

BURKINA FASO
Unité- Progrès-Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR(MESS)

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL(IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER EN PRODUCTION VEGETALE

THEME : ETUDE DU BILAN PARTIEL DES MACRONUTRIMENTS (N, P ET K) DU SOL ET EVALUATION DE LA MARGE BRUTE DES EXPLOITATIONS A BASE DE COTON BIOLOGIQUE DANS LA PROVINCE DU GOURMA A L'EST DU BURKINA FASO.

Par Youba KY

Directeur de mémoire: Dr Bernard BACYE, IDR/UPB

Maître de stage: Dr Zacharie ZIDA, IFDC/Burkina

N° 2014 /MaPV Avril 2014

Dédicace

JE DEDIE CE MEMOIRE A:

- ❖ **ALLAH, Le TOUT PUISSANT** pour nous avoir guidés et assisté tout au long de ce stage ;

- ❖ mon père **Lassina KY** ;

- ❖ ma mère **Salimata PARE** ;

- ❖ ma tante **Mme. TOË/ Fatimata PARE** pour leurs multiples efforts consentis à mon égard.

Sommaire

Dédicace	i
Sommaire	ii
Remerciements	vi
Sigles et abréviations	viii
Liste des tableaux	x
Liste des figures.....	xi
Liste de la carte.....	xii
Résumé.....	xiii
Abstract	xiv
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I. Généralités sur le cotonnier.....	4
1.1. Taxonomie.....	4
1.2. Cycle végétatif.....	4
1.2.1. Phase levée	4
1.2.2. Phase plantule.....	4
1.2.3. Phase de préfloraison.....	5
1.2.4. Phase de floraison.....	5
1.2.5. Phase de maturation.....	5
1.2.6. Chute des organes fructifères ou abscission	5
1.3. Exigences écologiques du cotonnier	6
1.3.1. Climat	6
1.3.2. Sol.....	6
1.3.3. Besoins en eau.....	6
1.3.4. Besoins en éléments nutritifs du cotonnier.....	7
1.4. Exportation de macronutriments (N, P, K) par le cotonnier.....	8
II. Culture de coton biologique au Burkina Faso	9
2.1. Importance socio-économique et environnemental	9
2.2. Zones de production	9
2.3. Production, rendement, superficie et nombre de producteurs	10
2.4. Itinéraire technique de la culture de coton biologique	11

2.4.1. Choix du terrain.....	11
2.4.2. Préparation du sol.....	12
2.4.3. Semis.....	12
2.4.4. Opérations d’entretien de la culture.....	13
2.4.4.1. Sarclage, binage, buttage.....	13
2.4.4.2. Fumure organique.....	13
2.4.4.4. Récolte, stockage et commercialisation de coton biologique.....	14
2.5. Certification biologique du coton.....	15
III. Généralités sur le modèle NUTrient MONitoring (NUTMON).....	15
3. 1. Modules et bases de données.....	16
3.2. Concepts de NUTMON.....	17
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES.....	19
I. Présentation de la zone d’étude.....	20
1.1. Situation géographique de la province du Gourma.....	20
1.2. Climat.....	20
1.3. Relief et sols de la province du Gourma.....	23
1.4. Hydrographie.....	24
1.5. Végétation.....	24
II. Matériel.....	26
2.1. Description des champs étudiés.....	26
2.1.1. Champs de démonstration (CD).....	26
2.1.2. Champs des producteurs non démonstrateurs (CO).....	26
2.1.3. Champs des producteurs démonstrateurs (CP).....	26
2.2. Matériel végétal.....	26
III. Méthodes.....	27
3.1. Choix des producteurs pour la pré-enquête.....	27
3.2. Pré-enquêtes.....	27
3.3. Collectes de données pour le modèle NUTMON.....	27
3.3.1. Enquêtes d’inventaire.....	27
3.3.2. Enquêtes de suivi.....	27
3.3.3. Prélèvement d’échantillons de sol, de plantes et de matière organique.....	28
3.3.4. Analyses chimiques.....	28
3.3.5. Evaluation des rendements.....	28
3.3.5.1. Rendement coton graine.....	28

3.3.5.2. Poids sec des tiges de cotonnier	29
3.4. Analyse de données	29
3.4.1. Saisie des données dans le modèle NUTMON.....	29
3.4.2. Evaluation du bilan partiel des nutriments dans les champs de coton biologique.....	29
3.4.2.1. Apports de matière organique (IN).....	30
3.4.2.2. Exportations (EXT)	30
3.4.2.3. Evaluation du bilan partiel des macronutriments N, P et K	31
3.4.3. Evaluation de la marge brute de production du coton biologique	31
3.4.3.1. Charges de production.....	31
3.4.3.2. Produits.....	31
3.4.3.3. Calcul de la marge brute.....	31
3.4.4. Analyse statistique.....	32
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION	33
I. Résultats	34
1.1. Caractéristiques générales des parcelles de coton biologique	34
1.1.1. Structure démographique.....	34
1.1.2. Caractéristiques chimiques des sols	34
1.1.3. Quantité de matière organique (MO) apportée dans les champs	35
1.1.4. Teneur en N, P et K de la matière organique apportée	35
1.1.5. Variation de la teneur du sol en N, P et K du semis à la récolte.....	36
1.1.6. Teneurs en macronutriments N, P, K des graines et tiges de coton biologique	36
1.2. Rendement coton graine et coton tige	37
1.3. Exportations de macronutriments (N, P, K) par les graines et les tiges de coton biologique.	38
1.4.1. Bilan partiel de l'azote.....	39
1.4.2. Bilan partiel du phosphore.....	41
1.4.3. Bilan du potassium	42
1.4.4. Bilan partiel en macronutriments N, P, K des sols de coton biologique	43
1.5. Détermination des marges brutes	44
1.5.1. Produits.....	44
1.5.2. Charges de production	44
1.5.3. Marges brutes	44
II. Discussion.....	45
2.1. Teneurs du sol et exportations par les graines et les tiges de cotonnier	45
2.2. Bilan partiel des macronutriments.....	46

2.3. Rendements	46
2.4. Marges brutes	47
Conclusion et recommandations.....	48
Bibliographie	49
ANNEXES	xx

Remerciements

Ce travail est le couronnement de notre formation à l'Institut de Développement Rural (IDR) au sein de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB). Il a fait l'objet d'un partenariat entre l'IDR et le Centre International pour le Développement des Engrais (IFDC).

Le présent mémoire nous offre l'occasion de témoigner toute notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à rendre effectif ce travail.

Nous adressons particulièrement nos sincères remerciements:

Au **DrAssèta DIALLO**, représentante de l'IFDC au Burkina Faso, pour nous avoir accordé l'occasion d'effectuer notre stage au sein de la structure.

Au **DrZacharie ZIDA**, notre maître de stage, qui en acceptant de diriger ce travail, a su nous consacrer son temps et sa confiance durant tout notre stage. Ses critiques nous ont guidés à chaque instant. Il nous a enseigné la rigueur et l'excellence dans le travail. C'est l'occasion pour nous de lui exprimer toute notre reconnaissance non seulement pour son dynamisme et ses qualités scientifiques mais aussi pour son esprit fraternel.

Au **DrBernard BACYE**, enseignant chercheur à l'IDR/UPB, notre directeur de mémoire pour sa totale disponibilité et ses suggestions lors de ce stage.

A **M.Jean OUEDRAOGO**, doctorant à l'UPB qui a supervisé le travail sur le terrain. Sa rigueur et son amour pour le travail nous ont été d'un grand intérêt. C'est l'occasion pour nous de lui exprimer toute notre reconnaissance pour sa franche collaboration et ses multiples soutiens.

A **M. Laurent DALLA**, responsable Système d'Information Géographique à l'Office Nationale de l'Eau et d'Assainissement/ Bobo, pour ses soutiens multiples depuis nos premiers pas universitaires.

A tous les enseignants de l'IDR pour la formation dont nous avons bénéficié.

Au **Dr Bazoumana KOULIBALY**, chef du Programme Coton à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) pour ses soutiens et suggestions.

Au Dr Youl SANSAN, chercheur à l'IFDC/Burkina pour ses suggestions et sa franche collaboration.

A **M.Casimir TIANHOUN**, chef de Service Recherche et Développement de la Société des Fibres et Textiles (SOFITEX) /Bobo pour ses critiques et suggestions.

A **M. DALLA Jean Claude**, enseignant à l'UPB pour son soutien.

A **M. Salif KABORE**, chef de zone coton biologique de Fada pour sa compréhension et sa franche collaboration.

A **M. Lamine KONFE**, technicien d'agriculture à l'IFDC/Burkina pour ses multiples appuis sur le terrain lors de la récolte de données et sa franche collaboration.

A tout le personnel de l'IFDC/Burkina pour leur parfaite collaboration.

A tous les agents techniques de coton biologique de la zone de Fada pour leur franche collaboration et leur appui sur le terrain.

A tous les producteurs de coton biologique pour la sincérité de leurs réponses et pour l'accueil chaleureux.

A **Mahamoudou LANKOANDE**, pour son appui en qualité d'interprète auprès des producteurs.

A mes frères Aboubacar, Lassina et Ousseni pour leurs multiples soutiens.

Aux frères et sœurs des Conseils Généraux de l'Association des Elèves et Etudiants Musulmans au Burkina du Gourma et de l'UPB pour leur sens de fraternité islamique.

Aux frères CISSE Abdoul Kadel, NANA Séni, IRA Mamamdou, KABORE Issa, TOE Moussa et COULIBALY Yaya.

A la 37^{ème} promotion de l'IDR, à tous mes camarades stagiaires pour les encouragements.

A tous, je vous dis merci!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Sigles et abréviations

AICB: Association Interprofessionnelle du Coton du Burkina

ATB: Agents Techniques de Coton Biologique

BUNASOLS: Bureau National des Sols

CD: Champs de démonstration

CO: Champs des producteurs non démonstrateurs

CP: Champs des producteurs démonstrateurs

DPASA/Gourma: Direction Provinciale de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire /Gourma

DREF/Est: Direction Régionale de l'Economie et des Finances de l'Est

EA: Exploitation Agricole

EXT: Exportations

Helvetas: Association Suisse pour la Coopération Internationale

IDR: Institut du Développement Rural

IFDC: International Fertilizer Development Center

IN: apports

INERA: Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

IPE: Initiative- Pauvreté- Environnement

JAS: Jours après semis

K: Potassium

Kg.ha⁻¹: kilogramme par hectare

Mg.kg⁻¹: milligramme par kilogramme

MO: matière organique

N: Azote

NS: Non significatif

NUTMON: Nutrients Monitoring

OGM: Organismes Génétiquement Modifiés

P: Phosphore

PIB: Produit Intérieur Brut

PICOFA: Programme d'Investissement Communautaire en Fertilité Agricole.

SOCOMA: Société Cotonnière du Gourma

SOFITEX: Société des Fibres et Textiles

UDE: Unités de Division de l'Exploitation

UNPCB: Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina

UPB: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

UPP: Unités Primaires de Production

UR: Unité de Redistribution

USP: Unités Secondaires de Production

WACIP: West African Cotton Improvement Program

Liste des tableaux

Tableau I: Besoins en eau du cotonnier	7
Tableau II: Teneur moyenne du sol en N, P et K des champs de coton biologique au semis et à la récolte (mg/kg)	35
Tableau III: Quantité de MO apportée dans les parcelles	35
Tableau IV: teneur moyenne en N, P, K de la MO (mg/kg) apportée dans les parcelles de coton biologique	36
Tableau V: Variation de la teneur moyenne du sol en N, P, K du semis à la récolte dans les champs de coton biologique (mg/kg).	36
Tableau VI: Teneur moyenne en N, P, K dans les graines et les tiges de coton biologique (mg/kg):	37
Tableau VII: Rendement moyen de coton graine et coton tige des champs de coton biologique	38
Tableau VIII: IN et EXT en N des champs de coton biologique	40
Tableau IX: IN et EXT en P des champs de coton biologique	41
Tableau X: IN et EXT en K des champs de coton biologique	43
Tableau XI: Marges brutes de la production de coton biologique (FCFA/ha).....	44

Liste des figures

Figure 1: Evolution du nombre de producteurs, de la superficie, de la production et du rendement de coton biologique	11
Figure 2: Présentation du modèle NUTMON	17
Figure 3: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Fada N’Gourma de 2005 à 2013	21
Figure 4: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Diapangou de 2005 à 2013	22
Figure 5: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Yamba de 2005 à 2013	23
Figure 6: Superficie emblavée et production réalisée des différentes cultures au cours de la campagne 2012/2013 dans la province du Gourma	25
Figure 7: Flux nutritifs et économiques du modèle NUTMON	31
Figure 8: Structure démographique du ménage des producteurs de coton biologique dans la province du Gourma	34
Figure 9: Exportations de macronutriments N, P, K par les graines et tiges de cotonnier biologique	39
Figure 10: Bilan partiel de N des champs de coton biologique dans la province du Gourma .	41
Figure 11: Bilan partiel de P des champs de coton biologique dans la province du Gourma ..	42
Figure 12: Bilan partiel de K des champs de coton biologique dans la province du Gourma .	43
Figure 13: Bilan partiel des macronutriments N, P, K des champs de coton biologique dans la province du Gourma	44

Liste de la carte

Carte 1: Localisation de la province du Gourma et des sites d'étude 20

Résumé

Les faibles rendements du coton biologique liés à la pression parasitaire et à la faible fertilité du sol ont incité le Centre International pour le développement des Engrais (IFDC) à soutenir ce secteur à travers son projet West African Cotton Improvement Program (WACIP). Ainsi, le projet a appuyé l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina (UNPCB) pour la diffusion de bonnes pratiques agricoles incluant la fertilisation organique, la protection phytosanitaire et la technologie de récolte. Afin d'évaluer l'impact de cette intervention sur le bilan des macronutriments (N,P,K) des champs de coton biologique et les marges brutes, trois types de champs ont été définis. Ce sont: les champs de démonstration (CD), des champs des producteurs démonstrateurs (CP) et des champs des producteurs non démonstrateurs (CO). Le modèle Nutrients Monitoring (NUTMON) a été utilisé à cet effet comme outil d'analyse dans la province du Gourma située dans la zone Est du Burkina Faso. Les résultats ont montré des rendements moyens coton graine de 613,2 kg.ha⁻¹ pour les CD, 521,6 kg.ha⁻¹ pour les CP et 442,4 kg.ha⁻¹ pour les CO. Le paquet technologique diffusé à travers les CD ont amélioré les rendements en coton graine de 38,6% par rapport aux CO. Les CP ont augmenté les rendements coton graine de 17,9% par rapport aux CO. La comparaison des rendements des CD et CP révèle une augmentation du rendement de 17,56% dans les CD.

Les marges brutes ont ainsi été plus élevées pour les CD (218 421 FCFA.ha⁻¹), suivi des CP (200 562 FCFA.ha⁻¹) et les CO (164 780 FCFA.ha⁻¹). Les bilans en azote et en potassium des CD ont été positifs avec respectivement une moyenne de (+12,48 kg.ha⁻¹ pour N) et (+18 kg.ha⁻¹ pour K). Par contre, le bilan en phosphore a été négatif dans les CD (-3.76 kg.ha⁻¹). Dans les CP et les CO, les bilans en azote, en phosphore et potassium ont été négatifs.

L'intervention du projet a donc permis d'améliorer les rendements du coton biologique ainsi que les marges brutes de la production. Aussi, une amélioration de la fertilité du sol (azote et phosphore) a été observée. Nous suggérons une amélioration de la qualité de la fumure organique notamment en P en mettant l'accent sur l'utilisation du Burkina phosphate et une vulgarisation à grande échelle du paquet technologique.

Mots clés: bilan partiel, macronutriments, NUTMON, marge brute, coton biologique, Burkina Faso.

Abstract

Low yields associated with organic cotton pest pressure and low soil fertility led the International Centre for the Development to support this sector through its project West African Cotton Improvement Program (WACIP). Thus, the project to support the National Union of Cotton Producers of Burkina (UNPCB) for the dissemination of good agricultural practices including organic fertilizers, plant protection and harvesting technology. To assess the impact of this intervention on the macronutrients (N,P, K) balance of organic cotton plots and gross margins, three kinds of fields have been defined. It acted demonstration fields (CD), ordinary farmer's fields demonstrators (CP) and non-regular fields demonstrators producers (CO). The Nutrients Monitoring model (NUTMON) was used like analysis tool for this purpose in the province of Gourma located in the eastern part of Burkina Faso. The results showed average yields of 613,2 kg.ha⁻¹ for CD, 521,6 kg.ha⁻¹ for CP and 442,4 kg.ha⁻¹ for CO. The technology package distributed through CD improved seed cotton yields of 38.6 % compared to CO. CP increased yields of 17,9 % compared to CO. The comparison yields CD and CP reveals an increase in yield of 17,56% in the CD.

Gross margins have been higher for CD (218,421 FCFA.ha⁻¹), followed by CP (200,562 FCFA.ha⁻¹) and CO (164,780 FCFA.ha⁻¹). Balances of nitrogen and potassium CD were positive with an average of 12.48 kg.ha⁻¹ and 18 kg.ha⁻¹ respectively. For cons, the phosphorus balance was negative in the CD (-3.76 kg.ha⁻¹).

In CP and CO, balances of nitrogen, phosphorus and potassium were negative. The project intervention has improved yields and organic raw cotton production margins. Also, an improvement in soil fertility (nitrogen and phosphorus) was observed.

We suggest an improvement in the quality of organic manure with emphasis on the use of Burkina phosphate and a large-scale popularization of the technology package

Keywords: partial assessment, macronutrients, NUTMON, gross margin, organic cotton, Burkina Faso.

Introduction générale

Le coton constitue la principale culture productrice de fibres dans le monde avec une production annuelle mondiale d'environ 25 millions de tonnes (Helvetas, 2008). En Afrique, sa production fait vivre directement ou indirectement 15 à 20 millions de personnes (Seck, 2005 cité par Diallo, 2008). Au Burkina Faso environ 3 millions de personnes vivent de la production de coton (Initiative Pauvreté Environnement IPE, 2011).

Le coton contribue pour 25% à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB) burkinabè, d'où son rôle dans l'équilibre socio-économique du pays (Diallo, 2008).

Cependant, depuis une dizaine d'années, une crise mondiale dont les causes sont nombreuses et variées s'est installée dans le marché du coton mettant ainsi en péril l'industrie cotonnière burkinabè. Cette crise se manifeste par une baisse du prix du coton et une augmentation du coût des intrants.

De petits producteurs impuissants face à cette crise se sont retirés de la production cotonnière. Outre cette crise, la culture de coton présente de nos jours des sérieux risques environnementaux due à l'utilisation excessive des pesticides chimiques (Helvetas, 2008). En effet, le coton n'occupe que 2,4% des superficies mondiales cultivées, mais consomme 16% des insecticides de la planète (Helvetas, 2008). L'utilisation des pesticides chimiques présente de grands dangers pour la santé humaine et animale. Aussi, elle a pour conséquence la dégradation à long terme des sols et la résistance des insectes ravageurs entraînant ainsi la baisse des rendements et une réduction considérable du revenu des producteurs.

Dans le souci de soutenir la production cotonnière de façon durable, sans risque sur la santé humaine et animale et de permettre à ces petits producteurs de pouvoir produire du coton, un autre mode de production alternatif a été initié. Il s'agit de la culture de coton biologique qui constitue une nouvelle opportunité d'écoulement sur le marché international avec des acheteurs potentiels garantissant un meilleur prix d'achat. C'est ainsi que fut lancé en 2004 le programme de promotion de coton biologique au Burkina Faso par l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina (UNPCB) appuyée par Helvetas.

Pour soutenir ce programme et dans le but d'accroître la productivité et la durabilité du coton biologique, l'UNPCB a bénéficié de l'appui du Centre International pour le Développement des Engrais (IFDC) à travers son Programme de Renforcement du Secteur Coton en Afrique de l'Ouest et du Centre (WACIP). Des agents techniques de coton biologique (ATB) et les producteurs de coton biologique ont été formés sur les bonnes pratiques agricoles que sont la gestion intégrée de la fertilité des sols, la gestion intégrée des ravageurs de coton biologique,

les méthodes de récolte de coton biologique ainsi que toutes les dispositions à prendre pour éviter la contamination de coton.

Cependant, l'impact de ces technologies vulgarisées sur le bilan des nutriments de sol et le revenu des producteurs de coton biologique est encore mal connu. au Burkina Faso en général et dans la province du Gourma en particulier. C'est donc pour combler ce déficit que la présente étude qui a pour thème «**Etude du bilan partiel des macronutriments (N, P, K) du sol et évaluation de la marge brute des exploitations à base de coton biologique dans la province du Gourma à l'Est du Burkina Faso**» a été initiée.

L'objectif global de l'étude est d'évaluer le bilan partiel des sols en macronutriments (N, P et K) des champs de coton biologique et le revenu brut des producteurs de coton biologique à l'aide du modèle NUtrientsMONitoring (NUTMON).

De façon spécifique, il s'agit de:

- ✓ évaluer l'impact des technologies diffusées sur les rendements des champs de coton biologique.
- ✓ évaluer l'impact des technologies sur la fertilité des champs de coton biologique.
- ✓ évaluer l'impact de la mise en place d'un champ de démonstration sur la gestion des autres champs de coton biologique

A partir des objectifs quatre hypothèses ont été émises:

- ✓ Les technologies vulgarisées ont un effet positif sur la fertilité des sols des parcelles de coton biologique.
- ✓ Elles assurent un bon rendement de coton biologique.
- ✓ Elles améliorent le revenu des producteurs de coton biologique.
- ✓ La mise en place d'un champ de démonstration permet une bonne gestion des autres parcelles du producteur démonstrateur et celles du producteur non démonstrateur.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à une revue bibliographique sur le thème de l'étude, le deuxième est consacré aux matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de l'étude et dans le troisième chapitre sont présentés les résultats et la discussion assortis de conclusion et recommandations.

CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur le cotonnier

Le cotonnier est une plante vivace, mais ne peut être exploité économiquement qu'en culture annuelle du fait d'une part des contingences climatiques et d'autre part de la pullulation des parasites qu'entraînerait sa pérennité (Kohel et Lewis, 1984 cités par Sountoura 2011). Cultivé principalement pour ses fibres, le cotonnier produit des graines qui sont aussi importantes pour leur valeur nutritive (Lee, 1984).

1.1. Taxonomie

Le cotonnier est une dicotylédone dialypétale appartenant à l'ordre des Malvales, à la famille des Malvacées, à la sous famille des Hibiscées et au genre *Gossypium* L.

Le genre *Gossypium* L. compte 04 espèces:

- *Gossypium herbaceum*
- *Gossypium arboreum*

Ces deux espèces donnent du coton à fibres épaisses et courtes.

- *Gossypium barbadense* qui donne du coton à fibres longues et fines.
- *Gossypium hirsutum* qui donne du coton à fibres intermédiaires.

En Afrique de l'Ouest, *Gossypium barbadense* et *Gossypium hirsutum* sont les espèces cultivées (Parry, 1982). Au Burkina Faso, *Gossypium hirsutum* est l'espèce cultivée principalement pour sa fibre (Ouattara, 2011).

1.2. Cycle végétatif

Le cycle de développement du cotonnier comporte plusieurs phases qui se succèdent. Durant ces phases, l'eau, l'air et la chaleur revêtent une grande importance.

1.2.1. Phase levée

Elle va du semis à l'étalement des cotylédons. La germination de la graine est épigée. Le développement au cours de cette phase qui dure 4 à 10 jours en condition normale se fait au dépens des réserves de la graine (Ilboudo, 1997).

1.2.2. Phase plantule

Elle va de l'étalement des feuilles cotylédonaires à l'apparition du premier bouton floral. Cette phase qui va de 10 à 35 jours est capitale pour la croissance future du plant. Le système

racinaire se développe assez rapidement et le pivot gagne en profondeur en développant des ramifications latérales (Ilboudo, 1997).

1.2.3. Phase de préfloraison

Elle va de l'apparition du premier bouton floral à l'apparition de la première fleur (30^e au 50^e jours après semis (JAS)).Après l'apparition du premier bouton floral, la plante croît rapidement et la charpente est entièrement édifiée dans le délai d'un mois. Pendant cette phase le phénomène d'abscission commence à se manifester (Ilboudo, 1997).

1.2.4. Phase de floraison

Cette phase s'étend du 50^e JAS à la récolte. Vingt à vingt-cinq jours s'écoulent entre l'apparition du bouton floral et l'ouverture de la fleur. Le rythme de la floraison est accéléré par un climat chaud et sec. Le début de la floraison est marqué par un ralentissement de la croissance du cotonnier. La floraison est maximale vers 80 JAS et l'eau est primordiale pendant cette période (Ilboudo, 1997).

1.2.5. Phase de maturation

Elle dure de la formation des capsules après fécondation jusqu'à la récolte. Les capsules se forment, grossissent et atteignent leur forme définitive 21 à 25 jours après fécondation .Après la maturation les capsules mures s'ouvrent, le coton-graine floconne et sèche. Le début de la phase de maturation est soumis à l'action de l'eau qui joue un rôle primordial et la fin de la maturation est soumise à l'action de la lumière (Ilboudo, 1997).

1.2.6. Chute des organes fructifères ou abscission

Le cotonnier étant une plante à floraison indéterminée, la chute de ses organes fructifères joue un rôle de régulation. Selon Parry (1982); elle se déroule en deux étapes :

- ✓ **La chute des boutons floraux:** qui se manifeste par un avortement des fleurs dû soit à une carence hydrique, soit à une mauvaise nutrition, soit à une insolation insuffisante ou soit à un parasitisme. Elle peut aussi avoir une cause d'ordre physiologique imposée par la plante elle-même, par une régulation hormonale qui arrête le développement de nouvelles fleurs en l'absence de toute contrainte.
- ✓ **La chute des capsules:** Elle intervient généralement au début de leur croissance. Les causes sont identiques à celle des boutons floraux, mais un autre phénomène intervient qui est une mauvaise fécondation de l'ovaire due à une abscission par fécondation insuffisante, à une abscission par contrainte ou à une abscission physiologique imposée par la plante elle-même en cas d'excès de fructification.

.1.3. Exigences écologiques du cotonnier

1.3.1. Climat

Le cotonnier est une plante qui se développe sous des climats tropicaux ou subtropicaux arides, à des températures comprises entre 11°C et 25°C. La température minimale à laquelle débute la germination des graines varie entre 12°C et 15°C. Sa température critique basse est de 4°C. En dessous de cette température, les feuilles ainsi que la plante elle-même sont détruites (Moussa (2004) cité par Traoré(2008)).

1.3.2. Sol

Le cotonnier se développe sur des sols limono-argilo-sableux ou sablo-argileux ayant un pH optimum compris entre 6 et 7. Un sol trop acide ralentit la levée du cotonnier. De même les substances toxiques telles que l'aluminium échangeable du sol inhibent le développement des racines latérales. Le cotonnier s'adapte aussi aux sols salins. Cependant si la concentration en sel est supérieure à 2 pour mille, on note une baisse de la productivité (Sement, 1986).

1.3.3. Besoins en eau

Les besoins en eau du cotonnier (tableau I) sont très variables suivant les stades de développement de la plante, l'intensité de l'ensoleillement et le taux d'humidité de l'air. En région tropicale, 500 mm à 800 mm d'eau suffisent pour alimenter le cycle du cotonnier (Helvetas, 2008).

L'excès d'eau entraîne une baisse de rendement due à la perte de capsules sans que la plante ne présente aucun signe apparent d'anomalie. (Helvetas, 2008).

Tableau I: Besoins en eau du cotonnier

Phase de développement	Nombre de jours après semis	Consommation d'eau (mm/jour)
De la levée au premier bouton floral	10 à 45	1 à 2,5
Du premier bouton floral à une fleur	45 à 75	2,5 à 6
Au maximum de la floraison	75 à 120	6 à 10
A la fructification	Après 120 jours	4 à 5,5

Source : Moussa (2004) cité par Traoré (2008).

1.3.4. Besoins en éléments nutritifs du cotonnier

Le cotonnier est une plante très exigeante en certains nutriments qui jouent chacun un rôle spécifique dans la physiologie de la plante. Ces nutriments sont l'azote, le potassium, le phosphore, le soufre et le bore.

- ✓ **L'azote (N)**: c'est l'élément essentiel de la photosynthèse qui permet la transformation de la matière minérale en tissu végétal (UNIFA et CNJA, 2005) cité par Traoré (2008). Il augmente le volume de la floraison, améliore sa précocité, contribue à élever le poids des graines, à allonger les fibres et à augmenter la teneur en protéines des graines. Lorsque les principales déficiences du sol sont corrigées, le N devient le facteur essentiel du rendement (Parry, 1982). Un déficit en N se traduit par un cycle de développement très raccourci du cotonnier tandis qu'un excès entraîne un retard de maturité lié à l'allongement excessif de la période végétative. (Lagierre, 1966). Les besoins en N du cotonnier varient suivant son stade de développement. Par rapport aux besoins totaux en N, ils sont de 4% de 0 à 20 jours, 13% de 20 à 50 jours, 43% de 50 à 90 jours et de 40% de 90 à 130 jours (Berger, 1972).
- ✓ **Le phosphore (P)** : il favorise le métabolisme des glucides, des protides ainsi que leur transport dans la plante (Soltner, 1996). Sa carence entraîne un retard de fructification, de la maturation des capsules, une réduction de la taille des feuilles de la plante ainsi qu'une diminution de la longueur de la fibre (Parry, 1982).
- ✓ **Le potassium (K)** : Le potassium est nécessaire au développement et la croissance du cotonnier ainsi que pour l'obtention d'un bon rendement et d'une fibre de coton de qualité (Kerby et Adams, 1985; Cassman *et al.*, 1989) cités par Sountoura (2011). Il intervient comme régulateur des fonctions de la plante, dans la photosynthèse, dans

l'économie en eau de la plante et sa résistance à certaines maladies cryptogamiques telles que la fusariose chez le cotonnier (Parry, 1982). Le K joue un rôle vital dans l'allongement des cellules, dans le mouvement des stomates et dans l'adaptation du cotonnier au stress hydrique. Un apport en K augmente la longueur des fibres, le poids de la graine et sa teneur en huile. Son déficit entraîne une réduction du nombre et de la taille des capsules mures, la qualité des graines et de la fibre.

- ✓ **Le Soufre (S):** il joue un rôle dans la synthèse de la chlorophylle. Son application a lieu entre la levée et le 50^{ème} JAS (Nouveau, 1999 cité par Gouba, 2002). Une déficience en soufre conduit à une réduction de la taille du cotonnier, à un jaunissement des nouvelles feuilles alors que les vieilles conservent leur couleur foncée. Elle réduit considérablement le rendement du coton à l'égrenage ainsi que la teneur en huile des graines (Bourelly et Braud, 1989 cité par Ilboudo, 1997).
- ✓ **Le Bore (B):** Le cotonnier est très sensible à la déficience en bore. Les pétioles présentent des renflements annulaires verts foncés, les plantes prennent un aspect buissonnant, les feuilles deviennent cassantes en s'épaississant et les capsules chutent par suite d'un taux insuffisant de fécondation des ovules (Parry, 1982). Le bore est lié à la matière organique dans le sol, sa disponibilité dépend de tous les facteurs climatiques et agricoles affectant la minéralisation de l'humus.

Au Burkina Faso les engrais couramment utilisés sont l'engrais minéral NPKSB (14-23-14-6S-1B) et l'urée 46% N. Les doses recommandées pour la culture de coton sont estimées à 150 kg.ha⁻¹ de NPK et 50 kg.ha⁻¹ d'urée (Pouyaet *al.*, 2013).

Tout retard d'apport est préjudiciable à l'expression du potentiel de production du cotonnier due à l'efficacité de la fumure épandue (Dakuo 1998).

1.4. Exportation de macronutriments (N, P, K) par le cotonnier

La dégradation des sols liée au développement de la culture cotonnière s'explique par l'absence d'une bonne restitution organique.

La culture de coton ne devient réellement très épuisante pour le sol que par l'exportation des éléments minéraux sous forme de graines sans restitution adéquate. Le coton exige une gamme complète d'éléments nutritifs dans une composition bien équilibrée. Une récolte de 500 kg de coton graine prélève approximativement 36 kg.ha⁻¹ de N, 14 kg.ha⁻¹ de P et 15 kg.ha⁻¹ de K (Helvetas, 2008).

II. Culture de coton biologique au Burkina Faso

Le coton biologique est un coton produit en s'abstenant systématiquement de l'utilisation de tout produit chimique tel que les engrais et les pesticides de synthèse. Son mode de production privilégie une approche de production durable et vise à rétablir un écosystème agricole sain en valorisant les ressources locales. La production de coton biologique ne se limite pas seulement à la substitution des intrants chimiques par des intrants naturels, mais se caractérise par un ensemble de principes et de techniques. Les principes essentiels sont la gestion naturelle de la fertilité des sols ainsi que celle des ravageurs et maladies. Les principales techniques de gestion de la fertilité des sols sont l'apport de fumure organique, la rotation culturale, les cultures interlignes et les aménagements anti érosifs. La gestion des ravageurs et des maladies se base essentiellement sur une prévention systématique, la lutte biologique contre les ravageurs et la surveillance permanente des cultures (Helvetas, 2008).

2.1. Importance socio-économique et environnementale

Le mode de production de coton biologique permet aux producteurs de gérer leurs exploitations sans intrants chimiques nuisibles à la santé humaine et animale ainsi qu'à l'environnement. Pour les femmes particulièrement, le coton biologique est bénéfique car il n'occasionne pas de crédits d'intrants élevés et ne pose pas de risques pour la santé familiale. La rotation des cultures assure la diversification des sources de revenus et l'amélioration de la sécurité alimentaire (Fiche de description de coton biologique UNPCB, 2012).

Le coton biologique est adapté aux petites exploitations dans des pays comme le Burkina, car permet de réduire les coûts consacrés aux pesticides et l'endettement des producteurs. Sa culture peut donc être perçue comme un moyen de lutte contre la pauvreté en milieu rural car permet de diminuer les coûts de production du fait qu'elle n'utilise que des intrants locaux. (Millogo, 2007).

La production biologique permet aux producteurs de mieux s'adapter aux défis liés aux changements climatiques, aux contraintes de l'eau et à la perte de sol (Helvetas, 2008). Les estimations réalisées montrent que le gain environnemental lié au développement de la culture de coton biologique se situe entre 13000 FCFA à 20000FCFA/ha (Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie, 2011).

2.2. Zones de production

Au lancement du programme de promotion de coton biologique en 2004, les zones concernées par la production lors de la campagne 2004-2005 étaient: la zone de Fada relevant actuellement de la Société Cotonnière du Gourma (SOCOMA) à l'Est; la zone Tiéfora relevant

de la Société de Fibres et Textiles (SOFITEX) à l'Ouest et celle de Ioba relevant de la SOFITEX au Sud-ouest.

A la campagne 2005-2006, une nouvelle zone de production a été identifiée : celle de Pô relevant de Faso Coton au centre (Diallo, 2008).

Deux nouvelles zones ont été identifiées lors de la campagne 2008/2009 à l'occurrence celle de Tenkodogo relevant de Faso coton et celle de Diapaga relevant de la SOCOMA (Helvetas, 2009).

De nos jours les zones de Pô et de Diapaga sont fermées pour raison d'utilisation excessive d'OGM dans lesdites zones. Deux nouvelles zones sont en expérimentation depuis 2010, il s'agit de la zone de Nayala et celle d'Oubritenga.

2.3. Production, rendement, superficie et nombre de producteurs

Les productions, les rendements, les superficies et le nombre de producteurs ont constamment augmenté de 2004 à 2008. Les productions sont passées de 12 tonnes à 2256 tonnes. Cette augmentation s'explique en grande partie par le nombre de producteurs de coton biologique de plus en plus nombreux et l'augmentation des superficies d'autant plus que le coton biologique est mieux vendu et sa production n'est pas synonyme d'endettement (Diallo, 2008). Les rendements ont constamment augmentés puis présentent leur première diminution en 2009. Ces baisses de rendements selon Helvetas (2009) ont été expliquées par l'identification de nouvelles zones à l'occurrence celles de Tenkodogo et de la Tapoa, au retard de livraison des semences provenant des sociétés cotonnières et un accroissement de plus de 50% des nouveaux agents techniques de coton biologique encore peu entraînés à former et faire appliquer les techniques.

Les données sur la production, le nombre de producteurs, les rendements et les superficies de coton biologique au Burkina Faso sont présentées dans la figure 1.

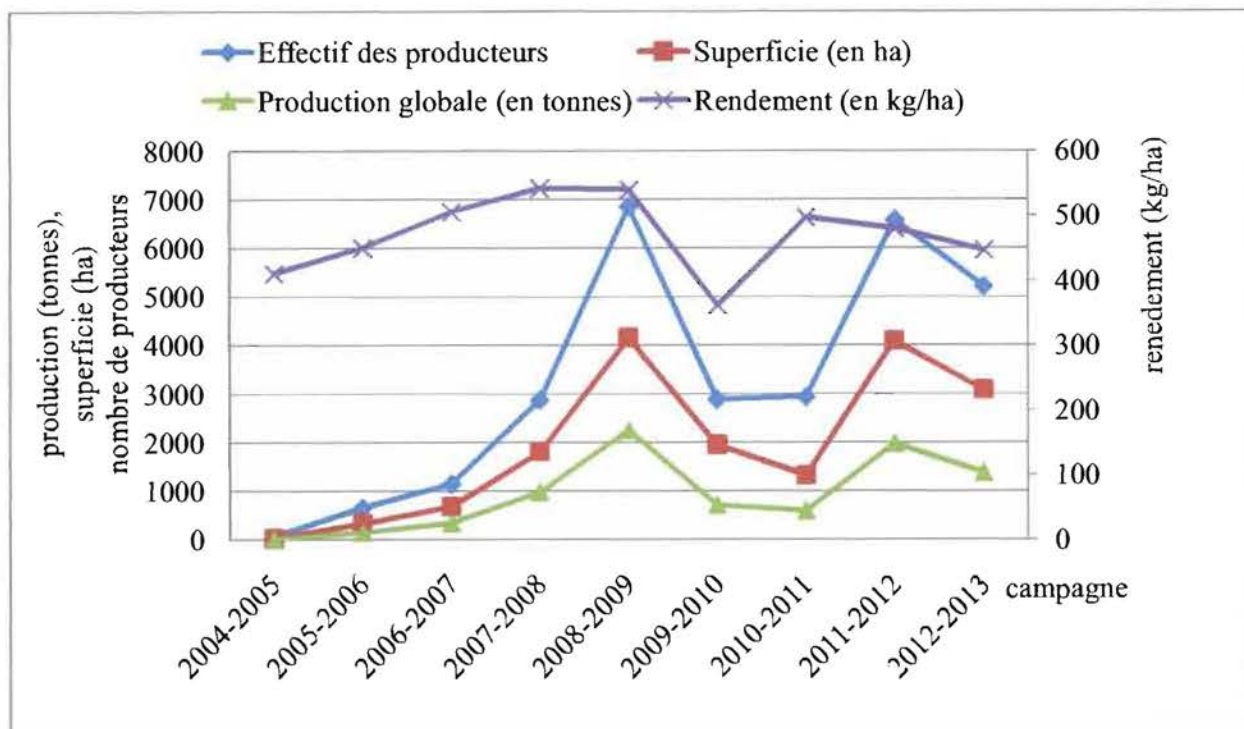


Figure 1: Evolution du nombre de producteurs, de la superficie, de la production et du rendement de coton biologique

(Source: données UNPCB de 2004 à 2013).

2.4. Itinéraire technique de la culture de coton biologique

2.4.1. Choix du terrain

Le choix du terrain est un facteur déterminant en culture biologique. Un bon choix augmente le potentiel des rendements et réduit le travail d'exploitation du terrain. Il se fait selon Helvetas (2008) en tenant compte des paramètres tels que:

- ✓ **L'aptitude agronomique des sols:** si possible des sols profonds, fertiles et bien drainés.
- ✓ **L'historique du terrain:** le terrain ne doit pas recevoir des produits chimiques de synthèse pendant au moins 03 ans.
- ✓ **L'isolement avec les champs voisins:** préférablement à côté des terrains de production biologique ou à une distance d'au moins 25 mètres des terrains conventionnels.
- ✓ **La pente du terrain:** de préférence pas ou peu de pente. Le terrain ne doit pas être situé en bas de pente des parcelles conventionnelles ou celles des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM).

- ✓ **L'accessibilité à la parcelle:** pour faciliter le transport de la fumure organique, il serait préférable de choisir une parcelle proche de la maison. En raison des exigences de l'inspection interne et externe, la parcelle doit être accessible en toute saison.

2.4.2. Préparation du sol

La préparation du sol vise à améliorer la capacité de la production. Selon le guide de production du coton bio en Afrique de l'Ouest proposé par Helvetas (2008), les opérations suivantes sont recommandées :

- ✓ Aménagements anti érosifs pour la conservation des eaux et les sols : qui peuvent être à base de cordons pierreux, de *Andropogon gayanus* ou d'arbustes comme *Jatropha curcas*, *Moringa Oliefera*.
- ✓ Le défrichage qui consiste à nettoyer la parcelle en coupant les touffes gênantes et en les utilisant pour faire le compost ou comme paillis.
- ✓ Un apport de 5 à 6 tonnes de fumure organique bien décomposée appliquée de manière régulière sur toute la surface comme fumure de fond.
- ✓ Un léger labour dès les premières pluies pour détruire les ravageurs terricoles, les mauvaises herbes, pour enfouir la matière organique et mobiliser les nutriments.

2.4.3.Semis

Les semences doivent être d'origine biologique, non traitées avec les pesticides chimiques et non OGM. Pour protéger les semences des ravageurs et soutenir une bonne germination, elles sont enrobées de bouse de vaches, de sol de termitière ou d'argile (Helvetas, 2008).Le rendement du coton est fortement dépendant de la période de semis. Le semis se fait le plus tôt possible lorsque les conditions d'humidité le permettent. En fonction des périodes de semis on distingue de façon générale en Afrique de l'Ouest les semis précoces allant du 20 mai au 10 juin; les semis normaux du 11 juin au 20 juin et les semis tardifs du 21 juin au 10 juillet. Il se fait en poquet avec des écartements allant de 0,60 m x 0,30m à 0,80m x 0,40m selon le type de sol. Les ressemis sont effectués en cas de mauvaise levée. Le démariage est réalisé dix à douze jours après la levée du cotonnier si l'humidité du sol est favorable (Helvetas, 2008).

Les variétés utilisées au Burkina Faso sont :

- ✓ **FK 37** originaire du BF et utilisée par la SOFITEX dans la zone de Tiéfora
- ✓ **FK 290** originaire du BF et utilisée par la SOFITEX dans la zone de Ioba

- ✓ **STAM 59 A**: originaire du Togo; utilisée par la SOCOMA dans la zone de Fada Faso (UNPCB et Helvetas, 2005).

2.4.4. Opérations d'entretien de la culture

2.4.4.1. Sarclage, binage, buttage.

Pour la culture de coton biologique, le sarclage et le binage sont les principales opérations de lutte contre les mauvaises herbes. Le sarclage est réalisé dès le 45^{ème} JAS et varie de 3 à 4 sarclages en fonction de la qualité de la fumure organique. Quant au buttage, il est réalisé une fois que les plantes sont hautes. Il permet de garder l'humidité du sol et de renforcer le cotonnier contre les verses. (Helvetas, 2005).

2.4.4.2. Fumure organique

La réussite de la production biologique passe nécessairement par une maîtrise de la production de fumure organique en quantité et en qualité. Pour un hectare de coton biologique, 5 à 6 tonnes de fumure organique sont recommandées en début de saison. (UNPCB et Helvetas, 2005). Pour le compost, une fosse de 3m x 3m x 1,5m soit 13,5 mètres cube correspond à la quantité nécessaire pour fertiliser 0,5 hectare. Un complément de matière organique riche en N en une ou deux applications peut être apporté pendant la phase végétative. L'apport pendant cette phase de croissance du cotonnier intervient 2 à 3 semaines avant le début de la formation de bourgeons, puisque les éléments nutritifs ne sont pas immédiatement accessibles, mais ne sont libérés que lorsque le fumier s'est décomposé. (Helvetas, 2008).

2.4.4.3. Gestion des ravageurs et maladies

Le cotonnier est une plante attaquée par plusieurs ravageurs qui se nourrissent des feuilles, des capsules ou de la sève. Ces insectes sont entre autres les chenilles, les coléoptères, les jassidés, les mouches blanches, les pucerons et les thrips. En culture de coton biologique, la lutte contre ces ravageurs passe avant tout par la prévention en maintenant la santé du cotonnier et en créant un écosystème diversifié et équilibré (Helvetas, 2008). La prévention passe par l'utilisation des variétés résistantes, la rotation culturale, une fertilisation équilibrée et l'utilisation des plantes pièges. Différentes techniques de lutte contre les ravageurs sont utilisées:

- ❖ **Les plantes pièges**: Grâce à une culture intercalaire, on attire les insectes nuisibles en utilisant des plantes pièges pour lesquelles ces parasites ont une préférence. Le haricot ou le tournesol semé en une ligne sur cinq de coton attirent différents papillons. Il en

est de même pour le gombo qui chasse l'anthonome du cotonnier. Ceci ne fonctionne qu'à condition que le calendrier cultural de ces plantes soit bien coordonné avec celui du cotonnier (Helvetas, 2008).

- ❖ **Les bio-pesticides:** Ce sont des pesticides préparés à base d'extraits de grains de neem (*Azadirachta indica*) utilisés au Burkina Faso ou de *Lannea microcarpa* utilisés au Mali. Ces extraits sont utilisés seuls ou associés à l'huile de Koby (*Carapaprocera*). Ils sont efficaces contre les ravageurs suceurs, les jassidés, les chenilles du cotonnier et les thrips (Helvetas, 2008).
- ❖ Des microorganismes peuvent compléter cette lutte contre les parasites. C'est le cas de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui produit une protéine toxique uniquement pour les parasites. C'est un microbe efficace contre les larves mangeuses des feuilles. Son action se limite à la première phase du cycle de vie des chenilles du cotonnier avant qu'elle ne pénètre dans les capsules. Les préparations du Bt sont commercialisées au BF sous l'appellation de «BATIK» (Helvetas, 2008).

Dans la plupart des zones arides tropicales, les maladies ne sont pas un problème majeur pour la production de coton biologique. Pour celles qui surviennent occasionnellement, les méthodes suivantes de prévention ou de traitement sont utilisées: rotation culturale, bonne préparation du sol, application de compost bien décomposé, utilisation de variétés résistantes et la pulvérisation à l'urine de vache (Helvetas, 2008).

2.4.4.4. Récolte, stockage et commercialisation de coton biologique

La qualité du coton biologique est déterminée par la longueur de la fibre, le taux de présence de corps étrangers tels que les feuilles ou la poussière et le pourcentage de la fibre endommagé par les ravageurs ou les maladies (Helvetas, 2008). Le succès de la commercialisation de coton biologique est fortement dépendant de sa qualité. La récolte doit être précoce pour éviter que les insectes piqueurs suceurs ne salissent le coton graine. Un retard dans la récolte peut réduire la qualité de fibre car les capsules ouvertes sont exposées à la rosée, à la poussière et au miellat des insectes. L'engagement des enfants y est strictement interdit. Le champ doit être au préalable nettoyé pour éviter d'avoir des parties de mauvaises herbes sèches dans le coton lors de la récolte. Le coton est cueilli dans un tissu en coton propre, l'utilisation d'un tissu en nylon ou autres tissus synthétiques est strictement prohibée. (Helvetas, 2008).

Le lieu de stockage doit être propre et sécurisé. Aucun moyen de lutte chimique contre les ravageurs de stocks ne doit être utilisé. Lorsque le coton biologique est stocké dans les mêmes

locaux que le conventionnel, il faut séparer soigneusement les produits biologiques pour éviter tout mélange et contamination.

Les principaux marchés de textile pour la commercialisation de coton biologique se trouvent en Allemagne, en Suisse, aux Royaumes Unis, en Suède, en Italie, au Pays-Bas, aux Etats Unis et au Japon (Helvetas, 2008).

2.5. Certification biologique du coton

La culture de coton biologique est règlementée par des normes et des réglementations. Pour commercialiser le coton biologique sur le marché international, tout producteur, transformateur et exportateur doit se conformer à ces normes et réglementations. La certification est une opération par laquelle un organisme indépendant atteste de la conformité d'un produit ou d'un service à certaines caractéristiques ou à certaines normes établies. Elle vise l'obtention des certificats attestant la conformité du processus de production aux normes établies. (Helvetas, 2008).

Cette conformité est vérifiée à travers des systèmes de contrôles internes et externes effectués par des organismes de certification indépendants.

- ❖ Le système de contrôle interne est l'ensemble des moyens mis en œuvre par l'UNPCB/Programme coton biologique afin de s'assurer en interne du respect des règles requises pour la production. Il a pour objectif la surveillance formelle et informelle du respect de ces règles par les producteurs.
- ❖ Le contrôle externe a lieu deux fois dans l'année. L'un lors de l'installation des cultures et l'autre à l'égrenage. Il est assuré par un inspecteur externe qui apprécie le système de contrôle interne sur un échantillon de producteurs choisis au hasard (Helvetas, 2008).

En cas de non-conformité avec les règles requises la certification biologique est automatiquement perdue.

Depuis 2004 l'organisme de certification de coton biologique est Ecocert International agréé par l'Union Européenne.

III. Généralités sur le modèle NUTrientMONitoring (NUTMON)

Introduction

NUTMON est une méthodologie intégrée et multidisciplinaire qui s'adresse aux différents acteurs s'intéressant à la gestion des ressources naturelles d'une manière générale et aux éléments nutritifs d'une façon particulière. L'objectif principal de NUTMON est l'évaluation

des flux et bilans des éléments nutritifs (N, P, K) au niveau de l'exploitation agricole (EA). (Vlaminget *al.*, 2001).

L'approche NUTMON est caractérisée par deux phases selon Roy *et al.*, (2005):

- **La phase de diagnostic** qui s'applique à l'échelle de gestion des terres, des cultures et de l'élevage. L'objectif de cette phase consiste en une analyse participative de la situation actuelle sur l'appauvrissement en éléments nutritifs du sol et la performance économique.
- **La phase de développement**: elle s'applique aux échelles de l'exploitation agricole (EA) et de la région. Un processus d'élaboration de technologies participatives est lancé au niveau de l'EA afin de préparer des technologies qui pourront répondre aux problèmes identifiés lors de la phase de diagnostic.

La méthode NUTMON est composée de modules et de bases de données qui facilitent le suivi des éléments nutritifs au niveau des champs de chaque agriculteur.

3. 1. Modules et bases de données

Selon Vlaminget *al.*, (2001), la méthode NUTMON est composée de quatre modules et deux bases de données. Les quatre modules sont:

- Une série de questionnaires (**data collection**) chargée de recueillir les informations nécessaires spécifiques aux exploitations agricoles concernant la gestion, l'environnement de l'exploitation agricole, les familles d'agriculteurs, les sols et le climat.
- Un module de saisie de données (**data entry module**) facilitant la saisie informatique des informations issues des questionnaires.
- Un module de traitement (**background data module**) mémorisant les informations qui ne sont pas spécifiques des cultures, des résidus de cultures, des animaux, des intrants et des extrants.
- Un module de traitement des données (**data processing**) chargé de calculer des flux et les bilans en éléments nutritifs et les indicateurs économiques, sur la base des données spécifiques aux exploitations agricoles issues des questionnaires et des données générales provenant de la base de données.

Les deux bases de données sont:

- Une base de données (**farm database**) contenant les informations non spécifiques à l'exploitation agricole, comme les teneurs en éléments nutritifs des produits récoltés et de produits d'origine animales ainsi que les facteurs de calibrage des unités de mesure.

- Une base de données (**background database**) contenant des informations spécifiques à l'EA et une base renfermant l'information d'un ensemble d'exploitation agricole faisant parti de l'étude. La figure 2 donne un aperçu du modèle NUTMON.

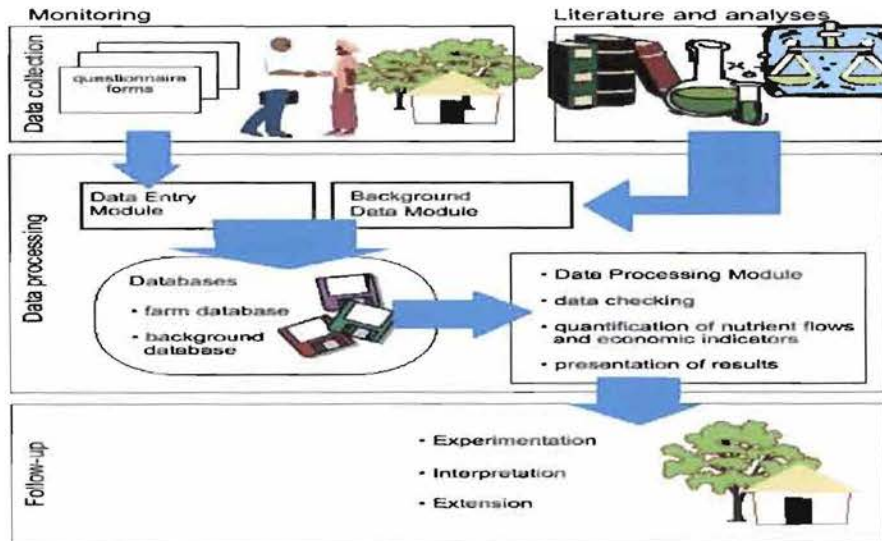


Figure 2: Présentation du modèle NUTMON

Source:(Vlaminget *al.*, 2001).

3.2. Concepts de NUTMON

Le concept de NUTMON est basé sur un modèle qui est une simplification de l'EA. Il comprend quatre principales composantes:

- ✓ Les terres contiguës de l'EA
- ✓ Les réserves en éléments nutritifs tels que les cultures, le bétail, les fosses compostières.
- ✓ Les autres entités qui jouent un rôle dans la gestion de l'EA tels que les sols, le climat (pluviosité) et les marchés.
- ✓ Les flux d'éléments nutritifs et financiers (récoltes, main d'œuvre).

Les limites de l'EA sont ses frontières physiques. La limite supérieure est constituée par l'interface sol-atmosphère ou plante-atmosphère. Celle inférieure est la profondeur au delà de laquelle les éléments nutritifs lessivés sont supposés être perdus par le système.

L'EA est composée de trois sous-systèmes reliés entre eux que sont : le ménage, les activités agropastorales et les activités économiques du ménage en dehors de l'exploitation. Elle est subdivisée suivant les réservoirs d'éléments nutritifs en unités de division de l'exploitation

(UDE), en unités primaires de production (UPP), en unités secondaires de production (USP) et en unités de redistribution (UR) (Vlaminget *al.*, 2001).

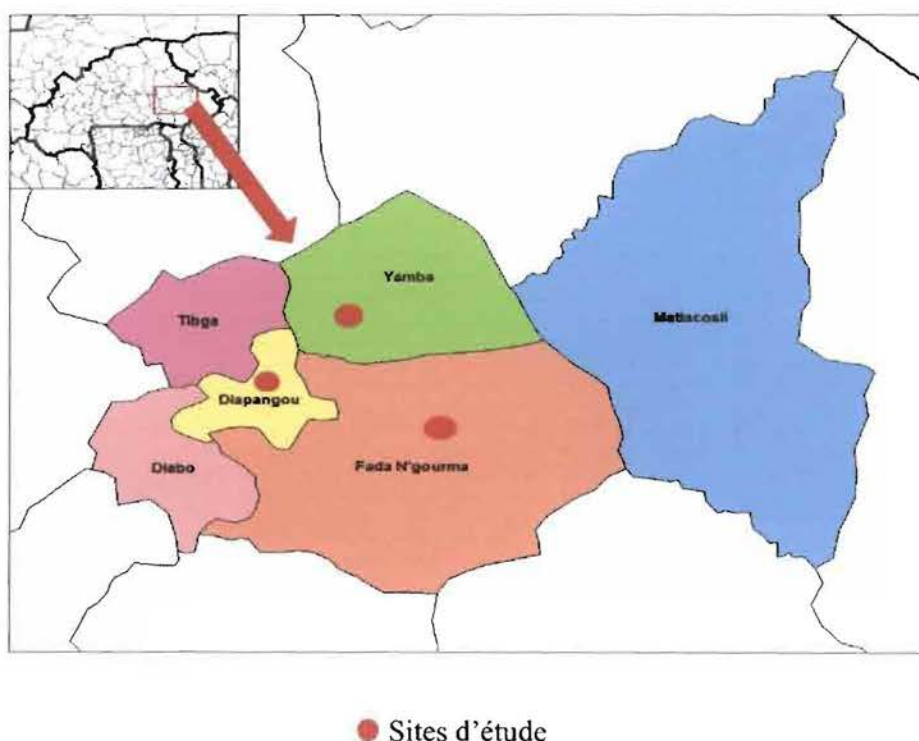
- **UDE:** c'est une zone contiguë de l'EA avec un seul type de sol, des caractéristiques de pente identiques, un régime hydrique et foncier similaire. Une EA peut avoir plusieurs UDE. Les limites des UDE sont visibles sur le terrain à cause de différences de pente et des zones d'écoulement.
- **UPP:** représente une ou plusieurs activités de productions végétales de l'EA qui se caractérisent par leur cycle de production dans le temps. Cette production végétale peut être celle d'une culture, d'une jachère, d'une friche ou d'une terre incultivable. Les productions dans les UPP sont destinées à l'alimentation humaine et ou animale. Une UPP est une subdivision de différentes UDE. Une UDE peut avoir une ou plusieurs UPP. Chaque UPP se caractérise par ses propriétés physiques en tant qu'élément d'une UDE et par sa production végétale.
- **USP:** regroupe l'ensemble des animaux élevés dans l'exploitation. Une USP se caractérise par des animaux d'une même espèce et sous la même conduite. Elle est composée de catégories d'animaux d'une même espèce qui se différencient par leur classe d'âge, leur sexe et leur état physiologique pour les reproducteurs. Pour les femelles la distinction est faite entre les lactantes et les non lactantes
- **UR:** zones de l'exploitation où les éléments nutritifs sont recueillis ou stockés pour être redistribués dans les autres composantes de l'EA. Une UR peut être située dans une PPU. Ce sont les débris du fourrage des animaux, les lieux de repos nocturne des animaux, les zones de parcage, les fosses compostières et les latrines (Vlaminget *al.*, 2001).

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la province du Gourma

La province du Gourma est située dans la partie Est du Burkina Faso entre 0°7 de longitude Ouest et 1°25 de longitude Est, 13°7 et 11°55 de latitude Nord. Elle est limitée à l'Est par la province de la Tapoa, à l'Ouest par celles du Boulgou et du Kouritenga, au Nord par celle de la Gnagna et au Sud par le Togo et le Bénin. La province du Gourma couvre une superficie de 11187 km² soit environ 24% du territoire régionale. Fada N'Gourma, chef-lieu de la province est située à 220 km de Ouagadougou. La province compte six (06) départements: Diabo, Diapangou, Fada N'Gourma, Matiacoali, Tibga et Yamba (carte 1) (Direction Régionale de l'Economie et de la Planification de l'Est DREF/Est, 2012). L'étude a concerné les départements de Fada N'Gourma, de Diapangou et de Yamba.



Carte 1: Localisation de la province du Gourma et des sites d'étude

Source: Wikipédia consulté le 01/03/2014 à 16h 30mn

1.2. Climat

La province du Gourma est caractérisée par une aire de transition entre le domaine soudanien au sud et celui sahélien au nord avec une alternance de deux grandes saisons; une saison pluvieuse (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars) Cecchini *et al.*, (2003) cité

par Millogo, (2007). Le régime thermique est à deux maxima dont le plus élevé se situe dans la période de mars-avril. La moyenne des températures est de 39,6°C, la plus élevée étant de 41°C. Les mois les plus frais sont décembre et janvier, tandis que les mois les plus chauds sont mars et avril.

Le régime des vents est constitué de l'harmattan soufflant dans le sens nord-est, sud-ouest de décembre à mars relayé en avril-mai par la mousson qui souffle dans une direction sud-ouest et nord-est (Millogo, 2007).

La pluviosité est de type soudanien dans la majeure partie de la zone avec des précipitations annuelles variant de 600 mm à 900mm. Cependant depuis quelques décennies la zone connaît des perturbations climatiques très sensibles à tendance régressive. Nakandé, (2004) par cité Millogo (2007).

La pluviométrie moyenne de 2005 à 2013 est de 848,11 mm dans le département de Fada. La plus forte pluviométrie dans ce département a été relevée en 2008 (1027,8 mm) et la faible a été relevée en 2012 (741,3 mm). Le nombre de jours de pluie varie de 35 à 57. Les données de 2005 à 2013 sont présentées par la figure 3.

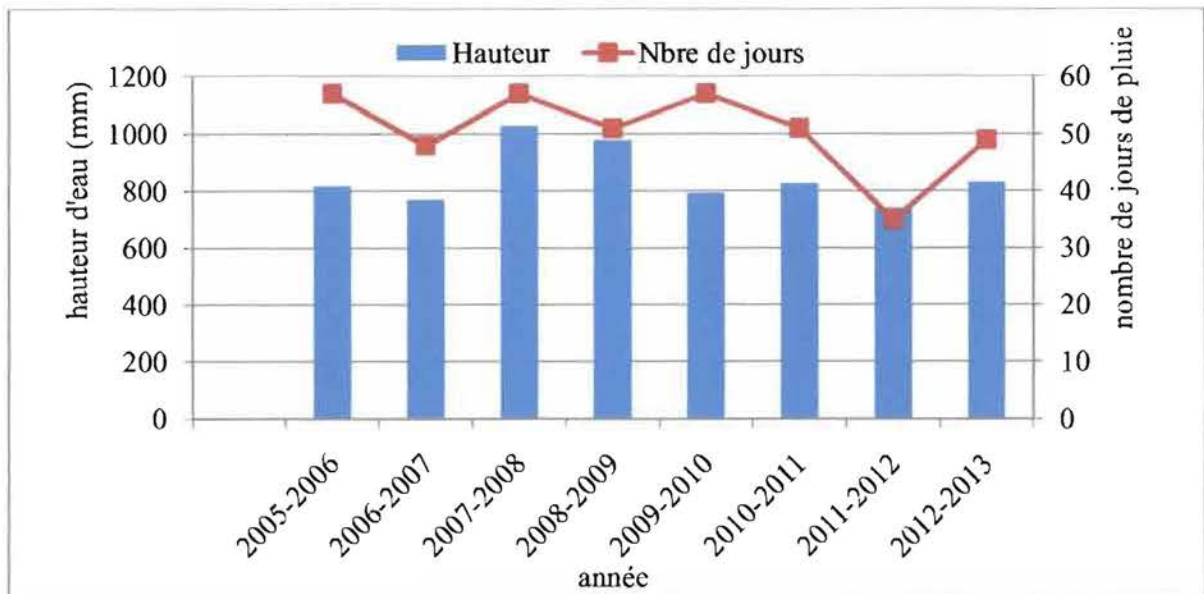


Figure 3: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Fada N'Gourma de 2005 à 2013

(Source: DPASA/Gourma)

Dans le département de Diapangou, la moyenne pluviométrique annuelle de 2005 à 2013 a été de 726,92 mm avec un pic enregistré en 2008 (1076 mm). La plus faible pluviométrie a été

enregistrée en 2011 (585,7 mm). Le nombre de jours de pluie de 2005 à 2013 dans le département a varié de 36 jours à 64 jours de pluie par an (figure 4).

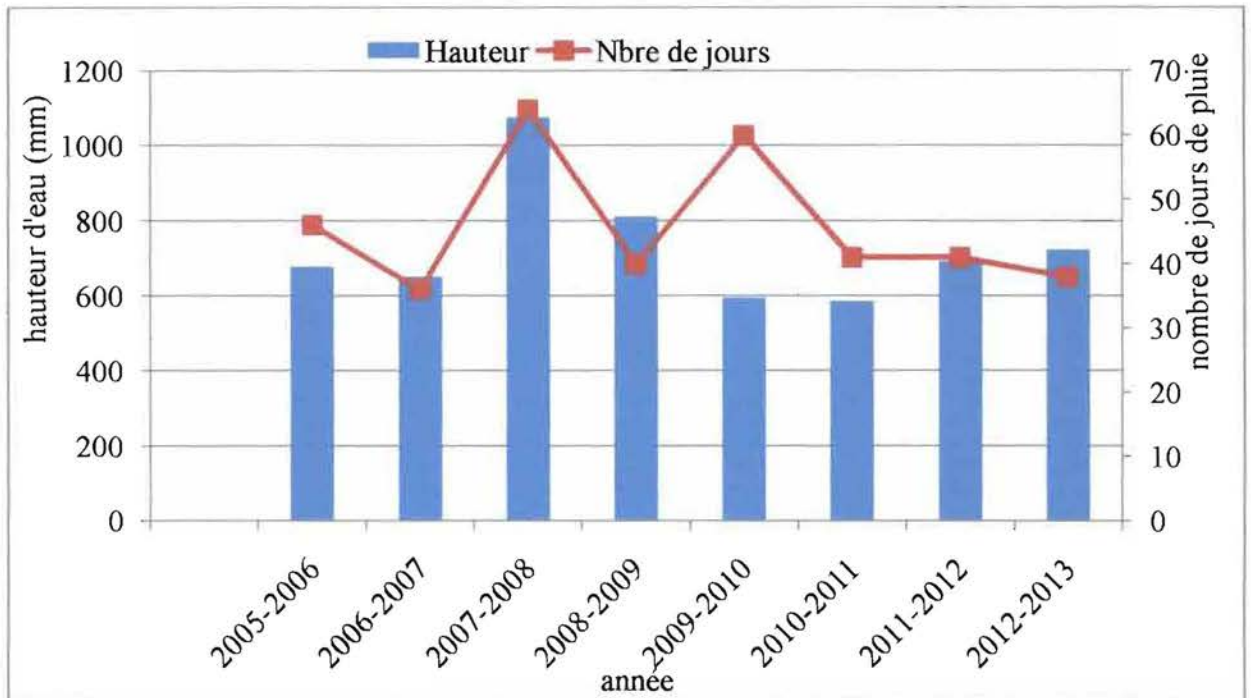


Figure 4: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Diapangou de 2005 à 2013

(Source : DPASA/Gourma)

Le département de Yamba a enregistré de 2005 à 2013 une pluviométrie moyenne annuelle 739,24 mm. Ce département a enregistré sa plus forte pluviométrie en 2013 (906,3 mm) et la plus faible en 2011 (566,24 mm). Le nombre de jours de pluie a varié annuellement de 33 jours à 57 jours (figure 5).

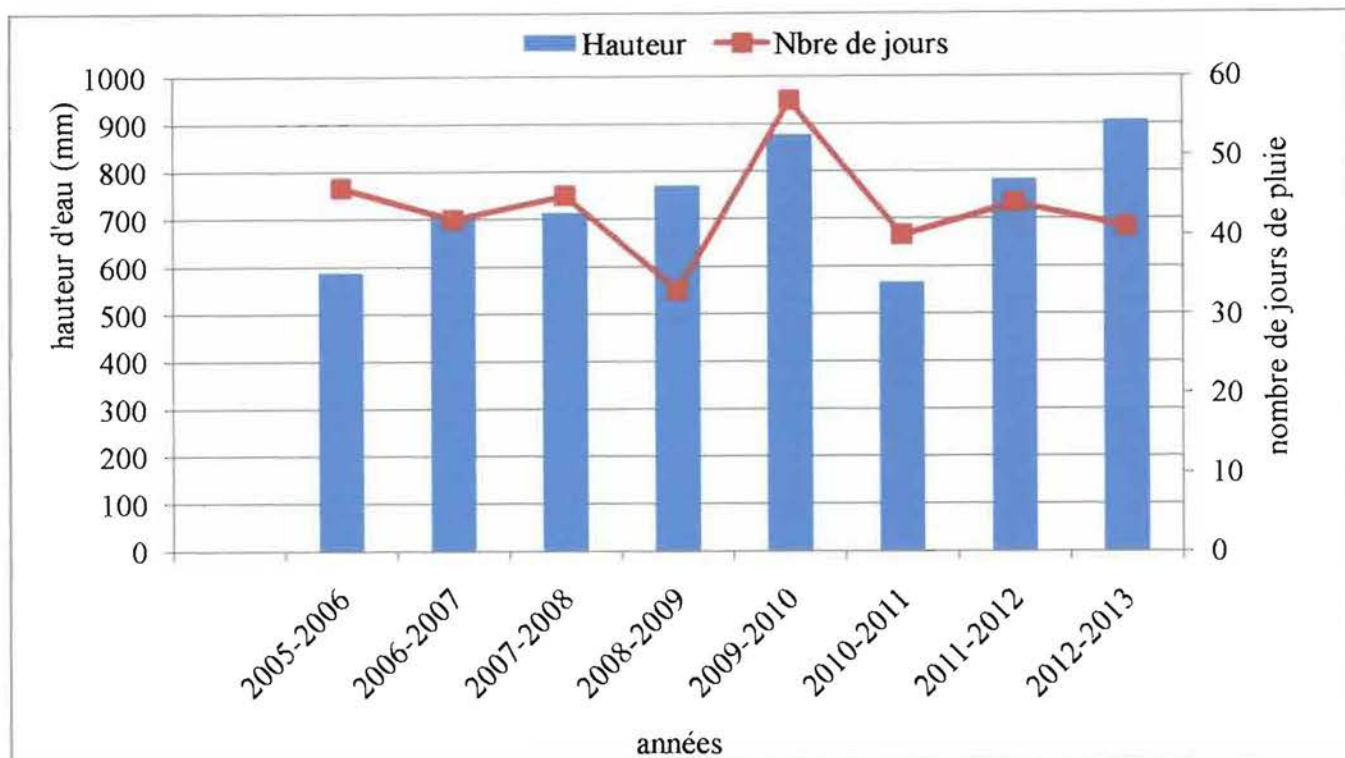


Figure 5: Pluviosité annuelle et nombre de jours de pluie dans le département de Yamba de 2005 à 2013

(Source: DPASA/Gourma)

1.3. Relief et sols de la province du Gourma

Le relief est d'une manière générale formée d'un tableau tabulaire incliné dans le sens nord-ouest et sud-est avec des faibles altitudes (140-191 mètres). Il est tourmenté par les exigences gréseuses prenant l'allure de dômes ou de monts. Les principales élévations sont le Bosoari (384 m), le Namoungou (369 m), les chapelets de collines de Tampaoga dont le plus haut sommet culmine 365 m (Nakandé, 2004) cité par Millogo, (2007).

Plusieurs types de sols couvrent la province du Gourma. Selon le Programme d'Investissement Communautaire en Fertilité des Sols (PICOFA, 2008), on y rencontre des :

- ✓ Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions: ils se rencontrent sur les moyennes des pentes et les bas de pente des glacis de raccordement. Ce sont des sols profonds (supérieur à 120 cm) de couleur brun pale en surface, et rose à jaune rougeâtre en profondeur. Ces sols sont pauvres en matière organique et en azote total.
- ✓ Sols ferrugineux tropicaux indurés peu profonds : ils se rencontrent sur les plateaux cuirassés, les hauts de pente et les moyennes pentes des glacis. Ce sont des sols peu

profonds (20-40 cm), de couleur brun grisâtre en surface et brune en profondeur. Ces sols sont moyennement riches en matière organique et en azote total.

- ✓ Sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués: ils occupent le bas de pente des glacis de raccordement. Ce sont des sols moyennement profonds (supérieure à 40 cm) de couleur grise foncée en surface et brune en profondeur.
- ✓ Sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes : ils se rencontrent sur le bas de pente de glacis de raccordement et dans les lits des petits cours d'eau. Ce sont des sols profonds (137 cm) de couleur grise en surface, et jaune brunâtre en profondeur.

1.4. Hydrographie

La province du Gourma est sillonnée par d'importants cours d'eau repartis dans deux principaux bassins versants:

- Le bassin versant du Niger: regroupe les cours d'eau situés au Nord et au centre de la province (Sirba et Bonseiga).
- Le bassin versant du Pendjari: regroupe les cours d'eau situés au Sud de la province (Koumpelogo et Singou) (DREF/Est, 2012).

La province compte vingt-trois (23) barrages et retenues d'eau dont les plus importants sont les barrages de Diapangou, Bougui, Tandyari, Fada, Largo, Boulyagui (DREF/Est, 2012).

1.5. Végétation

La végétation rencontrée dans la province du Gourma est constituée d'une savane arborée dense en grande partie et de savane arbustive. Elle est relativement abondante au centre et au Sud. La végétation est beaucoup moins dense dans la partie où on note la présence de quelques essences épineuses (DREF/Est, 2012). Les essences végétales rencontrées dans le Gourma se composent essentiellement de *Khaya senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Isobertlini adoca*, *Adansoniadigitata*, *Tamarindus indica*. La strate herbacée est dominée par *Loudetia togoensis*, *Hyparrheniarufa*, *Cenchrusciliaris* et *Andropogonsp* (Boussim, 2002) cité par Millogo (2007).

On rencontre dans la province du Gourma deux types de forêts : les forêts classées qui se composent de la réserve totale de faune de Singou d'une superficie totale de 200 km² et la réserve partielle de faune de Pama et les forêts villageoises dont la plus importante est celle de Matiacoalé (DREF, 2012).

1.6. Activités socio-économiques

1.6.1. L'agriculture

La province du Gourma est une zone de prédilection des migrants agricoles en provenance du plateau central en quête de terres cultivables. L'agriculture occupe la première place dans les activités socio-économiques de la province. D'énormes atouts physiques et humains soutiennent cette agriculture mais reste confrontée aux aléas climatiques et à une difficulté d'écoulement des produits agricoles sur les marchés (DREF, 2012).

Ils existent deux principales cultures dans la province: les cultures vivrières destinées en grande partie à la consommation familiale et les cultures de rente destinées à la commercialisation. Les principales cultures vivrières sont: le mil, le sorgho (blanc et rouge), le maïs et le riz. Les cultures de rente sont le coton, l'arachide, le sésame et le soja. A côté de ces cultures, on note la présence d'autres cultures vivrières telles que le niébé, le voandzou, la patate et le manioc.

Les superficies emblavées et les productions des différentes cultures au cours de la campagne 2012/2013 sont représentés par la figure 6.

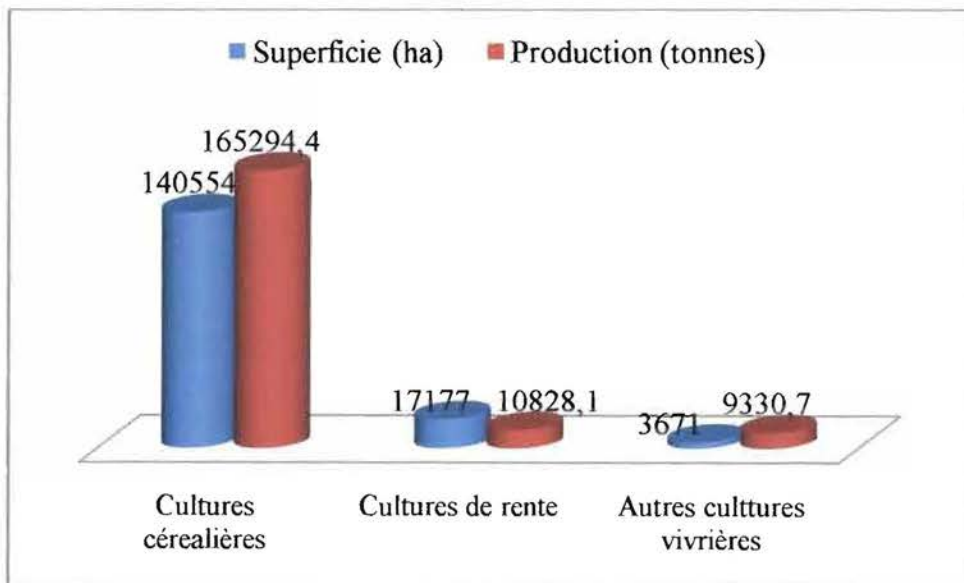


Figure 6: Superficie emblavée et production réalisée des différentes cultures au cours de la campagne 2012/2013 dans la province du Gourma

Source: DPASA/ Gourma

1.6.2. L'élevage

L'élevage occupe la seconde position dans les activités socio-économiques de la province du Gourma. Cette activité était essentiellement pratiquée par les peulhs à qui les populations confiaient leur troupeau. De nos jours ces derniers en pratiquent eux même. Le cheptel se compose de bovins, d'asins, d'équins d'ovins, de caprins, de porcins et de la volaille. La province dispose de marchés forains bien achalandés et de marchés à bétail qui attirent les commerçants des provinces limitrophes et ceux des pays voisins (DREF, 2012).

1.6.3. Pêche

Elle est pratiquée dans les cours d'eau naturels et les barrages. Les principaux plans d'eau concernés par la pêche dans la province du Gourma sont ceux de Natiaboani, de Tandjari, de Nakpanliangou, de Bougui, de Diapangou, ainsi que les barrages n°1 et n°2 de Fada N'Gourma (DREF, 2012).

II. Matériel

2.1. Description des champs étudiés

2.1.1. Champs de démonstration (CD)

Ce sont des parcelles de 0,25 hectare délimitées sur lesquelles le paquet technologique (annexe 4) est rigoureusement appliquée et suivie. Les séances de formations pratiques des producteurs se font dans ces différents CD en présence de l'Agent Technique Biologique.

2.1.2. Champs des producteurs non démonstrateurs (CO)

Ce sont les champs de coton biologique des producteurs non démonstrateurs. Leur superficie varie en fonction de la capacité du producteur. Dans ces champs les producteurs non démonstrateurs mettent individuellement en pratique les différentes formations reçues.

2.1.3. Champs des producteurs démonstrateurs (CP)

Il s'agit des champs des producteurs démonstrateurs autre que leurs CD dans lesquels ils mettent en pratique les formations reçues.

2.2. Matériel végétal

Pour les trois types de champs la variété de cotonnier STAM 59 A a été utilisée. C'est une variété originaire du Togo cultivée au Burkina Faso dans les zones Sud-Ouest et Est. Elle a un cycle végétatif de 150 jours avec une hauteur moyenne de 120 cm. Son rendement moyen est de 1,1 tonne en milieu paysan (fiche technique, INERA).

III. Méthodes

3.1. Choix des producteurs pour la pré-enquête

Le choix des producteurs a consisté en un échantillonnage aléatoire à l'aide du logiciel R version 2.11. Les producteurs sont numérotés de 1 à 149 et un tirage aléatoire sans remise est effectué par le logiciel. Chaque producteur tiré est identifié par son numéro.

3.2. Pré-enquêtes

La pré-enquête a concerné 18 producteurs démonstrateurs sur 22 et 22 producteurs non démonstrateurs sur 127, tirés à l'aide du logiciel R. Au total 40 producteurs répartis dans 12 villages ont été pré-enquêtés. L'objectif de la pré-enquête est de déterminer le mode de travail du sol, la présence d'un autre champ chez les producteurs démonstrateurs et d'identifier les typologies à suivre. La pré-enquête a permis d'identifier 10 producteurs démonstrateurs, 10 producteurs démonstrateurs et ayant un autre champ de coton biologique et 10 producteurs non démonstrateurs soit au total 30 producteurs répartis dans 10 villages.

3.3. Collecte de données pour le modèle NUTMON

Pour la présente étude, des options simplifiées du modèle NUTMON ont été utilisées pour se pencher que sur les bilans partiels des parcelles de coton biologique et les marges brutes issues de la production.

3.3.1. Enquêtes d'inventaire

L'enquête d'inventaire a été la première étape de l'utilisation de NUTMON. Pour se faire, une fiche d'inventaire a été élaborée (annexe 2). Cette fiche a permis une caractérisation générale des 30 champs de coton biologique tirés. Ces enquêtes ont permis de déterminer les Unités de Division de l'Exploitation (UDE), les Unités Primaires de Production (UPP), les Unités Secondaires de Production (USP) et les Unités de Redistribution (UR) de chaque exploitation agricole ayant une étroite relation avec le champ de coton biologique.

3.3.2. Enquêtes de suivi

L'enquête de suivi a fait suite à celle d'inventaire. Elle a constitué en la collecte périodique des données sur les flux entrants et ceux sortants des différents compartiments des champs de coton biologique durant la période d'apport de matière organique en Mai et celle de la récolte

en Novembre. L'enquête de suivi a permis de quantifier les flux internes et externes sur toute la période concernée à l'aide des questionnaires de suivi (annexe 3).

3.3.3. Prélèvement d'échantillons de sol, de plantes et de matière organique

Dans les champs de coton biologique des producteurs suivis, deux échantillons de sol ont été prélevés pour la détermination de leurs teneurs en azote (N), en phosphore (P) et en potassium(K): l'un au moment des semis et l'autre à la récolte. Un échantillon composite a été constitué à partir de prélèvements dans l'horizon 0-20 cm en trois endroits dans le CO des producteurs non démonstrateurs, ainsi que dans les CD et CO des producteurs démonstrateurs.

Aussi, les échantillons de matière organique appliquée dans les différents champs suivis ont été prélevés pour des analyses. Dans le cas de plusieurs fosses compostières, il a été procédé à l'identification de la fosse dont le compost a servi à la fertilisation du champ considéré.

A la récolte, des échantillons de tiges, de feuilles et de graines de coton ont été prélevés dans les différents champs pour la détermination de leur teneur en N, P et K.

3.3.4. Analyses chimiques

Les analyses chimiques des différents échantillons prélevés ont été faites au laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS).

Ces analyses chimiques ont concerné les teneurs en macronutriments N, P et K des différents échantillons prélevés. Les résultats de ces analyses ont été intégrés dans le modèle NUTMON pour le calcul du bilan des macronutriments.

3.3.5. Evaluation des rendements

3.3.5.1. Rendement coton graine

Ila été évalué à l'aide des carrés de rendement. Ainsi trois (03) carrés de 25 m² chacun ont été posés dans les différents champs de coton biologiques suivis. Dans chaque carré, le coton a été récolté et pesé à l'aide d'une balance de portée 25 kg. La production moyenne de coton graine par carré a été évaluée en faisant la moyenne de la production des trois carrés. La production totale a été évaluée par une extrapolation de la production moyenne des carrés à la superficie totale du champ de chaque producteur.

3.3.5.2. Poids sec des tiges de cotonnier

Pour l'évaluation de rendement tiges, les mêmes carrés ayant servi à l'évaluation de rendement coton graine ont été utilisés. Les tiges de coton ont été coupées, séchées puis pesées à l'aide de la balance de portée 25 kg. La production moyenne de coton tige par carré a été obtenue en faisant la moyenne de la production des trois carrés. La production totale a été obtenue par extrapolation de la production moyenne par carré à la superficie totale du champ de chaque producteur.

3.4. Analyse de données

3.4.1. Saisie des données dans le modèle NUTMON

Les données collectées à travers les fiches d'inventaire et de suivis ont été introduites dans le modèle via le module «**data entry**». Les données d'analyse de sols, des flux nutritifs entrants et sortants ont été également saisies dans le module «**data entry**». Les données sur les teneurs en argile, en carbone total et en potassium échangeable(annexe5)ont été obtenues à partir du rapport technique N°142 du PICOFA (2008) sur l'étude morphopédologique des provinces du Gourma, de la Kompienga et de la Komondjari pour compléter les données d'analyses de sols.

Quant aux données sur les prix de vente du kg de coton graine, les données sur les teneurs en N, P et K de la matière organique, des graines de coton ainsi que la paille, elles ont été saisies dans le modèle via le module «**background data**».

Le module «**data processing**» a été utilisé pour l'analyse des données. Après la saisie et la vérification des données, une première analyse a été faite afin de corriger les différentes bases de données permettant ainsi de disposer d'une base de données propre pour les analyses. Ces analyses ont été faites par producteur et ont concerné les bilans partiels en N, P et K ainsi que la marge brute de ces champs de coton biologique.

3.4.2. Evaluation du bilan partiel des nutriments dans les champs de coton biologique

Le calcul du bilan partiel des éléments nutritifs a pris en compte uniquement les éléments majeurs N, P et K. Nous nous sommes appuyés sur le bilan partiel pour des raisons de précision et de manque de données pour la détermination des différentes pertes dues au lessivage, à l'érosion, pertes gazeuses provenant du sol et des différents apports provenant des dépositions atmosphériques et de la fixation non symbiotique de l'azote. Les calculs ont

pris uniquement en compte les apports d'éléments nutritifs provenant de la matière organique et les exportations (EXT) par les cultures du cotonnier.

3.4.2.1. Apports de matière organique (IN)

Les apports de matière organique représentent les flux de nutriments entrant dans le sol. Ils ont été quantifiés à travers des questionnements auprès du producteur.

- **IN1:** Ce flux représente les engrais naturels apportés directement dans le champ tel que le Burkina Phosphate.
- **IN2:** représente les apports de matière organique sous forme de fientes de volaille, d'excréta d'animaux ou de compost. Il est déterminé en questionnant le producteur et en combinant les quantités appliquées avec les teneurs en éléments nutritifs issus de la base de données.

3.4.2.2. Exportations (EXT)

Les exportations de macronutriments N, P, K par les graines et tiges de coton ont été évaluées par le modèle et correspondent au produit des rendements coton graine et tiges par les teneurs en N, P et K des graines et tiges de coton issus des analyses chimiques.

- **EXT 1:** représente les exportations N, P et K par les graines de coton biologique.

EXT1 (N, P, K) = Rendement coton graine x teneur (N, P, K) des graines

- **EXT2:** représente les exportations de nutriments par les tiges de coton biologique.

EXT 2 (N, P, K) = Rendement coton tige x teneur (N, P, K) des tiges.

La figure 7 montre les flux nutritifs (entrants et sortants) et économiques (entrants et sortants) des compartiments de l'EA.

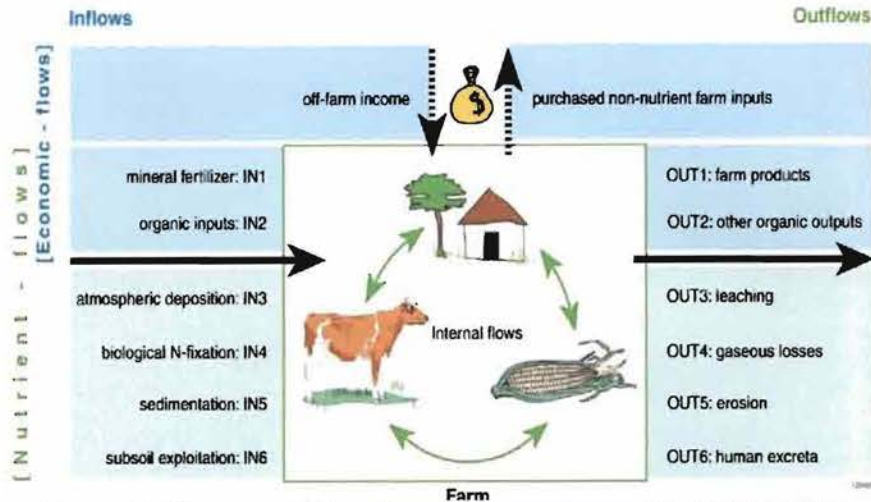


Figure 7: Flux nutritifs et économiques du modèle NUTMON

Source: Roy *et al.*, 2005

3.4.2.3. Evaluation du bilan partiel des macronutriments N, P et K

Le bilan partiel représente la différence entre les intrants liés à l'apport de matière organique et les exportations de nutriments par les grains et les tiges de cotonnier.

$$\text{Bilan partiel} = (\text{IN1} + \text{IN2}) - (\text{EXT1} + \text{EXT2})$$

Ce bilan permet de savoir si les apports satisfont aux besoins des cultures sans tenir compte des autres facteurs.

3.4.3. Evaluation de la marge brute de production du coton biologique

3.4.3.1. Charges de production

Les charges de production représentent toute dépense faite par le producteur dans le cadre de la production de coton biologique. Les charges de production prises en compte pour cette étude sont : le coût de semences de coton biologique, de production de la matière organique, la main d'œuvre rémunérée, des pesticides naturels, toute location et tout autre coût variable entrant dans la production de coton biologique.

3.4.3.2. Produits

Les produits représentent les revenus du producteur issus de la vente de coton graine. Le prix d'achat de coton biologique aux producteurs a été de 375F CFA/kg de coton graine (Association Interprofessionnelle du Coton du Burkina (AICB), 2013).

3.4.3.3. Calcul de la marge brute

La marge brute est la différence entre les produits et les charges de production.

$$\text{Marge brute} = \text{Produits} - \text{Charges de production}$$

3.4.4. Analyse statistique

Les données ont été saisies dans le modèle NUTMON. Une première analyse du bilan partiel et de la marge brute a été faite par le modèle. Les résultats des analyses du bilan de N, P, K par le modèle et les rendements ont été saisis dans le logiciel MS Excel2010 et ensuite soumis à une analyse de variance (ANOVA) pour apprécier les différences. L'ANOVA a été faite à l'aide du logiciel GenstatDiscovery version 4 et la séparation des moyennes a été réalisée à l'aide du test de Student- Newman-Keuls au seuil de 5%.

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

1.1. Caractéristiques générales des parcelles de coton biologique

1.1.1. Structure démographique

La structure des ménages enquêtés est très variable. Elle est constituée en majorité de populations inactives (enfants de moins de 16 ans et les personnes âgées). Le pourcentage moyen des actifs varie entre 40% et 42% et celui des inactifs de 58% à 60%. Les résultats de la structure démographique des ménages enquêtés sont présentés par la figure 8.

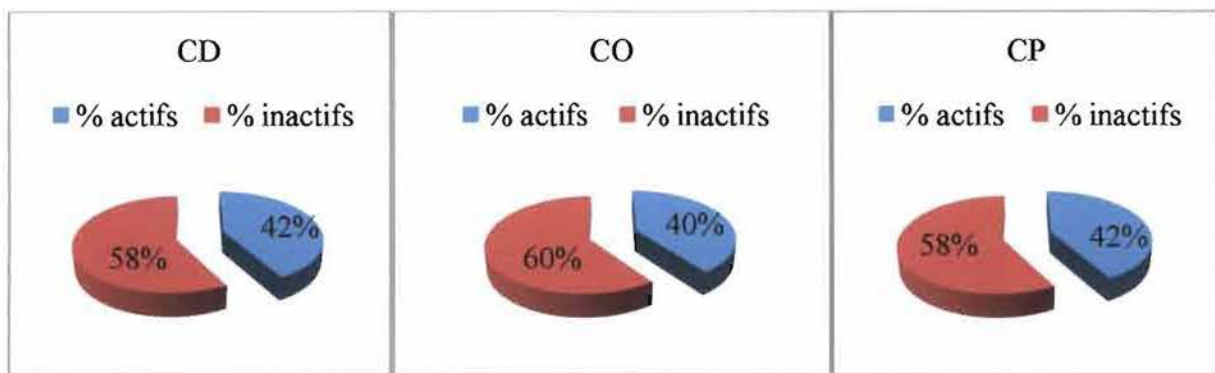


Figure 8: Structure démographique du ménage des producteurs de coton biologique dans la province du Gourma

1.1.2. Caractéristiques chimiques des sols

Les résultats des analyses chimiques du sol au semis et à la récolte sont présentés dans le tableau II. De ces résultats, il ressort que les CD présentent au semis la teneur moyenne en N la plus élevée suivie des CP ensuite viennent les CO. A la récolte la teneur moyenne en N la plus élevée a été observée au niveau des CD suivie des CO puis des CP. Quant au P, au semis comme à la récolte la teneur moyenne la plus élevée a été observée au niveau des CD, suivie des CP et des CO. La teneur moyenne la plus élevée en K au semis a été observée chez les CO suivie des CD et CP tandis qu'à la récolte, la plus élevée a été observée chez les CP suivie des CD et CO.

Tableau II: Teneur moyenne (\pm écart type) du sol en N, P et K des champs de coton biologique au semis et à la récolte (mg.kg^{-1})

Type de champ	Sol au semis (0 - 20 cm)			Sol à la récolte		
	N (kg.ha^{-1})	P (kg.ha^{-1})	K (kg.ha^{-1})	N (kg.ha^{-1})	P(kg.ha^{-1})	K(kg.ha^{-1})
CD	573 \pm 170,68	147,72 \pm 103,42	1104 \pm 557,87	425 \pm 219,60	167,40 \pm 125,26	760,70 \pm 415,59
CP	531 \pm 195,18	116,49 \pm 81,63	939 \pm 387,33	374 \pm 157,49	148,90 \pm 88,80	856,30 \pm 640,54
CO	523 \pm 148,17	103,3 \pm 27,68	1199 \pm 348,02	391 \pm 123,95	91,80 \pm 24,82	677,50 \pm 301,70

CD: Champ démonstrateur; CP: champ producteur démonstrateur; CO: champ producteur non démonstrateur

1.1.3. Quantité de matière organique (MO) apportée dans les champs

Les résultats des apports de matière organique (tableau III) ont montré que les CD ont apporté une quantité importante de matière organique que les CP et CO. La plus faible quantité de MO a été apportée par les CO.

Tableau III : Quantité de MO apportée dans les parcelles

Type de champ	Superficie moyenne parcelles (ha)	Apport moyen de matière organique (t)	Apport moyen de matière organique (t.ha^{-1})
CD	0,25	2	8
CP	1,51	6	3,97
CO	2,10	5,60	2,66

CD: Champ démonstrateur; CP: champ producteur démonstrateur; CO: champ producteur non démonstrateur.

1.1.4. Teneur en N, P et K de la matière organique apportée

Les résultats d'analyse de la MO apportée ont montré que les CD ont une MO riche en N suivi des CO et CP en ce même élément. La MO apportée dans les CO a été plus riche en K par rapport aux CP et CD. Quant au P, sa teneur a été faible dans la MO apporté sur les trois types de champs.

Le tableau IV montre la teneur moyenne des macronutriments N, P et K de la MO apportée dans les trois types de champs.

Tableau IV: teneur moyenne en N, P et K de la MO apportée dans les parcelles de coton biologique

Type de champ	N (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)
CD	9135± 6385,96	0,241± 0,12	4534± 4213,14
CP	6123± 4350,67	0,265± 0,11	4856± 4426,19
CO	6633± 3085,18	0,254± 0,08	5774± 4729,84
ddl	2	2	2
Valeur de F	1,39	0,1	0,21
Probabilité (5%)	0,274	0,903	0,809
Signification	NS	NS	NS

NS: non significatif ddl: degré de liberté

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur

1.1.5. Variation de la teneur du sol en N, P, K du semis à la récolte

La variation de la teneur du sol en N, P, K est la différence entre la teneur en N, P et K du sol à la récolte et celle au semis. L'analyse de la teneur finale a montré une teneur négative en N et K pour les trois types de champs. Les CD et CP ont enregistré une teneur positive en P tandis que dans les CO, elle a été négative. Les résultats sont présentés dans le tableau V.

Tableau V: Variation de la teneur moyenned du sol (\pm écart type) en N, P, K du semis à la récolte dans les champs de coton biologique (mg.kg⁻¹).

Type de champ	N (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)
CD	-148± 181,15	19,68± 49,52	-343,3± 382,89
CP	-157± 167,20	32,41± 73,78	-82,74± 706,85
CO	-132± 193,66	-11,5± 11,47	-521,5± 326,06

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur.

1.1.6. Teneurs en macronutriments N, P, K des graines et tiges de coton biologique

Les résultats (tableau VI) ont montré des teneurs élevées en N des graines dans les CD par rapport aux CP et CO. Tandis que dans les tiges la teneur en ce même élément a été importante dans les CD, suivis des CO et CP. Quant à la teneur en P des graines, elle a été

plus importante dans les CD suivis des CO et CP. Celle de P des tiges a été plus importante dans les CD puis les CP et CO. La plus forte teneur en K des graines a été enregistrée dans les CD suivis des CP et CO, de même que celle des tiges.

Tableau VI: Teneur moyenne en N, P, K dans les graines et les tiges de coton biologique (mg.kg⁻¹)

Type de champ	Graines			Tiges		
	N (mg.kg ⁻¹)	P(mg.kg ⁻¹)	K(mg.kg ⁻¹)	N(mg.kg ⁻¹)	P(mg.kg ⁻¹)	K(mg.kg ⁻¹)
CD	349,50	51,56	124,98	25,50	27,39	144,31
CP	355,30	46,10	106,59	23,80	24,59	333,06
CO	448,70	46,83	95,57	25	23,28	130,21

CD: Champ démonstrateur; CP: champ producteur démonstrateur; CO: champ producteur non démonstrateur.

1.2. Rendement coton graine et coton tige

Les résultats ont montré que les CO ont enregistré les rendements de coton graine les plus faibles (442,4 kg.ha⁻¹). Les rendements les plus élevés ont été enregistrés pour les CD (613,2 kg.ha⁻¹). Les différents résultats sont présentés dans le tableau VII.

Le résultat de l'ANOVA au seuil de 5% n'a montré aucune différence significative entre les rendements des différents champs. Cependant la comparaison des moyennes arithmétiques montre une amélioration des CD de 38,6% par rapport aux CO et de 17,56% par rapport aux CP.

Tableau VII: Rendement moyen (\pm écart type) de coton graine et poids sec des tiges de cotonnier des champs de coton biologique.

Type de champ	rendement moyen coton graine (kg.ha ⁻¹)	rendement moyen coton tige (kg.ha ⁻¹)
CD	613,2±211,53	871,6±461
CP	521,6±123,07	917,6±791,06
CO	442,4±263,93	698±413,23
ddl	2	2
Valeur de F	1,38	0,99
Probabilité (5%)	0,277	0,389
Signification	NS	NS

NS: non significatif ddl: degré de liberté

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur

1.3. Exportations de macronutriments (N, P, K) par les graines et les tiges de coton biologique

Les exportations de N faites par les graines dans les trois types de champs ont varié de 19,6 kg.ha⁻¹ à 14,64 kg.ha⁻¹ dont les CD ont enregistré les plus élevées. Celles par les tiges ont varié de 1,98 kg.ha⁻¹ à 1,43 kg.ha⁻¹. Les CP ont enregistré les exportations les plus élevées en N suivies des CD et CO. Les exportations de N faites par les graines ont été plus élevées que celles faites par les tiges.

Les exportations de P par les graines ont varié de 3,16 kg.ha⁻¹ à 1,91 kg.ha⁻¹ contre 2 kg.ha⁻¹ à 1,42 kg.ha⁻¹ celles par les tiges. Les exportations les plus élevées par les graines et par les tiges ont été observées dans les CD respectivement de 3,16 kg.ha⁻¹ et de 2 kg.ha⁻¹.

Quant aux exportations de K par les graines, elles ont varié de 6,16 kg.ha⁻¹ à 4,29 kg.ha⁻¹ avec une forte valeur enregistrée dans les CD (6,16 kg.ha⁻¹). Les exportations par les tiges ont variées de 7,87 kg.ha⁻¹ à 7,36 kg.ha⁻¹ avec une valeur plus élevée dans les CP.

Les graines de coton biologique ont exporté plus de N et de P que les tiges, tandis le K a été plus exporté par les tiges que les graines. La figure 9 présente les exportations de macronutriments par les graines et tiges de coton biologique.

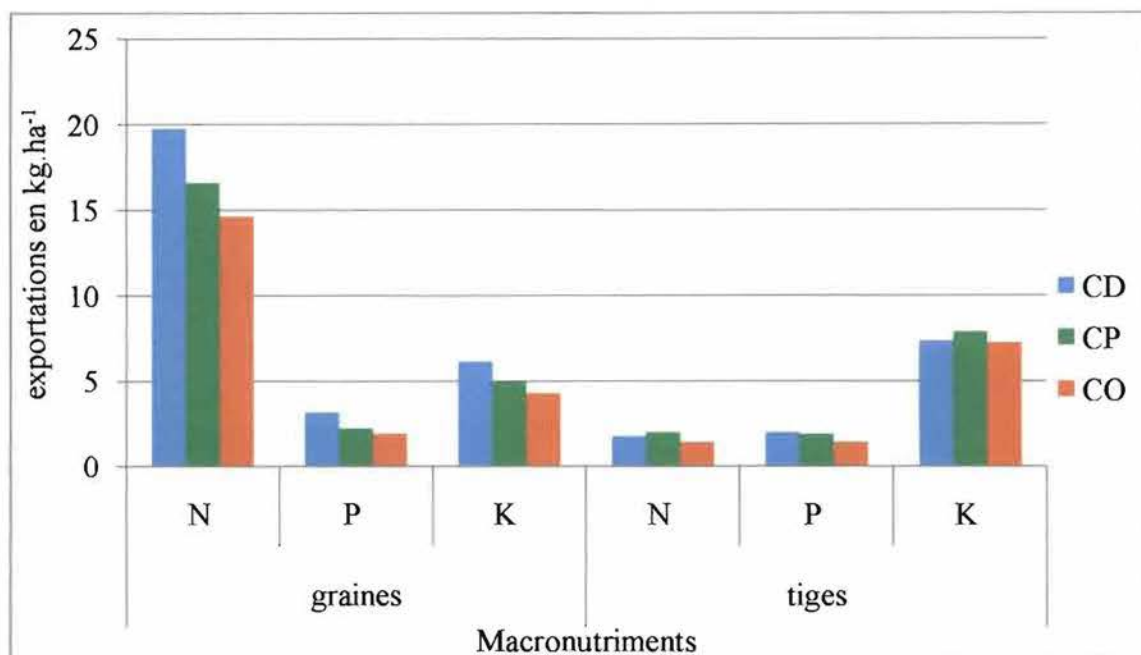


Figure 9: Exportations de macronutriments N, P, K par les graines et tiges de cotonnier biologique.

CD: champ de démonstration; **CP:** champ des producteurs démonstrateurs; **CO:** champ des producteurs non démonstrateurs

1.4. Bilan partiel des macronutriments

1.4.1. Bilan partiel de l'azote

❖ Apports (IN) et exportations (Ext)

Les résultats d'analyse des IN et EXT en N (tableau VIII) ont montré que les IN sont supérieurs aux EXT dans les CD tandis qu'ils sont inférieurs aux EXT dans les CP et CO. L'ANOVA à 5% n'a montré aucune différence significative entre les EXT tandis qu'une différence significative est observée entre les IN.

Tableau VIII: Apports et exportations en N des champs de coton biologique

Type de champ	apports (kg.ha ⁻¹)	exportations (kg.ha ⁻¹)
CD	34	21,52
CP	7,23	18,59
CO	9,87	16,07
ddl	2	2
Valeur de F	5,4	1,11
Probabilité (5%)	0,015	0,352
Signification	S	NS

ddl: degré de liberté S: significative NS: non significative

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur.

- ❖ Le bilan partiel comme mentionné dans la partie méthodologique a été calculé en faisant la différence entre les IN et les EXT. Les résultats du bilan partiel de N sont représentés par la figure 10. L'analyse de cette figure a révélé que les CD ont enregistré des bilans positifs en N soit de 12,48 kg.ha⁻¹, tandis que les CP et CO ont enregistré des bilans négatifs de l'ordre de -11,36 kg.ha⁻¹ et -6,21 kg.ha⁻¹. Ce bilan positif au niveau des CD montre que les apports ont compensé les exportations de N par les graines et les tiges de coton biologique. Cependant l'ANOVA au seuil de 5% n'a révélé aucune différence significative entre le bilan partiel en N des trois types de champs.

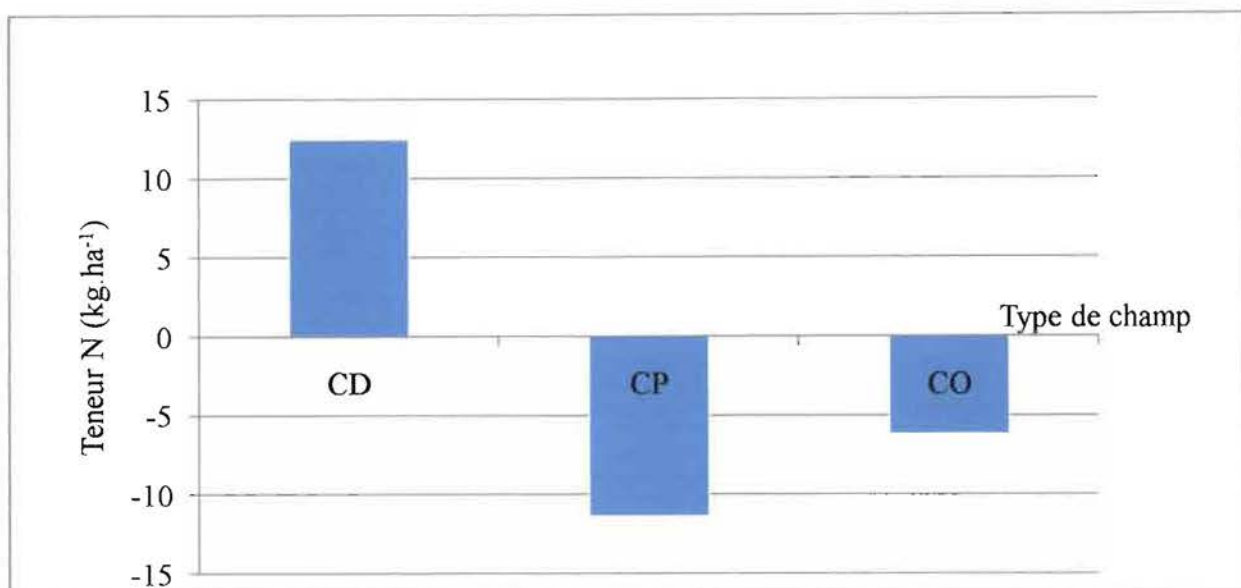


Figure 10: Bilan partiel de N des champs de coton biologique dans la province du Gourma

1.4.2. Bilan partiel du phosphore

❖ Apports(IN) et exportations (EXT)

Les résultats d'analyse (tableau IX) ont montré que les apports n'ont pas pu compenser les exportations dans les trois types de champs. Aussi l'ANOVA n'a révélé aucune différence significative entre les IN ainsi que les EXT.

Tableau IX: apports et exportations en P des champs de coton biologique

Type de champ	IN (kg/ha)	EXT (kg/ha)
CD	1,4	5,16
CP	0,83	4,08
CO	0,53	3,33
ddl	2	2
Valeur de F	1,41	2,41
Probabilité (5%)	0,271	0,118
Signification	NS	NS

ddl : degré de liberté

NS: non significative

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur

❖ Les bilans partiels en P (figure 11) ont été négatifs au niveau de tous les types de champs. Ils ont été de (-3,76 kg.ha⁻¹) pour les CD, (-3,24 kg.ha⁻¹) pour les CP et de (-

2,80 kg.ha⁻¹) pour les CO. Les apports n'ont pas pu compenser les exportations faites par les graines et les tiges du coton biologique. L'ANOVA n'a révélé aucune différence significative au seuil de 5%.

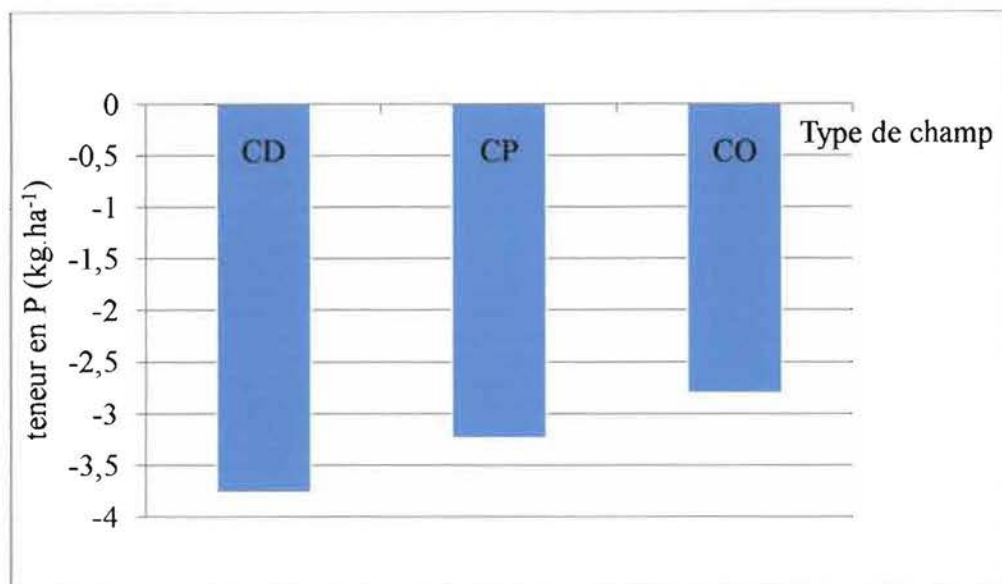


Figure 11: Bilan partiel de P des champs de coton biologique dans la province du Gourma

1.4.3. Bilan du potassium

❖ Apports (IN) et exportations (EXT)

Les IN ont varié de 31,52 kg.ha⁻¹ à 4,7 kg.ha⁻¹. Les CD ont enregistré les IN les plus élevés suivis (31,52 kg.ha⁻¹) suivi des CO (7,15 kg.ha⁻¹) et des CP (4,7kg.ha⁻¹). Quant aux EXT, les CD ont enregistré les valeurs les plus élevées (13,52 kg/ha) suivis des CP (12,86 kg/ha) et des CO (11,52 kg.ha⁻¹). L'ANOVA au seuil de 5% n'a révélé aucune différence entre les IN et entre les EXT.

Tableau X: IN et EXT en K des champs de coton biologique

Type de champ	IN (kg.ha ⁻¹)	EXT (kg.ha ⁻¹)
CD	31,52	13,52
CP	4,70	12,86
CO	7,15	11,52
ddl	2	2
Valeur de F	3,15	0,43
Probabilité (5%)	0,0675	0,656
Signification	NS	NS

ddl :degré de liberté

NS: non significatif

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur

Les bilans partiels en K (figure 12) ont été positifs (18 kg.ha⁻¹) dans les CD et négatifs dans les CP et CO respectivement de (-8,15 kg.ha⁻¹) et (-4,36 kg.ha⁻¹).

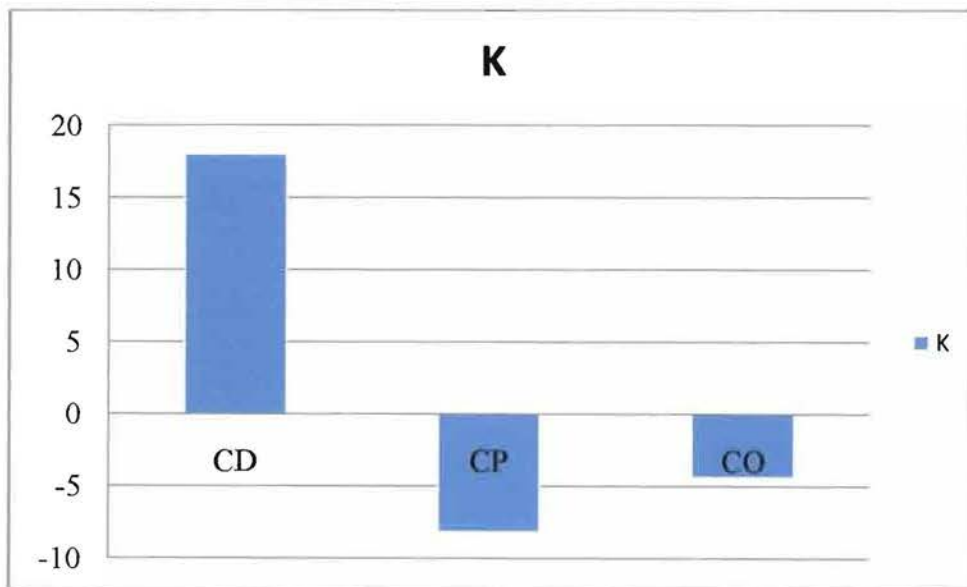


Figure 12: Bilan partiel de K des champs de coton biologique dans la province du Gourma

1.4.4. Bilan partiel en macronutriments N, P, K des sols de coton biologique

La figure 13 est un récapitulatif des différents bilans partiels de nutriments N, P et K des champs de coton biologique. L'analyse de la figure a montré un bilan positif des éléments N et K respectivement de 12 kg.ha⁻¹ et 18 kg.ha⁻¹ enregistré par les CD. Seul l'élément P a été déficitaire dans les CD tandis que les CP et CO ont enregistré des bilans déficitaires en élément N, P et K.

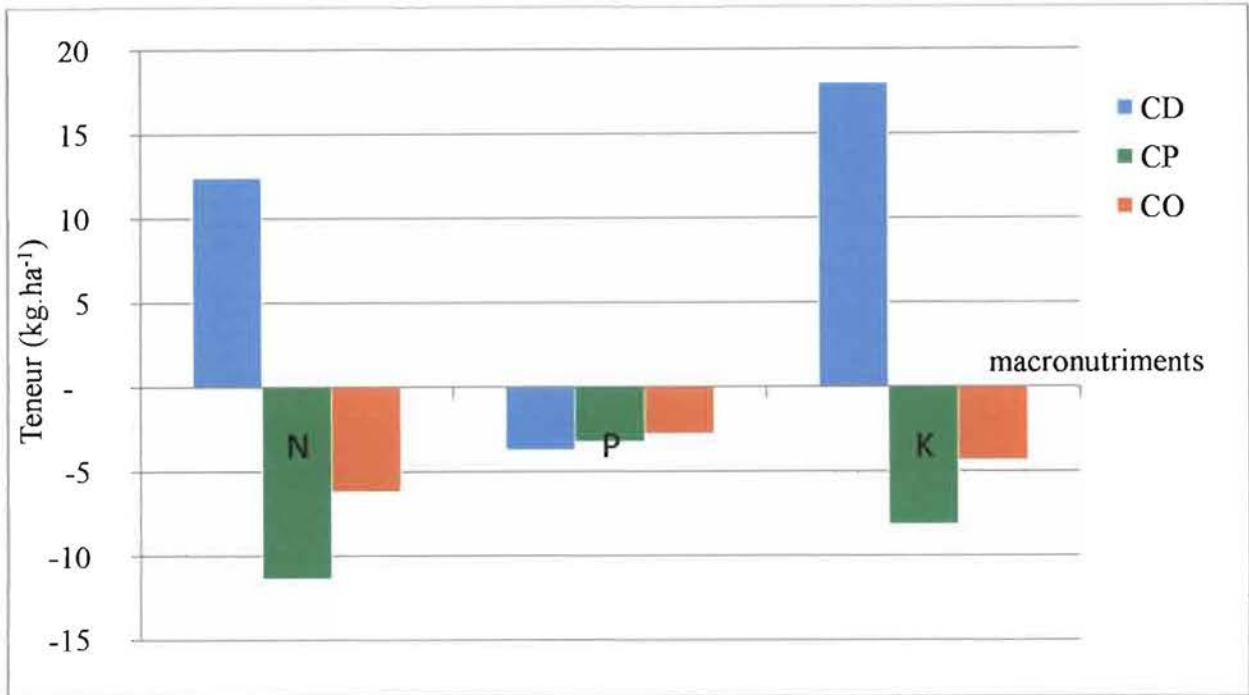


Figure 13: Bilan partiel des macronutriments N, P, K du sol des champs de coton biologique dans la province du Gourma

1.5. Détermination des marges brutes

1.5.1. Produits

Ils ont été en moyenne de 229950 FCFA.ha⁻¹ pour les CD; 206332,80 FCFA.ha⁻¹ pour les CP et 174724,10 FCFA.ha⁻¹ pour les CO (tableau XI).

1.5.2. Charges de production

Elles ont été estimées en moyenne à 11529,20 FCFA.ha⁻¹ chez les CD, 5770,30 FCFA.ha⁻¹ chez les CP et à 9943,70 FCFA.ha⁻¹ chez les CO (tableau XI).

1.5.3. Marges brutes

Les marges brutes sont présentées dans le tableau XI. L'analyse des différents résultats a montré que les CD ont les marges brutes les plus élevées. Aucune différence significative n'a été observée au seuil de 5%. Cependant la comparaison des marges brutes révéla une amélioration de 8,91% des CD par rapport aux CP et de 32,55% des CD par rapport aux CO.

Tableau XI: Marges brutes moyennes (\pm écart type) de la production de coton biologique (FCFA/ha).

Type de champ	Coûts variables (FCFA.ha ⁻¹)	Produits (FCFA.ha ⁻¹)	Marges brutes/ha (FCFA.ha ⁻¹)
CD	11529,2	229950	218420,8±79647,49
CP	5770,3	206332,8	200562,5±46137,67
CO	9943,7	174724,1	164780,4±92653,45
ddl			2
Valeur de F			1,36
Probabilité (5%)			0,283
Signification			NS

ddl: degré de liberté NS: non significatif

CD: Champ démonstrateur; **CP:** champ producteur démonstrateur; **CO:** champ producteur non démonstrateur

II. Discussion

2.1. Teneurs du sol et exportations par les graines et les tiges de cotonnier

L'analyse de la composition chimique des sols au semis et la récolte a montré que les sols des trois types de champs ont perdu des macronutriments au cours du cycle de production du coton biologique (du semis à la récolte) particulièrement en N et le K au cours du cycle de production du coton biologique. Cet appauvrissement en N et K serait lié pour ce qui est de N à son évolution rapide dans le sol, à sa forte mobilité en cas de non absorption par les plantes et à son exportation élevée par les récoltes. Cette diminution est également attribuable au lessivage des sols par les eaux de drainage. A cet effet, les travaux de Taonda, *et al.*, (1994) rapportent que l'azote du sol peut être perdu par volatilisation sous forme de NH₃ ou par exportation sous forme de récolte. Les travaux de Palloet *al.*, (1989) ont montré que les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont très pauvres en azote total.

Le K en principe est peu mobile, son appauvrissement serait lié aux exportations plus élevées par les graines et les tiges de cotonnier en particulier. L'analyse a révélé un enrichissement en P du sol des CD et CP. En effet, le P étant peu mobile comme le K, l'enrichissement en P des CD et CP serait lié non seulement à son exportation moins élevée par les graines et les tiges de cotonnier, mais aussi les pertes en P du sol sont assez faibles que le N et le K (IFDC, 2013). Le phosphore du sol est très peu entraîné par les eaux de drainage et les pertes sont

faibles en l'absence d'érosion notable quels que soient les sols, le climat et le type d'exploitation. Ces pertes ne dépassent guère 4 kg/ha/an sur sols ferralitiques (Boyer, 1982).

2.2. Bilan partiel des macronutriments

Les résultats ont montré un bilan partiel positif en N et en K chez les CD tandis que ceux en P sont négatifs. Un bilan partiel négatif en N, P, et K a été observé chez les producteurs CP et CO. Le bilan positif en N et K des CD s'expliquerait par l'attention particulière accordée aux CD quant à la gestion de la fertilité. Les quantités de matière organique et les apports complémentaires recommandés dans par le paquet technologique ont été respectés. Les intrants ont pu compenser les exportations faites par les graines et les tiges. Cependant, le bilan négatif en P dans les CD s'expliquerait par la pauvreté du sol et de la matière organique apportée en cet élément. Des apports en P n'ont pas pu compenser les exportations de P par les cultures de coton biologique.

Le bilan partiel en N, P et K a été négatif dans les CP et CO. Ces résultats confirment ceux de Smalinget *al.*, (2002) et Saïdouet *al.*, (2003). Ce bilan négatif pourrait s'expliquer d'une part par la pauvreté de la matière organique apportée dans ces champs en N et d'autre part par sa faible quantité apportée dans ces champs. Aussi les pratiques agricoles sont extractives en éléments nutritifs, ce qui appauvrit le sol(Acakpo, 2004).

2.3. Rendements

La mise en place des CD a permis d'améliorer le rendement respectivement de 17,56% et 38,6% par rapport aux CP et aux CO. Cette augmentation serait liée la quantité de matière organique apportée dans les CD par rapport aux CP et CO. Aussi cette augmentation pourrait s'expliquer par une maîtrise de la pression parasitaire du faite du suivi rigoureux de l'itinéraire technique dans les CD. Le faible rendement observé dans les champs de coton biologique en général et dans lesCP et CO en particulier pourrait s'expliquer par l'apport insuffisant de matière organique et par le non maîtrise de la pression parasitaire. L'utilisation des pesticides chimiques étant strictement interdite dans ce type de production, une attention particulière doit être accordée aux différents parasites s'attaquant aux cotonniers. Les travaux de Moussa *et al.*, (2003) au Nord du Cameroun ont montré que les attaques précoces des chenilles pouvaient entraîner des pertes d'organes floraux de 12 à 52%.et ceux de Dakuo (2012) ont montré que les pertes de rendements sur le cotonnier en absence de traitements peuvent atteindre 90%. Ainsi la mise en place du CD améliorerait le CP sur le plan de gestion parasitaire du fait que le CD et le CP appartiennent au même producteur.

La baisse générale des rendements constatée dans la zone pourrait être liée d'une part aux retards accusés dans les semis (la majorité des producteurs ont semé en début juillet) plus particulièrement dans la mise en place des CD et d'autre part par la mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluie dans la zone.

2.4. Marges brutes

L'analyse des marges brutes montre que tous les trois types de parcelles ont enregistré des marges brutes positives. Ces résultats confirment ceux de l'étude d'impact du programme de coton biologique et équitable faite par Helvetas (2009). Cela serait due d'une part aux charges de production faibles en production biologique car n'utilisant pas d'intrants chimiques et d'autre part au meilleur prix d'achat du coton graine en biologique qui a été de 375F CFA/kg de coton graine.

Conclusion et recommandations

L'étude du bilan partiel des macronutriments (N,P et K) a été conduite dans la province du Gourma en vue d'apporter un éclairage sur l'impact des actions de production sur la fertilité du sol, les rendements et les marges brutes des exploitations à base de coton biologique. Elle a concerné au total 30 producteurs dont 10 producteurs CD, 10 producteurs CP et 10 producteurs CO. Le bilan partiel a porté sur les apports (IN) et les exportations (EXT) des éléments N, P et K des parcelles de coton biologique.

Les résultats obtenus montrent que les CD ont enregistré des bilans partiels positifs en N et K, tandis que les CP et CO en ont enregistré des bilans négatifs en ces mêmes éléments. Le bilan partiel en K a été négatif tant chez les CD que chez les CP et CO. Les rendements des CD se sont améliorés de 17,56% par rapport aux CP et de 38,60% par rapport aux CO.

Quant aux marges brutes, elles ont été positives chez tous les producteurs dus aux coûts de production moins élevés de coton biologique. Les CD ont enregistré les marges brutes les plus élevées suivies des CP et CO. Ce qui se traduit par une amélioration de 8,91% par rapport aux CP et de 32,55% par rapport aux CO.

Cette étude a été d'un grand intérêt car elle a permis d'acquérir des notions sur la production de coton biologique d'une part et son impact sur le sol et sa rentabilité d'autre part.

Dans le souci d'améliorer la fertilité des sols et les marges brutes des parcelles de coton biologique, l'étude recommande:

- ✓ Une valorisation des tiges de coton par les producteurs. A cet effet les formations des producteurs devront être faites sur les techniques de compostage des tiges de coton.
- ✓ Une amélioration de la matière organique en qualité. Une utilisation de Burkina phosphate dans les fosses fumières serait nécessaire pour améliorer la qualité de la matière organique en élément phosphore.
- ✓ Une quantification des pertes réelles d'éléments nutritifs serait nécessaire pour une estimation plus rigoureuse de la durabilité des systèmes de culture.
- ✓ Augmentation du nombre de champs de démonstrateurs
- ✓ Intensification de la recherche sur la gestion parasitaire en culture biologique par les Institutions de recherche pour mieux maîtriser les dégâts des parasites.

Bibliographie

Acakpo C. C., 2004: Efficacité agronomique et rationalité paysanne autour de la gestion des fumures minérales et de leurs effets résiduels dans les systèmes de production coton-mais au centre du Benin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, option: Sciences et techniques de production végétale, 92p.

Berger M., 1972: La fertilisation azotée des sols de décrue (Baibohos) du nord-ouest de Madagascar, CFT, vol.27, Paris 17, 259-262 p.

Boyer J., 1982 : Les sols ferrallitiques ORSTOM France. 384 p.

Dakuo D., 1998: Dégradation de la fertilité dans les savanes cotonnières d'Afrique au sud du Sahara. In: Utilisation des intrants en cultures cotonnière et maraîchère. CORAF, ICSECHIM, IPHYTROP cds. 343-349.

Dakuo D., 2012 : Un exemple de développement : la culture de coton Bt au Burkina Faso. 2^{ème} colloque de l'Association Française des Biologies Végétales. Paris, 04 octobre 2012. 27p.

Diallo L., 2008 : Analyse comparée des différentes politiques au Burkina Faso visant à différencier la qualité du coton pour mieux le valoriser sur le marché. Master of Science n° 94. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 138 p.

DREF/Est, 2012 : Monographie de la province du Gourma ; 60 p

Gouba A., 2002 : Efficacité biologique d'extraits de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur les populations d'*Helicoverpa armigera* (Lepidoptère : Noctuidae) en cultures de cotonnier et de la tomate. Mémoire d'Ingénieur de Développement Rural. Option: agronomie. IDR/UPB ; 70 p.

Helvetas, 2008: Guide de production de coton biologique et équitable. Un manuel de référence pour l'Afrique de l'Ouest. 48 p.

Helvetas, 2009 : Etude d'impact du programme de coton biologique et équitable d'Helvetas au Burkina Faso, campagne 2008/2009; 67p.

IFDC, 2013: Etude du bilan minéral des macronutriments N, P et K du sol dans le système de rotation coton-céréales- légumineuses au Burkina Faso. Rapport final; 74 p.

Ilboudo O., 1997: Effets des fumures de fond sur l'acidité du sol et la croissance du cotonnier. Mémoire de fin cycle d'Ingénieurs de développement Rural. Option agronomie, 74p.

IPE, 2011: Analyse économique du secteur des coton liens pauvreté et environnement. 60p.

Koulibaly B., 1992: Effets de la fertilisation sur l'enracinement et la nutrition minérale du cotonnier. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural. Option: agronomie, 102p.

Lagierre R., 1966: Le cotonnier. Edition Maisonneuve et Larose, 306p.

Lee J.A., 1984: Cotton as world crop. In Kohel R. J. et Lewis C. F., Ed. Cotton Agronomy monograph, 24. Ed. Madison, pp. 6-24.

Millogo J., 2007: Perception paysanne de coton biologique : Cas de la zone de Fada. Mémoire de fin d'études Vulgarisation agricole (IDR/UPB), 43p.

Moussa, A. A., Cretenet, M., Nibouche, S. et Gaborel, C., 2003. Impact d'une attaque précoce de chenilles de la capsule sur le rendement en coton graine en fonction de la pluviosité au Nord-Cameroun in Jamin J.Y., SeinyBoukar L., Floret C. (Eds). Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Garoua, Cameroun, pp. 27-31.

Ouattara A., 2011: Etude de l'association de la fumure minérale et du compost dans une rotation coton-maïs en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur de Développement Rural. Option : agronomie. IDR/UPB; 39p.

F.J.P. PALLO F.J.P et THIOMBIANO L. (1989): Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso : Caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. BUNASOLS - BP 7142 - Ouagadougou - BURKINA FASO.

Parry G., 1982: Le cotonnier et ses produits. Paris, France Edition Maisonneuve et Larose 502 p.

PICOFA, 2008: Etude morphopédologique des provinces du Gourma, de la Kompienga et de la Komondjari.

Pouya B.M., Bonzi M., Gnankambary Z., Traoré K., Ouédraogo J.S., Somé A.N., Sédogo M.P., 2013: Pratiques actuelles de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la

production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du centre et de l'ouest du Burkina Faso. *CachAgric*, vol.22, n°4, Juillet-Août 2013.

Roy R.N, Misra R.V, Lesschen J.P et Smaling E.M, 2005 : Evaluation du bilan en éléments nutritifs du sol, approches méthodologiques, 100p.

Saïdou A., Janssen B.H. et Temminghoff E.J.M., 2003: Effect of soil properties, mulch and NPK fertilizer on maize yields and nutrient budgets on ferralitic soils in Southern Benin. *Agriculture Ecosystems & Environnement*, 100: 265-275.

Sement G., 1986: Le cotonnier en Afrique Tropicale. Technique d'Agriculture Tropicale. Edition Maisonneuve et Larosse, 131 p.

Smalling E., 1993: An agro-ecological framework for integrated nutrient management with special reference to Kenya. Thesis, Wageningen, Netherlands, 250p.

Smaling E.M.A., Stoorvogel J.J. et de Jager A., 2002. Decision making on integrated nutrient management through the eyes of the scientist, the land user and the policy maker. In: Vanlauwe B., Diels J., Sanginga N. et Merckx R. (eds). Integrated plan nutrient management in Sub-Saharan Africa: from concept to practice. CAB International. pp 265-283.

Soltner D., 1996. Les bases de la production végétale, Tome I : le sol et son amélioration.

Somda K., 2000: Evolution des ressources naturelles dans les systèmes de culture à base de coton: cas du terroir de Bala (Ouest du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural. Option: Eaux et Forêts. IDR/UPB.

Sountoura F., 2011: Influence du potassium sur les rendements et les caractéristiques technologiques de la fibre de cotonnier conventionnel dans les zones cotonnières Est et Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du Développement Rural. Option : agronomie. IDR/UPB ; 44p.

Taonda S., Dickey J., Sedego P., Sanon K., 1994: Caractérisation des systèmes sol-plante dans les champs de brousse en zone tropicale nord soudanienne au Burkina Faso. Partie I : évolution physico-chimique des sols sous culture. Recherche Intégrée en Production Agricole et en gestion des ressources naturelles : projet d'appui à la recherche et la formation agricoles (ARTS), Burkina Faso, 1994- 1994. Purdue University et Winrock International. 60-71p.

Traoré A., 2008: Effets de rotation et des fumures sur la fertilité du sol et le rendement du coton dans la zone soudanienne du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou. Spécialité: Agronomie, 54p.

Vlaming J., Van den Bosch H., Wijk M., De Jager A., Bannink A. et Van Keulen H., 2001: Monitoring nutrients flows and economics performances in tropical farming systems (NUTMON). Part 1: Manual for the NUTMON- Toolboxwageningen, 177p+ annexes.

ANNEXES

Annexe 1: Questionnaire de pré-enquête pour l'étude du bilan des nutriments

I-Identification de l'enquêteur

Nom et Prénom :

Date d'enquête :

II-Identification de l'exploitant

N° de l'exploitation :

Localité (village) :

Distance par rapport à la ville de Fada :

Nom et prénom (s) du chef de ménage :

Nom et prénom (s) de la personne enquêtée :

III- Caractérisation de l'exploitation

- 1- Etes-vous producteur démonstrateur ? oui...../ non.....
- 2- En plus de votre champ de démonstration, avez – vous un autre champ de coton ? oui.../ non...
- 3- Quel type de coton produisez-vous ? Bio...../ conventionnel...../ CGM.....
- 4- Depuis combien de temps produisez-vous le coton biologique sur le même champ ?ans
- 5- Quel est le précédent cultural de votre champ de démonstration de coton ? Coton...../ maïs...../ niébé...../ arachide..... Jachère/ autre (à préciser).....
- 6- Avez-vous appliqué la matière organique dans votre de champ de démonstration de coton ? oui...../ non
- 7- Quel est le précédent cultural de l'autre champ de coton ? Coton...../ maïs...../ niébé...../ arachide..... Jachère/ autre (à préciser).....
- 8- Avez-vous appliqué la matière organique dans votre de champ de coton ? oui...../ non
- 9- Produisez – vous du maïs ? oui :...../ non :.....
- 10- Quel est le précédent cultural de votre champ de maïs ? Coton...../ maïs...../ niébé...../ arachide..... Jachère/ autre (à préciser).....
- 11- Avez-vous appliqué la matière organique dans votre de champ de maïs ? oui...../ non
- 12- Produisez – vous du niébé en culture pure ? oui :...../ non :.....
- 13- Quel est le précédent cultural de votre champ de niébé ? Coton...../ maïs...../ niébé...../ arachide..... Jachère/ autre (à préciser).....
- 14- Avez-vous appliqué la matière organique dans votre de champ de niébé ? oui...../ non

15-Comment faites – vous le travail du sol? traction animale avec votre propre équipement...../ location de force de traction animale/ manuelle...../ motorisé

Annexe 2: Fiches d’inventaires des parcelles de coton biologique Fada 2013
INVENTAIRE DE L’EXPLOITATION

Exploitation N°.....	Enquêteur.....
Date.....	
Classification	
Type de bas-fonds.....	
Ethnie.....	
Niveau de richesse.....	

Inventaire (parie 1)- Données générales à demander au producteur

Données générales à demander au producteur

1-Données générales de l'exploitation			
Chef de ménage			
Personne enquêtée			

Village			
Distance de l'exploitation à l'habitation	parcelle la plus éloignée:.....km	parcelle la plus proche.....km	
Distance au marché le plus importantkm	nom du marché.....	

2- Structure démographique du ménage

Membres du ménage	Nom et prénom(s)	sexe	âge	filiation	Occupation principale	niveau d'éducation	% passé dans le ménage	
							Consommateur	main d'œuvre
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
Définition du ménage: un groupe de personnes vivant dans la même maison ou concession mangeant et travaillant ensemble		Masculin Féminin	CF : chef ménage EP : épouse PE : père ME : mère FS : fils FE : frère SO : sœur AM : autre membre NM : non membre	Cf : cultiver champ personnel Cp : cultiver champ privé Me : ménagère Ec : écolier Te : travail extérieur Ta : travail agricole extérieur Au : autres	NI : non instruit EP : école primaire PP : post primaire ES : école secondaire PS : post secondaire A : enseignement supérieur EK : école coranique AL : alphabétisation Au: autres			

3- Equipements agricoles du producteur

Désignation de l'équipement	Quantité	observations
Brouette charrette	Pioche tracteurs	Charrue à traction animale
daba hache	Houe manga rayonnaire	
motopompe pelle	Autres à préciser	

5a : Unités de Distribution de l'Exploitation (UDE)

N° UDE	Description de UDE	Superficie de UDE	Propriétaire de UDE	Type de sol de UDE	Durée d'occupation de UDE (années)	Durée de jachère (années)	Temps de réactivation	mois début (option)	mois fin (option)
1									
2									
3									
4									
5									
<p>UDE : partie de l'exploitation considérée comme homogène d'un point de vue sol, topo séquence, propriété et caractéristiques. Une UDE peut comprendre plusieurs parcelles individuelles qui sont contiguës et comparables en termes de sol</p>		<p>PR : propriétaire LT : loi d'usage à long terme OUT : loué, prêté (cédé) IN : loué chez quelqu'un, emprunté</p>		<p>Appréciation locale du sol</p>	<p>Histoire dynamique du champ</p>		<p>A compléter seulement dans le cas où une nouvelle UDE apparaît pendant le suivi ou une UDE n'est plus suivie</p>		

5b- UDE- Schéma de l'exploitation

Carte montrant les UDE décrites dans la section 4a.

Basée de préférence sur des mesures exactes sinon sur une généralisation de la carte des sols faite par l'exploitant.

10a : Unités de Productions Primaire (UPP)

N° UPP	Description de l'activité végétative (cultures spécifiques, associées ? emplacement, autres caractéristiques	Cultures spécifiques (en ordre d'importance)				Superficie (ha)	Situation dans UDE (% par défaut)
		1è	2è	3è	4è		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

10b : UPP- calendrier des cultures

	UPP	Présence de UPP pendant les mois de suivis													Observation
	Période	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec	jan	
Description	UPP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															

20- Unités de Productions Secondaires (USP)- Elevage : groupe de bétail/ volaille

N° USP	Type d'élevage	Description (type d'animal et système de gestion)
1		
2		
3		
4		
5		

Bovins	Race locale	<p>Définition de USP : « groupe d'animaux de la même espèce/gère dans l'exploitation par le producteur comme une entité »</p> <p>Tout animal domestique influençant la gestion des nutriments doit avoir un numéro USP. L'ordre à respecter est l'ordre de la liste à gauche (Bovins.....poissons)</p>
Cheval	Race croisée	
Ane	Race exotique	
Porc	Zebu, etc ;	
Chèvre		
Mouton		
Lapin		
Volaille		
<ul style="list-style-type: none"> • Poule • Oie • Canard • Pintade • Pigeon 		
Poisson		
Autres à préciser		

30. Unités de redistribution (UR)- Tas, étables, parcs et fosses fumières

N° UR	Description de UR	Type de UR
1		
2		
3		
Définition de UR «unité interne de l'exploitation où les nutriments sont accumulés en vue de leur redistribution éventuelle dans l'exploitation »		TO : tas ordures TF : tas de fumier ET : étables FO : fosses à ordures FF : fosse fumière

Annexe 3 : Fiches de suivi des parcelles de coton biologique Fada 2013

SUIVI- MONITORING : Questionnaire

N° ménage:.....	<p>The diagram, titled "Farm", shows a vertical stack of five boxes: PPU, SPU, RU, Stock, and Household. On the left, four arrows point into the boxes: 110 to PPU, 210 to SPU, 310 to RU, and 410 to Stock. On the right, four arrows point out: 120 from PPU, 220 from SPU, 320 from RU, and 420 from Stock. Between PPU and SPU, an upward arrow is labeled (230) and a downward arrow is labeled (230). Between RU and Household, an upward arrow is labeled 330.</p>
Période en question:.....	
Date:.....	
Nom de l'exploitant.....	
Village.....	

Remarques

- Utiliser l'inventaire comme référence pour le suivi (monitoring)
- Toujours actualiser l'inventaire de nouveau quand vous constatez des nouvelles activités
- Les fiches de suivi sont structurées selon l'image en haut à droite. La règle essentielle est que les intrants externes sont séparés des produits sans considération de la destination de ces derniers, ceci pour éviter le double enregistrement des flux.

Fiche 110 : Imputs externes apportés aux UPP : gestion des cultures, des engrais, préparation des sols, semences, eau.

Période		Source (extérieur)	Destination UPP	Description de l'input				Observations
début	fin			Type	Quantité	unité	Prix unitaire	
<p>Pour tout input, pour l'eau précisez la source A rappeler les inputs provenant des UR sont enregistrés sur la fiche 330.</p>				<p>Liste type : Semences Fumier Compost D'autres engrais organiques Paillis Pesticides Main d'œuvre Traction</p>				<p>Remarque : Un seul input peut être destiné à plusieurs UPP. L'input sera divisé parmi les destinations</p>

Fiche 120 : Outputs sortants des UPP : récolte et gestion des résidus de récolte

Période		Source : UPP	Destination (UPP, USP, UR, stock, ménage, extérieur)	Description de l'output				Observations
début	fin			Type	Quantité	unité	Prix unitaire	
			Ext= extérieur	<p>Liste type : Récolte Récolte partielle Résidus de récolte Forage des animaux Tout produit récolté pour le stockage</p>				<p>Remarque : -A inclure tous les outputs à destination interne aussi qu'externe -Un output peut avoir plusieurs destinations -Pour toute récolte, il faut estimer la quantité destinée à être vendue</p>

Fiche 200: Evolution du cheptel

Mois		USP	Groupe d'âge	au départ	né	acheté	prix total	don	perte	vendu	prix total	consommé	don (sortie)	confié	à la fin
début	fin														
vérification					+	+		+	-	-		-	-	+/-	
<p>Dans le groupe d'âge ou de sexe différencier les veaux de 1 an, de moins de 1an, les vaches lactantes, les vaches non lactantes et les taureaux</p>				<p>Important</p> <ul style="list-style-type: none"> Le nombre à la fin de période de suivi précédent/passé doit être égal au nombre au départ de cette période de suivi Calculer le nombre sur place et vérifier immédiatement 											

Fiche 210 : inputs venant de l'extérieur de l'exploitation pour les USP : nutrition animale et soins

Période		Source (extérieur)	Destination (USP)	Description des inputs				Observation
debut	fin			Type	quantité	Unité	prix unitaire	
			<p>Liste type : Fourrage Concentré Aliment bétail Pierre à lécher Résidus de récolte importés Produits naturelles Services et produits vétérinaires Main d'œuvre rémunérée</p>					<p>Remarque : -Tous achetés hors de l'exploitation : des sources external Un seul input peut avoir plusieurs USP comme destination</p>

Fiche 220 : outputs sortants des USP

Période		Source (USP)	Destination (UPP, menage ,exterieur)	Description des inputs				Observation
debut	fin			Type	quantité	Unité	prix unitaire	
			Liste type : Lait Œufs Traction Peau Cuir					Remarque : -A inclure tout output des USP à destination interne ou externe Ne pas inclure les œufs pour la reproduction Ne pas inclure le fumier ou la viande

Fiche 230 : Confinement des animaux

periode		Type USP	UR			UPP			UDE			extérieur	
debut	fin		UR	jours	nuit	UPP	jours	nuits	UDE	jours	nuits	jours	nuits

- Un enregistrement est nécessaire pour chaque USP présent
- Confinement des animaux dans les étables (UR), champs (UPP) et hors de l'exploitation est défini ici
- Sous où UPP ou UR ou UDE le numéro de série est donné par chaque première colonne
- Le nombre de jours et de nuit les unités est enregistré
- Le nombre total de jours et de nuits devrait être de 30 et 31 fois le nombre de mois pour cette période

Fiche 310 : Inputs externes dans les UR : contributions externe fosses septiques et compostières

Période		De Extérieur	à UR	Description du flux				Observations
début	fin			type	quantité	unité	prix unité	
		Ext						
		Ext						
			Liste type Apport de matière organique De compost Travail de gestion des UR Amendements des UR				Un flux peut avoir plusieurs destinations	

Fiche 320 : outputs des UR : distribution du fumier, du compost ou des déchets

période		source UR	Destination (UPP, UR, Ext)	description de l'output				Observations
début	fin			type	Quantité	unité	prix unité	
			Liste type : Fumier Compost Tas d'ordures					

Fiche 330 : Redistribution des résidus du ménage et excréta humaine

Période		matériel	De UPP, USP, UR ou Extérieur								Donner les % des quantités de chaque destination
début	fin		[UPP]	%	[USP]	%	[UR]	%	Ext	%	
		résidus de ménage									Le total doit être 100%
		excréta humain									

Fiche 410 : Inputs extérieurs pour le stockage

Période		source	Destination	Description de l'input				
début	fin	Ext à préciser	[stockage]	Type	quantité	unité	prix unité	Observations
		Ext	stock					
		Ext	stock					
		Ext	stock					
		Ext	stock					
		Ext	stock					
		Ext	stock					
<p>Liste type : Produits naturels (cueillette, pêche, chasse, bois de chauffe, pharmacopée) Nourriture de base (céréales et autres grains) Résidus de récolte Intrants agricoles (grain de neem, batik)</p>								<p>Remarque : Nourriture pour la consommation directe ne doit pas être prise en compte</p>

Fiche 420 : Sortie de stock

Période		source	Destination	Description de l'input				
début	fin	stockage	[UPP, USP, UR, Ext]	Type	quantité	unité	prix unité	Observations
		stock						
		stock						
		stock						
		stock						
		stock						
		stock						
Liste type : Vente des produits naturels Nourriture des animaux Semence de stockage Vente de stockage Produits phytosanitaires								Remarque : La consommation du ménage est estimée pour le modèle

Annexe 4 : Paquet technologique pour la production de coton biologique

-**Apport de matière organique avant semis** : 5t/ha de matière organique bien décomposée soit 25 charretiers. Un charretier de matière organique a en moyenne 200 kg.

-Labour profond pour incorporer la matière organique et contrôler les mauvaises herbes.

-Semis en interligne avec des plantes pièges (*Hibiscus exculentus*).



Coton en interligne avec *Hibiscus exculentus*

-Démariage des plants de cotonniers (02 plants/trous) entre le 10^e et 20^e jours après semis.

-Sarclage (3 à 4 fois) soit les 20^e/40^e/70^e/100^e jours après semis.

-**Apport complémentaire de matière organique pendant la phase de floraison** : 2,5t/ha de matière organique bien décomposée soit 11 charretiers. Cet apport doit immédiatement être suivi du buttage.

Traitement avec BATIK : 08 sachets sont recommandés pour 1ha. En raison de 2 sachets/pulvérisateur de 16l.

Jus de grains de neem : 4 kg de grains de neem pour 64l/ha. Les grains sont introduits dans l'eau une semaine avant de pulvériser.



Extrait *Bacillus thuringiensis*

Préparation de jus de grains de *Azadirachta indica*



Femme pulvérisant son champ

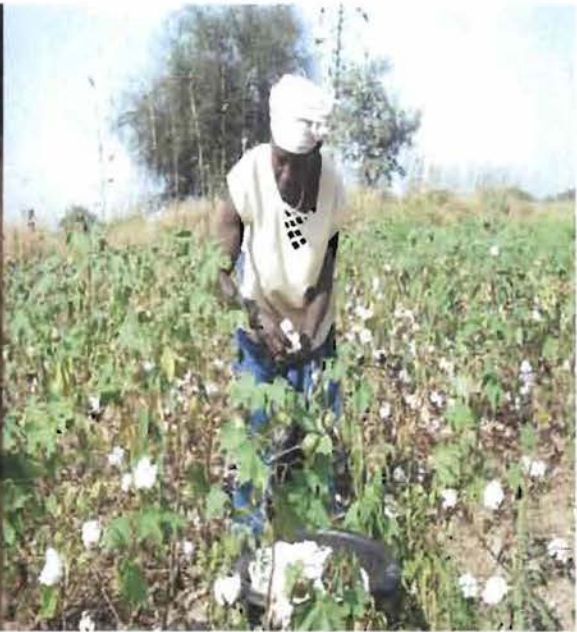
Nombre moyens de pulvérisations recommandés : 05 à 06 pulvérisations en fonction de la pression parasitaire dans la parcelle.

La pulvérisation doit se faire tôt le matin avant, elle doit être arrêtée pour reprendre à 17h.

Récolte : à l'aide des sacs non plastique ou d'autres récipients. L'utilisation des sacs en plastiques est interdite.



Sac de récolte de coton biologique



Femme en récolte dans son champ de coton

NB : En culture de coton biologique le travail des enfants de moins de 15 ans y est fortement interdit.

Annexe 5 : Données secondaires pour le modèle NUTMON

Données pluviométriques des sites d'étude durant la campagne 2012/2013 (figure 3, 4 et 5)

(Source : DPASA/Gourma)

Villages	Type de sols	Description morphologique du profil	taux d'argile (%)	Carbonetotal (%)	Kéchangeable (meq/100g)	taux minéralisation (%/ an)
Foanléidi	Sols peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	0-23 cm : gris brunâtre clair à l'état sec et brun grisâtre à l'état humide ; limono-sableux Activité biologique assez développée	25,49	1,3	2,58	
Namoungou	Brun eutrophe tropical peu évolué	0-16 cm : gris foncé à l'état sec et gris très foncé à l'état humide ; limono-argileux Activité biologique bien développée	25,49	1,44	0,7	
Noarangou	Brun eutrophe tropical peu évolué	0-16 cm : gris foncé à l'état sec et gris très foncé à l'état humide ; limono-argileux Activité biologique bien développée	25,49	1,44	0,7	
Bouangou	Sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions	0- 5cm : brun jaunâtre claire à l'état sec et brun jaunâtre foncé à l'état humide ; limono-sableux Activité biologique bien développée	17,65	0,68	0,58	
Komadougou			17,65	0,68	0,58	
Koulga			17,65	0,68	0,58	
Kondouangou			17,65	0,68	0,58	
Koulougou			17,65	0,68	0,58	
Koadifagou			17,65	0,68	0,58	
Potiamanga	sol ferrugineux tropical lessivé induré peu profond	0-20 cm : brun à l'état sec et brun foncé à l'état humide ; limon argile sable Activité biologique bien développée	19,61	0,91	0,14	2

Source : PICOFA (2008)