **Circuit d'approvisionnement et lieux de stockage**

En principe, ce sont les sociétés cotonnières exploitantes qui, dans leurs zones d'intervention, mettent à la disposition des producteurs les intrants chimiques et minéraux à travers les Groupements de Producteurs de Coton. Ainsi, les producteurs enquêtés ont déclaré se procurer habituellement les intrants chimiques à Faso Coton de Pô. Cependant, il n'était pas rare que des producteurs fassent recours à d'autres sources en cas de pénurie et surtout suite à des prix élevés des pesticides proposés par Faso Coton. Les autres sites d'approvisionnement sont constitués des marchés locaux (Pô et ses villages environnants) et les pays voisins notamment le Ghana. Une fois les produits achetés, ils peuvent être stockés dans plusieurs endroits. La majorité des producteurs enquêtés ont rapporté que les produits sont stockés dans des cases construites dans les champs de brousse. Mais lors de prélèvements des chrysalides dans les champs de coton et de maïs, nous avons pu observer des insecticides (Fanga 500EC) enterrés dans le sol, sous les pieds de karité. Selon le producteur, c'est une autre possibilité de garder les produits à l'abri des enfants.

- **Les pesticides utilisés**

La plupart des producteurs interviewés n'utilisent que des insecticides et seul le coton est traité. Ces insecticides fournis par Faso Coton de Pô sont des insecticides de type EC. Il s'agit de Fanga 500EC composé de Profénofos, de Rocky 386EC composé d'Andosulfan et de la cyperméthrine et enfin du Conquest C176EC composé de Cyperméthrine et d'acétamipride.

Certaines informations sur l'utilisation de ces produits ont été complétées par le responsable de Faso Coton de Pô.

Ainsi, le Fanga 500EC est utilisé le 30^e et le 44^e jours après la levée, contre les chenilles phyllophages et carpophages du cotonnier en particulier *Helicoverpa*. Sa dose est de 1l/ha. S'agissant de Rocky 386EC, il est utilisé contre les larves des Lépidoptères et contre les carpophages. Sa dose est également de 1l/ha. Selon le responsable de Faso Coton, le nombre de traitements avec ce produit est fonction de l'importance des ravageurs. Ainsi, le traitement est effectué à chaque fois que l'on trouve au moins trois ravageurs sur le long de la diagonale du champ. Quant au Conquest C88, il est autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens du cotonnier. Sa dose est de 0,5l/ha. Le traitement est fonction du nombre de plants attaqués. Si au moins huit plants sont attaqués, le traitement doit être effectué.

- **La connaissance des ravageurs du cotonnier**

La connaissance par les producteurs du complexe parasitaire du cotonnier est partielle et cela pour faute de formation. Seuls les ravageurs occasionnant les plus grosses pertes et ceux dont les dégâts sont facilement repérables au champ sont identifiés.

- **Date d'application du premier traitement**

La recommandation technique de la date du premier traitement est exprimée en nombre de jours après la levée (45^e jour après semis). Etant donné qu'il est difficile pour eux de mémoriser la date de semis ou de levée, la plupart des producteurs, préfèrent se fixer des repères visuels. Ces repères visuels sont entre autres : l'apparition des boutons floraux, l'apparition des fleurs ou une manifestation des ravageurs. Ce qui fait que les traitements peuvent s'effectuer avant la date de recommandation dans la plupart des cas.

- **L'écartement entre passages au cours du traitement**

Selon les producteurs, le nombre de lignes entre passages pendant le traitement est fonction du stade de développement du cotonnier et de la manifestation des ravageurs. Leur opinion est qu'un cotonnier ayant atteint un stade de développement avancé et présentant un volume végétatif important nécessite une meilleure protection et donc une dose d'insecticide plus élevée qu'un cotonnier en début de son cycle de développement. Ainsi, en début de période de protection, l'écartement choisi reste conforme à la recommandation (6 lignes avec les appareils à pile et 2 lignes avec les appareils à dos), mais par la suite, l'objectif visé étant l'augmentation de la dose, le producteur resserre ses passages en diminuant l'écartement. Il en est de même s'il y a une manifestation importante des ravageurs.

- **Dosage et dilution des insecticides utilisés**

Selon les enquêtés, avec les appareils à piles, la quantité d'eau nécessaire à la dilution des produits varie entre 4,5 litres et 5 litres. Avec le pulvérisateur à dos, la quantité d'eau nécessaire à la dilution oscille entre 14,5 et 20 litres. La variation du dosage est liée au degré d'infestation des ravageurs ou à la rareté des insecticides.

- **La fréquence des traitements**

L'intervalle de traitement oscille entre 14 et 15 jours. Mais chez la plupart des producteurs, ce délai n'est pas respecté. En effet, en cas de forte pression parasitaire, il effectuera le traitement suivant plus tôt que prévu. De même, si une pluie survient immédiatement après le traitement et que le produit est lessivé, il recommence le traitement ou il rapproche le traitement suivant.

- **L'arrêt de traitement**

Chez la plupart des producteurs, l'arrêt de traitement est conditionné souvent par l'ouverture des capsules. Selon eux, passer entre les rangs de coton pendant que les capsules sont ouvertes provoque les chutes de capsules. Un autre élément qui détermine l'arrêt de traitement est l'insuffisance en insecticides.

- **Lieux de nettoyage du matériel de pulvérisation**

Selon les enquêtés, les lieux de lavage du matériel (pulvérisateur et autres instruments) sont les points d'eau retrouvés auprès des champs ou la maison.

- **Gestion des emballages des pesticides**

Après les traitements phytosanitaires, les boîtes vides sont diversement utilisées. En effet, certains producteurs disent qu'elles sont souvent remployées pour l'achat du pétrole, la conservation des semences etc. Dans ce cas, elles sont bien nettoyées à l'eau, au savon et au citron. Par contre, d'autres déclarent qu'ils les jettent dans la nature après usage. C'est ce que nous avons également constaté lors des prélèvements des chrysalides de *C. butyrospermi* dans les zones non cultivées voisines des champs de coton.

- **Effet des insecticides sur les insectes non cibles**

En ce qui concerne l'effet des pesticides sur les insectes non cibles en particulier sur les chenilles de *C. butyrospermi*, les producteurs disent qu'ils constatent effectivement la mort de ces insectes surtout le lendemain du traitement et parfois même quelques heures après le traitement quand il fait chaud. Ces informations ont été confirmées par nos propres observations de terrain sur les champs de coton au lendemain des traitements.

3.1.2. Discussion

Les résultats obtenus grâce à l'enquête montrent qu'il y'a une imprécision dans le dosage des produits et que la connaissance des cotonculteurs sur les ravageurs du coton est partielle. De plus, les nombres de traitements avec le même produit, ne sont pas respectés. Ainsi, le Fanga 500EC qui ne doit être utilisé que deux fois et avant le 15 août afin d'éviter une quelconque résistance des ravageurs est utilisé au-delà de la date limite de traitement car jusqu'en septembre, c'était le même produit qui était utilisé par les producteurs. Cet insecticide étant non sélectif, cela pourrait avoir pour conséquence une augmentation accrue du nombre de victimes d'insectes non cibles. Aussi, les périodes de traitement au Rocky 386EC et au Conquest C176EC restent méconnues par les producteurs car elles dépendent respectivement du nombre de ravageurs ou du nombre de plantes attaquées. La non maîtrise de ces techniques par la majorité des producteurs peut conduire à effectuer les traitements avant ou après le seuil d'intervention et dans ces conditions, seul les insectes non cibles seront victimes.

Outre les insectes non cibles, les animaux sauvages et domestiques qui pâturent et s'abreuvent aux abords des champs traités sont véritablement exposés aux pesticides car le nettoyage du matériel de traitement se fait dans les mêmes points d'eau que ceux abreuvé par des animaux domestiques. De plus les emballages étant souvent jetés dans la nature, les restes du contenu des produits peuvent se retrouver dans les points d'eau par suite de ruissellement.

3.2. Densité de chrysalides autour des arbres

3.2.1. Résultats

Les figures 1 et 2 présentent la densité de chrysalides et de pieds de karité défoliés par les chenilles dans les deux sites d'étude de Torem (Pô). Aucune différence significative n'a été observée quant à la densité de chrysalides vivantes ou mortes entre les différentes parcelles dans les deux sites (tableaux 3 et 4).

Sur le premier site, la densité des pieds défoliés a été presque la même pour l'ensemble des parcelles (figure 1). Quant à la densité de chrysalides (tableau 3), elle est plus élevée dans le champ de maïs ($M = 57,7$), ensuite dans le champ de coton ($M = 31,8$) et enfin dans la zone non cultivée ($M = 28,8$). Par ailleurs, la comparaison de la densité des chrysalides vivantes montre que c'est dans le champ de maïs que la plus grande moyenne a été observée ($M = 44,900$), ensuite dans la zone non cultivée ($M = 23.100$) et enfin dans le champ de coton ($M = 20,10$).

Sur le second site (figure 2), la densité de pieds de karité défoliés a été plus importante dans la zone non cultivée, ensuite dans le champ de coton et enfin dans le champ de sorgho. En ce qui concerne la densité de chrysalides (tableau 4), elle a été plus élevée dans le champ de sorgho ($M = 98,9$), puis dans le champ de coton ($M = 81,5$) et enfin dans la zone non cultivée ($M = 46,5$). Quant à la densité de chrysalides vivantes, elle a été plus élevée dans le champ de sorgho ($M = 77,00$) suivi du champ de coton ($M = 63,00$) et enfin dans la zone non cultivée ($M = 37,400$).

Sur l'ensemble des deux sites (tableaux 3 et 4), la mortalité des chrysalides a été plus importante dans les champs de céréales avec une moyenne de 12,8 pour le champ de maïs (tableau 3) et de 21,9 pour le champ de sorgho (tableau 4), ensuite dans les champs de coton dont la moyenne a été de 11,7 dans le premier site (tableau 3) et de 18,5 dans le second site (tableau 4) et enfin dans les zones non cultivées où on a enregistré une moyenne de 5,7 dans le premier site (tableau 3) et de 9,1 dans le second site (tableau 4).

Tableau 3 : Analyse de la densité des chrysalides dans le 1^{er} site

Parcelles	Chrysalides vivantes	Chrysalides mortes
Zone non cultivée	23,1a	5,7a
Champ de coton	20,1a	11,7a
Champ de maïs	44,9a	12,8a
ddl	2	2
Probabilité	0,049	0,098
Signification	NS	NS

Complet.

Changé les

Tableau 4 : Analyse de la densité des chrysalides dans le 2^{ème} site

Parcelles	Chrysalides vivantes	Chrysalides mortes
Zone non cultivée	37,4a	9,1a
Champ de coton	63a	18,5a
Champ de sorgho	77a	21,9a
ddl	2	2
Probabilité	0,246	0,200
Signification	NS	NS

NB : - NS = non significatif ;

- la différence n'est pas significative entre les valeurs affectées par une même lettre dans une même colonne au seuil de probabilité spécifiée 5 %.

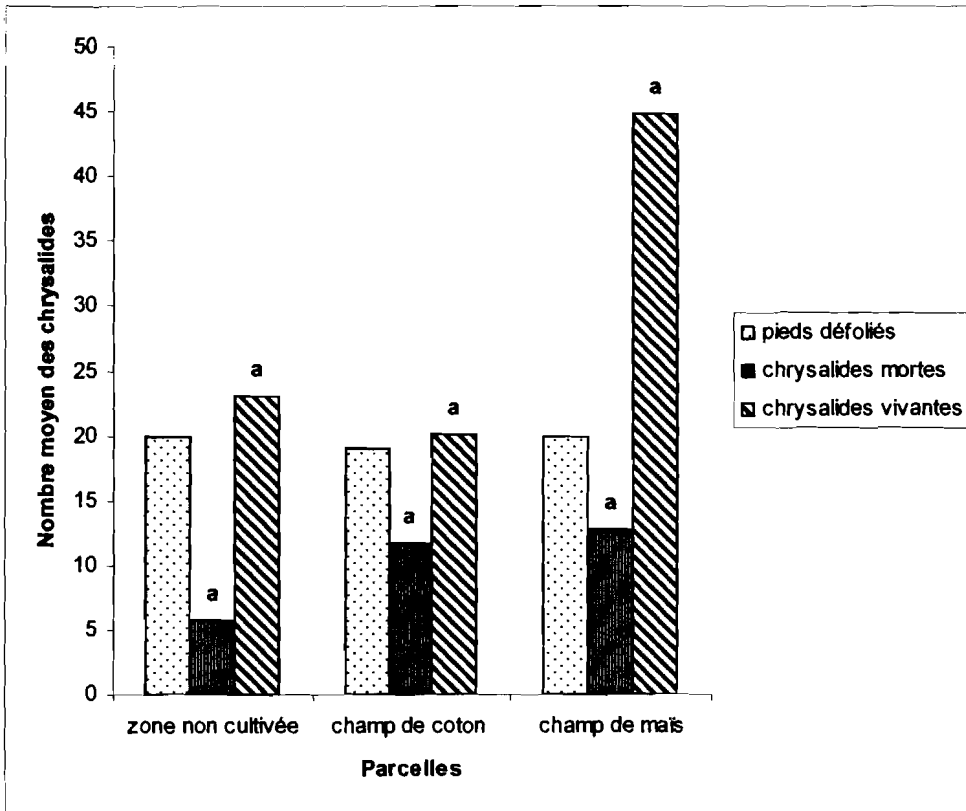


Figure 1 : densité de présence des chrysalides dans le 1^{er} site

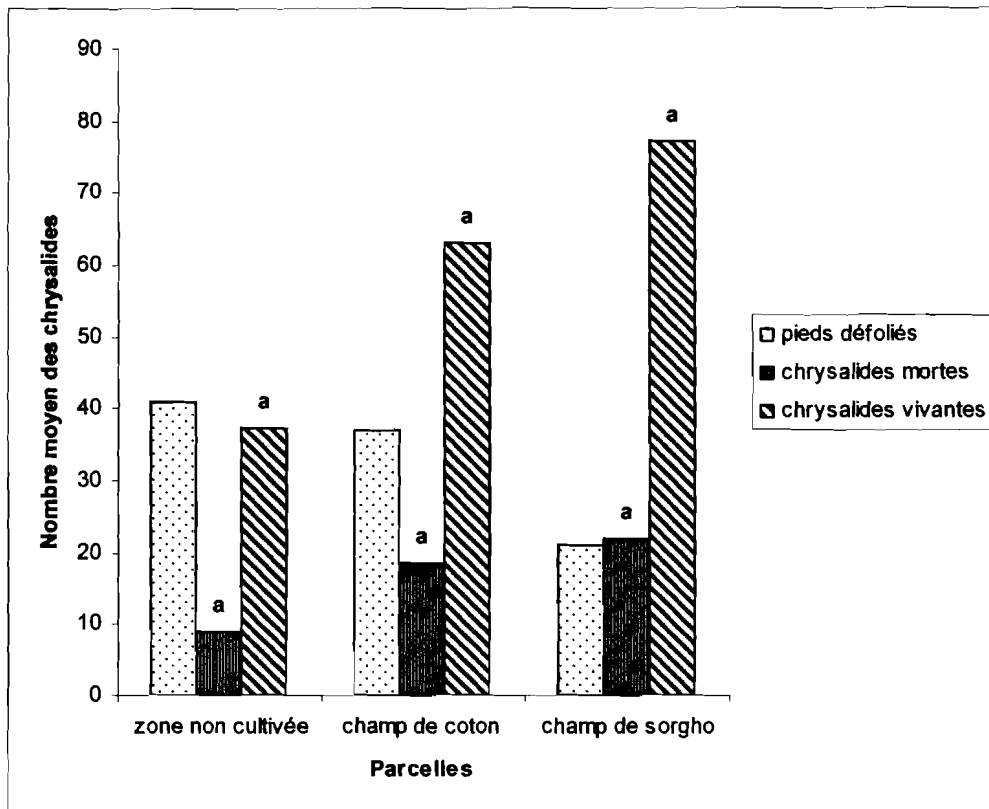


Figure 2 : densité de présence des chrysalides dans le 2^e site.

3.2.2. Discussion

Les résultats des figures 1 et 2 montrent des différences de densité de chrysalides entre les parcelles avec une prédominance dans les champs de céréales (maïs ou sorgho) et de coton. Cette prédominance serait due à l'effet de labour. En effet, à la faveur du labour, le sol remué facilite la nymphose. Bachelier (1978) rapporte qu'un sol très compact, à faible porosité s'oppose à la migration verticale d'animaux sensibles au degré de température et d'humidité et en interdit ainsi l'existence. Pearson et Maxwell (1958), eux indiquent que la pénétration des larves de *Diparopsis*, une noctuelle du cotonnier, dans le sol est fonction de la nature, de la structure et de la teneur en eau de celui-ci. Une étude similaire sur la densité des chrysalides de *C. butyrospermi* menée par Ouedraogo (1993) indique que la densité des chrysalides est plus élevée dans les zones cultivées que celles non cultivées et que si le sol est humidifié et perméable, la pénétration des larves de *C. butyrospermi* se fait rapidement (1 à 2 mm). Par contre, si le sol n'est pas perméable, on constate une errance prolongée de la larve L5 de *C. butyrospermi*. On en déduit que la faiblesse de la densité des chrysalides dans les zones non cultivées serait due à la compacité de leur sol.

La faible densité des chrysalides dans les champs de coton comparativement aux champs de céréales (champs de sorgho et de maïs) serait due à l'action anthropique (effet du buttage). En effet, étant donné que la chrysalide se trouve souvent à une profondeur moindre, l'homme au cours du buttage tue certaines chrysalides et ramène d'autres à la surface du sol qui deviennent les proies des oiseaux et des fourmis. Ainsi, Bijlmakers et Verboekds (1995) dans guide de défense des cultures au Tchad, ont montré que le buttage permet de lutter contre les chrysalides souterraines des ravageurs en les exposant à la chaleur du soleil et aux prédateurs (oiseaux insectivores, fourmis, carabidés etc..).

De plus, la relative faiblesse de la densité des chrysalides dans les champs de coton pourrait se justifier également par l'effet des insecticides utilisés entraînant une réduction de la population larvaire de *C. butyrospermi* et ricochât, une baisse de la densité des chrysalides dans ces champs.

Au regard de ce qui précède, le plus grand taux de mortalité des chrysalides dans les zones cultivées comparativement aux zones non cultivées serait lié à l'action anthropique. En effet, suite à l'effet de labour, les sols se trouvent souvent inondés favorisant ainsi le développement des moisissures. L'importance de la densité des chrysalides du second site par rapport au premier site serait liée à l'état du sol d'une part et à l'action anthropique d'autre part. En effet, le premier site est constitué d'un sol en majorité gravillonnaire

tandis que le second est constitué d'un sol limoneux-sableux. De plus, le premier site étant plus proche de la ville de Pô, nos enquêtes ont montré que cette zone constitue une zone d'importante récolte des larves de *C. butyrospermi* par les autochtones et les allochtones qui en consomment. Ainsi, en ramassant les larves, la population contribue à réduire l'abondance des chrysalides sur ce site.

3.3. Ennemis naturels intervenant dans la mortalité des chrysalides

L'étude de la densité des chrysalides au pied des arbres et de l'effet des insecticides sur les chrysalides nous a permis de constater que les chrysalides de *C. butyrospermi* meurent également suite à des inondations du sol par les pluies ou suite à l'attaque parasitaire par un chalcidien : *Hockeria crassa* BONCEK (1974) *chalcididae Haltichellinae, Haltichellini* (Ouédraogo, 1993). C'est ce que nous avons constaté dans la région de Pô et de Kombissiri lors de nos observations.

Ainsi, les chrysalides mortes récoltées ont présenté soit des signes de pourriture ou couvertes de moisissures, soit criblées de pores de sortie et complètement vidées de leur contenu (**photo 1 et 2**). Celles qui n'ont présenté aucun signe visible mais mortes ont été gardées dans le but de voir si elles étaient parasitées.

Au bout de deux semaines, ces chrysalides conservées dans des boîtes ont libéré leurs premiers parasitoïdes et sont criblées de pores de sortie et complètement vidées de leur contenu après avoir libéré tous les parasitoïdes (**photo 3**). C'est ce qui nous a permis de confirmer que les chrysalides perforées ont été attaquées par les parasitoïdes. On a dénombré au moins 91 à 115 parasitoïdes par chrysalide. Le nombre de pores de sortie varie entre 1 à 5 par chrysalide. La chrysalide se trouvant souvent à une profondeur de 10 cm environ dans le sol, on pourrait penser que l'attaque de celle-ci par les parasitoïdes a lieu au moment de la nymphose de la larve L5, l'oviscape de la parasitoïde ne pouvant pas atteindre la chrysalide se trouvant à une profondeur de 10 cm dans le sol.

La libération des parasitoïdes (*Hockeria crassa*) par les chrysalides mortes gardées nous a amené à conclure que l'éclosion et la pupaison des larves des parasitoïdes ont eu lieu à l'intérieur de la chrysalide. Ces larves se nourrissent alors de tissus de la chrysalide en vidant celle-ci de tout son contenu avant l'émergence des imagos.

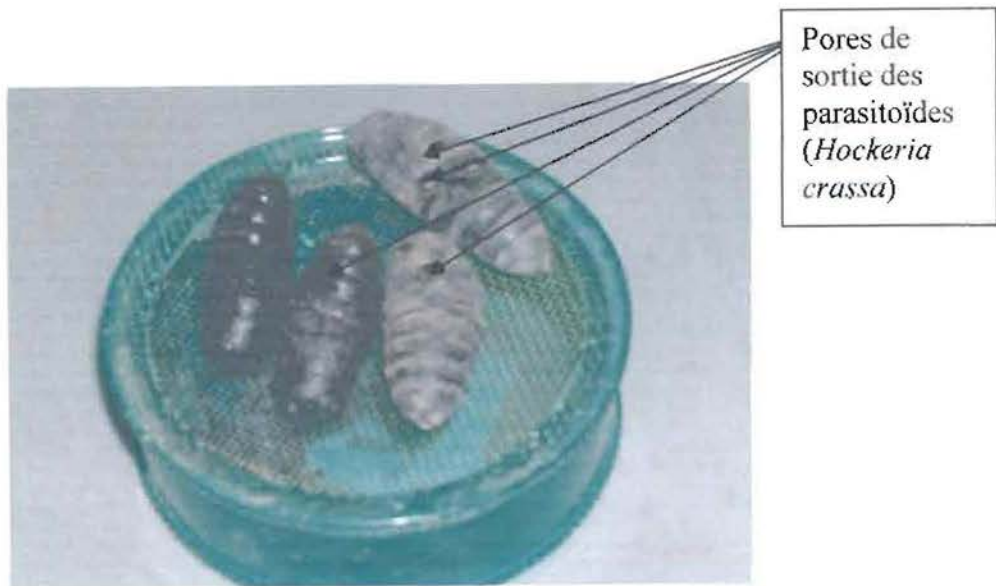


Photo 1 : Chrysalides présentant des attaques parasitaires



Photo 2 : Chrysalides attaquées par des moisissures

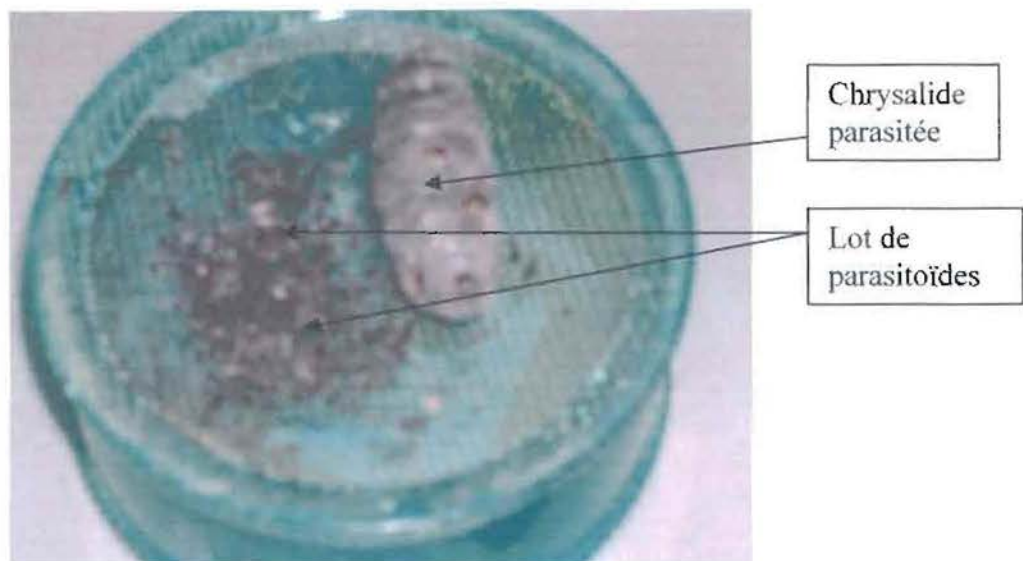


Photo 3 : Parasitoïdes (*Hockeria crassa* BONCEK) + chrysalide perforée

3.4 Evaluation d'insectes morts après traitement des champs de coton

3.4.1. Résultats

Le nombre d'insectes ou d'autres organismes non cibles morts au cours des traitements des champs cotonniers dans les deux sites de Torem a été déterminé le lendemain des traitements des champs. L'insecticide utilisé par les cotonculteurs à cette période est le Fanga 500EC.

Les résultats (tableau 5) de comptage des organismes morts après le traitement montrent que l'insecticide a eu plus d'effet sur les organismes dans le premier site (77 morts) que dans le second site (69 morts).

Tableau 5 : Liste des insectes morts après traitement

	1 ^{er} site	2 ^e site
Organismes morts	Nombre	Nombre
<i>Lumbricus terrestris</i>	16	7
<i>Formicidae</i>	23	21
<i>Anomara sp</i>	7	8
<i>Melanotus comunis</i>	11	11
<i>Polybaphes Pensylvanicus</i>	5	11
<i>Pyrgomorpha Vignandi</i>	10	4
<i>Dysdercusphonoctonus</i>	5	7
Total	77	69

3.4.2. Discussion

Les résultats du tableau 5 nous montrent que les insecticides cotonniers ont effectivement un effet sur les organismes non cibles. Nos résultats sont semblables à ceux rapportés par PAN UK in Parmentier 2006 où une enquête en 2001 a révélé que les cotonculteurs du village de Kpabo au Bénin ont observé la mort de plusieurs animaux comme les vers de terre, de serpents, de crapauds, d'abeilles ou encore de rats et autres rongeurs après épandage de pesticides dans les champs de coton. Aussi, Balança et Visscher (1994) ont constaté la mort

de nombreux insectes non cibles dont les fourmis dans les zones traitées avec le malathion lors de la lutte antiacridienne en 1992 à Kouda (Burkina Faso).

L'importante mortalité des organismes sur le premier site pourrait s'expliquer par une faiblesse de sa couverture végétale exposant davantage les petits animaux qui y vivent. Par ailleurs, cette importance pourrait être dû à un surdosage d'insecticide sur ce site. Pour Balança et Visscher (1994) et FAO (1986), la dose d'insecticide réellement épanchée apparaît comme le facteur dominant pour expliquer la gravité de l'impact d'un traitement sur les arthropodes non cibles tant au niveau des effets immédiats que de la récupération des populations de faune non cible. Ainsi, la différence de mortalité entre les deux sites pourrait être due soit à l'état du pulvérisateur, soit au niveau de technicité du pulvérisateur ou à la période d'application. Il est important de noter que le premier champ de coton (premier site) a été traité dans la soirée aux environs de 17 h et le second site la matinée aux environs de 8 h. Et comme la plupart des organismes étant plus actifs dans la soirée, cela pourrait constituer la cause de leur mortalité plus élevée dans le premier site que dans le second site. Enfin, une autre raison pouvant expliquer cette différence de mortalité est que si l'insecticide a eu plus d'effet sur ces organismes dans le premier site que dans le second site, cela voudrait dire que ces organismes étaient plus abondants dans le 1^{er} site. En conclusion, plusieurs raisons peuvent expliquer la différence de mortalité des organismes non cibles entre les deux sites. C'est ce que font remarquer Balança et Visscher (1994) en montrant que l'impact des insecticides sur les arthropodes non cibles varie beaucoup en fonction de la nature du produit, de la dose utilisée, de la date de traitement, du taxon considéré et des milieux concernés.

3.5 Effet des insecticides sur les chrysalides

3.5.1 Résultats

3.5.1.1. Résultats obtenus au champ

La figure 3 présente le nombre moyen de chrysalides mortes de *C. butyrospermi* au champ en fonction des insecticides (Rocky 386 EC et le Conquest C176 EC). Le Rocky a induit une mortalité plus importante (12 chrysalides mortes). Aucune différence n'a été observée entre le Conquest (2 chrysalides mortes) et le témoin (2 chrysalides mortes également).

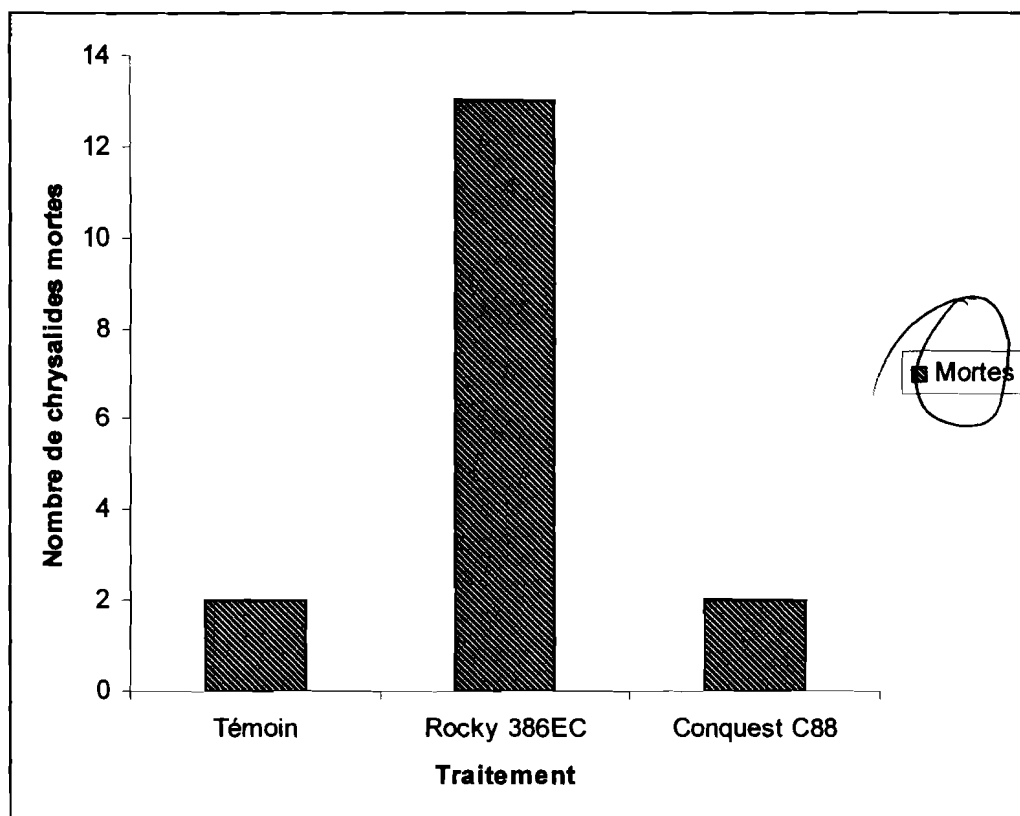


Figure 3: effet des pesticides sur les chrysalides au champ

3.5.1.2. Résultats obtenus au laboratoire (sous serre)

Les taux moyens de survie des chrysalides au cours des différentes dates d'observation ont été représentés par la figure 4. D'une manière générale, on a noté une diminution progressive du taux de survie des chrysalides au niveau des deux types d'insecticides (R et C) comparativement au témoin où aucune mortalité n'a été observée durant toutes les séries d'observation (figure 4). Ainsi, le Rocky (R) a induit une mortalité plus importante comparativement au témoin. Le Conquest (C) a causé une mortalité également plus grande que celle enregistrée par le témoin, mais moins importante que celle induite par le Rocky. L'analyse de la variance du taux de survie des chrysalides de *C. butyrospermi* a montré des différences significatives entre les traitements dans toutes les séries d'observation (7^e, 14^e, 21^e et 28^e jours après traitement (tableau 6). Au 7^e jour après la première application d'insecticide, la mortalité des chrysalides atteint 5 % et 4 % respectivement au Rocky 386 EC et au Conquest C176 EC (tableau 6). Pendant que la densité de chrysalides vivantes reste relativement stable (96 %) avec le Conquest après la 2^e et la 3^e application (14^e et 21^e jour) (figure 4), on a observé avec R une mortalité relative atteignant 9 % à la 2^e observation (14^e jour) c'est-à-dire une semaine après la 2^e application, puis 11 % au 21^e jour c'est-à-dire après la 3^e application pour atteindre enfin 13 % au 28^e jour (une semaine après la 4^e application d'insecticide). Egalement après cette dernière application d'insecticide, on a observé un petit effet du produit Conquest qui s'est traduit par un passage du taux de mortalité de 4 % à 5 % (figure 4).

Tableau 6 : Evolution du taux moyen de survie des chrysalides en fonction de la date d'observation

Traitement	Nombre de jours après traitement			
	7	14	21	28
T	5,000 $\mathbf{a} \pm 0,000$ (100,00)	5,000 $\mathbf{a} \pm 0,000$ (1,000)	5,000 $\mathbf{a} \pm 0,000$ (100,00)	5,000 $\mathbf{a} \pm 0,000$ (100,00)
R	4,846 $\mathbf{b} \pm 0,067$ (94,00)	4,769 $\mathbf{b} \pm 0,66$ (91,00)	4,716 $\mathbf{b} \pm 0,51$ (89,00)	4,660 $\mathbf{b} \pm 0,103$ (87,00)
C	4,899 $\mathbf{ab} \pm 0,042$ (96,00)	4,899 $\mathbf{ab} \pm 0,042$ (96,00)	4,899 $\mathbf{a} \pm 0,042$ 96,00)	4,873 $\mathbf{a} \pm 0,049$ (95,00)
ddl	2	2	2	2
Probabilité	0,1024	0,174	0,0016	0,0162
Signification	S	S	S	S

NB : - T = Témoin ; R= insecticide Rocky 386 EC ; C = insecticide Conquest C 176 EC

- Les résultats sont les moyennes de 4 répétitions ;
- S = Significatif ;
- La différence n'est pas significative entre les valeurs affectées par une même lettre dans une même colonne au seuil de probabilité spécifiée 5 %
- Les valeurs entre parenthèse ne sont pas transformées ;
- Du 7^e au 28^e jour, les transformations X1/2 suivant les recommandations de Gomez (1984) ont été opérées.

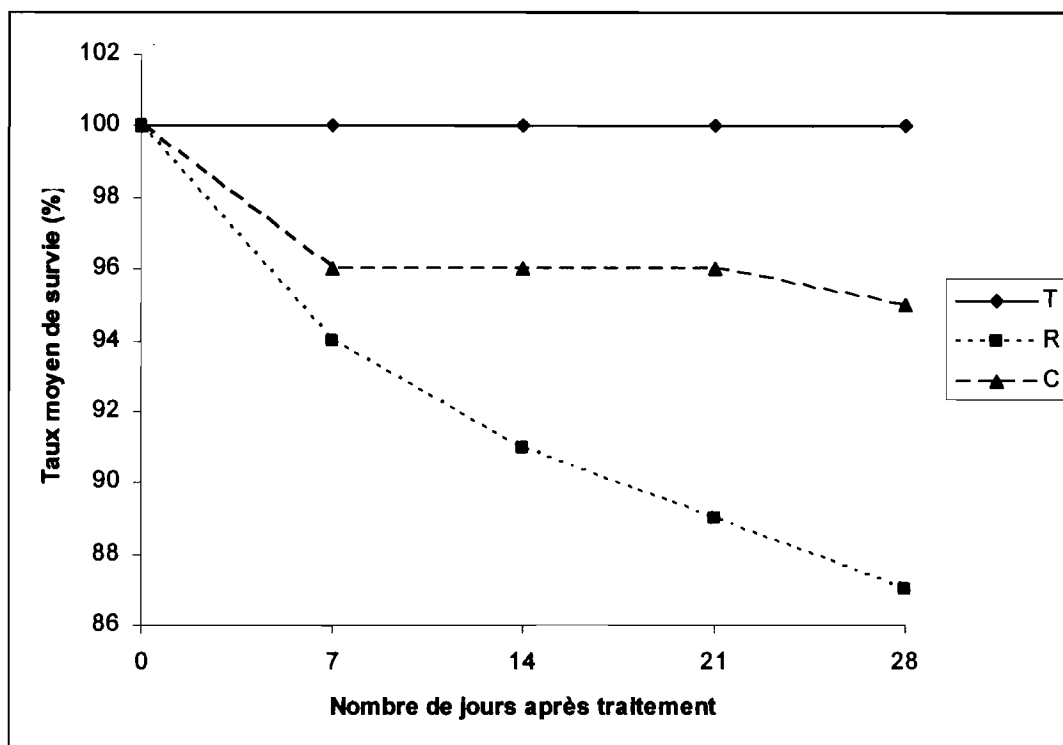


Figure 4 : Effets des pesticides sur les chrysalides au laboratoire (sous serre).

T = Témoin ; R= insecticide Rocky 386 EC ; C = insecticide Conquest C 176 EC

3.5.2 Discussion

Les résultats obtenus au champ et au laboratoire (sous serre), nous montrent que les insecticides ont un effet sur les chrysalides. Le taux de survie étant resté constant au niveau du témoin (T) à une valeur de 100% (figure 5), nous amène à dire que la mortalité des chrysalides au niveau de Rocky (R) et du Conquest (C) serait effectivement liée à l'effet de ces insecticides.

Nos parcelles ayant eu les mêmes mesures (10 m²) au champ, si on suppose qu'au départ nous avons une densité homogène de chrysalides dans les différentes parcelles traitées, les résultats obtenus au champ nous montrent que le Rocky a eu plus d'effet sur les chrysalides (12 mortes) que le Conquest (2 mortes) comparativement au témoin (2 mortes). Ces résultats confirment ceux obtenus sous serre au laboratoire. A ce niveau également, on a constaté que le Rocky a eu plus d'effet sur la vie des chrysalides que le Conquest (figure 4).

Le plus faible taux de mortalité observé avec le Conquest C176 EC au champ comme au laboratoire (sous serre) contrairement au Rocky 386 EC pourrait s'expliquer par la nature de sa matière active principale (cyperméthrine). En effet, la cyperméthrine fait partie de la

famille des pyrethrinoïdes qui sont des pesticides classés moins persistant dans les sols (Fournier, 1988 ; PAN et CTA, 1993) (mais peuvent avoir un effet immédiat très élevé).

En revanche, l'effet élevé de Rocky sur les chrysalides pourrait s'expliquer par deux raisons principales. D'abord, sa matière active principale (endosulfan) fait partie des organochlorés qui sont reconnus ^{par} leur persistance dans les sols (Fournier, 1988 ; PAN et CTA, 1993). De plus, l'endosulfan est reconnu comme l'insecticide ayant plus d'effet sur les organismes non cibles (Meenen et Haskoning, 2001).

Dans l'ensemble, le plus grand taux de mortalité (5 %) a été observé après la première application d'insecticides. Ce taux de mortalité (5 %) montre que beaucoup de chrysalides étaient plus sensibles aux insecticides. La chute du taux de survie après la 4^e application au Conquest serait la conséquence de l'effet conjugué des résidus d'insecticide issus d'applications antérieures et toujours présents dans le sol (effet de rémanence).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude que nous avons suivie, vise à évaluer l'effet des pesticides cotonniers sur les chrysalides de *Cirina butyrospermi* et sur d'autres organismes non cibles dans la zone cotonnière de Pô.

Le présent travail nous a permis non seulement de voir l'effet des pesticides sur les organismes non cibles mais aussi de cerner le niveau de connaissance d'une partie des cotonculteurs de Pô en matière d'utilisation des pesticides et sur la connaissance des ravageurs de coton. Une évaluation de la densité de chrysalides de *C. butyrospermi* dans cette même région a été aussi réalisée.

D'une manière générale, il ressort de cette étude que la connaissance des producteurs sur les principaux ravageurs du coton ainsi que sur l'utilisation rationnelle des insecticides reste insuffisante. En ce qui concerne l'effet des insecticides sur les organismes non cibles, les résultats sont conformes à ceux rapportés par plusieurs auteurs. En effet, au lendemain des traitements du coton, plusieurs organismes non cibles ont été retrouvés morts dans ces champs.

Quant à la densité des chrysalides, elle a été plus élevée dans les champs de céréales ($M = 156,6$), ensuite dans les champs de coton ($M = 113,3$) et enfin dans les zones non cultivées ($M = 75,3$) des deux sites de Torem (Pô). Mais sur l'ensemble des deux sites, la mortalité des chrysalides due aux ennemis naturels (*Hockeria crassa* et par les moisissures) a été plus importante dans les champs de céréales ($M = 12,8$ pour le champ de maïs et $M = 21,9$ pour le champ de sorgho), ensuite dans les champs de coton ($M = 11,7$ dans le 1^{er} site et $M = 18,5$ dans le 2nd site) et enfin dans les zones non cultivées ($M = 5,7$ dans le 1^{er} site et $M = 9,1$ dans le 2nd site).

L'étude de l'effet des insecticides (Rocky 386 EC et le Conquest C 176 EC) sur les chrysalides de *C. butyrospermi* au champ et au laboratoire (sous serre) a révélé que ces insecticides ont un effet sur celles-ci avec un taux de mortalité plus élevé au Rocky qu'au Conquest. Mais dans l'ensemble, le taux de mortalité a été plus faible quelque soit l'insecticide utilisé (moins de 5 % après chaque application d'insecticides). Il est important de révéler qu'outre l'effet écran de la végétation, le sol et le cocon de la chrysalide ont constitué un écran expliquant en partie la faiblesse de ce taux de mortalité.

L'étude de la densité des chrysalides nous a permis de remarquer que les ennemis naturels notamment les parasitoïdes (*Hockeria crassa*) constituent un facteur important de la réduction des chrysalides.

Au regard de ces résultats et de l'importance de certains organismes non cibles telle que la chenille de karité, la culture du coton ou plus exactement l'utilisation des pesticides doit être effectués dans le strict respect de la préservation de la biodiversité de certaines espèces qui jouent également un rôle important dans l'équilibre écologique et dans l'amélioration des conditions de vie des populations. Pour arriver à cette utilisation raisonnable des pesticides, nous jugeons qu'il serait primordial de renforcer les connaissances des cotonculteurs en matière d'utilisation des pesticides.

Pour terminer, nous suggérons que les études suivantes soient entreprises sur la même espèce pendant les saisons à venir:

- Effet des pesticides cotonniers sur les larves de *C. butyrospermi* ;
- Effet de la rémanence des insecticides sur les chrysalides de *C. butyrospermi* en milieu réel ;
- Développement de stratégies de lutte minimisant les attaques de *Hockeria crassa* contre la chenille de karité (*C. butyrospermi*).

Toutes ces perspectives permettront d'asseoir un système de gestion intégrée afin de protéger *C. butyrospermi* qui joue un rôle important dans l'équilibre alimentaire et dans l'économie des populations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence G2 Conception et World Construction, 2001.** Plan Local de Développement (PLD) de la province du Nahouri. Tome I version provisoire, 41 p
- Bachelier G. 1978.** La faune des sols, son écologie et son action. Paris : ORSTOM, 391 p
- Balança G. et Visscher M-N., 1994.** Les effets sur les araignées et les insectes non cibles des traitements chimiques contre les criquets ravageurs : rapport annuel sur la deuxième campagne de relevés (Burkina Faso, juillet à novembre 1993). Document 494. CIRAD – GERDAT – PRIFAS : Montpellier (France) 61 p.
- Balança G. et Visscher M. N., 1996.** Les effets de très faibles doses de fipronil sur diverses espèces de sauteriaux obtenus par le CIRAD d- GERDAT – PRIFAS au Niger (Juillet à novembre 1995). Document 539, CIRAD – GERDAT – PRIFAS : Montpellier (France) 71 p.
- Bijilmakers, A. W. L., et Verhoek, B.A. ; 1995.** Guide de défense des cultures au Tchad : cultures vivrières et maraîchères, 414 p.
- Boussim M., 1995.** « Maladies et insectes nuisibles du karité » in le karité une richesse potentielle : perspective de recherche pour améliorer sa production, pp 18-20.
- Calvet R., Benoît P., Charmay M. P., Coquet Y., 2005.** Les pesticides dans le sol. Conséquences agronomiques et environnementales. Editions : France Agricole, 637 p.
- Castella J.C., 1996.** La production cotonnière en Thaïlande. Histoire et leçon d'une crise : in Agriculture et développement N°10 – juin 1996, revue trimestrielle ISSN 1249 – 9951. pp 18-35.
- Columa, 1977.** Les herbicides et le sol, ACTA, 143 p.
- Coulibaly K., 2006.** Contribution à l'étude des effets de l'endosulfan sur les paramètres biologiques de trois types de sol en zone cotonnière du Burkina Faso, mémoire d'ingénieur en agronomie. IDR, Université Polytechnique de Bobo (Burkina Faso), 52 p.

De wisscher M.N., Duraton J.F., Launois M., Garcia G., 1988. Effets directs et indirects, immédiats et différés de la lutte antiacridienne sur l'environnement : démarches préliminaires, 33 p.

FAO et PNUD 1999. Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. Textes et annexes, 37 p.

FAO, 1986. Directives pour la lutte intégrée contre les ennemis du cotonnier, 155 pages.

FAO, 1990. Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides (version amendée), 39 p.

FAO, 1995. Utilisation efficiente et sans risque des pesticides en Afrique. Rapport terminal, 19 p.

Fournier J., 1988. Chimie des pesticides, cultures et techniques, 347 p.

Gomez A.K., et Gomez A.A., 1984. Statistical procedures for agricultural research (2^{ème} édition). International Rice Research Institute, 680 p.

Greathead D.J., Waage J.K., Evans A.C., Van den Berg A., 1992. Principe et application de la lutte biologique in manuel de lutte biologique : 1er tome UNDP/FAO p 25-83.

Illa C., 2004. Etat de la contamination des sols et des eaux par les pesticides en zone cotonnière: la boucle du Mouhoun (Burkina Faso), mémoire de DESS ès science environnementale. Université de Ouagadougou (Burkina Faso). 54 p.

Komboudry N., 1984. Etude de l'importance du parasitisme et des associations de produits insecticides en culture cotonnière, mémoire d'ingénieur en agronomie. IDR, Université de Ouagadougou (Burkina Faso) 77 p.

Kumar R., 1991. La lutte contre les insectes ravageurs. Edition Karthala et CTA, 310 p.

Lagandre D., 2005. Le secteur cotonnier en zone franc entre succès et dépendance. AFD Jumbo rapport thématique, septembre 2005. 24 p.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (MECV), 1997. Code de l'environnement au Burkina Faso, 37 p.

Meenen V.P., & Haskoning R., 2001. L'impact des engrais et des pesticides sur les ressources en eaux au Burkina Faso. Version définitive. Ministère de l'environnement et de l'eau : DANIDA, 36 p.

Ministère de l'Agriculture (MA) ; Direction de Production des Végétaux ; Service de la Protection des Végétaux et du Contrôle Phytosanitaire, 2000. Rapport de présentation des textes législatifs et réglementaires sur le contrôle des pesticides au Burkina Faso.

Ministère de l'Agriculture du Mali, 2004. Plan de gestion des pesticides au Mali. E1190V₃ octobre 2004, 24 p.

Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MARA) & Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESSRS), 1995. Guide de gestion phytosanitaire des cultures du Burkina Faso. 1^{ère} édition, 112 p.

Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH), 2006. Plan de gestion des pestes et des pesticides. Rapport final E1300 V3 (Burkina Faso), 57p.

Ministère des Affaires Etrangère, 2002. Memento de l'Agronome, CIRAD GRET 1691 p.

Nash R.G., & Woolson C.A., 1967. Persistence of chlorinated hydrocarbons insecticides in soils. Science, 157 p.

Ntema K.P, 2000. « Produits forestiers alimentaires : utilisation, transformation, conservation et demande du marché » in Programme de ressources génétiques forestières en Afrique au sud du sahara. Compte rendu de la 1^{ère} réunion du réseau : 11-13 décembre 2000, CNSF Ouagadougou, BF, p 196- 205.

OMS, 1989. Guide pour le calcul prévisionnel des quantités de résidus de pesticides apportés par l'alimentation, 28 p.

OMS, 1994. Prévention des risques pour la santé lors de la préparation et de l'emballage pesticides, 80 p.

OMS, 1998. Ligne directrice pour lutter contre les intoxications, 115 p.

Ouedraogo M., 1987. Note d'information sur le papillon du karité, # *Cirina butyrospermi* # in « Recueil des communications présentées au séminaire national sur les essences forestières locales, tenu à Ouagadougou du 6 au 10 juillet 1987 », p 130-133.

Ouedraogo M., 1993. Quelques observations biologiques sur *Cirina butyrospermi* VUILLET (*Lepidoptera, Attacidea*) défoliateur du karité (*Butyrospermum paradoxum* GAERTN.F) au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle en Biologie Animale. Université Nationale de Côte d'Ivoire, 123 p.

P.A.N/ CTA, 1993. Pesticides et Agricultures tropicales: danger et alternatives. Pays-bas PAN-CTA, 281 p.

PAN / Africa, 2002. Rapport narratif 2002, 30 p.

Parmenttier S., 2006 : A la rencontre du coton. Actualisation du livre coton : Des vies sur le fil, 25 p.

Parry G., 1982. Le cotonnier et ses produits. Technique agricole et production tropicale, 502 p.

Pearson E.O & Maxilles.D (OBC), 1958. The insects pests of cotton in Tropical Africa. The Eastern press LTD. London, 355 p.

Poulsen G., 1982. Le bois n'est pas le seul produit tiré des forêts africaines in « Surveillance continue des forêts tropicales » Unasyuva n°137.

www.fao.org/docrep/p8250f/p8250f03.htm.

Rougeot P.C., 1962. Les Lépidoptères de l'Afrique Noire Occidentale. Fascicule 4. ATTACIDES (Saturniidés) Initiation Africaines. IFAN-Dakar, 354 p.

Schwartz, A., 1993. Brève histoire de la culture du coton au Burkina Faso in « découvert
Burkina. Tome I Paris Ouagadougou, Sepa ADDB » pp 207-237

Silvy C.G., 1989. Combattre les ravageurs des cultures: enjeux et perspectives. INRA, Paris,
230 p.

Tapsoba K.H., 2003. Evaluation de la pollution des eaux brutes de l'ONEA par les
pesticides, mémoire de DESS option technologie de l'environnement. Université de
Ouagadougou (Burkina Faso), 39 p.

The Pesticides Manual, 2000. The Pesticides Manual, British Crop protection council, editor
CDS. Tomlin, 12th edition united kingdom. p. ?

Toé M.A., 2003. Limites maximales de résidus de pesticides dans les produits agricoles
d'exportation dans 3 pays du CILSS. Etude du Burkina Faso « FAO/CILSS pour la gestion
des pesticides au sahel ». Rapports techniques, 56 p

Topan M.S., 2005. Contribution à l'étude de la dégradation des pesticides dans les sols au
BF, mémoire d'ingénieur en agronomie. IDR, Université Polytechnique de Bobo (Burkina
Faso 54 p.

Traoré M., 2006. « Intoxication alimentaire : deux morts dans la Comoé » ; in le pays
N°3653 (Burkina Faso) p 25.

UNESCO, 2004. Valorisation des produits forestiers entrant dans l'alimentation des
populations. Rapport final. p ?

RH1://WWW.Unesco.org/nob/bursaries/mysrept/2004/taita/rapport final1.doc.

Villiers A., 1957. Les Lépidoptères de l'Afrique noire française. Fascicule I, Introduction :
structure, mœurs, récoltes, conservation, classification, 841 p.

Wilma A., Koen B., Inge V.H., Marlen K., Harold V.V., 1989. Pesticides:composition,
utilisation et risques, CTA, 54 p.

Yaro Y., 2007. Modélisation de la pollution des nappes liées à l'utilisation des pesticides en zone cotonnière au Burkina Faso, journées scientifiques du et du forum du réseau CREPA 5 et 6 mars 2007, Ouagadougou, Burkina Faso, 4 p.

Zongo I. & Gatto G.S., 1994. Vous prendrez bien un petit ver ! in l'Afrique, côté cuisines
<http://www.sv.fr>, éd. Syros membres.lycos.fr natvidal/drole.htm

ANNEXES

Annexe1 : Fiche d'enquête

INVENTAIRE SUR L'UTILISATION DES PESTICIDES EN ZONE COTONNIERE

SITE.....CHAMP N°.....Date.....

IDENTIFICATION DU PRODUCTEUR

NOM ET PREMON.....

SEXE.....

AGE.....

SITUATION MATRIMONIALE.....

DUREE DE VOTRE ACTIVITE.....

Quelles activités exercez-vous sur votre champ ? et à quel moment de l'année ?

culture	Période dans l'année	Autre précisions

Pratiquez-vous ces mêmes activités chaque année ?.....

Si oui, donnez votre succession culturale.

.....
.....
.....

Depuis quand faites-vous du coton dans votre champ ?.....

En général, utilisez-vous de l'herbicide? (O/N).....

Quelle est la surface herbicidee cette année ?.....

Quels sont les différents herbicides utilisés pendant cette campagne ?.....

Quelle quantité avez-vous utilisé ?.....

Quelle est votre source d'approvisionnement ?.....

Quand l'herbicide coton est-il appliqué ?.....
 Quel est le type d'appareil utilisé ?.....
 Pouvez-vous nous donner une fourchette des doses appliquées sur le coton ?.....
 Diluez-vous le produit herbicide ? (O/N).....
 Si oui, avec quoi ?.....

Avez vous reçu une formation pour l'application ? (O/N).....
 Si oui, de qui ?.....

Quels types d'insecticide utilisez-vous contres les insectes nuisibles aux cultures et sur quelle culture ?

Culture	Insecticide (nom commercial)	Quantité achetée	Nombre de traitements par campagne

Quelle est votre source d'approvisionnement ?.....
 Quel est le type d'appareil utilisé ?.....
 Quand intervient votre premier traitement ?.....
 A quelles heures de la journée sont effectués les traitements ?.....
 Que faites-vous des bidons vides ?.....
 Avez vous reçu une formation pour l'application ? (O/N).....
 Si oui, de qui ?.....
 Savez-vous différencier les insectes ravageurs ? Ceux qui attaquent les feuilles, ceux qui attaquent les capsules, les insectes piqueurs-suceurs (O/N).....
 Si oui, les décrire.....

Comment sont déclenchés les traitements ?.....

- suit la recommandation tous les 14 jours.....
- reconnaît les ravageurs.....
- observe les dégâts.....

Quelle est la fréquence de traitement ?.....
Quelles sont les doses appliquées à l'ha ?.....
Diluez-vous le produit insecticide ? (O/N).....
Si oui, avec quoi ?.....
Quel est le nombre de lignes entre deux passages ?.....
Pouvez-vous nous donner une fourchette des doses appliquées sur le coton ?.....
La dose est-elle fonction de la fertilité des parcelles, de la date de semis ou de l'état d'avancement de la culture ? (O/N).....

Etes-vous au courant des problèmes environnementaux ?.....
Quels sont les changements effectués sur le site depuis que vous êtes installés ?.....
.....
.....
.....

En plus des insectes visés lors des traitements, constatez-vous aussi la mort des insectes non cibles ?.....
Si oui lesquels ?.....
.....

Quel traitement correspond à la période des chenilles de karité?.....
.....
.....

Quels sont les pesticides utilisés à cette période ?.....
.....
.....

Constatez-vous la mort des chenilles après traitement ?.....
Combien de jours après le traitement ?.....
Est ce que les chenilles ont-elles une importance pour vous ?.....
Si oui lesquelles.....
.....
.....

Arrivez-vous à les protéger lors des traitements ?.....
Si oui comment ?.....

Annexe 2 : Fiche technique pour le calcul de la dose d'insecticide.

Procédure à suivre pour calculer la quantité de pesticide requise (Ministère de l'Agriculture, 1995) :

1. Calculer la superficie de l'aire à traiter

$$\text{Superficie à traiter (ha)} = \frac{\text{Longueur (m)} \times \text{largeur (m)}}{10\,000 \text{ m}^2/\text{ha}}$$

2. Consulter l'étiquette pour obtenir la dose préconisée.
3. Multiplier la superficie par la dose pour connaître la quantité totale de pesticide dont vous aurez besoin.

$$\text{Quantité total de produit (l)} = \text{Superficie (ha)} \times \text{Dose (l/ha)}$$

4. Pour chaque réservoir plein ou partiellement rempli, multiplier la superficie que peut traiter un tel réservoir par la dose pour obtenir la quantité de pesticide à ajouter à chaque réservoir.

$$\text{Quantité de produit par réservoir (l)} = \frac{\text{Volume du réservoir (l)}}{\text{Taux d'application (l/ha)}} \times \text{Dose (l/ha)}$$

Source : MARA et MESSRS, 1995

Annexe 3 : classification des produits phytosanitaires selon l'OMS d'après leur toxicité

Classe	Mention correspondante	DL 50 aiguë mg/kg de poids corporel (rat)			
		Oral		Dermique	
		Solide	Liquide	Solide	Liquide
Ia	Extrêmement dangereux « très toxique »	5 ou moins	20 ou moins	10 ou moins	40 ou moins
Ib	Très dangereux « toxique »	5 – 50	20 - 200	10 - 100	40 – 400
II	Modérément dangereux « nocifs »	50 – 500	200 - 2000	100 - 1000	400 – 4000
III	Peu dangereux «Attention »	Plus de 500	Plus de 2000	Plus de 1000	Plus de 4000

Source : Pesticides manual 2000

*La toxicité des divers produits a été étudiée en laboratoire et chiffrée par les critères DL 50 (ou dose létale 50) et it. (indice de toxicité)

DL 50 : Quantité de produit actif (en mg/kg de poids vif) qui détermine 50 % de mortalité dans la population étudiée. En laboratoire on expérimente sur des rats albinos.

Annexe 4 : insecticides vulgarisés au Burkina Faso- Campagne 2006/2007

Nom commercial	Substances actives	Famille chimique	Classe toxico	Dose (l/ha)	Firme/distributeur	Quantité (litre)
Curacron 500 EC	Profénofos 500	Organo-Phosphoré	II	1	Syngenta	120 000
Fanga 500 EC	Profénofos 500	OP	II	1	Sénéfura Sahel	265 000
Caporal 500 EC	Profénofos 500	OP	II	1	Scab	11 000
Calfos 500 EC	Profénofos 500	OP	II	1	Calliope/Saphyto	216 500
Endocoton 500 EC	Endosulfan 500	Sulfite	I b	1	Hydrochem-CI	150 000
Caiman 500 EC	Endosulfan 500	Sulfite	I b	1	STEPC	65 000
Cotofan 500 EC	Endosulfan 500	Sulfite	I b	1	ALM/Sénéfura Sahel	105 000
Phaser UltraCaps 330 CS	Endosulfan micro-encapsulé 330	Sulfite	I b	1	Bayer	221 000
Rocky 500 EC	Endosulfan 500	Sulfite	I b	1	Saphyto	126 000
Avaunt 150 SC	Indoxacarb 25	Oxadiazine	III	170 ml	Dupont/Saphyto	500
Laser 480 SC	Spinozine 36	Naturalyte	Non classé	75 ml	Hydrochem-CI	100
Lamdex 430 EC	Lambdacyhalothrine 30/CPE 400	Pyréthriñoïde + OP	II	0,5	Yara France	189 000
Fury P 212 EC	Zétaméthrine 12/profenofos 200	Pyréthriñoïde + OP	II	1	Calliope/Saphyto	203 500
Lambdocal P 636 EC	Lambdacyhalothrine 36/profenofos 600	Pyréthriñoïde + OP	II	334 ml	Calliope/Saphyto	63 200
Rocky C 386 EC	Cyperméthrine 36/endosulfan 350	Pyréthriñoïd + Sulfite	II	1	Calliope/Saphyto	613 000
Cypercal P 230 EC	Cyperméthrine 30/profenofos 200	Pyréthriñoïde + OP	II	1	Calliope/Saphyto	14 500
Lambdocal P 212 EC	Lambdacyhalothrine 12/profenofos 200	Pyréthriñoïde + OP	II	1	Calliope/Saphyto	18 000
Capt 88 EC	Cyperméthrine 72/acétamipride 16	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,5	ALM/Sénéfura Sahel	193 500
Conquest C 88 EC	Cyperméthrine 72/acétamipride 16	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,5	Calliope/Saphyto	37 000
Conquest C 176 EC	Cyperméthrine 72/acétamipride 16	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,25	Calliope/Saphyto	105 000
Blast 46 EC	Lambdacyhalothrine 30/acétamiprid 16	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,5	Yara France	146 500
Protector 60 EC	Lambdacyhalothrine 30/pyriproxifèn 60	Pyréth.+ régu. Croiss	II	0,5	AF-CHEM CI	48 900
Attakan C 344 SE	Cyperméthrine 144/imidachloprid 200	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,25	Calliope/Saphyto	4 500
Lampride 46 EC	Lambdacyhalothrine 30/acétamiprid 16	Pyréth.+ néonicotin.	II	0,5	Senchim	27 000

Source : SOFITEX 2007