



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DE L'ÉLEVAGE ET DE LA PÊCHE
RÉPUBLIQUE DU BÉNIN



INSTITUT NATIONAL DES RECHERCHES
AGRICOLAS DU BÉNIN

CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES
COTON ET FIBRES

POINT DE LA RECHERCHE COTONNIÈRE EN 2017

La Renaissance de la filière cotonnière



INSTITUT NATIONAL DES RECHERCHES AGRICOLES DU BENIN

CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES COTON ET FIBRES

LA RENAISSANCE DE LA FILIERE COTON

Point de la Recherche Cotonnière en 2017

Diffusion : où trouver ce document ?

Documentations du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) – 01 BP. 715 Cotonou, République du Bénin – Tél (+229) 21 30 80 86 – Email : cracf2015@yahoo.fr et de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) - 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin - Tél. : (+229) 21 30 02 64 - Email : inrabd1@yahoo.fr, Site internet : www.inrab.org.

Comment citer ce document ?

CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres). 2018. Point de la recherche cotonnière en 2017. *CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin*. 331 p. Dépôt légal N°10830 du 27/11/2018, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4^{ème} trimestre. ISBN : 978-99919-75-59-7.

Réalisation et impression de l'ouvrage

Cet ouvrage a été réalisé par le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

L'impression de l'ouvrage a été faite par l'imprimerie **COCO NEW TECH**

E-mail : cocomensah@yahoo.fr; Téléphone mobile : (+229) 97 68 24 24 ;

Adresse postale : 01BP. 2359 Cotonou, République du Bénin.

Droits d'utilisation

Cette création est mise à disposition selon le Contrat Creative Commons Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France disponible en ligne : [http : //creativecommons.org/ licences/by-nc-sa/2.0/fr/](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/) ou par courrier postal à Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

- Paternité (BY) : vous devez citer les noms de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation.
- Pas d'utilisation commerciale (NC) : vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.
- Partage des conditions initiales à l'identique (SA) : si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.

Paternité
Pas d'Utilisation Commerciale
Partage des Conditions Initiales à l'Identique



ISBN : 978-99919-75-59-7

**Dépôt légal N°10830 du 27/11/2018, Bibliothèque Nationale du Bénin (BN),
4^{ème} trimestre**

MISSION DU CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES COTON ET FIBRES

Le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) est un des sept centres de recherche de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). C'est un centre à vocation nationale qui s'occupe du développement des technologies et des innovations sur le coton et les autres fibres textiles (Jute, Kénaf, Roselle, Uréna, Sisal, etc.) en vue de promouvoir les fibres textiles, tout en préservant l'environnement. A ce titre, il est chargé de ce qui suit :

- améliorer la productivité et la durabilité de la production cotonnière et des autres fibres textiles au Bénin ;
- participer au transfert des technologies par la formation des acteurs et la production des semences.

Le CRA-CF doit contribuer de ce fait à la promotion et au développement de la filière coton et celles des autres fibres au Bénin de même qu'à l'avancement de la science.

POINT DE LA RECHERCHE COTONNIÈRE EN 2017

Directeur de Publication : **Dr Ir. HOUGNI Alexis** (Chargé de Recherche du CAMES)

Editeur en chef : **M. Joël AZAGBA**

Editeurs : **MSc. Ir. Marius Guillaume SINHA**

MSc. Ir. Gustave BONNI

MSc. Ir. Isidore AMONMIDE

Dr Ir. Thomas HOUNDETE

MSc. Ir. Romuald A. DOSSOU

Dr Ir. Emmanuel T. SEKLOKA (Maître de Conférences au CAMES)

Évaluateur : **Dr Ir. Guy A. MENSAH** (Directeur de Recherche du CAMES)

Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF)

01 BP. 715 Recette Principale

Cotonou, Bénin

Tél. : (+229) 21 30 80 86 – **Email** : cracf2015@yahoo.fr

Site internet de l'INRAB : <http://www.inrab.org>

ISBN : 978-99919-75-59-7

**Dépôt légal N°10830 du 27/11/2018, Bibliothèque Nationale du Bénin (BN),
4^{ème} trimestre**

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	xvii
SIGLES ET ACRONYMES.....	xx
MOT DU DIRECTEUR DU CRA-CF.....	xxii
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
I. SITUATION DE LA PLUVIOMÉTRIE EN 2017 ET SON INFLUENCE SUR LE DÉVELOPPEMENT DU COTONNIER PAR ZONE COTONNIÈRE.....	2
Pluviosité sur les CPE du nord au cours de l'année 2017	2
Pluviosité sur les CPE du Centre et du Sud au cours de l'année 2017	3
Situation pluviométrique comparée de 2016 et de 2017 dans les CPE du CRA-CF ..	4
Périodes critiques pour l'excès ou le déficit de pluie durant les différentes phases du développement du cotonnier en 2017	6
II. GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS ET DES MAUVAISES HERBES SOUS COTONNIER	11
2.1. Production de biomasse et semis sous couverture végétale dans les systèmes de culture à base du coton	12
2.2. Impact de la densité de semis sur la croissance, le développement et la production en culture cotonnière au Bénin.	21
2.3. Efficacité du PIX 5% SL (mépiquat-chlorure), régulateur de croissance, sur le développement et le rendement du cotonnier au Bénin.	38
2.4. Efficacité et sélectivité de Baruka Yita 560 SC, un herbicide de prélevée, sur les mauvaises herbes en culture cotonnière au Bénin.	50
2.5. Efficacité et sélectivité de l'herbicide de pré-levée Sibselect 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate) en culture cotonnière au Bénin	66
2.6. Rentabilité économique de Cotochem PG 560 SC (Fluometuron 250 g/L-promethrine 250 g/L-glyphosate 60 g/L) et de Libérateur 500 SC (Flufenacet 400 g/L- Diflufenican 100 g/L), herbicides de pré-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier.....	80
2.7. Efficacité et sélectivité de cinq herbicides de post-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier : Deal 11 OD, Gallant BA 900 EC, Secur 108 EC, Sibcleth 240 EC et SIBLOFOP 100 EC	92
III. AMÉLIORATION VARIÉTALE ET BIOTECHNOLOGIE VÉGÉTALE.....	101

3.1. Prévalence de la bactériose du cotonnier dans les zones cotonnières du Bénin	102
3.2. Expression de la bactériose sur les nouvelles lignées de cotonnier (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) en fin de sélection dans les zones cotonnières du Bénin	114
3.3. Evaluation en milieu contrôlé des performances agrotechnologiques de 7 lignées de cotonnier (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) sélectionnées au Bénin : campagne 2017-2018	131
3.4. Evaluation en milieu paysan des performances agronomiques des variétés en fin de sélection dans les zones cotonnières du Bénin	147
IV. GESTION DES BIOAGRESSEURS DU COTONNIER.....	153
4.1. Comparaison de produits alternatifs aux pyréthrinoides pour la gestion de la résistance de <i>Helicoverpa armigera</i>	154
4.2. Analyse de l'efficacité de diverses formulations de binaires aphicides et assimilées en culture cotonnière au Bénin	166
4.3. Efficacité des produits binaires acaricides à dose forte d'Organophosphorés acaricides pour la lutte contre les ravageurs du cotonnier (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) dans la zone cotonnière Centre du Bénin.	181
4.4. Evaluation de la sensibilité de <i>Helicoverpa armigera</i> aux insecticides utilisés dans la protection du cotonnier au champ au Bénin	193
V. SOCIO-ECONOMIE, TRANSFERT DES TECHNOLOGIES ET VALORISATION DES ACQUIS DE RECHERCHES.....	199
5.1. Déterminants de la rentabilité économique et financière de la production cotonnière dans les bassins cotonniers au Bénin	200
5.2. Perception générale des producteurs par rapport aux performances technico-économiques des pratiques recommandées et paysannes dans les différentes zones de production cotonnières au Bénin	219
5.3. Comparaison de la rentabilité économique et financière du nouvel itinéraire technique recommandé et pratique paysanne courante dans les différents bassins cotonniers au Bénin.....	232
VI. APPUI À LA PRODUCTION DES SEMENCES DE COTON DE DIFFÉRENTES CATÉGORIES EN 2017	269
6.1. Chaînes semencières et rôles du CRA-CF dans la production des semences du coton.....	270
6.2. Activités semencières réalisées par le CRA-CF durant la campagne 2017-2018	273
CONCLUSION GÉNÉRALE	277

ANNEXES	279
Annexe 1 : Publications des chercheurs du CRA-CF en 2017	280
Annexe 2 : Partenaires Techniques et Financiers du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres en 2017.....	281
Annexe 3 : Niveau de la collaboration avec le Brésil, l'Inde et la Turquie en 2017	282
Annexe 4 : Nouvelle carte variétale du cotonnier à partir de 2015 au Bénin	284
Annexe 5 : Périodes de semis du coton recommandées par zone cotonnière par le CRA-CF.....	285
Annexe 6 : Dispositif organisationnel du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres sur le territoire national en 2017	286
Annexe 7 : Liste des agents du CRA-CF inscrits en doctorat, en Master ou en Licence professionnelle en 2017	287
Annexe 8 : Liste du personnel scientifique, technique et administratif du CRA-CF et leurs postes respectifs en 2017.....	288

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quantité d'eau de pluie enregistrée par site au cours du cycle cultural du cotonnier	6
Tableau 2 : Unités communautaires d'apprentissage mises en place dans les différentes zones cotonnières du Bénin.	13
Tableau 3 : Technologies mises en comparaison	14
Tableau 4 : Hauteur (cm) des plants de maïs après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017	17
Tableau 5 : Rendement (kg/ha) des épis de maïs après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017	18
Tableau 6 : Rendement (kg/ha) de maïs grain après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017	18
Tableau 7 : Rendement (kg/ha) de la biomasse fraîche totale de différents systèmes de cultures après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017	18
Tableau 8 : Hauteur moyenne (cm) des cotonniers dans les différents systèmes de culture et dans différentes localités en 2017 au Bénin	18
Tableau 9 : Rendement coton grain de cotonniers semés sous couverture végétale sur les UA en 2017	19
Tableau 10 : Rendement grain de la culture de maïs associé aux plantes de couverture sur les UA en 2016 et 2017	19
Tableau 11 : Rendement coton grain de cotonniers semés sous couverture végétale sur les UA en 2016 et 2017	20
Tableau 12: Sites des expérimentations et zones agro-écologiques cotonnières	22
Tableau 13 : Traitements comparés	23
Tableau 14 : Nombre de poquets levés à 5 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	25
Tableau 15: Nombre de poquets levés à 15 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	25
Tableau 16 : Nombre de plants présents à la récolte sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	26
Tableau 17 : Hauteur des cotonniers (cm) à 30 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	27
Tableau 18 : Hauteur des cotonniers (cm) à 60 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	27
Tableau 19 : Hauteur des cotonniers (cm) à 90 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	28

Tableau 20 : Hauteur des cotonniers (cm) à la récolte sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	28
Tableau 21 : Nombre de boutons floraux sains enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	29
Tableau 22 : Nombre de boutons floraux parasités enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	30
Tableau 23 : Nombre de capsules saines enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	30
Tableau 24 : Nombre de capsules parasitées enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017	31
Tableau 25 : Niveau d'insertion de la première branche fructifère des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017	32
Tableau 26 : Nombre de branches fructifères par plant (BF) enregistré sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017	32
Tableau 27 : Nombre de Branches végétatives par plant enregistré sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités	33
Tableau 28 : Nombre de capsules sur les cinq (5) premières branches fructifères de cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités	33
Tableau 29 : Nombre total de capsules par plant de cotonnier semé à différentes densités dans différentes localités en 2017	34
Tableau 30 : Poids moyen capsulaire évalué sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017	35
Tableau 31 : Rendement coton graine (kg/ha) évalué sur des parcelles de cotonniers semées à différentes densités dans différentes localités	35
Tableau 32: Quantité de régulateur de croissance PIX 5% SL apportée par application et la date d'application en 2017	39
Tableau 33 : Nombre moyen de nœuds sur la tige principale des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017	44
Tableau 34 : Rendement en coton-graine évalué sur des parcelles de cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017	44
Tableau 35 : Nombre moyen de branches fructifères enregistré sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017	45
Tableau 36 : Nombre moyen de capsules sur les branches fructifères enregistré sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017	46

Tableau 37 : Poids moyen capsulaire évalué sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017.....	46
Tableau 38 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 au niveau des différents CPE	52
Tableau 39 : Hauteur de pluie (mm) enregistrée 10 jours avant et 30 jours après le semis du coton par CPE.....	53
Tableau 40 : Pourcentage de poquets levés sur les parcelles traitées par rapport aux témoins.	55
Tableau 41 : Importance relative des adventices.....	56
Tableau 42 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gomparou et Okpara.....	57
Tableau 43 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gobé et Savalou	57
Tableau 44 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gomparou.....	58
Tableau 45 : Classement des produits suivant leur efficacité à Okpara	58
Tableau 46 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gobé	59
Tableau 47 : Classement des produits suivant leur efficacité à Savalou	59
Tableau 48 : Efficacité moyenne de différentes doses de l'herbicide Baruka Yita 560 SC sur différentes espèces d'adventice sur l'ensemble des sites en 2017 au Bénin.	60
Tableau 49 : Nombre de poquets levés 5 jours après levée par traitement herbicide et par localité en 2017 au Bénin	61
Tableau 50 : Nombre de poquets levés 15 jours après levée par traitement herbicide et par localité en 2017 au Bénin	61
Tableau 51 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 5 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017	62
Tableau 52 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 15 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017	62
Tableau 53 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 30 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017	63
Tableau 54 : Influence des différents traitements herbicides sur la hauteur du cotonnier 40 jours après la levée à Okpara et à Gobé en 2017 au Bénin.....	63
Tableau 55 : Influence des différents traitements herbicides sur la hauteur du cotonnier 60 jours après la levée à Okpara et à Gobé en 2017 au Bénin.....	64
Tableau 56 : Rendement coton graine (kg/ha)	64
Tableau 57 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 sur les 4 CPE....	68
Tableau 58 : Hauteur de pluie (mm) 10 jours avant et 30 jours après semis par site.	69

Tableau 59 : Pourcentage de poquets levés sur les parcelles traitées par rapport aux témoins.	70
Tableau 60 : Importance relative des adventices.....	71
Tableau 61 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gomparou et Okpara.....	72
Tableau 62 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gobé et Savalou	73
Tableau 63 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gomparou.....	73
Tableau 64 : Classement des produits suivant leur efficacité à Okpara	73
Tableau 65 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gobé	74
Tableau 66 : Classement des produits suivant leur efficacité à Savalou	74
Tableau 67 : Observations particulières sur les réponses des adventices aux herbicides.	74
Tableau 68 : Nombre de poquets levés à 15 JAL	75
Tableau 69 : Nombre de poquets levés à 30 JAL	76
Tableau 70 : Niveau de phytotoxicité à 5 JAL.....	76
Tableau 71 : Phytotoxicité 15 JAL.....	77
Tableau 72 : Phytotoxicité 30 JAL.....	77
Tableau 73 : Hauteur moyenne des cotonniers à 40 JAL	78
Tableau 74 : Hauteur des cotonniers à 60 JAL.....	78
Tableau 75 : Rendement coton graine (kg/ha)	79
Tableau 76 : Calendrier des opérations culturales de Cotochem 560 SC.....	82
Tableau 77 : Calendrier des opérations culturales de Libérateur 500 SC.....	82
Tableau 78 : Cotation enherbement 15 et 30 JAS.....	84
Tableau 79 : Evaluation de l'efficacité de Cotochem PG 560 SC sur les mauvaises herbes 30 JAS	85
Tableau 80 : Rendement coton graine (kg/ha) par producteur dans la commune de Kandi .	86
Tableau 81 : Analyse de variance des rendements obtenus par les producteurs (kg/ha)	86
Tableau 82 : Etude économique de l'usage de Cotochem PG 560 SC.....	87
Tableau 83 : Cotation enherbement 15 et 30 JAS.....	88
Tableau 84 : Evaluation de l'efficacité de Libérateur 500 SC sur les mauvaises herbes à 30 JAS	89
Tableau 85 : Rendement coton graine (kg/ha) par producteur dans les différentes localités	90
Tableau 86 : Rendement moyen en milieu producteur.....	90
Tableau 87 : Etude économique de l'usage de Libérateur 500 SC.....	91

Tableau 88 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 au niveau des différents Centres Permanents d'Expérimentation	93
Tableau 89 : Produits herbicides de post-levées testés dans les champs de cotonnier en 2017 sur divers Centres Permanents d'Expérimentation	94
Tableau 90 : Traitements herbicides en comparaison.....	95
Tableau 91 : Produits et doses mis en comparaison pour les essais de sélectivité.....	95
Tableau 92 : Efficacité biologique des différentes doses d'herbicide sur les différentes espèces d'adventice	98
Tableau 93 : Communes prospectées pour l'étude de la bactériose dans les zones cotonnières au cours de la campagne 2017-2018	105
Tableau 94: Echelle de notation de la sévérité de la bactériose du cotonnier (Yehouessi, 1988, Ouédraogo et al.,2009).....	106
Tableau 95: Prévalence de la bactériose du cotonnier dans les communes prospectées.....	109
Tableau 96: Matrice de corrélation entre la prévalence de la bactériose et l'altitude en milieu paysan dans les zones cotonnières Nord et Centre Nord	109
Tableau 97 : Répartition des essais dans les zones de production cotonnière.....	115
Tableau 98: Origine génétique et caractéristiques des variétés/lignées étudiées au cours de la campagne 2017-2018.	117
Tableau 99: Echelle de notation de la sévérité de la bactériose du cotonnier (Yehouessi 1988 ; Ouédraogo et al.,2009).....	123
Tableau 100: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Nord.	124
Tableau 101: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Centre Nord.	125
Tableau 102: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Centre.	125
Tableau 103: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées dans la zone cotonnière Sud.....	126
Tableau 104: Point des essais installés et validés en milieu contrôlé pour la campagne agricole 2017-2018.....	132
Tableau 105: Nature des lignées mises en comparaison en milieu contrôlé au cours de la campagne agricole 2017-2018	133
Tableau 106: Performances agronomiques des lignées testées dans la zone Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018.....	136
Tableau 107 : Performances technologiques des lignées testées dans la zone Nord /Campagne agricole 2015-2016.....	137

Tableau 108 : Performances agrotronomiques des lignées évaluées dans la zone Centre- Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018	138
Tableau 109 : Performances technologiques des lignées évaluées dans la zone centre- nord /Campagne agricole 2015-2016.....	139
Tableau 110 : Performances agronomiques des variétés testées dans la zone Centre au cours de la campagne agricole 2017-2018.....	140
Tableau 111 : Performances technologiques des variétés testées dans la zone Centre/Campagne agricole 2015-2016.....	141
Tableau 112 : Performances agronomiques des lignées testées dans la zone Sud/Campagne agricole 2015-2016.....	142
Tableau 113 : Performances technologiques des lignées testées dans la zone sud au cours de la campagne agricole 2017-2018.....	143
Tableau 114 : Point des essais en milieu paysan par zones de production cotonnière.....	148
Tableau 115 : Origine génétique et caractéristiques des variétés étudiées au cours de la campagne 2017-2018	148
Tableau 116: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone nord au cours de la campagne agricole 2017-2018.....	149
Tableau 117: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Centre Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018	150
Tableau 118: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Centre au cours de la campagne agricole 2017-2018.....	150
Tableau 119: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Sud au cours de la campagne agricole 2017-2018	151
Tableau 120: Objets mis en comparaison	156
Tableau 121: Nombre moyen de chenilles carpophages sur 30 plants à Angaradébou.....	158
Tableau 122: Nombre moyen de chenilles sur 30 plants carpophages à Savalou.....	159
Tableau 123: Taux de plants attaqués par <i>H. derogata</i> et <i>A. gossypii</i> à Savalou	159
Tableau 124: Analyse sanitaire des capsules vertes à Angaradébou.....	160
Tableau 125: Analyse sanitaire des capsules vertes à Savalou.....	161
Tableau 126: Analyse sanitaire des capsules mûres à Angaradébou.....	162
Tableau 127: Analyse sanitaire des capsules mûres à Savalou.....	163
Tableau 128: Rendement coton graine à Angaradébou et Savalou.....	164
Tableau 129: Objets mis en comparaison pour les tests en station	167
Tableau 130: Pourcentage de plants attaqués par les pucerons $\pm$ ES à Kétou	169

Tableau 131: Nombre cumulé de chenilles carpophages à Kétou.....	169
Tableau 132: Analyse sanitaire des capsules vertes à Kétou	170
Tableau 133: Nombre moyen de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Kétou .	170
Tableau 134: Analyse sanitaire des capsules mûres à Kétou	171
Tableau 135: Rendement de coton graine à Kétou	171
Tableau 136: Pourcentage de plants attaqués à Gogounou.....	172
Tableau 137: Nombre cumulé de chenilles carpophages sur 30 plants à Gogounou.....	173
Tableau 138: Analyse sanitaire des capsules vertes saines et attaquées à Gogounou	173
Tableau 139: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Gogounou	174
Tableau 140: Analyse sanitaire des capsules mûres à Gogounou.....	175
Tableau 141: Rendement de coton graine à Gogounou	175
Tableau 142: Pourcentage de plants attaqués par les Bemisia et les jassides	176
Tableau 143: Nombre de chenilles carpophages à la ferme d'Angaradébou	176
Tableau 144: Pourcentage de capsules vertes saines et attaquées à Angaradébou	177
Tableau 145: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Angaradébou .	177
Tableau 146: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules mûres à la Ferme d'Angaradébou.....	178
Tableau 147: Rendement en coton graine à la Ferme d'Angaradébou	179
Tableau 148 : Objets mis en comparaison dans l'essai binaire acaricide à forte dose d'Organo- phosphoré	184
Tableau 149: Nombre de chenilles carpophages sur 30 plants observés à Gobé.....	184
Tableau 150: Pourcentage de plants attaqués par les pucerons et Harithalodes à Gobé.....	185
Tableau 151: Pourcentage de capsules vertes saines et endommagées à Gobé.....	186
Tableau 152: Nombre de chenilles présentes dans les capsules vertes à Gobé.....	186
Tableau 153 : Analyse sanitaire des capsules mûres à Gobé.....	187
Tableau 155: Rendement coton graine à Gobé	187
Tableau 155: Nombre de chenilles carpophages sur 30 plants à Savalou	188
Tableau 156 : Pourcentage de capsules saines, percées, piquées et parasitées à Savalou.	189
Tableau 157 : Nombre de chenilles dans capsules à Savalou	189
Tableau 158: Analyse sanitaire des capsules mûres à Savalou.....	190
Tableau 159: Rendement coton graine à Savalou.....	190

Tableau 160: Résultats des tests de DL50 réalisés en 2017	196
Tableau 161: Synthèse des données collectées et outils d'analyse en fonction des hypothèses de recherche	202
Tableau 162: Répartition des chefs d'exploitation par sexe et par zone de production.....	204
Tableau 163: Situation matrimoniale et nombre d'année d'expérience dans la production du coton des chefs d'exploitation par zone de production.....	205
Tableau 164: Statistiques démographiques des exploitations.....	206
Tableau 165: Répartition des chefs d'exploitation par âge, classe d'âge et par zone de production	206
Tableau 166: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans la Zone cotonnière Nord	209
Tableau 167: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans le Nord-Centre.....	210
Tableau 168: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans la zone Centre	211
Tableau 169: Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Sud-Bénin.....	212
Tableau 170: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Nord	213
Tableau 171: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Nord-Centre.....	214
Tableau 172: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Centre	215
Tableau 173: Résultats d'estimation du modèle dans la zone cotonnière Sud	216
Tableau 174: Synthèse des données collectées et outils d'analyse	220
Tableau 175 : Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone cotonnière Nord.....	223
Tableau 176: Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone cotonnière Centre-Nord.....	225
Tableau 177: Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone Centre.....	228
Tableau 178: résultats issus du test de Khi-carré dans la zone Sud-Bénin.....	230
Tableau 179 : Synthèse des données collectées et outils d'analyse en fonction des hypothèses de recherches	236
Tableau 180: Répartition des chefs d'exploitation par âge, classe d'âge et par zone de production	239
Tableau 181 : Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans le Nord.....	243
Tableau 182 : Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Nord-Centre.....	245
Tableau 183: Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Centre.....	246

Tableau 184: Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Sud.....	247
Tableau 185: Chaînes et catégories de semences du coton au Bénin.....	271
Tableau 186 : Chaînes semencières coton durant la campagne agricole 2017-2018 au Bénin	272
Tableau 187 : Point de production des catégories de semences des trois variétés de coton durant la campagne agricole 2017-2018.....	275

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Hauteur d'eau mensuelle au niveau des CPE du Nord.....	2
Figure 2: Nombre de jours de pluie dans le mois au niveau des CPE du Nord	2
Figure 3 : Pluviosité annuelle au niveau des CPE du Nord	3
Figure 4 : Hauteur d'eau mensuelle au niveau des CPE du Centre et du Sud	3
Figure 5 : Nombre de jours de pluie dans le mois au niveau des CPE du centre et du Sud	4
Figure 6 : Pluviosité annuelle au niveau des CPE du Centre et du Sud en 2017.....	4
Figure 7 : Pluviosité comparée de 2016 et 2017 sur les CPE	5
Figure 8 : Schéma de rotation adopté pour améliorer la fertilité des sols sous cotonnier.....	15
Figure 9 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Angaradébou.....	41
Figure 10 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Gomparou	41
Figure 11 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Pédarou	42
Figure 12 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Alafiarou	42
Figure 13 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Gobé	43
Figure 14 : Symptômes de bactériose du cotonnier. (a) et (d) : taches réparties le long des nervures sur feuille sous forme de bandes. (b) : capsule atteinte de la maladie avec des taches huileuses. (c) : petites taches foliaires anguleuses verts foncés, comme imbibées d'eau ayant un aspect huileux, apparaissant	107
Figure 15 : Incidence et sévérité de la bactériose en milieu paysan dans les zones cotonnières du Bénin	108
Figure 16 : Résultat de la multiplication des colonies de bactérie sur le milieu nutritif YPGA	120
Figure 17 : Inoculation de feuille de cotonnier d'un isolat de bactérie	121
Figure 18: Sévérité (AUSPC) de 10 lignées de cotonnier soumises à l'infection artificielle de l'isolat bactérien de Matéri.	127
Figure 19: Répartition des chefs d'exploitation en fonction du niveau d'instruction au Sud-Bénin	207
Figure 20: Taux d'alphabétisation des chefs d'exploitation par zone de production.....	207
Figure 21: Accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d'exploitation enquêtés au cours de la campagne 2017-2018.....	208
Figure 22: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord	209
Figure 23: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord-Centre	210
Figure 24: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Centre....	211

Figure 25: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Sud-Bénin	212
Figure 26 : Proportion de l'avis des producteurs de la zone Nord sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés.....	222
Figure 27 : Proportion de l'avis des producteurs de la zone Centre-Nord sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés.....	224
Figure 28: Proportion de l'avis des producteurs de la zone centre sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés.....	227
Figure 29: Proportion de l'avis des producteurs de la zone Sud-Bénin sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés	229
Figure 30 : Carte des différentes zones de production cotonnière au Bénin	235
Figure 31 : Répartition des chefs d'exploitation en fonction du niveau d'instruction.....	239
Figure 32 : Taux d'alphabétisation des chefs d'exploitation par zone de production.....	240
Figure 33 : Activités principales pratiquées par les chefs d'exploitations.....	240
Figure 34 : Activités secondaires pratiquées par les chefs d'exploitations	241
Figure 35: Accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d'exploitation enquêtés au cours de la campagne 2017-2018	242
Figure 36: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord	243
Figure 37: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone cotonnière Centre Nord.....	244
Figure 38 : Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Centre..	246
Figure 39: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Sud-Bénin	247
Figure 40 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord	249
Figure 41 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone cotonnière Nord	249
Figure 42 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord	250
Figure 43 : Coût additionnel, bénéfice additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone cotonnière Centre Nord.....	250
Figure 44 : Bénéfice net par type d'exploitation par pratique dans la zone cotonnière Centre	251
Figure 45 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net part type d'exploitation dans la zone cotonnière Centre.....	252
Figure 46 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone Sud	253

Figure 47 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone Sud	254
Figure 48 : Marge Nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord	256
Figure 49 : Taux de rentabilité interne en % par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord	256
Figure 50 : Ratio Bénéfice-Coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord	257
Figure 51 : Marge nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord	258
Figure 52 : Taux de rentabilité interne (%) par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord	259
Figure 53: Ratio bénéfice-coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre.....	259
Figure 54 : Marge nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre	261
Figure 55 : Taux de rentabilité (%) par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre	261
Figure 56 : Ratio bénéfice-coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre.....	262
Figure 57 : Marge nette par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud	263
Figure 58 : Taux de rentabilité interne par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud.....	264
Figure 59 : Ratio bénéfice coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud.....	264

SIGLES ET ACRONYMES

ACP	Analyse en Composantes Principales
AIC	Association Interprofessionnelle du Coton
ANOVA	Analyse de variance
BAC	Bloc Aléatoire Complet
C4+Togo/ABC	Projet de renforcement technologique et diffusion de bonnes pratiques agricoles pour le coton au sein des pays du C-4 et au Togo (Cotton 4 + Togo)
C4CP	Programme de Partenariat pour les Pays du Coton 4
CaBEV	Catalogue Béninois des Espèces et Variétés végétales
CAH	Classification Ascendante Hiérarchique
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CORAF	Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricole
CPE	Centre Permanent d'Expérimentation
CRA-CF	Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres
CVPC	Coopérative Villageoise des Producteurs de Coton
DPV	Direction de la Production Végétale
EMBRAPA	Entreprise Brésilienne de Recherches Agricoles
Franç CFA	Franç de la Communauté Financière Africaine
GIRCOT	Gestion Intégrée des ravageurs par les traitements seuil et le fractionnement des récoltes pour une production cotonnière durable en Afrique de l'Ouest
IFDC	International Fertilizer Development Centre
INRAB	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

MDTF	Fonds Fiduciaire Multi bailleurs
OPCM	Date moyenne d'ouverture de la première capsule
PR-PICA	Programme Régional pour la Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique
RD	Recherche-Développement
RDR	Responsables du Développement Rural
SODECO	Société de Développement du Coton
TIKA	Agence Turque de Coopération Technique Internationale
UComCVPC	Union Communale des Coopératives Villageoises de Producteurs de Coton
UEMOA	Union Economique et Monétaire de l'Afrique de l'Ouest
UPGMA	Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean
USAID	Agence des Etats-Unis pour le Développement International
VATICOPP	Valorisation des Tiges de Cotonnier en Panneaux de Particules



Tout d'abord, j'aimerais remercier tous les acteurs de la filière coton pour leurs contributions au développement du coton au Bénin. Leur engouement à cet essor n'est plus à démontrer. En effet, selon l'Association Interprofessionnelle du Coton (AIC), la production de coton graine a culminé en 2017 à 597.986 tonnes sur une superficie de 530.145 hectares. Le rendement coton graine a progressé de 4,6% par rapport à la campagne 2015-2016. De même, selon Cotton World Market and Trade, décembre 2017, le Bénin a obtenu un rendement en fibres de 423 kg/ha et est ainsi classé le premier pays en Afrique de l'Ouest devant la Côte d'Ivoire (421 kg/ha) et le Sénégal (413 kg/ha). La filière a significativement contribué au budget de l'Etat, avec plus de 11 milliards de francs CFA. Le montant net versé aux producteurs du coton est d'environ 91,26 milliards de francs CFA. A cet effet, je voudrais faire ressortir, entre autres, la contribution scientifique et technique de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) à travers son Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) à cet essor du coton béninois.

Notre Centre fournit chaque année des efforts importants à la recherche scientifique nécessaire au développement des paquets technologiques pour améliorer la productivité et la production cotonnière au Bénin. En effet, depuis 2015, le CRA-CF, en passant de la politique de variété unique à celle de la régionalisation des variétés, a développé et a mis à la disposition des acteurs de la filière coton, trois nouvelles variétés de cotonnier plus performantes que sont la variété ANG 956 pour la Zone Cotonnière Nord, la variété OKP 768 pour les Zones Cotonnières Centre-Nord et Centre et la variété KET 782 pour la Zone Cotonnière Sud. Ces trois variétés ont contribué à l'amélioration des rendements et à la qualité des fibres.

Vu la baisse de la fertilité des sols dans les systèmes de production à base de coton, le CRA-CF, après des études sur une longue période, a développé deux nouvelles formules d'engrais complexe coton pour assurer une meilleure gestion de la fertilité des sols et améliorer la productivité en coton graine et la qualité des fibres. Ainsi, le CRA-CF a mis à la disposition des acteurs de la filière coton à partir de 2017, les formules $N_{14}P_{18}K_{18}S_6B_1$ et $N_{13}P_{19}K_{19}S_6B_1$ pour remplacer l'ancienne formule $N_{14}P_{23}K_{14}S_5B_1$. S'agissant de la dose de ces nouvelles formules, il est préconisé la dose de 250 kg/ha

dans les zones cotonnières Nord et Centre-Nord et 200 kg/ha dans les zones cotonnières Centre et Sud. A ces doses, s'ajoute 50 kg/ha d'urée quelle que soit la zone cotonnière.

Par ailleurs, le souci du CRA-CF étant de stabiliser le système de culture à base de coton, il a également développé la formule d'engrais minéral pour le maïs qui est la principale culture qui entre en rotation avec le coton dans toutes les zones cotonnières. Cette formule est $N_{13}P_{17}K_{17}S_6B_0,5Zn_1$.

Pour atteindre les rendements potentiels des nouvelles variétés et valoriser les nouvelles formules et doses d'engrais, de nouveaux produits phytosanitaires ont été également identifiés et de nouveaux programmes de traitements phytosanitaires ont été recommandés pour chaque zone cotonnière. Le programme de traitements phytosanitaires est actualisé chaque année pour chaque zone cotonnière.

Tout ce paquet technologique mis à la disposition des acteurs participe à la performance de la filière coton.

Enfin, chers partenaires, le CRA-CF est toujours disponible pour vous accompagner dans l'amélioration de vos conditions de vie et de l'économie nationale.

Dr Ir. Alexis HOUGNI
Directeur du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres
de Janvier 2015 à Octobre 2018

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), travaille généralement dans trois (03) axes pour atteindre les objectifs que la nation lui a assignés. Ces trois (03) axes sont l'amélioration de la potentialité des variétés, la protection des cotonniers contre les bioagresseurs et la santé des sols sous cotonnier.

Lors de l'atelier bilan et de planification triennale des activités de la recherche cotonnière tenu à Dassa-Zoumè du 19 au 21 avril 2017, les acteurs ont soulevé, entre autres, les préoccupations suivantes : (i) dégradation des sols dans les systèmes de production à base de coton ; (ii) faible disponibilité de nouvelles matières actives de pré-levée et de post-levée pour la gestion des adventices du cotonnier ; (iii) accoutumance/résistance des ravageurs aux pesticides ; (iv) sensibilité des variétés aux ravageurs et aux maladies ; (v) méconnaissance du niveau de rentabilité financière et économique de l'itinéraire technique recommandé par la recherche dans les différentes zones cotonnières. Des protocoles de recherche ont été développés pour élucider ces différents points mais seul celui concernant la rentabilité financière et économique a été mis en œuvre en 2017. En répondant aux préoccupations soulevées par les acteurs lors de l'atelier, le CRA-CF a démarré en 2017 les études socio-économiques afin de mieux cerner le comportement des producteurs vis-à-vis des paquets technologiques mis à leur disposition et la rentabilité financière de ceux-ci dans les diverses zones de production cotonnière.

En 2017, dix-neuf (19) protocoles de recherche et de production de semences ont été mis en œuvre tant dans les quinze (15) Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) et trois (03) fermes semencières qu'en milieu réel dans toutes les zones cotonnières.

Le présent point de la recherche cotonnière, présente les contextes, les objectifs, les matériels et méthodes et les résultats saillants obtenus au cours de la campagne 2017-2018 des différents protocoles mis en œuvre.

I. SITUATION DE LA PLUVIOMÉTRIE EN 2017 ET SON INFLUENCE SUR LE DÉVELOPPEMENT DU COTONNIER PAR ZONE COTONNIÈRE

Isidore Amonmide, Marius Sinha, Joël Azagba

Pluviosité sur les CPE du nord au cours de l'année 2017

Dans le nord, les premières pluies ont démarré en avril et ont atteint leur pic dans les mois de juillet et d'août. Au cours de ces deux (02) mois, les pluies ont été abondantes et mal réparties sur le CPE de Monè (figure 1). Le nombre de jours de pluie (figure 2) en juin, juillet, août et septembre a été plus important à Gogounou, à Monè et à Gomparou qu'à Alafiarou et Okpara. Le cumul d'eau annuel a varié de 1108 mm (Angaradébou) à 2800 mm (Monè) (figure 3). Globalement, en dehors du CPE de Monè, les pluies ont été bien réparties dans le Nord avec une hauteur moyenne annuelle de 1.468 mm.

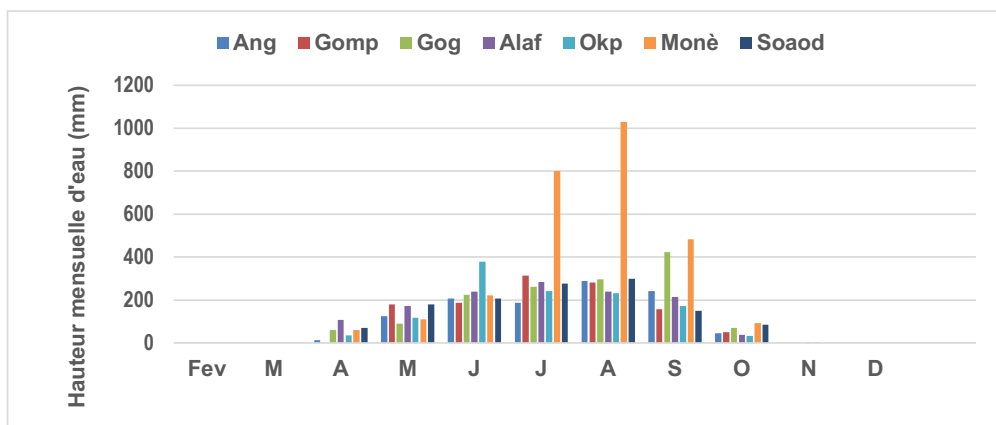


Figure 1 : Hauteur d'eau mensuelle au niveau des CPE du Nord

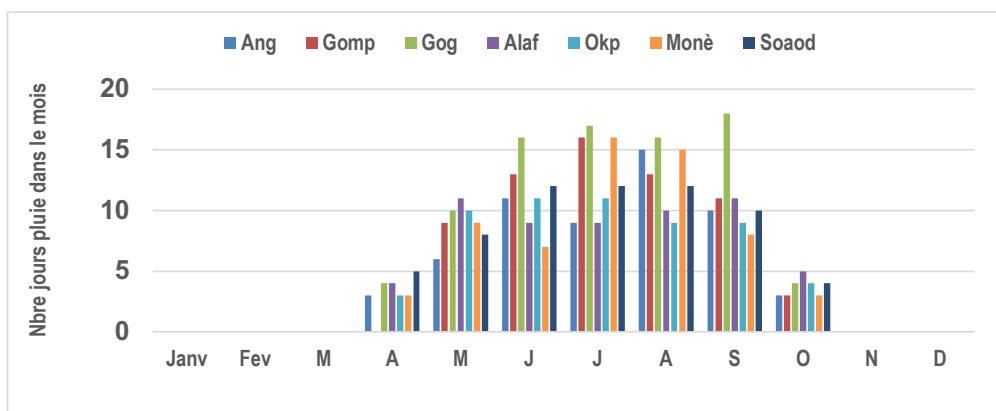


Figure 2: Nombre de jours de pluie dans le mois au niveau des CPE du Nord

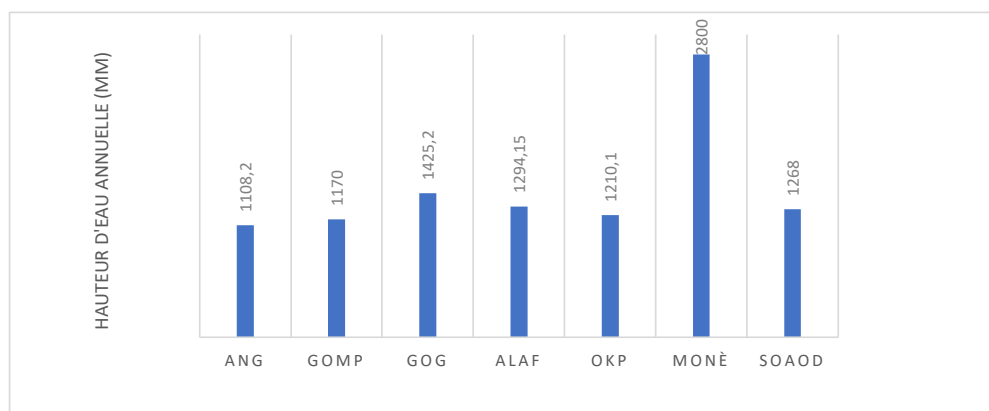


Figure 3 : Pluviosité annuelle au niveau des CPE du Nord

Pluviosité sur les CPE du Centre et du Sud au cours de l'année 2017

Dans le centre et le sud, les mois de juin, juillet, août et septembre ont été les plus pluvieux (figure 4). Durant ces quatre (04) mois, le CPE de Savalou a enregistré les plus importantes hauteurs d'eau variant de 143 à 350 mm avec une mauvaise répartition surtout en juin (figure 5). Par ailleurs, les hauteurs d'eau ont été faibles à Cana (804 mm), à Sékou (812 mm) et à Aplahoué (883 mm). Dans l'ensemble, en dehors des CPE de Aplahoué et de Sékou, l'arrêt des pluies a été précoce (première décade du mois d'octobre). Les hauteurs d'eau ont varié de 804 (Cana) à 1.200 mm (Savalou) (figure 6).

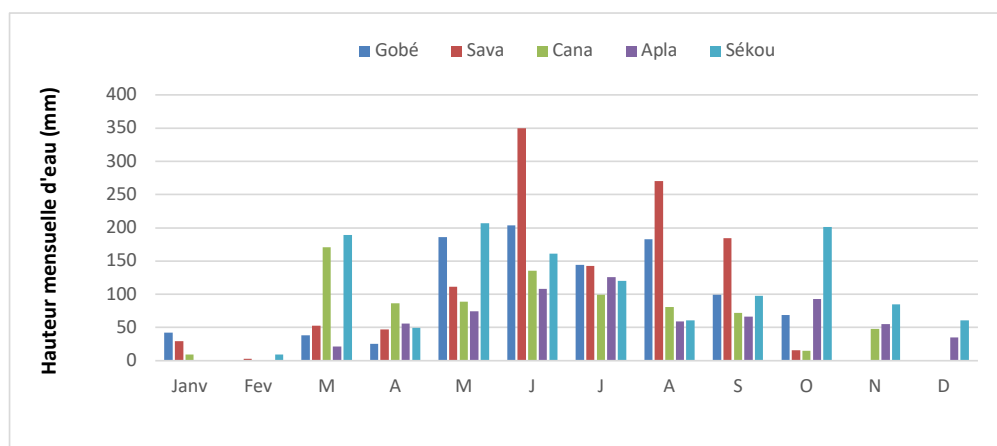


Figure 4 : Hauteur d'eau mensuelle au niveau des CPE du Centre et du Sud

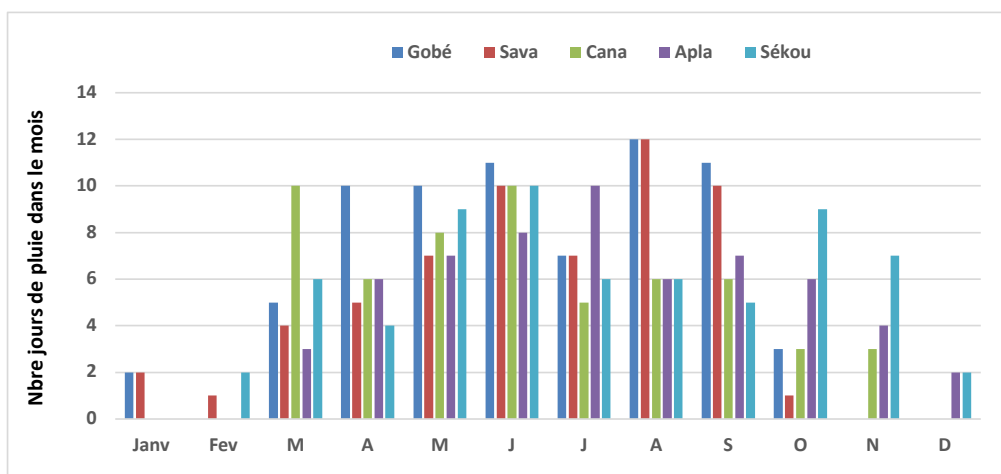


Figure 5 : Nombre de jours de pluie dans le mois au niveau des CPE du centre et du Sud

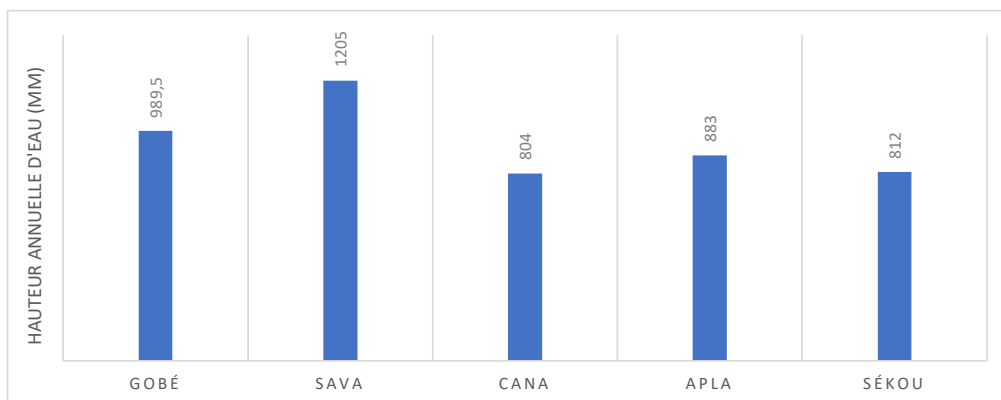


Figure 6 : Pluviosité annuelle au niveau des CPE du Centre et du Sud en 2017

Situation pluviométrique comparée de 2016 et de 2017 dans les CPE du CRA-CF

L'analyse des situations pluviométriques enregistrées en 2016 et 2017 sur les différents Centres d'Expérimentation du CRA-CF (figure 7) a montré que la pluviosité a très peu varié d'une année à l'autre avec quelques écarts favorables en 2017 sur les CPE de Gogounou (376 mm), Alafiarou (358 mm) et Sékou (427 mm). Toutefois, sur le CPE de Moné, une hausse exceptionnelle de la pluviométrie a été enregistrée avec une pluviosité de 2.800 mm en 2017 contre 803 mm en 2016 (ecart 1997). Tenant compte de la moyenne nationale, l'année 2017 a été plus arrosée que celle de 2016 avec un écart de 178 mm de hauteur de pluie.

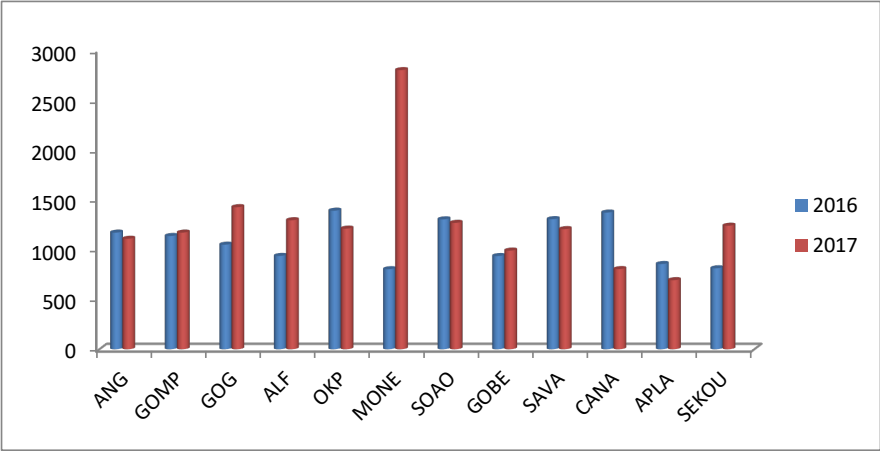


Figure 7 : Pluviosité comparée de 2016 et 2017 sur les CPE

Périodes critiques pour l'excès ou le déficit de pluie durant les différentes phases du développement du cotonnier en 2017

Au cours de la campagne 2017-2018 (tableau 1), en dehors du CPE de Gobé, les semis ont été installés à bonnes dates. Les périodes recommandées ont été bien arrosées. Toiutefois, les pluies ont été abondantes et mal réparties sur le CPE de Monè. Des déficits pluviométriques ont été observés sur les CPE de Gobé et de Aplahoué. Les besoins en eau du cotonnier n’ont pas été bien couverts sur les CPE de Gobé, d’Aplahoué et de Cana.

Tableau 1 : Quantité d’eau de pluie enregistrée par site au cours du cycle cultural du cotonnier

CPE	Semis				Semis à la récolte		Après ouverture des capsules	
	Période semis	Quantité d’eau enregistrée	Nombre de jours de pluie	Observations	Quantité d’eau enregistrée	Observations	Quantité d’eau enregistrée (*)	Observations
Angara-debou	20 mai au 20 juin	142,5 mm	8	- 20-30 mai : moyennement arrosée (37 mm en 2 jours) - 1 ^{er} -10 juin : bien arrosée avec 46 mm en 3 jours - 11 -20 juin : bien arrosé 59 mm en 3 jours	865 mm en 42 jours	Bonne répartition	0 mm	Pas de risque de moiselle
Gomparou	20 mai au 20 juin	127mm	11	- 20-30 mai : 40 mm en 3 jours ; bien arrosée - 1 ^{er} -10 juin : bien arrosée - 44 mm en 5 jours - 11 -20 juin : bien arrosé 43 mm en 3 jours	904 mm en 47 jours	Bonne répartition	0 mm	Pas de risque de moiselle

CPE	Semis			Semis à la récolte		Après ouverture des capsules		
	Période semis	Quantité d'eau enregistrée	Nombre de jours de pluie	Observations	Quantité d'eau enregistrée	Observations	Quantité d'eau enregistrée (*)	Observations
Gogounou	20 mai au 20 juin	167,4 mm	13	- 20-30 mai : Bien arrosée, 47mm en 4 jours - 1 ^{er} -10 juin : bien arrosée 32 mm en 3 jours - -11 -20 juin : bien arrosée, 92,9 mm en 6 jours	1.081 mm en 62 jours	Bonne répartition	0 mm	Pas de risque de mouille
Alafiarou	10 juin au 5 juillet	240 mm	10	- 10-20 juin : bien arrosé 125 mm en 4 jours - 21-30 juin : bien arrosé, 109,5 mm en 5 jours - 1 ^{er} -10 juillet : 5 mm en 1 jour, peu arrosé	768,95 mm en 351 jours	Bonne répartition	0 mm	Pas de risque de mouille
Okpara	10 juin au 5 juillet	359,5 mm	11	- 10-20 juin : bien arrosé 188 mm en 5 jours - -21-30 juin : bien arrosé, 160 mm en 4 jours - -1er au 10 /7 : 11,5 mm en 2 jour moyennement arrosé	667 mm en 32 jours	Bonne répartition	0 mm	Pas de risque de mouille
Monè	10 juin au 5 juillet	293 mm	10	- 10-20 juin : bien arrosé 116 mm en 3 jours - 21-30 juin : bien arrosé, 67 mm en 4 jours	2297 mm en 39 jours	Bonne répartition mais risque d'inondation entre Juillet et Août où il a été enregistré respectivement 801 mm et 1030 mm. Il y a également un	0 mm	Pas de risque de mouille

CPE	Semis				Semis à la récolte		Après ouverture des capsules	
	Période semis	Quantité d'eau enregistrée	Nombre de jours de pluie	Observations	Quantité d'eau enregistrée	Observations	Quantité d'eau enregistrée (*)	Observations
				- 1 ^{er} au 10 juillet : bien arrosé, 110 mm en 3 jours		risque de pourriture des capsules ;		
Soaoudou	1 ^{er} juin au 20 juin	142 mm	8	- 1 ^{er} -10 juin : moyennement arrosé, 22 mm en 3 jours - 11-20 juin : bien arrosé, 120 mm en 5 jours	876 mm en 42 jours	Bien répartie	0 mm	Pas de risque de moiselle
Gobé	25 juin au 10 Juillet	37 mm	6	- 20- 30 juin : peu arrosée, 15mm en 3 jours - 1 ^{er} -10 juin : peu arrosée, 22 mm en 3 jours-	472,5 mm en 22 jours	Déficitaire avec beaucoup de poche de sécheresse. Arrêt brusque des pluies dans la 1 ^{ère} décade d'Octobre. Risque de mauvaises ouvertures et de chutes d'organes fructifères.	0 mm	Pas de risque de moiselle
Savalou	25 juin au 10 juillet	184 mm	6	- 20- 30 juin : bien arrosé, 88 mm en 4 jours - 1 ^{er} -10 juillet : bien arrosé, 96 mm en 2 jours	517 mm en 27 jours	Bien répartie mais Arrêt brusque des pluies dans la 1 ^{ère} décade d'Octobre. Risque de mauvaises ouvertures et de chutes d'organes fructifères	0 mm	Pas de risque de moiselle

CPE	Semis			Semis à la récolte		Après ouverture des capsules		
	Période semis	Quantité d'eau enregistrée	Nombre de jours de pluie	Observations	Quantité d'eau enregistrée	Observations	Quantité d'eau enregistrée (*)	Observations
Aplahoué	25 juin au 15 juillet	35 mm	3	- 20- 30 juillet : bien arrosé, 30 mm en 2 jours - 1 ^{er} -10 juillet : peu arrosé, 5 mm en 1 jour - 10-20 juillet : pas de pluie jusqu'au 15 juillet	394 en 32 jours	Mal répartie et déficitaire	35 mm	Risque de mouille
Cana	25 juin au 15 juillet	27	2	- 20- 30 juin : bien arrosé, 27 mm en 2 jours - 1 ^{er} -10 juin : poche de sécheresse aucune pluie - 10-20 juillet : poche de sécheresse, aucune pluie	315 mm en 23 jours	Mal répartie, poches de sécheresse en Octobre et Novembre. Risque de mauvaises ouvertures et de chutes d'organes fructifères	0 mm	Pas de risque de mouille
Sékou	25 juin au 15 juillet	125,5 mm	5	- 20- 30 juin : bien arrosé, 30 mm en 2 jours - 1 ^{er} -10 juin :95 mm en 3 jours - 10-20 juillet : poche de sécheresse, aucune pluie jusqu'au 15 juillet	469 mm en 30 jours	Mal répartie	60 mm en 2 jours	Risque de mouille

(*) : Quantité d'eau pouvant affecter la qualité du coton graine

II. GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS ET DES MAUVAISES HERBES SOUS COTONNIER



Semis sous Couverture Végétale, une technique de gestion durable de la fertilité des sols dans les systèmes de culture à base de coton

2.1. Production de biomasse et semis sous couverture végétale dans les systèmes de culture à base du coton

Isidore AMONMIDE, Alexis HOUGNI, Marius SINHA

Résumé

La baisse de la fertilité des sols dans les systèmes de culture à base du coton est devenue un problème préoccupant dans la plupart des pays en Afrique Subsaharienne. C'est pourquoi, le Brésil à travers l'initiative coton dans les pays C4 a mis en place un dispositif de formation et de démonstration des technologies de semis sous couverture végétale (SCV) qui ont permis de mieux gérer la fertilité des sols dans les exploitations agricoles au Brésil. L'étude a démarré en 2016 au Bénin et a pour objectif de vulgariser en milieu paysan le système SCV afin d'améliorer la productivité des cultures dans les systèmes de production à base du coton. Le dispositif était en blocs dispersés. Chaque unité a représenté une répétition. Une parcelle de démonstration était installée dans les communes de Banikoara, de Sinendé, de Parakou, de Savalou et de Djidja à travers des unités communautaires d'apprentissage. Au terme de la deuxième année, le système SCV n'a pas permis d'améliorer significativement le rendement de coton graine.

Mots clés : *fertilité des sols, système de culture, coton, semis sous couverture végétale.*

Introduction

Les sols représentent un important stock terrestre de carbone organique équivalent approximativement à trois fois le carbone de la végétation et deux fois le carbone de l'atmosphère (Amundson, 2001). Pour un sol et un climat donnés, le stock de carbone organique est fortement dépendant du mode d'occupation du sol et des pratiques culturales (Blanchart *et al.*, 2009). Depuis longtemps, la diminution du stock de carbone organique dans le sol est connue comme étant un processus majeur de dégradation du sol en milieu tropical. Le carbone organique du sol est aussi un déterminant majeur de la fertilité des sols, de la capacité de rétention en eau et de l'activité biologique, et est fortement corrélé à la biodiversité souterraine ou épigée (Carter, 2002).

L'extension des cultures de rente, généralement exportatrices de matière organique et de nutriments des sols, en l'absence de restitutions adéquates, accentue également les diminutions de ressources organiques, mais surtout des nutriments des sols entraînant la baisse de la fertilité des sols dans les agrosystèmes (Winrock, 1992). Il est donc clair que l'importance du facteur sol dans l'amélioration de la productivité des cultures n'est plus à démontrer. L'une des technologies de gestion de la fertilité du sol améliorant le stock de matière organique dans le sol, est le semis sous couverture végétale (SCV). Mais, cette technologie exige la production de la matière organique à

travers la culture des plantes à usage multiple (*Brachiaria sp*, *Mucuna sp*, *Crotalaria sp*, *Aeschynomene histrix*) en association avec les céréales. Les semis du coton sont réalisés directement sous le "mulch" produit par les plantes à usage multiple (PLUM) et les céréales. Les activités liées à la technologie SCV sont coordonnées à travers le « Projet C4 + Togo ». Des tests de démonstration ont été conduits en milieu réel à travers des unités communautaires d'apprentissage (UCA) et unité d'apprentissage (UA).

L'objectif était de démontrer l'efficacité du SCV sur la fertilité du sol et sur la productivité des cultures dans les systèmes de culture à base du coton.

Les objectifs spécifiques sont :

- produire de la biomasse à travers l'association de la culture du maïs et des plantes de couverture ;
- mettre au point des techniques de semis sous couverture végétale dans les systèmes de culture à base du coton ;
- améliorer le rendement des cultures dans les systèmes de culture à base du coton.

Milieu d'étude

Cinq (5) localités ont été impliquées dans la mise en place des UCA et UA. Les départements, les communes ainsi que les villages concernés sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Unités communautaires d'apprentissage mises en place dans les différentes zones cotonnières du Bénin.

Zones cotonnières	Communes	Villages	UCA/UA
Nord	Banikoara	Toura	1
Centre Nord	Sinendé & Parakou	Sokka & Okpara (UA)	2
Centre	Savalou	Kpakpassa	1
Sud	Djidja	Gbihoungon	1
Total			5

Ces communes sont caractérisées par des sols ferrugineux tropicaux concrétionnés. Le climat est de type soudanien ou tropical humide. A Banikoara et à Sinendé, le climat est caractérisé par un régime unimodal avec une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. La température maximale est de 41°C, la minimale de 13°C avec une amplitude de 10°C. La pluviosité varie de 700 à 1.200 mm par an. A Savalou et Djidja, le climat est de type subéquatorial à régime bimodal à

deux saisons pluvieuses (avril-juillet et août-octobre) marquées par des poches de sécheresse en juin, juillet et août. La pluviosité varie entre 800 et 1 300 mm par an. Les pluies peuvent se prolonger jusqu'à la fin de la première décade de novembre. La seule grande saison sèche va de novembre à mars. La température est comprise entre 24 et 26°C.

Matériels et méthodes

∞ Matériel végétal et engrais

Le matériel végétal était constitué -i- des variétés de cotonnier : ANG 956 (Banikoara), OKP 768 (Sinendé, Okpara et Savalou) et KET 782 (Djidja), -ii- d'une variété de maïs (QPM Faaba de 110 jours), -iii- d'une variété de niébé (blanc à port rampant) et -iv- des variétés de plantes de couverture (*Brachiaria ruziziensis*, *Crotalaria spectabilis* et *Mucuna pruriens*). Quant aux engrais minéraux, ils sont constitués de l'engrais complexe $N_{14}P_{18}K_{18}S_6B_1$ (en vulgarisation à partir de 2017) et d'Urée (46%N).

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en blocs dispersés dans cinq (5) unités d'apprentissage, 7 traitements dans trois bandes. Les parcelles des traitements à l'intérieur des bandes avaient une largeur de 16,67 m et les longueurs sont variables de 73 à 80 m. Chaque unité d'apprentissage représentait une répétition. La superficie d'une unité d'apprentissage varie d'un site à un autre. Les traitements ont été résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Technologies mises en comparaison

Bande 1	Bande 2	Bande 3
Niébé	Coton (SCV1)	Maïs+ <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>Crotalaria spectabilis</i>
Niébé	Coton (SCV2)	Maïs + <i>Brachiaria ruziziensis</i> + <i>Mucuna pruriens</i>
Niébé	Coton conventionnel	Maïs conventionnel

Conduite des UCA et UA

La rotation adoptée était triennale et se présente comme l'indiquait la figure 8, sur une même bande. Elle était constituée de ce qui suit :

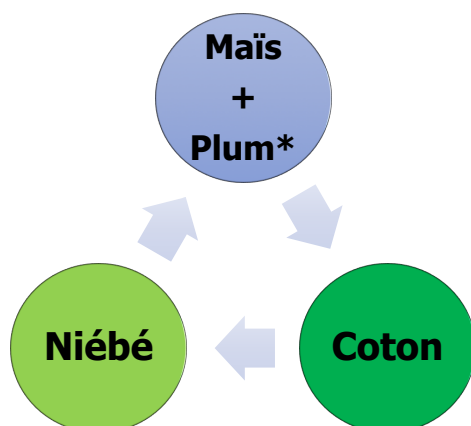


Figure 8 : Schéma de rotation adopté pour améliorer la fertilité des sols sous cotonnier

(*) PLUM : plantes à usage multiple

Le coton SCV a été semé sous le paillis constitué par les résidus de maïs et la biomasse des PLUM (*Brachiaria crotalaria* et *Mucuna*). Au niveau de la parcelle abritant le coton conventionnel, le coton a été semé après un labour.

Les PLUM ont été semées quinze (15) jours après la levée (JAL) du maïs entre deux lignes du maïs après un léger traçage.

Le coton, le maïs et le niébé ont été semés à des écartements de 0,80 m entre les lignes et de 0,40 m entre les poquets. Le coton a été semé à 5 graines par poquet, le maïs et le niébé à 3 graines par poquet. Un herbicide de pré-levée a été appliqué sur les parcelles du coton et du maïs juste après le semis. Le démariage a été réalisé à deux (2) plants pour les trois cultures.

Brachiaria ruziziensis plus *Crotalaria spectabilis* ont été mélangés dans les mêmes proportions. Ce mélange a été épandu uniformément en ligne entre deux lignes de maïs. Pour la parcelle qui a abrité *Brachiaria ruziziensis* plus *Mucuna pruriens*, le *Brachiaria ruziziensis* a été semé seul de façon uniforme entre la mi-interligne du maïs. Après le semis du *Brachiaria ruziziensis*, *Mucuna pruriens* a été semé à deux (2) graines par poquet à deux centimètres du *Brachiaria* 45 jours après semis (JAS) du maïs. L'écartement entre deux (2) poquets est de 0,8 m.

La culture du coton et celle du maïs ont bénéficié d'une fertilisation minérale à 15 JAL avec l'engrais coton ($N_{14}P_{18}K_{18}S_6B_1$) à 200 kg/ha. En fumure d'entretien, l'urée a été apportée à 40 JAL à 50 kg/ha. Aucune fertilisation minérale n'a été appliquée sur le niébé. Pour la gestion des mauvaises herbes, l'entretien des parcelles a été fait sur

seuil. L'arrachage des mauvaises herbes a été privilégié au sarclage sur les parcelles SCV coton.

La protection phytosanitaire a été faite avec une périodicité de dix (10) jours avec les produits insecticides en recommandation dans chaque zone.

∞ Variables mesurées

Les variables mesurées ont porté sur les hauteurs journalières de pluie dans les localités des unités d'apprentissage, des données agromorphologiques et des prélèvements d'échantillons composites de sols ont été réalisés sur l'horizon 0-20 cm avant la fertilisation minérale pour l'analyse des caractéristiques physico-chimiques du sol.

▪ Données agromorphologiques

Les données collectées sur le coton ont porté sur ce qui suit :

- le nombre de plants présents à 15 JAL ;
- le nombre de plants présents à la récolte ;
- la hauteur des cotonniers à 30 ; 60 JAL et à la récolte ;
- la récolte des capsules mûres pour la détermination du rendement à l'ouverture complète des capsules.

Les données collectées sur le maïs ont porté sur ce qui suit :

- le nombre de plants présents à 15 JAL ;
- le nombre de plants présents à la récolte ;
- la hauteur des plants à 30 et 60 JAL ;
- nombre d'épis à maturité complète des épis ;
- Poids du maïs grain à la récolte dès la maturité complète ;
- évaluation de la production de biomasse (maïs + plantes de couverture) après récolte dans 1m² de chaque carré de rendement ;
- évaluation de la production de biomasse totale (maïs + plante de couverture) dans 1m² de chaque carré de rendement avant le semis du coton. Prélever 1 kg de cette biomasse totale par carré pour la détermination de la matière sèche ;
- évaluation économique : coût intrants (engrais, semence, herbicide, insecticide); main d'œuvre (semis, sarclage, épandage, buttage, traitement, récolte); coût labour.

Les données collectées sur le niébé ont porté sur ce qui suit :

- le nombre de plants présents à 15 JAL ;
- le poids grain du niébé à la récolte.

Les données ont été collectées au niveau de trois carrés de 5 lignes de 5 m par parcelle. Les carrés ont été délimités à des endroits homogènes, en dehors d'ombrage.

∞ Analyse statistique des données

Le logiciel XLSTA 2016 a été utilisé pour le traitement statistique des données collectées. L'analyse de la variance a été effectuée. Le test de Student Newman-Keuls au seuil de 5% a été utilisé pour la comparaison multiple des moyennes lorsqu'il existe de différence significative entre les traitements.

Résultats et discussion

▪ Production de biomasse et de maïs grain

Les résultats des mesures de hauteur, de rendement épi et grain et de biomasse ont été mentionnés dans les tableaux 4 à 7. L'analyse statistique a été effectuée en prenant chaque site comme répétition. Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements.

Une faible hauteur des plants de maïs a été observée à Toura lorsque le maïs a été associé au *Brachiaria ruziziensis* et au *Mucuna pruriens* (tableau 4). Le *Mucuna* a étouffé les plants de maïs.

Les meilleurs rendements de maïs grain ont été obtenus à Sokka avec un avantage comparatif du système SCV. Le rendement moyen pour l'ensemble des sites et par traitement était élevé lorsque le maïs était associé au *Brachiaria ruziziensis* et au *Mucuna pruriens* (tableau 6). Par contre, l'association Maïs+*Brachiaria ruziziensis*+*Crotalaria spectabilis* a généré plus de biomasse.

Tableau 4 : Hauteur moyenne (cm) des plants de maïs après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017

Association des cultures	Toura	Okpara	Savalou	Moyenne
Maïs+ <i>Crotalaria</i> + <i>Brachiaria</i>	200,31	208	100	169,44
Maïs+ <i>Brachiaria</i> + <i>mucuna</i>	100,89	209	100	136,63
Maïs en conventionnel	200,35	229	100	176,45
Moyenne par site	167,18	215,33	100	160,84
Probabilité (F)	-	-	-	0,72ns

Tableau 5 : Rendement (kg/ha) des épis de maïs après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017

Association des cultures	Toura	Sokka	Okpara	Moyenne
Maïs+ <i>Crotalaria</i> + <i>Brachiaria</i>	1 970	3 700	2 853	843
Maïs+ <i>Brachiaria</i> +mucuna	2 380	4 850	2 889	709
Maïs conventionnel	2 240	5 115	3 373	246
Moyenne par site	398,7	419,25	530,5	3263,33
Probabilité (F)	-	-	-	0,45ns

Tableau 6 : Rendement (kg/ha) de maïs grain après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017

Association des cultures	Toura	Sokka	Okpara	Savalo	Djidja	Moyenne
Maïs+ <i>Crotalaria</i> + <i>Brachiaria</i>	1 500	3 050	2 371	2 633,5	2 120	336,9
Maïs+ <i>Brachiaria</i> +mucuna	2 150	4 050	2 398,5	2 067	2 320	199,5
Maïs conventionnel	1 750	4	2 794,5	2 083,5	2 033,5	397,8
Moyenne par site	351	3805,5	2521,33	2261,33	2157,83	2509,2
Probabilité (F)	-	-	-	-	-	0,85ns

Tableau 7 : Rendement (kg/ha) de la biomasse fraîche totale de différents systèmes de cultures après la culture du niébé dans différentes localités au Bénin en 2017

Association des cultures	Toura	Sokka	Okpara	Savalou	Djidja	Moyenne
Maïs+ <i>Crotalaria</i> + <i>Brachiaria</i>	1 807	6 120	811	497	1 733	680,67
Maïs+ <i>Brachiaria</i> +mucuna	1002	6033	853	443	20172 017	5704
Maïs conventionnel	701	4800	573	367	1 617	1411,8
Moyenne par site	851,5	5416,5	745,67	435,67	5385,25	1958,27
Probabilité (F)	-	-	-	-	-	0,90ns

▪ **Hauteur des cotonniers à la récolte**

Les mesures de hauteur effectuées à la récolte ont montré des cotonniers plus hauts sur le site de Okpara (tableau 8). L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements.

Tableau 8 : Hauteur moyenne (cm) des cotonniers dans les différents systèmes de culture et dans différentes localités en 2017 au Bénin

Traitements	Toura	Sokka	Okpara	Savalou	Moyenne
Coton SCV 1	97	95	122	100	103,5
Coton SCV 2	95	93	116	101	101,25
Coton conventionnel	94	117	127	101	109,75
Moyenne par site	95,33	101,67	121,67	100,67	104,83
Probabilité (F)	-	-	-	-	0,63ns

▪ **Rendement de coton graine**

Les rendements de coton graine les plus élevés ont été obtenus à Djidja et Sokka (tableau 9). Sur ces deux sites, on constate également un effet positif du système SCV sur le rendement. A Sokka, les gains de rendement sont de 533,5 et 317 kg/ha respectivement pour SCV1 et SCV2. A Djidja, ce gain est de 350 kg/ha. A Toura, les rendements sont faibles avec un gain léger au profit du système SCV.

En considérant chaque site comme répétition, un léger gain du système SCV a été observé par rapport au système conventionnel. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les traitements.

Tableau 9 : Rendement coton grain de cotonniers semés sous couverture végétale sur les UA en 2017

Système	Toura	Sokka	Okpara	Savalou	Djidja	Moyenne
Coton SCV 1	1300	2400	1842,5	490	2583,5	1723,2
Coton SCV 2	980	2183,5	2040,5	491,5	2583,5	1655,8
Coton conv	710	1866,5	2104	451,5	2233,5	1473,1
Moyenne	996,67	2150	1995,67	477,67	2466,83	1617,37
Probabilité	-	-	-	-	-	0,89ns

∞ **Synthèse des résultats de 2016 et de 2017**

Les rendements obtenus en 2016 et 2017 ont été mentionnés dans les tableaux 10 et 11. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les traitements ni en 2016, ni en 2017. Les expérimentations doivent être poursuivies. Au-delà, les mêmes traitements méritent d'être évalués dans un dispositif statistique, ce qui va faciliter l'interprétation des résultats

Tableau 10 : Rendement grain de la culture de maïs associé aux plantes de couverture sur les UA en 2016 et 2017

Traitements	2016	2017
Mais+Brachiaria+Crotalaria	1 804,17	2 334,90
Mais+Brachiaria+Mucuna	1 708,42	2 597,10
Conventionnel	1 573,5	2 595,60
Moyenne	1026,27	887,65
Probabilité	0,63ns	0,85ns

Tableau 11 : Rendement coton grain de cotonniers semés sous couverture végétale sur les UA en en 2016 et 2017

Traitements	2016	2017
SCV1	1 734,86	1 723,20
SCV2	1 698,47	1 655,80
Conventionnel	1 799,30	1 473,10
Moyenne	1062,91	968,03
Probabilité	0,98ns	0,89ns

Conclusion

Au terme des deux ans d'expérimentation, il ressort que le système SCV n'a pas influé significativement sur les performances agromorphologiques du cotonnier. Toutefois, des études à long terme permettront de mesurer l'influence du SCV sur les paramètres physico-chimiques et biologique du sol.

Références bibliographiques

- Amundson R., 2001. The carbon budget in soils. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 29, pp. 1-14.
- Blanchart E., Bernoux M., Siqueira M., 2009. Effet des systèmes de semis direct sous couverture végétale (SCV) sur le stockage de carbone et la macrofaune d'un sol ferrallitique (Cerrado, Brésil).
- Carter R., 2002. Soil quality for sustainable land management: organic mater and aggregation interactions that maintain soil functions. Agronomy Journal, 94, pp. 38-47.
- Winrock., 1992. Assessmet of animal agriculture in sub-Saharan Africa. Winrock International, Morrilton, AR.

2.2. Impact de la densité de semis sur la croissance, le développement et la production en culture cotonnière au Bénin.

Isidore AMONMIDE, Alexis HOUGNI, Marius SINHA, Thierry R. Zinzindohoué

Résumé

La densité de semis est un facteur essentiel dans l'amélioration de la productivité des cultures et notamment celle de la culture cotonnière. Au Bénin, en culture cotonnière, avec l'évolution du système de culture, la densité de semis a été longtemps considérée comme l'un des principaux facteurs limitant l'amélioration des rendements. Ainsi, après plus de quatre décennies de culture avec deux densités en vulgarisation, il a été opportun pour la recherche d'explorer de nouvelles densités durant la période optimale de semis dans les différentes zones cotonnières du Bénin. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'impact de plusieurs densités de semis sur le développement et le rendement en culture cotonnière. Les expérimentations ont été conduites sur les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) de Angaradébou, Gomparou, Gogounou, Okpara, Monè, Gobé et Kétou. Le dispositif expérimental était un Bloc de Fisher à 11 traitements et 4 répétitions. Les paramètres observés ont concerné les poquets levés, le shedding, la hauteur, le poids moyen capsulaire et le rendement. Les résultats obtenus n'ont montré aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les densités comparées pour la plupart des paramètres mesurés. L'expérimentation doit être reprise en 2018 pour la confirmation des résultats.

Mots clés : Coton, densité de semis, rendement, Bénin

Introduction

Avec une production totale de 25.624.000 tonnes de coton fibre en 2013/2014 dans plus de 75 pays, l'importance sociale et économique du coton à l'échelle globale n'a pas besoin d'être soulignée (ICAC, 2014). Le coton est essentiellement cultivé pour sa fibre, qui sert de matière première à l'industrie textile. Au Bénin, le coton contribue à 11% au Produit Intérieur Brut (PIB), à 70-80% aux recettes d'exportation et à 60% au tissu industriel.

Malgré son importance économique et sociale pour le pays, la culture du coton est confrontée ces dernières années à une baisse de rendement. Ceci est imputable à plusieurs facteurs dont la dégradation des sols et le non respect de l'itinéraire technique. Face à ces facteurs limitants et les perturbations climatiques, il s'avère nécessaire d'étudier de nouvelles densités de semis en culture cotonnière car elle constitue un des facteurs déterminants dans l'amélioration du rendement (Ayaz *et al.*, 2004a ; Tawaha *et al.*, 2004). Il a été montré par plusieurs auteurs (Jost *et al.*, 2001 et Sèkloka *et al.*, 2016) qu'en condition de semis précoce, les faibles densités

permettent d'obtenir de bon rendement. A faible densité, les cotonniers semés précocement sont plus florifères et retiennent mieux leurs capsules (Sèkloka *et al.*, 2016). Dans la présente expérimentation qui regroupe aussi bien des densités faibles que des densités fortes, les semis ont été réalisés durant les périodes en recommandation. Dans un tel contexte, quelle sera l'influence des différentes densités sur la croissance et le rendement du cotonnier ?

L'objectif de l'étude a été de rechercher de nouvelles densités pouvant permettre d'améliorer le rendement du cotonnier.

Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites sur sept (7) Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Chacun des CPE est localisé dans l'une des quatre (4) zones cotonnières du Bénin identifiées par Hougni *et al.* (2016). Les zones cotonnières et les CPE ayant abrité les essais sont présentés dans Le tableau 12.

Tableau 12: Sites des expérimentations et zones agro-écologiques cotonnières

N°	Zones cotonnières	CPE
1	Zone cotonnière Nord (Alibori/Atacora)	Angaradébou
		Gomparou
		Gogounou
2	Zone cotonnière Centre-Nord (Borgou/Donga)	Okpara
		Monè
3	Zone cotonnière Centre (Collines)	Gobé
4	Zone cotonnière Sud (Zou/Couffo/Plateau)	Kétou

Matériels et méthodes

☞ Matériel végétal

Trois variétés de cotonnier mises au point par le CRA-CF ont été utilisées pour la conduite de cette expérimentation. Il s'agit de la variété ANG 956 pour la zone Nord, de la variété OKP 768 pour les zones Centre-Nord et Centre et de la variété KET 782 en vulgarisation dans la zone Sud.

☞ Fertilisation minérale

La fertilisation a été exclusivement minérale avec l'apport de deux types d'engrais : NPK coton ($N_{14}P_{18}K_{18}S_6B_1$) et Urée (46% N). Le NPK coton a été apporté 15 jours après semis (JAS) à la dose 250 kg/ha dans les zones Nord et Centre-Nord et 200 kg/ha dans

les zones Centre et Sud. Quant à l'urée, elle a été apportée uniformément sur toutes les parcelles et dans toutes les zones à la dose de 50 kg/ha à 45 JAS.

∞ Protection phytosanitaire

La protection phytosanitaire des cotonniers a été faite conformément au programme de traitement en vulagrisation. Sept (07) applications phytosanitaires ont été effectuées au total, au cours du cycle du cotonnier, à une fréquence de 14 jours à partir 35ème jours après la levée (jal). Trois catégories d'insecticides ont été utilisées pour la protection phytosanitaire des plants de cotonnier (émamectine, binaire acaricide et binaire aphicide).

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé a été un Bloc Aléatoire Complet à onze (11) traitements (densités) et quatre (4) répétitions. La parcelle élémentaire était constituée de six (6) lignes de neuf mètres (9 m). Les différentes densités étudiées ont été mentionnées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Traitements comparés

N°	Densité (plants/ha)	Géométrie de semis	Nombre de Plants/poquet
1	62.500	0,80 x 0,20	1 plant/poquet
2	50.000	0,80 x 0,25	1 plant/poquet
3	41.666 (témoin 1)	0,80 x 0,30	1 plant/poquet
4	35.714	0,80 x 0,35	1 plant/poquet
5	71.428	0,80 x 0,35	2 plant/poquet
6	31.250	0,80 x 0,40	1 plant/poquet
7	62.500 (témoin 2)	0,80 x 0,40	2 plant/poquet
8	27.777	0,80 x 0,45	1 plant/poquet
9	55.555	0,80 x 0,45	2 plant/poquet
10	25.000	0,80 x 0,50	1 plant/poquet
11	50.000	0,80 x 0,50	2 plant/poquet

∞ Paramètres mesurés

Les données collectées ont été relatives à ce qui suit :

- Au Comptage de poquets levés à 5 et 15 jours après la levée (JAL) ;
- A la Hauteur plant à 30, 60, 90 JAL et à la récolte ;
- Au Shedding hebdomadaire (nombre de boutons floraux sains et parasités) et de capsules (saines et parasitées) chutées, dans la première interligne à partir de 60 JAL jusqu'à 120 JAL ;

- A la Récolte de 100 capsules successives sur la ligne 1 à partir du 5^{ème} plant, pour la détermination du poids moyen capsulaire (PMC) ;
- A la Récolte des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire pour la détermination du rendement ;
- Au Plant mapping à la récolte (Niveau d'insertion de la première branche fructifère (PBF), branche végétative (BV), branche fructifère (BF) et nombre de capsules sur les 5 premières branches fructifères (C5PBF).

∞ Analyse statistique

L'analyse de la variance a été utilisée pour évaluer l'effet de la densité de semis sur les différents paramètres étudiés. Lorsqu'une différence significative a été observée ($P < 0,05$) entre les différentes densités étudiées pour un paramètre donné, des comparaisons multiples ont été effectuées en utilisant le test de Student Newman Keul (SNK). Le logiciel R 6.4 3.3.2. a été utilisé pour les analyses statistiques.

Résultats et discussion

∞ Résultats

- ***Nombre de poquets levés à 5 JAL, 15 JAL et de plants présents à la récolte***

L'analyse des résultats sur le comptage des poquets levés à 5 JAL (tableau 14) et à 15 JAL (tableau 15) a montré l'existence d'une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les densités de semis quel que soit le site. En effet, sur l'ensemble des sites, les nombres de poquets levés générés par les densités 62.500 plants/ha (0,80 m x 0,20 m) et 50.000 plants/ha (0,80 m x 0,25 m) ont été significativement supérieurs ($P = 0,000$) à ceux générés par les parcelles semées suivant les autres densités dont les deux témoins. La même tendance a été observée pour les plants présents à la récolte ($P = 0,000$) où plus de plants présents ont été observés au niveau des mêmes densités (Tableau 16).

Tableau 14 : Nombre de poquets levés à 5 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité (plants/ha)	Nombre de poquets levés à 5 JAL par localité			
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara
62.500	76,00 a	64,25 a	76,50 a	78,00 a
50.000	66,75 b	61,25 a	56,00 b	61,00 b
41.666 (témoin 1)	55,50 c	50,50 b	45,50 c	55,00 c
35.714	50,25 cd	46,00 bc	42,00cd	45,00 de
71.428	44,75 de	44,00 bc	36,00 de	47,00 d
31.250	46,25 de	36,25 cd	26,25 e	40,75 ef
62.500 (témoin 2)	40,50 e	35,75 cd	35,00 ^e	41,75 e
27.777	42,50 e	38,50 cd	27,50 ^e	36,50 fg
55.555	39,25 e	39,00 cd	31,00 ^e	35,25 g
25.000	38,75 e	32,75 d	26,50 ^e	32,00 g
50.000	37,75 e	33,25 d	25,25 ^e	33,25 g
Moyenne	48,93	43,77	38,86	45,95
CV (%)	8,14	11,23	13,54	6,476
Probabilité	1,766e-14***	1,703e-10***	6,184e-14 ***	2e-16 ***

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 15: Nombre de poquets levés à 15 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Nombre de poquets levés à 15 JAL par localité			
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara
62.500	74,75 a	63,00a	86,25 a	79,25 a
50.000	66,00 b	62,00 a	68,50 b	60,50 b
41.666 (témoin 1)	54,25 c	50,00 b	44,25 cd	55,00 c
35.714	48,00d	45,25 bc	48,00 cd	45,00 de
71.428	43,25 de	44,25 bcd	50,00 c	47,50 d
31.250	44,50 de	36,00 cde	40,75 cd	40,25 e
62.500 (témoin 2)	39,75 e	35,00 e	43,25 cd	42,00 de
27.777	41,50 de	38,25 cde	37,75 cd	35,50 t
55.555	39,00 e	38,75 cde	37,75 cd	34,75 t
25.000	37,50 e	31,00 e	25,75 d	31,75 f
50.000	36,75 e	32,25 e	25,75 d	33,25 t
Moyenne	47,75	43,25	46,18	45,89
CV (%)	7,53	10,95	22,37	6,88
Probabilité	1,214e-15***	3,915e-11***	6,905e-08***	2e-16 ***

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 16 : Nombre de plants présents à la récolte sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Nombre de plants présents par localité		
	Gomparou	Gobé	Kétou
62.500	44 444 b	49 653 ab	53 993 a
50.000	43 403 b	45 833 ab	47 569 abc
41.666 (témoin 1)	33 681 cd	34 896 cd	39 236 cd
35.714	34 896 cd	31 771 de	38 194 bcd
71.428	55 729 a	48 264 a	49 132 a
31.250	30 903 cd	23 264 ef	29 861 de
62.500 (témoin 2)	44 444 b	43 056 abc	53 299 a
27.777	28 646 d	22 569 f	26 910 e
55.555	47 743 ab	43 403 abc	48 958 ab
25.000	28 299 d	22 222 f	24 306 e
50.000	35 417 c	36 111 bcd	40 278 bc
Moyenne	38 873	36 458	41 066
CV (%)	13,51	22,51	14,31
Probabilité	1,1x10⁻⁷***	3,1x10⁻⁵***	2,7x10⁻⁸***

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

▪ ***Hauteur des cotonniers à 30 JAL, 60 JAL, 90 JAL et à la récolte***

Les résultats d'analyse des hauteurs de plants de cotonniers réalisées à 30 JAL (tableau 17), 60 JAL (tableau 18), 90 JAL (tableau 19) et à la récolte (tableau 20) n'ont pas révélé de différence significative ($P > 0,05$) entre les densités de semis sur l'ensemble des CPE à l'exception des CPE de Okpara pour la hauteur des plants à 30 et 60 JAL et de Gomparou pour la hauteur à la récolte. Sur le CPE de Okpara, une différence significative entre les densités a été observée à 30 et 60 JAL. A ces deux dates d'observations, la hauteur moyenne des cotonniers semés à la densité de 62500 plants/ha démariés à 1 plant/poquet, a été significativement plus élevée que celle des autres densités. Par rapport à la hauteur mesurée à la récolte sur le CPE de Gomparou, la plus grande hauteur a été enregistrée avec les densités de 27.777 et 71.428 plants/ha qui toutefois restent équivalentes aux deux densités témoin. Par conséquent, d'une manière générale les densités étudiées n'ont pas influencé outre mesure le développement en hauteur des cotonniers.

Tableau 17 : Hauteur des cotonniers (cm) à 30 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Hauteur cotonniers (cm)					
	Angaradeb.	Gomparou	Gogounou	Okpara	Monè	Gobé
62.500	39,27	32,15	28,40	29,20 a	36,35	57,80
50.000	37,02	35,95	27,87	24,30	36,73	43,62
41.666 (témoin 1)	37,67	32,22	29,32	18,28 c	34,87	42,57
35.714	38,90	32,75	29,60	19,07 bc	36,37	38,97
71.428	38,05	41,12	30,17	23,37 ab	35,87	51,47
31.250	37,55	31,07	24,27	21,90 ab	34,80	46,15
62.500 (témoin 2)	38,15	33,32	29,02	24,22 ab	35,30	44,00
27.777	37,22	33,32	27,35	21,40 ab	36,10	43,75
55.555	39,12	33,57	26,27	26,80 ab	36,19	53,80
25.000	37,55	38,85	27,70	23,52 ab	37,35	45,87
50.000	39,05	33,50	27,60	21,95 ab	27,50	46,62
Moyenne	38,14	34,32	27,96	23,093	36,08	46,78
CV (%)	5,14	12,52	16,81	14,39	4,60	17,79
Probabilité	0,720	0,0609	0,874	0,003**	0,408	0,120

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 18 : Hauteur des cotonniers (cm) à 60 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Hauteur cotonnier (cm)						
	Angarad.	Gompar.	Gogoun.	Okpara	Monè	Gobé	Kétou
62.500	104,00	73,57	99,15	92,65 a	79,42	92,70	98,42
50.000	120,77	81,50	102,05	82,15 ab	79,10	67,95	102,62
41.666 (témoin 1)	100,45	87,87	104,65	62,57 b	77,50	72,75	101,26
35.714	104,67	72,40	102,17	68,77 b	77,82	68,92	101,17
71.428	100,57	87,87	100,57	78,05 ab	79,62	81,75	104,23
31.250	90,30	72,15	93,17	71,02 b	75,70	76,82	99,15
62.500 (témoin 2)	121,17	83,67	100,10	82,52 ab	79,80	71,65	99,75
27.777	100,72	77,40	100,07	70,67 b	78,02	75,25	110,88
55.555	104,65	72,85	95,80	78,42 ab	74,60	90,17	99,77
25.000	102,80	91,25	97,35	76,32 ab	78,17	73,80	99,77
50.000	100,87	78,30	96,50	70,05 b	77,77	78,27	98,42
Moyenne	102,81	79,89	99,23	77,74	77,97	77,27	101,40
CV (%)	14,98	11,43	10,56	11,27	5,5	18,03	10,95
Probabilité	0,558	0,065	0,938	0,002**	0,815	0,250	0,924

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 19 : Hauteur des cotonniers (cm) à 90 JAL sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Hauteur cotonnier (cm)					
	Angarad.	Gomparou	Gogounou	Okpara	Monè	Kétou
62.500	137,72	113,80	121,92	136,87	113,72	135,56
50.000	133,47	124,42	121,22	130,67	109,27	138,27
41.666 (témoin 1)	125,25	124,47	126,10	117,9	110,47	138,90
35.714	127,12	124,90	123,05	126,02	108,57	142,06
71.428	130,62	133,37	122,67	121,57	111,51	142,27
31.250	126,62	114,27	119,87	131,65	110,15	137,25
62.500 (témoin 2)	123,07	133,00	122,70	129,02	111,29	136,83
27.777	166,15	131,12	127,47	137,35	108,67	137,56
55.555	133,57	114,60	129,90	132,8	109,45	137,51
25.000	132,80	127,85	123,11	133,15	113,37	140,45
50.000	165,90	19,200	117,75	121,8	108,51	132,98
Moyenne	136,57	123,72	123,28	128,98	110,49	138,15
CV (%)	20,20	10,47	8,95	7,16	3,89	3,79
Probabilité	0,324	0,276	0,938	0,080	0,693	0,399

Tableau 20 : Hauteur des cotonniers (cm) à la récolte sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Hauteur cotonnier (cm)				
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé
62.500	139,30	134,10 ab	126,77	136,72	153,75
50.000	136,65	103,25 c	126,22	129,10	129,50
41.666 (témoin 1)	133,82	133,37 ab	134,27	118,07	143,90
35.714	132,52	139,80 ab	134,27	121,55	127,70
71.428	137,25	146,00 a	127,17	125,3	140,90
31.250	132,95	129,87 ab	128,25	131,6	140,70
62.500 (témoin 2)	132,35	133,37 ab	130,25	128,02	124,20
27.777	135,70	147,85 a	143,37	141,15	131,70
55.555	137,50	121,02 b	130,25	133,82	152,50
25.000	133,90	141,37 ab	131,17	134,92	147,00
50.000	136,82	127,47 ab	124,27	122,45	138,12
Moyenne	135,34	136,13	130,68	129,33	139,08
CV (%)	3,32	6,51	10,98	7,71	12,06
Probabilité	0,404	0,003**	0,834	0,06	0,227

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

▪ ***Shedding des boutons floraux et des capsules***

L'analyse des résultats du shedding des boutons floraux sains et parasités présentés respectivement dans les tableaux 21 et 22, n'a pas montré de différence significative ($P > 0,05$) entre les densités de semis quel que soit le site d'expérimentation. Par contre, au niveau de la chute des capsules saines, une différence significative ($P < 0,05$) a été observée entre les traitements à Gomparou et à Kétou (tableaux 23). A Gomparou, une faible densité (27.777 plants/ha) enregistrée a été la cause de la plus importante chute de capsules saines (tableau 23). Cette chute est statistiquement différente de celle des densités (62.500 et 50.000 plants/ha), mais statistiquement équivalente à celle des autres densités. A Kétou, c'est la densité 62.500 plants/ha qui a enregistré plus de chute de capsules saines (tableau 23). Cette chute est statistiquement différente de celle de la densité 25.000 plants/ha, mais statistiquement équivalente à celle des autres densités.

Tableau 21 : Nombre de boutons floraux sains enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de boutons floraux sains					
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé	Kétou
62.500	51,75	22,75	45,75	7,25	9,75	23,00
50.000	46,00	27,75	38,00	8,75	13,75	23,50
41.666 (témoin 1)	31,75	26,50	38,50	11,75	10,75	21,50
35.714	41,00	26,50	32,50	11,5	10,75	22,75
71.428	44,25	26,00	35,25	8,25	14,25	22,75
31.250	46,00	18,75	25,50	7,75	12,00	19,50
62.500 (témoin 2)	64,00	23,75	36,75	9,25	10,50	23,30
27.777	45,25	24,00	34,50	11,75	11,75	18,25
55.555	60,75	26,50	25,75	12,0	12,50	21,00
25.000	46,25	20,50	31,50	11,75	14,00	18,25
50.000	54,00	33,75	39,00	15,75	11,00	21,25
Moyenne	48,18	25,15	34,81	10,52	11,90	21,36
CV (%)	29,66	27,79	30,46	47,75	27,50	29,00
Probabilité	0,153	0,276	0,304	0,460	0,556	0,861

Tableau 22 : Nombre de boutons floraux parasités enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de boutons floraux parasités					
	Angaradebou	Gomparouou	Gogounou	Okpara	Gobé	Kétou
62.500	15,75	24,50	6,50	11,5	6,25	9,75
50.000	14,50	26,75	12,25	7,25	3,25	13,50
41.666 (témoin	21,00	28,25	11,25	6,0	5,75	7,50
35.714	21,00	28,75	8,25	8,0	5,50	15,75
71.428	16,25	30,00	12,75	9,75	4,00	12,25
31.250	19,00	32,50	7,75	4,0	4,25	13,25
62.500 (témoin	19,25	28,00	8,50	7,25	5,50	12,00
27.777	24,00	25,75	13,50	9,25	3,25	11,25
55.555	19,25	32,00	10,25	7,25	4,00	12,25
25.000	21,00	32,25	9,50	8,0	3,25	12,75
50.000	22,25	35,50	9,00	11,25	3,00	13,75
Moyenne	19,38	29,47	9,95	8,18	4,36	12,18
CV (%)	25,39	16,60	55,05	39,51	56,21	34,85
Probabilité	0,230ns	0,096	0,742	0,080	0,524	0,431

Tableau 23 : Nombre de capsules saines enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de capsules saines					
	Angara-deb.	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé	Kétou
62.500	169,25	15,00 b	180,25	59,5	38,25	52,25 ab
50.000	174,25	23,75 ab	259,00	65,0	36,00	53,75ab
41.666 (témoin 1)	164,75	16,75 ab	186,00	44,75	43,75	53,00ab
35.714	182,00	23,75 ab	158,50	53,75	35,50	49,50ab
71.428	158,75	21,50 ab	179,00	48,5	35,50	59,00ab
31.250	163,00	21,75 ab	159,00	42,5	39,50	51,75 ab
62.500 (témoin 2)	147,50	21,25 ab	184,25	45,75	32,75	61,50 a
27.777	154,50	34,25 a	180,75	45,0	33,00	55,50 ab
55.555	186,50	26,50 ab	153,25	59,75	38,75	55,50ab
25.000	173,25	20,00 ab	161,50	44,75	42,50	42,00 b
50.000	176,50	17,00 b	159,00	53,5	40,25	47,50 ab
Moyenne	170,65	21,95	178,22	51,15	37,79	51,79
CV (%)	14,28	30,85	25,55	24,65	19,15	15,09
Probabilité	0,770	0,027*	0,134	0,200	0,472	0,040*

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 24 : Nombre de capsules parasitées enregistré sur des parcelles semées à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de capsules parasitées					
	Angara-debou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé	Kétou
62.500	25,25	17,50	24,25	19,0	8,00	8,50
50.000	32,75	18,75	24,25	23,5	7,00	5,00
41.666 (témoin 1)	26,75	19,25	26,00	19,75	10,25	5,25
35.714	27,25	16,75	31,00	18,75	8,25	3,00
71.428	22,50	22,25	34,50	22,0	12,00	6,75
31.250	26,25	20,25	16,25	18,5	10,25	6,00
62.500 (témoin 2)	26,50	19,00	30,25	22,25	9,50	5,25
27.777	26,25	19,75	27,25	15,5	10,75	5,00
55.555	34,00	23,75	18,75	22,5	8,25	4,25
25.000	27,00	23,75	16,50	19,75	4,75	3,25
50.000	28,50	21,00	28,00	16,25	9,25	5,00
Moyenne	27,59	20,18	25,29	19,79	8,93	5,2045
CV (%)	22,43	27,22	31,29	42,5	49,86	50,23
Probabilité	0,404	0,704	0,060	0,940	0,630	0,236

▪ ***Plant mapping***

Les résultats des différents paramètres mesurés à travers le plant mapping ont été les suivants : le niveau d'insertion de la première branche fructifère (tableau 25) ; le nombre de branches fructifères (tableau 26) ; le nombre de branches végétatives (tableau 27) ; le nombre de capsules sur les cinq premières branches fructifères (tableau 28) ; le nombre de capsules par plant (tableau 29). Toutefois, aucune différence statistique n'a été observée entre les différentes densités comparées à l'exception du CPE de Gogounou pour le nombre de branches fructifères par plant. Ce qui peut signifier que la densité de semis n'a pas significativement ($P > 0,05$) influencé l'architecture des plants de cotonnier.

Tableau 25 : Niveau d'insertion de la première branche fructifère des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de nœuds				
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé
62.500	6,07	6,82	6,67	8,3	6,52
50.000	6,17	6,87	6,32	8,2	6,55
41.666 (témoin 1)	6,15	6,77	6,37	8,07	6,17
35.714	6,22	6,65	6,67	8,4	6,25
71.428	6,12	7,12	6,52	7,95	6,32
31.250	6,32	6,60	6,80	7,9	6,52
62.500 (témoin 2)	6,12	6,75	6,57	7,87	6,52
27.777	6,50	7,12	6,35	8,07	6,25
55.555	6,37	6,72	6,55	8,02	6,55
25.000	6,35	6,90	6,40	7,9	6,37
50.000	6,30	6,72	6,80	8,12	6,70
Moyenne	6,24	6,82	6,55	8,075	6,42
CV (%)	4,52	3,86	7,47	5,29	5,94
Probabilité	0,569	0,124	0,874	0,760	0,653

Tableau 26 : Nombre de branches fructifères par plant (BF) enregistré sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densité de semis	Nombre de branches fructifères par plant				
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé
62.500	17,87	16,94	15,30 b	14,5	15,47
50.000	17,95	17,05	17,00ab	14,3	14,45
41.666 (témoin 1)	17,57	16,25	18,77ab	14,0	15,82
35.714	22,02	17,15	18,40ab	14,17	15,37
71.428	17,45	18,02	16,77ab	14,42	16,17
31.250	17,70	16,02	18,07ab	14,57	15,50
62.500 (témoin 2)	16,77	17,35	16,72ab	13,82	14,20
27.777	18,22	17,52	20,35a	14,67	15,82
55.555	17,92	16,37	17,57ab	14,47	16,10
25.000	17,55	17,10	18,67ab	15,87	17,15
50.000	17,27	15,87	17,92ab	13,8	15,55
Moyenne	18,02	16,87	17,77	14,42	15,69
CV (%)	17,93	7,92	8,96	6,56	10,10
Probabilité	0,691ns	0,461ns	0,014*	0,210	0,367

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 27 : Nombre de Branches végétatives par plant enregistré sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités

Densités (plants/ha)	Nombre de branches végétatives				
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé
62.500	1,42	2,40	2,30ab	3,27	2,25
50.000	1,60	2,65	2,75ab	3,15	2,27
41.666 (témoin 1)	1,55	2,77	2,50ab	2,7	2,25
35.714	2,00	2,62	3,02a	2,97	2,02
71.428	1,57	2,72	2,30ab	2,52	2,25
31.250	1,90	2,27	3,12 a	2,92	2,12
62.500 (témoin 2)	1,45	2,50	2,40ab	2,92	2,15
27.777	1,85	2,85	2,80ab	2,9	2,12
55.555	1,52	2,37	2,05b	2,72	2,12
25.000	2,10	2,95	2,92ab	3,12	2,40
50.000	1,52	2,35	2,67ab	2,95	2,12
Moyenne	1,68	2,5	2,62	2,925	2,19
CV (%)	16,61	15,35	14,55	13,12	12,73
Probabilité	0,112	0,306	0,006**	0,290	0,837

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 28 : Nombre de capsules sur les cinq (5) premières branches fructifères de cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités

Densités (plants/ha)	Nombre de capsules sur 5 premières branches fructifères			
	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé
62.500	8,80	5,05 d	6,27	6,90 b
50.000	9,12	6,22 bcd	7,52	7,12 b
41.666 (témoin 1)	8,02	7,52 ab	7,9	7,65 b
35.714	9,80	7,65 ab	7,85	8,12 b
71.428	8,95	5,95 bcd	6,57	8,27 b
31.250	8,97	8,60 a	8,37	9,87 b
62.500 (témoin 2)	8,50	5,45 cd	7,3	7,5 b
27.777	9,70	7,95 a	9,62	8,55 b
55.555	8,47	6,02 bcd	7,27	7,87 b
25.000	9,07	8,15 a	8,85	11,25 a
50.000	8,20	6,87 abc	6,27	8,40 ab
Moyenne	8,87	6,85	7,65	8,32
CV (%)	11,26	11,97	10,18	16,80
Probabilité	0,2979	2,582^e-06***	2,221	0,0060**

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %

Tableau 29 : Nombre total de capsules par plant de cotonnier semé à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Nombre total de capsules par plant					
	Angaradebou	Gomparou	Gogounou	Okpara	Gobé	Kétou
62.500	25,25	17,50	24,25	19,0	8,00	8,50
50.000	32,75	18,75	24,25	23,5	7,00	5,00
41.666 (témoin 1)	26,75	19,25	26,00	19,75	10,25	5,25
35.714	27,25	16,75	31,00	18,75	8,25	3,00
71.428	22,50	22,25	34,50	22,0	12,00	6,75
31.250	26,25	20,25	16,25	18,5	10,25	6,00
62.500 (témoin 2)	26,50	19,00	30,25	22,25	9,50	5,25
27.777	26,25	19,75	27,25	15,5	10,75	5,00
55.555	34,00	23,75	18,75	22,5	8,25	4,25
25.000	27,00	23,75	16,50	19,75	4,75	3,25
50.000	28,50	21,00	28,00	16,25	9,25	5,00
Moyenne	27,59	20,18	25,29	19,79	8,93	5,2045
CV (%)	22,43	27,22	31,29	42,5	49,86	50,23
Probabilité	0,404	0,704	0,040*	0,94	0,630	0,236

▪ ***Poids moyen capsulaire***

Les résultats de l'évaluation du poids des capsules ont montré que le poids moyen capsulaire (PMC) était de 4,55 g à Okpara et de 4,3 g à Kétou. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les densités de semis par rapport au PMC.

Tableau 30 : Poids moyen capsulaire évalué sur des cotonniers semés à différentes densités dans différentes localités en 2017

Densités (plants/ha)	Poids moyen capsulaire (g)	
	Okpara	Kétou
62.500	4,57	4,47
50.000	4,8	4,32
41.666 (témoin 1)	4,72	4,44
35.714	4,65	4,44
71.428	4,4	4,42
31.250	4,5	4,38
62.500 (témoin 2)	4,3	4,25
27.777	4,7	4,14
55.555	4,37	4,36
25.000	4,55	4,55
50.000	4,55	4,50
Moyenne	4,55	4,38
CV (%)	9,31	7,48
Probabilité	0,86	0,8683

▪ **Rendement coton graine**

L'analyse des résultats de rendements en coton graine obtenus sur les différents sites n'a révélé aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les densités comparées (tableau 31). Ceci signifie que l'effet de la densité de semis sur le rendement n'est pas perceptible.

Tableau 31 : Rendement coton graine (kg/ha) évalué sur des parcelles de cotonniers semées à différentes densités dans différentes localités

Densité de semis	Rendement en coton graine (kg/ha)						
	Angara debou	Gompa rou	Gogou nou	Okpara	Monè	Gobé	Kétou
62.500	2 630,20	1 878,472	3 100,69	3 095,85	639,76	2 368,05	1 420,13
50.000	2 524,30	1 979,168	2 753,47	3 255,20	652,78	1 711,8	1 461,80
41.666 (tém. 1)	2 383,68	1 559,028	2 947,91	2 534,7	641,49	2 118,00	1 454,86
35.714	2 430,55	1 836,805	2 874,99	2 531,2	625,00	1 694,4	1 402,77
71.428	2 289,93	2 309,028	2 934,04	2 682,29	575,52	2 149,3	1 399,30
31.250	2 368,05	1 562,497	2 767,36	2 500	558,16	1 986,11	1 371,53
62.500 (tém. 2)	2 373,26	1 562,497	2 836,80	2 850,69	654,86	1 986,1	1 302,08
27.777	2 319,44	1 972,223	2 909,72	2 687,5	699,65	1 868,05	1 375,00
55.555	2 609,37	1 572,918	2 923,61	2 975,69	473,96	1 652,78	1 274,30
25.000	2 206,59	2 076,387	2 760,41	2 598,96	604,16	1 593,75	1 322,91
50.000	2 579,86	1 583,332	2 725,69	2 475,69	613,72	2 062,50	1 368,05
Moyenne	2 428,	1 854,79	2 866,79	2 744,31	612,69	1 907,51	1 377,52
CV (%)	12,33	17,25	12,70	11,83	40,29	20,99	11,66
Probabilité	0,571	0,0620	0,946	0,070	0,989	0,170	0,840

Discussion

Les résultats de l'analyse de la variance indiquent que les différentes densités n'ont pas eu d'effet significatif sur les paramètres observés, ce qui témoigne que les nouvelles densités testées n'ont pas été meilleures aux deux densités en vulgarisation (41666 plants/ha à 1 plant/poquet avec un écartement de 0,8 m x 0,3 m et 62500 plants/ha à 2 plants/poquet avec un écartement de 0,8 m x 0,4 m). Ces résultats pourraient s'expliquer par l'uniformité de l'écartement des interlignes qui est de 0,80 m au niveau de toutes les densités comparées. Cet espacement serait propice à l'acquisition équitable des ressources (lumière, humidité, éléments nutritifs); ce qui aurait pour conséquence, un meilleur développement des plants de cotonnier du point de vue morphologie et reproduction. De plus, la répartition de la pluie a été bonne tout au long du cycle cultural. Lorsque l'eau n'est pas un facteur très limitant, Hau et Goebel (1987) ont montré l'absence de corrélation négative entre la taille du cotonnier et la densité en deçà de 50 000 plants par hectare.

La comparaison des traitements entre eux indique que la croissance des plantes, ainsi que les rendements obtenus étaient similaires entre les densités en vulgarisation et celles testées. A faible densité, les cotonniers sont plus florifères et retiennent mieux leurs capsules. Les nombres moyens de sites fructifères par plante et les taux de rétention sont plus élevés à 42 000 plantes/ha qu'à 125 000 et 167 000 plantes/ha (Sèkloka *et al.*, 2016). En ce qui concerne les rendements en coton graine, aucune différence n'a été observée. Ces résultats contredisent ceux rapportés par Kpadé *et al.* (2008) qui ont stipulé que le rendement en coton graine obtenu sur les parcelles de densité inférieure à 50.000 pieds/ha est de 1.269 kg/ha contre 1.504 kg/ha sur les parcelles de densité supérieure à 51.000 pieds/ha, soit un surplus de rendement de 235,25 kg/ha.

Conclusion

Si plusieurs auteurs ont montré l'existence d'effet significatif de la densité de semis sur la croissance, le développement et le rendement du cotonnier en condition de semis précoce, cela n'est pas évident pour les semis à bonnes dates (ni précoces, ni tardifs). Lorsque les semis sont réalisés durant les périodes en recommandation, toutes les densités testées s'équivalent et sont susceptibles de garantir une bonne production cotonnière lorsque les autres facteurs (eau, fertilisation, protection phytosanitaire et autres) sont en conditions optimales.

Références bibliographiques

- Ayaz S., McKenzie, B. A., Hill G. D. et McNeil D. L. 2004a. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. I. Yields and harvest index. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 142: 9–19.
- Hau B. & Goebel S., 1987. Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement : Évolution des paramètres de productivité de neuf variétés semées à trois écartements. *Coton Fibres Trop.*, 42(2), 117-125.
- Hougni A., Imorou L., Dagoudo A., Zoumarou-Wallis N., 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Bénin. *European Scientific Journal* 36 (12), 210-227.
- ICAC, 2014. Offre et utilisation du coton dans le monde.
- Jost P. & Cothren J.T., 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Sci.*, 41, 1150-1159.
- Kpadé C. P., Mensah E. R., Mensah G. A., 2008. Evaluation ex-poste de la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Nord Bénin et mécanisme de généralisation de la technologie.
- Sèkloka E., Lançon J., Zinsou A., Thomas G., 2016. Influence des conditions de culture sur la production de capsules chez le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) en conditions de culture pluviale au Bénin. In *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement*. 2016 20 (2), 161-170.
- Tawaha A. M. et Turk, M. A. 2004. Field pea seeding management for semi-arid mediterranean conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 190: 86–92.

2.3. Efficacité du PIX 5% SL (mépiquat-chlorure), régulateur de croissance, sur le développement et le rendement du cotonnier au Bénin.

Isidore Amonmidé, Déo-gratias Hougni

Résumé

L'amélioration constante de la productivité de la culture du coton est un défi pour le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF). Au nombre des techniques susceptibles d'améliorer le rendement de la culture cotonnière, l'utilisation de régulateur de croissance peut être une technologie dont l'efficacité a été prouvée dans plusieurs pays. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'efficacité du régulateur de croissance (PIX 5% SL) sur la croissance, le développement et la production du cotonnier. L'expérimentation a été conduite sur les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) d'Angaradébou, de Gomparou (Zone cotonnière Nord), de Pédarou et d'Alafiarou (Zone cotonnière Centre-Nord) et de Gobé (Zone Cotonnière Centre). Le dispositif expérimental a été un Bloc de Fisher à 4 traitements et 4 répétitions. Les traitements mis en comparaison ont été : le témoin sans PIX 5% SL, le traitement au PIX 5% SL en apport unique à 1 L/ha, traitement au PIX 5% SL avec la dose fractionnée en deux apports à 45 et 60 jours après semis (JAS) et traitement au PIX 5% SL avec la dose fractionnée en quatre apports (à 45, 60, 75 et 90 JAS). Les résultats ont montré que PIX 5% SL n'a pas amélioré de façon significative ($P > 0,05$) le rendement de coton graine en apport unique ou en apport fractionné. L'expérimentation sera reconduite en 2018 afin de confirmer ou infirmer les résultats obtenus en 2017.

Mots clés : *Pix 5% SL, développement, croissance, régulateur, coton, productivité.*

Introduction

Afin d'améliorer le rendement de la culture cotonnière au Bénin, le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) expérimente différentes pratiques agronomiques. Parmi celles-ci, il y a l'utilisation du régulateur de croissance qui est censée agir sur la croissance en hauteur des plants de cotonnier au profit de la production fructifère (Mao *et al.*, 2015). Au Bénin, les doses d'engrais minéral ont été améliorées en 2017, passant de 150 kg/ha à 200 ou 250 kg/ha en fonction de la zone cotonnière. Ceci pourrait entraîner une croissance végétative excessive (Dong *et al.*, 2010). Avec l'utilisation des régulateurs de croissance comme le PIX 5% SL, les cotonculteurs pourraient contrôler cette croissance végétative excessive et ainsi mieux valoriser les nouvelles doses d'engrais. Le PIX 5% SL peut être appliqué en apport unique durant la phase de floraison ou en fractionnement tout au long du cycle (Siebert & Stewart, 2006). L'objectif principal de l'étude était d'évaluer l'effet de l'application

unique ou fractionnée du PIX 5% SL sur la croissance, le développement et la production du coton-graine au Bénin.

Milieu d'étude

Les essais ont été conduits sur les Centres Permanents d'Experimentations (CPE) d'Angaradébou, de Gomparou (Zone Cotonnière Nord), de Pédarou et d'Alafiarou (Zone Cotonnière Centre-Nord) et de Gobé (Zone Cotonnière Centre).

Matériels et méthodes

∞ Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué de variétés de cotonnier en cours de vulgarisation dans chaque zone cotonnière du pays (Hougni *et al.*, 2016). Ainsi, la variété ANG 956 a été utilisée sur les CPE de Gomparou et d'Angaradébou et la variété OKP 768 a été utilisée sur les CPE d'Alafiarou, de Pédarou et de Gobé.

∞ Matériel chimique

Le produit testé a été le PIX 5% SL (mépiquat-chlorure) recommandé à la dose de 1 L/ha.

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été un Bloc de Fisher à 4 traitements et à 4 répétitions. La parcelle élémentaire est constituée de 6 lignes de 9 m de long. Les écartements utilisés ont été de 0,80 m entre lignes et 0,40 m entre poquets sur la ligne. Le semis a été réalisé à 5 graines par poquet et démarié à 2 plants. Les dates de semis, les quantités d'engrais utilisées et leurs périodes d'application et la protection phytosanitaire ont été celles nouvellement recommandées par le CRA-CF en fonction des zones cotonnières. Les traitements mis en comparaison ainsi que les différentes doses ont été mentionnés dans le tableau 32.

Tableau 32: Quantité de régulateur de croissance PIX 5% SL apportée par application et la date d'application en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Dates d'apports (JAS)	Dose/application (ml/ha)
Témoin (sans Pix 5 % SL)	-	0
Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique	60	1000
Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports	45 et 60	500
Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports	45, 60, 75 et 90	250

∞ **Données collectées**

Les données de croissance et de développement ont été collectées sur dix plants aléatoirement choisis et marqués au début des observations sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Quant au poids de coton graine, la récolte des deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire a été pesée.

Les données collectées ont porté sur ce qui suit :

- Hauteurs des plants à 65, 80, 95, 110 jours après semis (JAS) et à la récolte ;
- Nombre de nœuds à 65, 80, 95, 110 JAS et à la récolte ;
- Nombre de branches fructifères/plant (BF) ;
- Nombre de capsules portées par les BF (NCF) ;
- Poids coton graine par parcelle élémentaire.

∞ **Paramètres calculés**

Les paramètres calculés ont été les suivants :

- Hauteur moyenne des plants à 65, 80, 95, 110 JAS et à la récolte ;
- Nombre moyen de nœuds à 65, 80, 95, 110 JAS et à la récolte ;
- Nombre moyen de branches fructifères/plant (BF) ;
- Nombre moyen de capsules portées par les BF (NCF) par plant ;
- Poids moyen capsulaire (PMC) ;
- Rendement coton graine.

∞ **Analyse statistique des données**

L'analyse statistique a essentiellement consisté en des tests de comparaison de moyennes selon la méthode de Student-Newman-Keuls (SNK), après l'analyse de variance (ANOVA) suivant un modèle linéaire simple. L'hypothèse d'homosédasticité et la distribution normale des données ont été préalablement vérifiées. Le logiciel R v3.3.2 a servi de support à toutes ces analyses statistiques.

Résultats et discussion

∞ **Résultats**

▪ ***Hauteur moyenne du cotonnier***

Les courbes des figures 9 à 13 ont illustré l'évolution de la hauteur moyenne des plants de cotonnier. Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée à

Gomparou et à Pédarou. Les différences entre les hauteurs des plants à la récolte ont été très significatives ($P<0,01$) sur les sites d'Angaradébou, d'Alafiarou et de Gobé. Dans l'ensemble, le fractionnement en 4 apports a davantage réduit la taille des cotonniers, mais aucune différence significative n'a été observée entre les trois modes d'application testés.

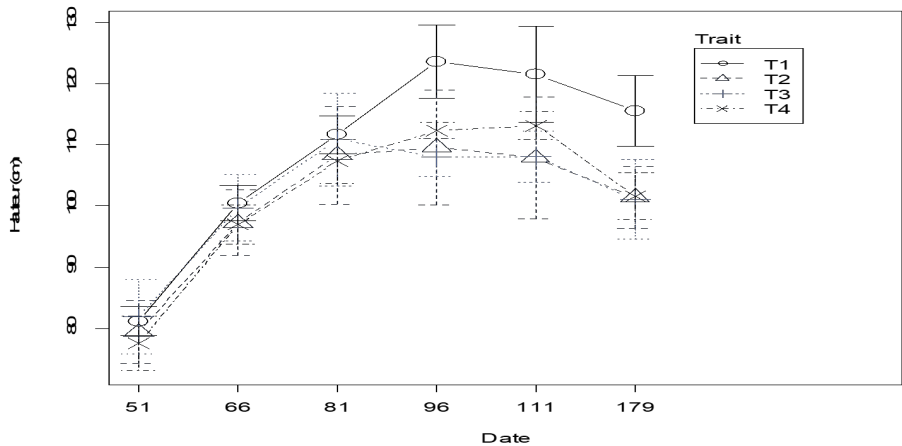


Figure 9 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Angaradébou

T1 : Témoin (sans Pix 5 % SL)
T2 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique
T3 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports
T4 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports

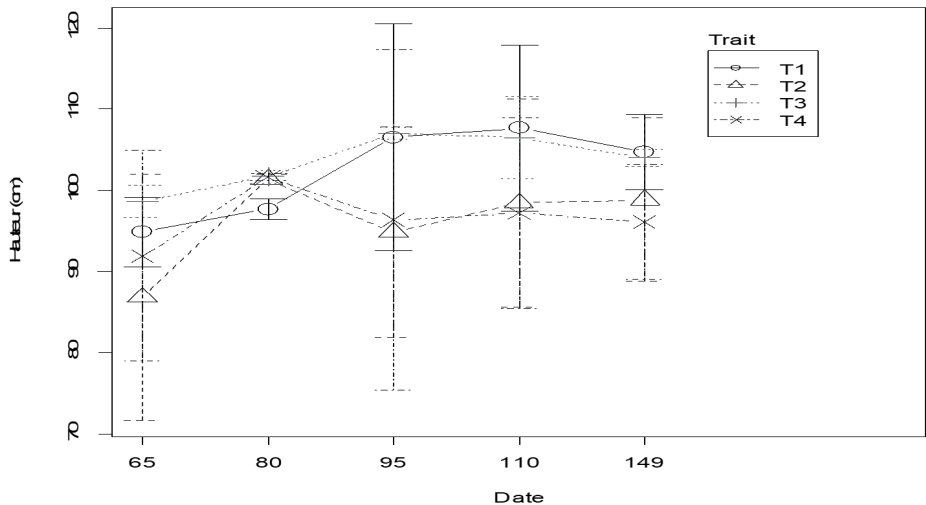


Figure 10 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Gomparou

T1 : Témoin (sans Pix 5 % SL)
T2 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique
T3 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports
T4 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports

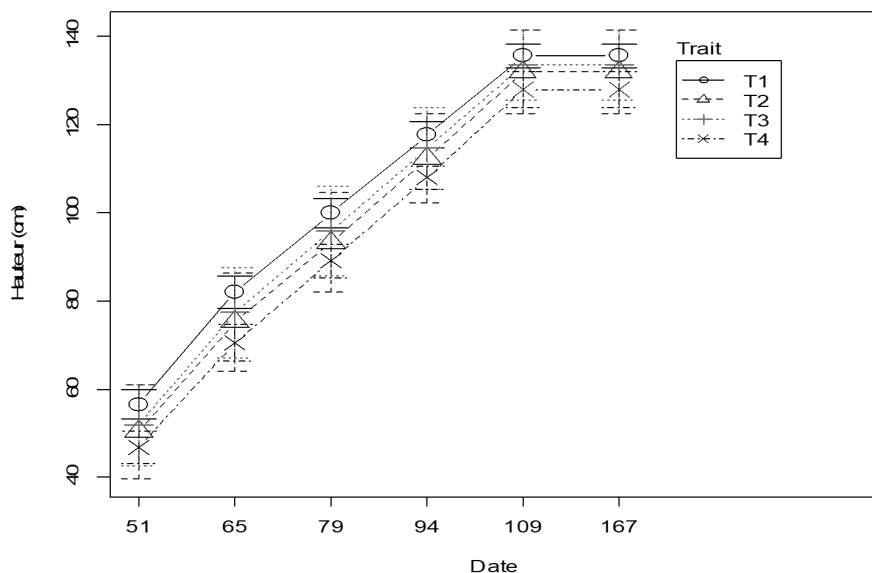


Figure 11 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Pédarou

T1 : Témoin (sans Pix 5 % SL)

T2 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique

T3 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports

T4 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports

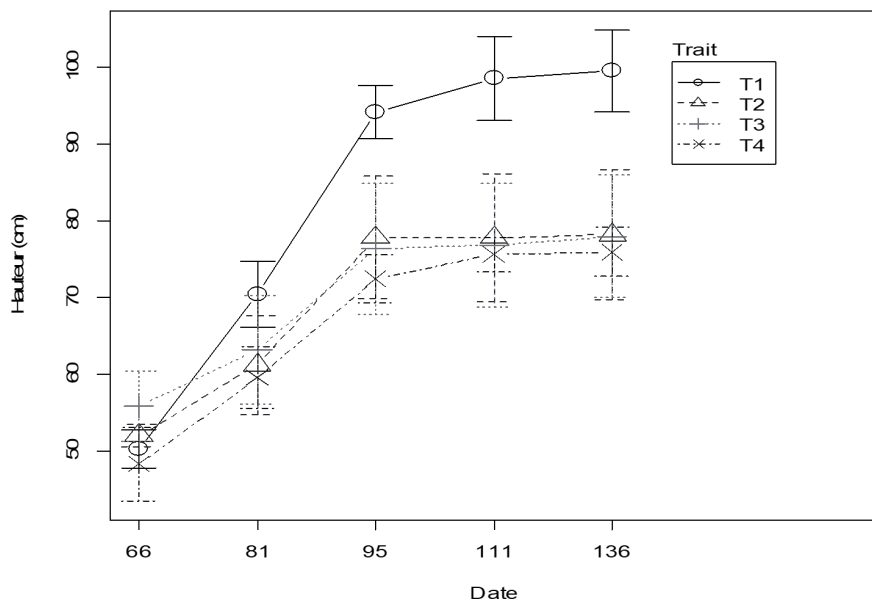


Figure 12 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Alafiarou

T1 : Témoin (sans Pix 5 % SL)

T2 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique

T3 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports

T4 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports

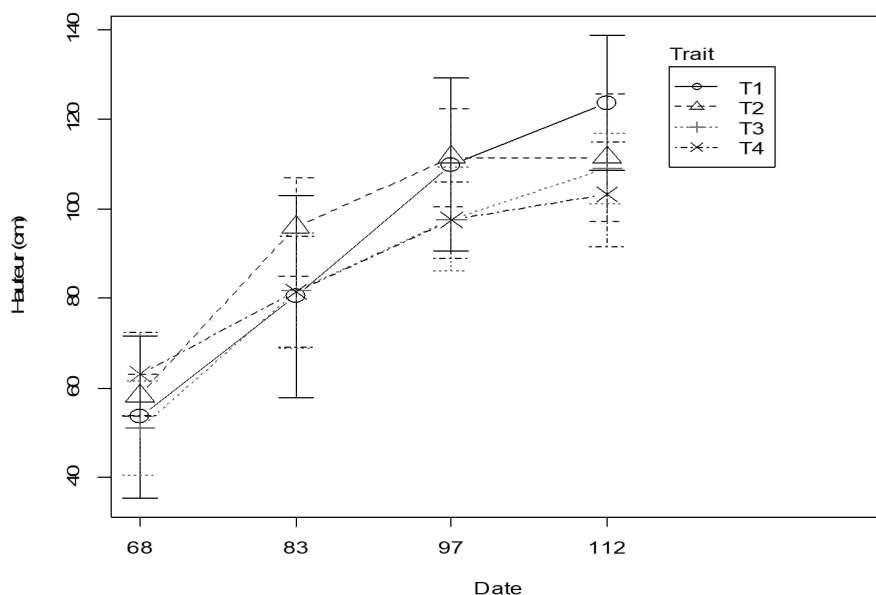


Figure 13 : Evolution de la hauteur moyenne des plants à Gobé

T1 : Témoin (sans Pix 5 % SL)

T2 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en apport unique

T3 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en deux apports

T4 : Pix 5 % SL à 1 L/ha en quatre apports

▪ **Nombre moyen de nœuds sur la tige principale du cotonnier**

Le nombre moyen de nœuds était compris entre 15 (Gomparou) et 26 (Pédarou). Ce nombre n'a pas significativement ($P > 0,05$) varié d'un traitement à l'autre, sauf à Gobé et à Angaradébou (tableau 33). Sur ces derniers sites, le nombre de nœuds a été réduit d'une unité par l'application du PIX 5% SL surtout sur les parcelles où les cotonniers ont reçu quatre applications. Sur l'ensemble des sites, l'effet du PIX 5% SL sur le nombre de nœuds sur la tige principale a varié d'une localité à une autre.

Tableau 33 : Nombre moyen de nœuds sur la tige principale des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Nombre moyen de nœuds				
	Angara-débou	Gomparou	Pédarou	Alafiarou	Gobé
Témoin (sans Pix 5 %)	22,30 a	15,88	27,60	20,05	17,23 a
Pix 5 % à 1 L/ha en apport unique	21,38 b	15,60	26,38	18,70	16,53 ab
Pix 5 % à 1 L/ha en deux apports	20,98 b	15,28	25,80	18,83	16,28 ab
Pix 5 % à 1 L/ha en quatre apports	20,73 b	14,53	25,58	19,00	15,88 b
Moyenne	21,34	15,32	26,34	19,14	16,48
CV (%)	1,96	4,15	4,99	7,70	2,94
Probabilité	0,0024**	0,0687 ns	0,1992 ns	0,5755 ns	0,0204*

ns : effet non significatif* : significatif à 5% ** : significatif à 1%

Dans chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de SNK.

▪ Rendement coton graine

L'analyse du rendement moyen en coton graine n'a pas révélé de différence significative ($P > 0,05$) entre les traitements quel que soit le site (tableau 34). Ainsi, Le PIX 5% SL n'a pas significativement amélioré le rendement en coton-graine.

Tableau 34 : Rendement en coton-graine évalué sur des parcelles de cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Rendement cotongraine (kg/ha)				
	Angara-débou	Gomparou	Pédarou	Alafiarou	Gobé
Témoin (sans Pix 5 %)	1 468,75	1 184,02	2 760,41	942,7	1 465,28
Pix 5 % à 1 L/ha en apport unique	1 406,25	1 038,19	2 734,38	1 085,07	1 420,14
Pix 5 % à 1 L/ha en deux apports	1 465,28	1 170,14	2 954,86	1 085,07	1 788,2
Pix 5 % à 1 L/ha en quatre apports	1 357,64	930,56	2699,65	888,89	1 635,41
Moyenne	1 424,48	1 080,73	2 787,33	1 000,43	1 577,26
CV (%)	13,66	33,32	11,4	14,91	20,80
Probabilité	0,8269 ns	0,728 ns	0,6797 ns	0,2165 ns	0,4152 ns

ns : effet non significatif

▪ **Nombre moyen de branches fructifères**

En général, le nombre de Branches fructifères (BF) n'a pas été significativement ($P>0,05$) différent entre traitements (tableau 35) quel que soit le CPE. Alors, l'application du PIX 5% SL n'a pas eu d'effet sur le nombre de branches fructifères.

Tableau 35 : Nombre moyen de branches fructifères enregistré sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Nombre de branches fructifères				
	Angara-débou	Gomparou	Pédarou	Alafiarou	Gobé
Témoin (sans Pix 5 %)	16,00	10,02	15,62	12,2	15,43
Pix 5 % à 1 L/ha en apport unique	15,28	9,65	15,52	11,45	14,63
Pix 5 % à 1 L/ha en deux apports	15,05	9,97	14,37	11,18	14,48
Pix 5 % à 1 L/ha en quatre apports	14,93	9,72	15,62	11,05	15,00
Moyenne	15,31	9,84	15,28	11,47	14,88
CV (%)	5,29	9,68	7,034	8,63	6,24
Probabilité	0,3026 ns	0,927 ns	0,3367 ns	0,4042 ns	0,5082 ns

ns : effet non significatif

▪ **Nombre moyen de capsules par branches fructifères**

L'analyse du nombre moyen de capsules par BF n'a pas montré de différence significative ($P>0,05$) entre les traitements sauf à Angaradébou. En effet, à Agarandébou, l'application du PIX 5% SL a permis d'avoir un nombre moyen de capsules significativement inférieur à celui du témoin quel que soit le fractionnement (tableau 36).

Tableau 36 : Nombre moyen de capsules sur les branches fructifères enregistré sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Nombre de capsules				
	Angara-débou	Gomparou	Pédarou	Alafiarou	Gobé
Témoin (sans Pix 5%)	35,15 a	10,22	16,2	10,38	16,85
Pix 5 % à 1 L/ha en apport unique	31,33 b	10,47	15,02	9,78	16,5
Pix 5 % à 1 L/ha en deux apports	29,95 b	10,45	15,7	8,73	16,22
Pix 5 % à 1 L/ha en quatre apports	30,75 b	10,25	15,47	8,5	17,57
Moyenne	31,79	10,35	15,6	9,34	16,78
CV (%)	7,24	13,91	13,69	11,1	13,7
Probabilité	0,0454*	0,9914 ns	0,8875 ns	0,0939 ns	0,853 ns

ns : effet non significatif

▪ **Poids moyen capsulaire**

Le poids moyen capsulaire (PMC) a été mesuré sur les sites de Pédarou et de Alafiarou (tableau 37). A Pédarou, une différence significative ($P > 0,05$) a été observée entre les traitements. Le meilleur PMC a été obtenu avec du PIX 5% SL en apport unique. Pour les traitements à 2 et 4 apports de PIX 5% SL dont les résultats n'ont pas été significativement ($P > 0,05$) différents du témoin, les PMC évalués ont été statistiquement similaires. A Alafiarou, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les traitements.

Tableau 37 : Poids moyen capsulaire évalué sur des cotonniers traités au régulateur de croissance dans différentes localités en 2017

Fractionnement de régulateur de croissance	Poids moyen capsulaire	
	Pédarou	Alafiarou
Témoin (sans Pix 5 %)	4,00 b	3,91
Pix 5 % à 1 L/ha en apport unique	5,25 a	4,03
Pix 5 % à 1 L/ha en deux apports	4,62 ab	4,05
Pix 5 % à 1 L/ha en quatre apports	4,25 b	3,85
Moyenne	4,53	3,96
CV (%)	10,44	6,80
Probabilité	0,0225*	0,6997 ns

ns : effet non significatif : significatif à 5%*

Dans chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de SNK.

Discussion

Le PIX 5% SL utilisé à 1 L/ha en apport unique ou de manière fractionnée n'a pas significativement réduit la hauteur des cotonniers. De plus, son effet n'a pas été

significatif sur le rendement et sur la plupart des composantes du rendement. La dose appliquée pourrait être le facteur limitant l'induction d'une réduction de la hauteur des plants avec une augmentation significative du nombre de branches fructifères pouvant induire une amélioration du rendement en coton graine. De plus, d'autres facteurs non contrôlés comme l'intensité de la pluie (de Souza & Rosolem, 2007) ou la température (Rosolem *et al.*, 2013) pourraient influencer négativement l'effet du PIX 5% SL sur la croissance et le développement du cotonnier. Si les régulateurs de croissance limitent le développement en hauteur du cotonnier, il est admis qu'ils augmentent concomitamment la disponibilité en assimilats photosynthétiques pour les structures de réserve. En effet, selon le postulat de Hearn, les nouvelles capsules ne se remplissent que si la demande totale en hydrates de carbone est inférieure à l'offre globale (Gwathmey & Clement, 2010). En limitant les besoins en croissance végétative des plants, le produit PIX 5% SL devrait permettre d'augmenter la charge capsulaire. Mais, d'après les résultats obtenus, PIX 5% SL ne provoque pas systématiquement l'augmentation du nombre de structures de réserve (capsules) ni leur grosseur (PMC). L'apport fractionné a probablement permis une meilleure réallocation des produits de photosynthèse vers les capsules, mais dans des proportions insignifiantes. Par ailleurs, la couleur vert-foncée des feuilles de cotonniers observée sur les parcelles traitées laisse penser qu'une certaine proportion d'assimilats est restée bloquée sur les sites de production, et n'a donc pas été transportée vers les sites fructifères. En effet, Rosolem *et al.* (2013) suggèrent des concentrations de chlorophylle supérieures dans les feuilles traitées au mépiquat-chlorure. Le taux d'amidon est plus élevé dans ces feuilles (Zhao & Oosterhuis, 2000). Parallèlement, une très forte proportion d'hydrates de carbone peut être stockée dans les organes végétatifs (de Souza & da Silva, 1987). Gwathmey & Clement (2010) font aussi remarquer qu'en conditions de forte densité du coton, la disponibilité d'assimilats peut limiter le remplissage des capsules malgré une plus grande surface foliaire/capsule. Il n'est pas non plus certain que PIX 5% SL ait influencé la surface foliaire qui indique le potentiel de production du plant. La mesure de la concentration de chlorophylle (limbe et pétiole) et de l'indice de surface foliaire permettrait de lever cette équivoque (Reddy *et al.*, 1996, Rosolem *et al.*, 2013). Aussi, une bonne maîtrise des relations sources-réserves chez le cotonnier permettrait de mieux apprécier les facteurs de répartition des assimilats entre les organes. De façon générale, les conditions d'application du PIX 5 % SL doivent être mieux étudiées pour une utilisation plus efficace du régulateur de croissance au Bénin.

Conclusion

L'application du PIX 5% SL ne permet pas d'améliorer de façon significative le rendement de coton graine. Les applications fractionnées semblent réduire davantage la hauteur totale des plants en fin de cycle. Par contre, le PIX 5% SL n'influence pas le nombre de nœuds sur la tige principale. Par ailleurs, l'application du PIX 5% SL n'améliore pas le nombre de capsules sur la branche fructifère et le poids moyen capsulaire. Même si l'apport fractionné en deux applications (45 et 60 JAL) offre globalement un léger avantage, la différence de rendement par rapport aux autres traitements n'est pas significative pour justifier sa recommandation. L'expérimentation doit être reconduite au cours de la campagne 2018-2019 afin de confirmer ou infirmer les résultats obtenus.

Références bibliographiques

- Dong H., Kong X., Li, W., Tang W., Zhang D., 2010. Effects of plant density and nitrogen and potassium fertilization on cotton yield and uptake of major nutrients in two fields with varying fertility. *Field Crops Research* 119, 106-113.
- Gwathmey C. O., Clement, J. D., 2010. Alteration of cotton source-sink relations with plant population density and mepiquat chloride. *Field Crops Research* 116, 101-107.
- Hougni A., Imorou L., Dagoudo A., Zoumarou-Wallis N., 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Bénin. *European Scientific Journal* 36 (12), 210-227.
- Mao L., Zhang L., Evers J., van der Wef W., Liu S., Zhang S., Wang B., Li Z., 2015. Yield components and quality of intercropped cotton in response to mepiquat chloride and plant density. *Field Crop Research* 179, 63-71.
- Reddy A. R., Reddy K. R., Hodges H. F., 1996. Mepiquat chloride (PIX)-induced changes in photosynthesis and growth of cotton. *Plant Growth Regulation* 20, 179-183.
- Rosolem C. A., Oosterhuis D. M., de Souza F., 2013. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. *Scientia Agricola* 70, 82-87.
- Siebert J. D., Stewart A. M., 2006. Influence of plant density on cotton response to mepiquat chloride application. *Agronomy Journal* 98, 1634-1639.
- de Souza F. S., Rosolem C. A., 2007. Rainfall intensity and mepiquat chloride persistence in cotton. *Scientia Agricola* 64, 125-130.

- de Souza J. G., da Silva V., J., 1987. Partitioning of carbohydrates in annual and perennial cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Experimental Botany* 38, 1211-1218.
- Zhao D., Oosterhuis, D. M., 2000. PIX Plus and mepiquat chloride effects on physiology, growth, and yield of field-grown cotton. *Journal of Plant Growth Regulation* 19, 415-422.

2.4. Efficacité et sélectivité de Baruka Yita 560 SC, un herbicide de prélevée, sur les mauvaises herbes en culture cotonnière au Bénin.

Isidore Amonmidé, Roch Thierry Zinzindohoué

Résumé

Avec la rareté de la main d'œuvre, la gestion des mauvaises herbes constitue un véritable problème pour la plupart des producteurs. Dans les systèmes de culture à base du coton, l'agriculture est aujourd'hui sédentarisée, ce qui favorise un fort taux de recouvrement des mauvaises herbes. Ainsi, dans le souci de mieux contrôler ces mauvaises herbes, le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) expérimente tous les ans des matières actives herbicides. Pour le compte de la campagne 2017-2018, l'étude d'efficacité et de sélectivité de Baruka Yita 560 SC (ternaire composé de 250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron et de 60 g/L Glyphosate), un herbicide de prélevée a été initiée. Les expérimentations ont été conduites dans les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) de Gomprou, de Okpara, de Gobé et de Savallou au Bénin. Le matériel végétal était la variété de cotonnier en cours de vulgarisation dans chaque zone agroécologique. Ainsi, ANG 956 a été utilisée sur le CPE de Gomprou et OKP 768 sur les CPE de Okpara, de Gobé et de Savallou. Le produit Baruka Yita 560 SC a été comparé à trois doses (3/4D, D et 3/2D. La dose D 3 L/ha,) avec Cottonex PG 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate) à la dose de 3 L/ha. Pour la phase de sélectivité, les doses D, 2D et 3D ont été comparées avec un témoin sarclé manuellement. L'efficacité du produit a été évaluée suivant le dispositif de « témoin adjacent » de la commission des essais biologiques à trois répétitions. La parcelle élémentaire était de 3 lignes de 9 m. L'essai de sélectivité a été mis en place suivant le dispositif de blocs de Fisher en 4 répétitions. La parcelle élémentaire était de 4 lignes de 9 m. Les résultats ont montré que Baruka Yita 560 SC était efficace sur la plupart des mauvaises herbes répertoriées dans les exploitations cotonnières au Bénin. Cependant, son efficacité était nulle sur les mauvaises herbes redoutables telle que Commelina sp. De même, Baruka Yita 560 SC était sélectif de la culture du cotonnier à 3 L/ha. A cette dose, le produit manifeste très peu de symptôme de phytotoxicité et n'a aucun effet dépressif sur le développement, la croissance et le rendement du cotonnier. Au-delà de 3 L/ha, un effet phytotoxique persistant a été observé. Par conséquent, Baruka Yita 560 SC est recommandé à 3 L/ha pour les études de rentabilité économique en milieu paysan.

Mots clés : Mauvaises herbes, Herbicide, efficacité, Prometryne, Fluometuron.

Introduction

La filière cotonnière béninoise constitue pour plusieurs raisons la source principale de croissance de l'économie nationale. La production annuelle de coton graine en 2017 est estimée à 597.000 tonnes, procurant ainsi des revenus monétaires à environ 3 millions de personnes (AIC, 2018). Les exportations de coton participent pour 80% à

la constitution des recettes d'exportation officielles. La filière représente 45% des rentrées fiscales (hors douane) et contribue en termes de valeur ajoutée pour 13% à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB) national (Afouda *et al.*, 2013).

Malgré l'importance de la production du coton au Bénin, le rendement est encore faible par rapport au rendement potentiel qui avoisine (3 000 kg/ha) à cause des contraintes biotiques et abiotiques. Parmi les contraintes biotiques, les mauvaises herbes constituent l'un des facteurs limitants les plus importants. L'enherbement exerce une concurrence très forte sur la culture du coton, notamment entre quinze et quarante cinq jours après le semis (Mémento de l'agronome, 2002).

Les contraintes du calendrier cultural en début de campagne agricole, la rareté de la main d'œuvre pour les entretiens des parcelles cultivées font que les producteurs sont confrontés au problème de mauvaises herbes (Fayalo, 2017). Ce problème se pose avec acuité du fait d'une sédentarisation progressive des exploitations (Dakouo, 1989).

Ainsi, pour améliorer la production cotonnière, il est nécessaire de contrôler efficacement les mauvaises herbes. Ce contrôle, pour être efficace, peut se faire par des méthodes culturales, mécaniques ou chimiques. Ces différentes méthodes de contrôle sont utilisées selon les circonstances. Par exemple, en Asie, le désherbage manuel pour contrôler les adventices est possible en raison de la disponibilité en main d'œuvre, tandis qu'en Afrique et dans les pays développés, une solution chimique doit être trouvée pour assurer cette tâche (Violic, 2002).

Avec l'usage des herbicides de prélevée des mauvaises herbes dans la culture du coton, le producteur peut emblaver une importante superficie et utiliser le reste de son temps pour d'autres activités (Fayalo, 2017).

Avant la vulgarisation de l'herbicide de prélevée des adventices et du cotonnier, trois étapes sont nécessaires. Pour la première étape, il est question de tester l'efficacité du produit par rapport aux différentes espèces d'adventices. La deuxième étape consiste à tester la sélectivité du produit par rapport à la culture. Enfin, la dernière étape est consacrée à une étude de rentabilité du produit en milieu paysan.

L'étude aborde les deux premières phases (étude d'efficacité et sélectivité) d'expérimentation de Baruka Yita (250 g/L Prometryne + 250 g/L Fluometuron + 60 g/L Glyphosate), herbicide de prélevée des adventices et du cotonnier dans les zones cotonnières du Bénin.

Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites dans les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) de Gomparou, de Okpara, de Gobé et de Savalou. Le CPE de Gomparou est situé à 7 km à l'Est de Banikoara dans la zone cotonnière Nord où le climat est de type soudanien. Celui de Okpara est situé à 15 km à l'Est de Parakou dans la zone cotonnière Centre Nord. Le climat est de type soudanien ou tropical humide au niveau des deux CPE. Ce climat est caractérisé par un régime unimodal, avec une saison sèche de novembre en avril-mai et une saison pluvieuse de juin à octobre. La pluviosité varie entre 800 et 1.200 mm/an La température maximale est de 41°C, la minimale de 13°C avec une amplitude de 10°C sur les deux CPE. Au niveau des CPE de Gobé et de Savalou, le climat est de type subéquatorial à régime bimodal, caractérisé par deux saisons pluvieuses (avril-juillet et août-octobre) et marquées par des poches de sécheresse en juin, juillet et août. La pluviosité varie entre 800 et 1 300 mm/an. Les pluies peuvent se prolonger jusqu'à la fin de la première décade du mois de novembre. La seule grande saison sèche va de novembre à mars. La température est comprise entre 24 et 26°C. Les quatre CPE sont situés sur des sols ferrugineux tropicaux (CRA-CF, 2017).

Matériels et méthodes

☞ Relevés pluviométriques

Des relevés pluviométriques journaliers ont été effectués sur les quatre (04) CPE. Les précipitations mensuelles et les cumuls pluviométriques de 2017 au niveau de ces CPE sont mentionnés dans le tableau 38.

Tableau 38 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 au niveau des différents CPE

CPE	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tm Gomp	0	0	0	0	179	186	315	282	157	51	0	0
C Gomp	0	0	0	0	179	365	680	962	1119	1170	1170	1170
Tm Okpar	0	0	0	36	117,6	378	240,5	232	172	33	1	0
C Okpara	0	0	0	36	153,6	531,6	772,1	1004,1	1176,1	1209,1	1210,1	1210,1
Tm Gobé	42	0	38	25	186	204	144	182,5	99	69	0	
C. Gobé	42	42	80	105	291	495	639	821,5	920,5	989,5	989,5	989,5
Tm Saval	29	2,5	52,5	47	111	350	143	270	184	16	0	0
C Saval	29	31,5	84	131	242	592	735	1005	1189	1205	1205	1205

Tm : Total mensuel ; C : Cumul pluviométrique

Les relevés des pluies, 10 jours avant et 30 jours après semis (JAS), ont été présentés dans le tableau 39. Une condition de pluviosité difficile a été observée sur le CPE de Okpara juste avant l'installation de l'essai. Toutefois, cette mauvaise condition de pluviosité s'était améliorée juste après l'installation de l'essai.

Tableau 39 : Hauteur de pluie (mm) enregistrée 10 jours avant et 30 jours après le semis du coton par CPE.

Jours avant et après semis	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
10 jours avant semis	113	17,5	129,5	44
30 jours après semis	253	229	181,5	258

∞ Matériels

▪ *Matériel végétal*

Le matériel végétal a été la variété de cotonnier en cours de vulgarisation dans chaque zone agroécologique. Ainsi, ANG 956 a été utilisée sur le CPE de Gomparou et OKP 768 sur les CPE de Okpara, de Gobé et de Savalou.

▪ *Produits testés*

L'herbicide Baruka Yita 560 SC, un produit ternaire composé de 250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron et de 60 g/L Glyphosate a été testé au Bénin. En phase d'efficacité, trois doses de *Baruka Yita 560 SC* ont été testées à savoir 3/4D, D et 3/2D sachant que la dose D recommandée par la firme est de 3 L/ha. L'herbicide Cottonex PG 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate) a été utilisé comme témoin de référence à la dose D de 3 L/ha. Pour la phase de sélectivité, les doses D, 2D et 3D de l'herbicide Baruka Yita 560 SC ont été comparées avec un témoin sarclé manuellement.

∞ Méthodes

▪ *Dispositif expérimental*

L'efficacité du produit a été évaluée suivant le dispositif de « témoin adjacent » de la commission des essais biologiques. Les traitements ont été répétés trois fois. La parcelle élémentaire était de 3 lignes de 9 m. L'essai de sélectivité a été mis en place suivant le dispositif de blocs de Fisher en 4 répétitions. La parcelle élémentaire était de 4 lignes de 9 m.

Les écartements utilisés ont été de 0,80 m entre lignes et 0,40 m entre poquets sur la ligne. Le semis a été réalisé à 5 graines par poquet et démarré à 2 plants. Les dates de semis, les quantités d'engrais utilisées et leurs périodes d'application ont été celles

nouvellement recommandées par le CRA-CF en fonction des zones cotonnières (Annexe 9).

▪ ***Paramètres mesurés et analyse statistique***

En phase d'efficacité, les observations ont porté sur le comptage de poquets levés sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire, les cotations d'enherbement à 15, 30 et 45 Jour Après Semis (JAS). Le relevé floristique complet a été fait sur les témoins non traités au 45^{ème} JAS et a permis d'évaluer l'effet spécifique du produit sur les espèces d'adventices.

Par rapport à la phase de sélectivité, les observations ont porté sur le nombre de poquets levés 5 et 15 jours après la levée (JAL), l'estimation de la phytotoxicité 5, 15 et 30 JAL. Une récolte a été réalisée pour l'estimation du rendement. Des mesures de hauteur sur 20 plants de cotonnier ont été également réalisées à différentes dates au cours du stade végétatif. Toutes ces observations ont été faites sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire.

Le logiciel Statistix 8.1 a été utilisé pour l'analyse statistique. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% a été réalisé pour la comparaison multiple des moyennes lorsqu'il existe une différence significative entre les traitements.

Résultats

∞ **Efficacité de Baruka Yita 560 SC**

▪ ***Pourcentage de poquets levés***

Les données du tableau 40 ont représenté les pourcentages de poquets levés des parcelles traitées par rapport aux parcelles témoins non traitées. Par rapport au témoin absolu, les levées observées au 5 JAL et 15 JAL au niveau des différentes doses de Baruka Yita 560 SC ont été respectivement 98,9 et 98,2%. Les levées des parcelles traitées à Baruka Yita 560 SC ont été similaires à celles de Cotonex PG 560 SC (témoin). Ainsi, Baruka Yita 560 SC n'a eu aucun effet dépressif sur la levée des cotonniers.

Tableau 40 : Pourcentage de poquets levés sur les parcelles traitées par rapport aux témoins.

Traitements	Gomparou		Okpara		Gobé		Savalou		Moyenne	
	5 JAL	15 JAL	5 JAL	15 JAL	5 JAL	15 JAL	5 JAL	15 JAL	5 jal	15 jal
Témoin absolu	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0
Cotonex PG 3 L/ha	97,5	96,6	97,7	102,3	100,6	98,7	104,5	96,9	100,1	98,6
Baruka 2,25 L/ha	96,3	95,1	100,4	97,6	99,7	95,7	97,9	98,4	98,6	96,7
Baruka 3 L/ha	98,4	97,3	98,6	95,5	97,5	98,7	95,9	95,8	97,6	96,8
Baruka 4,5 L/ha	95,9	99,4	99,7	99,8	98,8	99,3	98,2	97,1	98,1	98,9
Moyenne	97,6	97,7	99,3	99,0	99,3	98,5	99,3	97,6	98,9	98,2
Ecart type	1,7	2,0	1,1	2,6	1,2	1,7	3,3	1,6	1,1	1,4

▪ **Observation de l'enherbement**

Dans le tableau 41 a été illustrée l'importance relative des adventices. Les chiffres du tableau ont été obtenus en affectant des notes décroissantes de 5 à 1 aux adventices des parcelles témoins, suivant leur importance. Ainsi, une adventice de première importance dans toutes les parcelles a obtenu la note 5, tandis qu'une autre présente au 5^{ème} rang et ceci dans une seule parcelle avait la note 0,125 (1/8). Pour chaque adventice répertoriée, la somme des notes qui lui ont été affectées a été suivant les parcelles témoins par rapport au nombre de parcelles témoins. Pour cet essai, nous avons 8 parcelles témoins adjacents non traitées.

A Gomparou, six (06) adventices ont été répertoriées sur les parcelles témoins dont les plus importantes ont été : *Digitaria horizontalis* et *Brachiaria lata*. Venaient ensuite *Commelina benghalensis*, *Hyptis suaveolens*, *Cleome viscosa* et *Leucas martinicensis*.

A Okpara, huit (08) principales adventices ont été relevées et sont dominées par *Hyptis suaveolens*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Ipomea eriocarpa*. Viennent ensuite *Paspalum scrobiculatum*, *Setaria pumila* et *Bulbostylis barbata*.

A Gobé, la flore était diversifiée avec neuf principales adventices dominées par *Spigelia anthelmia* et *Tridax procumbens*. Venaient ensuite par ordre d'importance *Brachiaria deflexa*, *Blumea* et *Digitaria horizontalis*. Les espèces *Phyllanthus amarus*, *Boerhavia diffusa* et *Commelina benghalensis* étaient d'importance secondaire.

A Savalou, six (06) mauvaises herbes ont été répertoriées. Les plus importantes ont été *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis* et *Brachiaria lata*. Viennent ensuite *Celosia argenta*, *Boerhavia diffusa* et *Dactyloctenium aegyptium*.

Tableau 41 : Importance relative des adventices

Mauvaises herbes	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
<i>Blumea</i>			1,72	
<i>Boerhavia diffusa</i>				0,89
<i>Brachiaria lata</i>	3,50			2,73
<i>Brachiaria deflexa</i>			2,50	
<i>Bulbostylis barbata</i>		0,06		
<i>Celosia argenta</i>				1,73
<i>Cleome viscosa</i>	1,07			
<i>Commelina benghalensis</i>	2,08	3,07	0,08	3,84
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		1,50		0,63
<i>Digitaria horizontalis</i>	4,50	2,03	1,05	3,09
<i>Hyptis suaveolens</i>	1,50	4,12		
<i>Ipomea eriocarpa</i>		1,07		
<i>Kylinga squamulata</i>				
<i>Leucas martinicensis</i>	0,80			
<i>Oldendia corymbosa</i>				
<i>Paspalum scrobiculatum</i>		0,90		
<i>Phyllanthus amarus</i>			0,90	
<i>Setaria pumila</i>		0,08		
<i>Spigelia anthelmia</i>			3,51	
<i>Tridax procumbens</i>			3,02	

▪ **Vitesse de l'enherbement**

Le niveau de l'enherbement des parcelles traitées aux herbicides et celui des témoins adjacents à 15, 30 et 45 JAS, de même que l'effet des herbicides ont été consignés dans les tableaux 42 et 43. Cottonex PG 560 SC (3 L/ha) et Baruka Yita 560 SC (3 L/ha) ont eu une efficacité similaire quel que soit le site. Les notes découlant des effets des produits ont été identiques à 15, 30 et 45 JAS.

Tableau 42 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gomparou et Okpara

Traitements	Effet	Gomparou			Okpara		
		15JAS	30 JAS	45 JAS	15 JAS	30 JAS	45 JAS
Cotonex PG	Parc.Traitée	9	7	5	10	8	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	3	0
	Effet	2	4	5	3	5	6
Baruka Yita 2,25 L/ha	Parc.Traitée	8	7	4	9	7	5
	Témoin adj.	7	4,5	0	7	4	0
	Effet	1	2,5	4	2	3	4
Baruka Yita 3 L/ha	Parc.Traitée	9	7	5	10	7	5
	Témoin adj.	7	5	0	7	4	1
	Effet	2	2	5	3	3	4
Baruka Yita 4,5 L/ha	Parc.Traitée	10	8,5	5	10	8	7
	Témoin adj.	7	5	0	7	2	0
	Effet	3	3,5	5	3	6	7

Tableau 43 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gobé et Savalou

Traitements	Effet	Gobé			Savalou		
		15 JAS	30 JAS	45 JAS	15 JAS	30 JAS	45 JAS
Cotonex PG 3 L/ha	Parc.Traitée	10	7	4	9	7	5
	Témoin adj.	7	5	0	7	3	0
	Effet	3	2	4	2	4	5
Baruka Yita 2,25 L/ha	Parc.Traitée	8	7	5	8	6	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	3	2
	Effet	1	4	5	1	3	4
Baruka Yita 3 L/ha	Parc.Traitée	9	7	3	8	7	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	4	2
	Effet	2	4	3	1	3	4
Baruka Yita 4,5 L/ha	Parc.Traitée	10	8	5	9	7	5
	Témoin adj.	7	4	0	7	3	0
	Effet	3	4	5	2	4	5

▪ ***Classement des produits suivant leur efficacité***

Les résultats du classement des herbicides suivant leur efficacité ont montré que l'herbicide Baruka Yita 560 SC utilisé à 4,5 L/ha (3/2D) s'était mieux comporté sur tous les sites. Ensuite, ont suivi Baruka Yita 560 SC à 3 L/ha et le témoin de référence Cottonex PG 500 SC (tableaux 44 à 47). Ainsi, les produits et les différentes doses sont classés dans l'ordre qui suit : Baruka Yita 560 SC (4,5 L/ha) ; Baruka Yita 560 SC (3 L/ha) ; Cottonex PG 560 SC (3 L/ha) ; Baruka Yita 560 SC (2,25 L/ha).

Tableau 44 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gomparou

Traitements	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	2	2 ^{ème}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Baruka 2,25 L/ha	1	4 ^{ème}	2,5	3 ^{ème}	4	4 ^{ème}
Baruka 3 L/ha	2	2 ^{ème}	2	4 ^{ème}	5	1 ^{ème}
Baruka 4,25 L/ha	3	1 ^{er}	3,5	2 ^{ème}	5	1 ^{er}

Tableau 45 : Classement des produits suivant leur efficacité à Okpara

Traitements	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	3	1 ^{er}	5	2 ^{ème}	6	2 ^{ème}
Baruka 2,25 L/ha	2	4 ^{ème}	3	3 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Bruka 3 L/ha	3	1 ^{er}	3	3 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Baruka 4,5 L/ha	3	1 ^{er}	6	1 ^{er}	7	1 ^{er}

Tableau 46 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gobé

Traitements	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	3	1 ^{er}	2	4 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Baruka 2,25 L/ha	1	4 ^{ème}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Baruka 3 L/ha	2	3 ^{ème}	4	1 ^{er}	3	4 ^{ème}
Baruka 4,25 L/ha	3	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}

Tableau 47 : Classement des produits suivant leur efficacité à Savalou

Traitements	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	2	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Baruka 2,25 L/ha	1	3 ^{ème}	3	3 ^{ème}	5	1 ^è
Baruka 3 L/ha	1	3 ^{ème}	3	3 ^{ème}	4	4 ^{ème}
Baruka 4,5 L/ha	2	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}

▪ **Relevé floristique**

Au total 19 espèces d'adventices ont été dénombrées à 45 JAL sur les parcelles témoins. L'analyse de l'action des herbicides sur les différentes espèces d'adventice repertoriées a montré que les espèces *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Brachiaria deflaxa*, *Bulbostylis barbata*, *Cleome viscosa*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria horizontalis*, *Hyptis suaveolens*, *Ipomea eriocarpa*, *Phyllanthus amarus*, *Setaria pumula* et *Blumea* sp ont été bien contrôlées par de Baruka Yita 560 SC aux doses D et 3/2D et par le témoin Cotonex PG 560 SC (1 L/ha). Par contre, Baruka Yita 560 SC à 3/4D avait une efficacité moyenne sur la plupart des mauvaises herbes ci-dessous énumérées. En effet, tous les herbicides testés quelle que soit leur dose, n'ont pas contrôlé l'espèce *Commelina benghalensis* (tableau 48).

Tableau 48 : Efficacité moyenne de différentes doses de l'herbicide Baruka Yita 560 SC sur différentes espèces d'adventice sur l'ensemble des sites en 2017 au Bénin.

Mauvaises herbes	Cotonex PG 3 L/ha	Baruka 3/4D	Baruka D	Baruka 3/2 D
<i>Blumea sp</i>	+++	++	+++	+++
<i>Boerhavia diffusa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Brachiaria lata</i>	+++	++	+++	+++
<i>Brachiaria deflexa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Bulbostylis barbata</i>	+++	++	+++	+++
<i>Celosia argenta</i>	++	++	++	++
<i>Cleome viscosa</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Commelina</i>	0	0	0	0
<i>Dactyloctenium</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Digitaria horizontalis</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Hyptis suaveolens</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Ipomea eriocarpa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Kylinga squamulata</i>	++	+	++	++
<i>Leucas martinicensis</i>	++	+	++	++
<i>Paspalum</i>	++	++	++	++
<i>Phyllanthus amarus</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Setaria pumila</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Spigelia anthelmia</i>	+++	++	+++	+++
<i>Tridax procumbens</i>	+++	++	++	+++

Conclusion sur l'efficacité du produit Baruka Yita 560 SC

Baruka Yita 560 SC a été efficace sur la plupart des mauvaises herbes répertoriées dans les exploitations cotonnières au Bénin. Cependant, son efficacité était nulle sur les mauvaises herbes redoutables telle que *Commelina sp.* Etant donné que le produit était simultanément testé en phase d'efficacité et de sélectivité, Baruka Yita 560 SC a été recommandé pour les études économiques en milieu paysan au cours de la campagne 2018-2019.

∞ Sélectivité de Baruka Yita 560 SC

▪ *Nombre moyen de poquets levés*

L'analyse a montré que la levée, après application des herbicides, a été plus faible sur les CPE de Gomparou (44,4) et de Gobé (46,8) à 5 et à 15 JAL. Sur des CPE, c'était seulement sur le CPE de Okpara qu'une différence significative ($P=0,01$) a été observée entre les traitements pour les deux périodes d'observation. En effet, le nombre de poquets levés sur les parcelles traitées à la triple dose de Baruka Yita 560 SC a été significativement ($P<0,05$) plus faible que celui enregistré sur les autres parcelles (tableaux 49 et 50). Cette faible levée pouvait être due à la forte dose de l'herbicide.

Tableau 49 : Nombre de poquets levés 5 jours après levée par traitement herbicide et par localité en 2017 au Bénin

Herbicide	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	42,50	53,50a	48,00	51,25
Cotonex (tém) 3L/ha	42,75	52,25a	48,50	51,75
Baruka D=3 L/ha	43,50	53,50a	45,00	51,25
Baruka 2D=6L/ha	45,75	55,00a	47,75	53,75
Baruka 3D=9 L/ha	47,50	48,75b	44,75	52,75
Moyenne	44,4	52,6	46,8	52,15
CV (%)	8,95	4,19	7,07	5,66
Probabilité	0,3701	0,0105*	0,3780	0,7107

NB : Nombre maximal de poquets 72

Tableau 50 : Nombre de poquets levés 15 jours après levée par traitement herbicide et par localité en 2017 au Bénin

Herbicide	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	42,50	52,50 a	48,00	50,25
Cotonex 3L/ha (témoin)	41,75	52,25 a	48,50	50,50
Baruka D=3 L/ha	43,25	54,00 a	45,00	51,00
Baruka 2D=6 L/ha	45,00	55,00 a	47,75	50,25
Baruka 3D=9 L/ha	46,00	42,25 b	44,75	49,25
Moyenne	43,7	51,2	46,8	50,25
CV (%)	7,70	7,49	7,07	5,41
Probabilité	0,4017	0,0034**	0,3780	0,9222

NB : Nombre maximal de poquets 72

▪ **Estimation des symptômes de phytotoxicité**

Les résultats issus de l'estimation des symptômes de toxicité sur le cotonnier ont montré que de 5 à 15 JAL, les double et triple doses ont provoqué une phytotoxicité remarquable à Gomparou, Okpara et Gobé ($P < 0,001$). Par contre, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les traitements sur le CPE de Savalou. A 30 JAL, quelques décolorations de feuilles du cotonnier ont été également observées au niveau de la triple dose sur les CPE de Gomparou, de Okpara et de Gobé. Aucun symptôme de phytotoxicité n'a été observé à 30 JAL à Savalou (tableaux 51, 52 et 53).

Tableau 51 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 5 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017

Traitements	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	0,00 d	0,00 b	0,00 c	0,00
Cotonex 3L/ha (témoin)	1,00 c	1,25 b	1,25 b	0,00
Baruka D=3 L/ha	1,00 c	0,75 b	1,25 b	0,50
Baruka 2D=6L/ha	4,25 b	1,25 b	1,50 c	0,25
Baruka 3D=9 L/ha	5,50 a	3,00 a	3,75 a	0,50
Moyenne	2,35	1,25	1,55	0,25
CV (%)	15,53	51,12	38,61	171,26
Probabilité	$1,859.10^{-10}***$	$0,0003***$	$2,554.10^{-5}***$	$0,3036$

Tableau 52 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 15 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017

Traitements	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00
Cotonex 3L/ha (témoin)	0,00 c	0,75 dc	0,25 b	0,50
Baruka D=3 L/ha	0,00 c	0,50 dc	0,25 b	1,00
Baruka 2D=6L/ha	2,00 b	1,25 b	0,25 b	0,75
Baruka 3D=9 L/ha	3,00 a	2,50 a	1,75 a	1,75
Moyenne	1,00	1,00	0,50	0,80
CV (%)	$2,97.10^{-14}$	50,82	89,44	105,20
Probabilité	$2.10^{-16}***$	$0,0001***$	$0,0008***$	$0,1115$

Tableau 53 : Phytotoxicité causée par différents traitements herbicides 30 jours après levée dans différentes localités au Bénin en 2017

Traitements	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00
Cotonex 3L/ha (témoin)	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00
Baruka D=3 L/ha	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00
Baruka 2D=6L/ha	1,00 b	0,00 b	0,25 b	0,00
Baruka 3D=9 L/ha	2,00 a	1,00 a	1,00 a	0,00
Moyenne	0,60	0,20	0,25	0,00
CV (%)	4,80.10⁻¹⁴	6,16.10⁻¹⁴	89,44	
Probabilité	2.10⁻¹⁶***	2.10⁻¹⁶***	0,0001***	-

▪ ***Effet des herbicides sur la croissance en hauteur des cotonniers***

Les résultats de l'effet des herbicides sur la croissance en hauteur des plants à 40 et 60 JAL ont montré une différence significative ($p=0,02$) entre les traitements seulement sur le CPE de Okpara. Cette différence à 40 JAL n'était observable qu'entre la double dose et la triple dose de Baruka Yita 560 SC (tableau 54) tandis qu'à 60 JAL, elle a été observée entre le témoin sarclé et la double dose de l'herbicide testé (tableau 55). Quelle que soit la dose de Baruka Yita 560 SC, aucune différence significative ($P>0,05$) n'a été observée avec le produit de référence Cotonex PG concernant la hauteur du cotonnier à 40 et 60 JAL.

Tableau 54 : Influence des différents traitements herbicides sur la hauteur du cotonnier 40 jours après la levée à Okpara et à Gobé en 2017 au Bénin

Traitements	Okpara	Gobé
Témoin sarclé	41,27ab	57,62
Cotonex 3L/ha (témoin)	39,95ab	64,30
Baruka D=3 L/ha	44,15ab	63,50
Baruka 2D=6L/ha	47,22a	60,00
Baruka 3D=9 L/ha	35,10b	59,37
Moyenne	41,54	60,96
CV (%)	10,69	21,22
Probabilité	0,0233*	0,9378

Tableau 55 : Influence des différents traitements herbicides sur la hauteur du cotonnier 60 jours après la levée à Okpara et à Gobé en 2017 au Bénin

Traitements	Okpara	Gobé
Témoin sarclé	65,90b	92,37
Cotonex 3L/ha (témoin)	81,40ab	94,52
Baruka D=3 L/ha	79,10ab	101,42
Baruka 2D=6 L/ha	85,67a	92,55
Baruka 3D=9 L/ha	81,90ab	95,92
Moyenne	78,76	95,36
CV (%)	10,30	13,93
Probabilité	0,0412*	0,8662

▪ **Rendement coton-graine**

L'analyse des rendements en coton graine a présenté de différence hautement significative ($p < 0,01$) entre les traitements sur les CPE d'Okpara et de Savalou. En effet, aussi bien à Okpara qu'à Savalou, quelle que soit la dose de Baruka Yita 560 SC utilisée, le rendement en coton graine a été significativement ($P < 0,05$) supérieur à celui du témoin sarclé. Quelle que soit la dose de Baruka Yita 560 SC, le rendement en coton graine équivalait à celui de cotonex à Okpara. Par contre à Savalou, le rendement de Baruka Yita 560 SC, quelle que soit la dose, était significativement ($P < 0,05$) supérieur à celui de Cotonex PG. A Gomparou et à Gobé, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les différents traitements herbicides pour le rendement en coton graine (tableau 56).

Tableau 56 : Rendement coton graine (kg/ha)

Traitements	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou	Moyenne
Témoin sarclé	1 355,90	1 029,51b	1 020,83	434,03b	960,07
Cotonex 3 L/ha (témoin)	1 458,33	1 522,57a	1 680,55	520,83b	437,66
Baruka D=3 L/ha	1 378,47	1 567,70a	1 913,19	781,25a	529,32
Baruka 2D=6	1 512,15	1 602,42a	1 437,50	642,36a	441,09
Baruka 3D=9	1 215,27	1 536,46a	1 920,13	781,24a	493,62
Moyenne	1 384,02	1 451,73	1 594,44	631,94	631,94
CV (%)	17,55	12,97	29,74	11,78	
Proba	0,5110	0,0054**	0,0956	6,282.10^{-5***}	

Conclusion

Baruka Yita 560 SC est sélectif de la culture du cotonnier à 3 L/ha. A cette dose, le produit manifeste très peu de symptôme de phytotoxicité et n'a aucun effet dépressif sur le développement, la croissance et le rendement du cotonnier. Au-delà de 3 L/ha, un effet phytotoxique persistant est observé. Par conséquent, Baruka Yita 560 SC est recommandé à 3 L/ha pour les études de rentabilité économique en milieu paysan.

Références bibliographiques

- AIC (Association Interprofession du Coton). 2018. Point de campagne 2017-2018. AIC, Cotonou. 3 p.
- CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres) 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-8401-8.
- Fayalo G., Amonmidé I., Affouda F., 2017. Efficacité de l'association de nouvelles matières actives herbicides de prélevée (Flufenacet 400 g/L et Diflufenican 100 g/L). Fiche technique. 11 p.
- Mémento de l'agronome, édition 2002, 1692 p.
- Violic A., 2002. Gestion intégrée de la culture. In « le maïs en zones tropicales », FAO, 251 p.

2.5. Efficacité et sélectivité de l'herbicide de pré-levée Sibselect 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate) en culture cotonnière au Bénin

Isidore AMONMIDE, Roch Thierry Zinzindohoué

Résumé

Avec la rareté de la main d'œuvre, la gestion des mauvaises herbes constitue un véritable problème pour la plupart des producteurs. Dans les systèmes de culture à base du coton, l'agriculture est aujourd'hui sédentarisée, ce qui favorise un fort taux de recouvrement des mauvaises herbes. Ainsi, pour mieux contrôler ces mauvaises herbes, des expérimentations ont été conduites sur des matières actives herbicides afin de mettre à la disposition des producteurs une large gamme d'herbicides efficaces. C'est dans ce cadre que l'étude sur l'herbicide Sibselect 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate), herbicide de pré-levée des adventices et du cotonnier a été conduite au cours de la campagne campagne 2017-2018. L'objectif de l'étude était de tester l'efficacité du produit sur les mauvaises herbes et sa sélectivité par rapport aux cotonniers dans différentes zones cotonnières. Les expérimentations ont été conduites sur les CPE de Gomparou, de Okpara, de Gobé et de Savalou. Le dispositif de témoins adjacents pour le test d'efficacité avec cinq objets (3/4 Dose Sibselect 560 SC, 1 Dose Sibselect 560 SC, 3/2 Dose Sibselect 560 SC, témoin non sarclé et le produit de référence) et le dispositif de Bloc de Fisher avec cinq (5) objets (Sibselect à D, 2D et 3D, témoin sarclé et un produit de référence) pour le test de sélectivité ont été utilisés. Les résultats ont montré un meilleur contrôle des mauvaises herbes par Sibselect 560 SC. Le produit est également sélectif vis-à-vis de la culture du cotonnier.

Mots clés : *Mauvaises herbes, Herbicide prélevée, efficacité, Prometryne, Fluometuron,*

Introduction

La filière coton du Bénin constitue pour plusieurs raisons la source principale de croissance de l'économie nationale. La production annuelle de coton graine en 2017 est estimée à 597.000 tonnes, procurant ainsi des revenus monétaires à 3 millions de personnes environ (AIC, 2018). Les exportations de coton participent pour 80% à la constitution des recettes d'exportation officielles. La filière représente 45% des rentrées fiscales (hors douane) et contribue en termes de valeur ajoutée pour 13% à la formation du PIB national (Afouda *et al.*, 2013).

Malgré l'augmentation de la production cotonnière de 2015 à 2016, le rendement est encore faible à cause des contraintes biotiques et abiotiques. Parmi les contraintes biotiques, les mauvaises herbes constituent l'une des plus importants goulots d'étranglement qui handicapent la performance technique de production cotonnière. En effet, l'enherbement exerce une concurrence très forte sur la culture du coton,

notamment entre quinze et quarante-cinq jours après le semis (Memento de l'agronome, 2002) avec des pertes de rendement. Tadiou et Bogale (1994) ont signalé des pertes de rendement dues aux adventices variant de 20 à 100% aux Philippines, au Brésil et en Gambie.

Dans le contexte actuel de production du coton au Bénin, les contraintes du calendrier cultural en début de campagne agricole, la rareté de la main d'œuvre pour les entretiens des parcelles cultivées font que les producteurs sont confrontés au problème de gestion de mauvaises herbes (Fayalo, 2017). Ce problème se pose avec acuité du fait d'une sédentarisation progressive des exploitations (Dakouo, 1989). Ainsi, pour une amélioration de la production cotonnière, il est indispensable que les mauvaises herbes soient efficacement contrôlées pour une meilleure expression du matériel végétal. Pour ce faire, diverses méthodes (culturales, mécaniques ou chimiques) sont utilisées selon la disponibilité en main d'œuvre. En Asie, le désherbage manuel est le plus pratiqué pour contrôler les adventices et possible en raison de la disponibilité en main d'œuvre. Par contre, en Afrique et dans les pays développés, faute de main d'œuvre, la solution chimique reste la principale pour assurer cette tâche (Violic, 2002). Au Bénin, l'usage des herbicides de pré-levée des mauvaises herbes et de la culture du coton permet au producteur d'emblaver une superficie importante et d'utiliser le reste de son temps pour d'autres activités (Fayalo, 2017). C'est au vu de ces contingences que depuis plusieurs années, des expérimentations sont faites pour l'identification et l'élargissement de la gamme de molécules chimiques herbicides efficaces pour le contrôle des mauvaises herbes dans les systèmes de production à base de coton. Ces expérimentations, avant l'étape de la vulgarisation de l'herbicide de pré-levée des adventices et de la culture, se font en trois étapes : une première étape de test d'efficacité du produit sur différentes espèces d'adventices, une deuxième étape consacrée au test de la sélectivité du produit par rapport à la culture cotonnière et une troisième dédiée à l'évaluation de la rentabilité financière du produit en milieu paysan.

L'étude sur l'herbicide de pré-levée Sibselect 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et de 60 g/L Glyphosate) avait pour objectifs de tester en pré-levée des mauvaises herbes et du cotonnier l'efficacité de l'herbicide puis sa sélectivité par rapport à la culture cotonnière.

Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites sur le CPE de Gomparou, de Okpara, de Gobé et de Savalou dans trois zones cotonnières. Le CPE de Gomparou (Zone cotonnière Nord), est situé à 7km à l'est de Banikoara dans le département de l'Alibori. Celui de Okpara (Zone cotonnière Centre-Nord) est situé à 15 km à l'Est de Parakou dans le département du Borgou. Le climat est de type soudanien ou tropical humide au niveau des deux centres. Ce climat est caractérisé par un régime unimodal avec une saison sèche de novembre en avril-mai et une saison des pluies de juin à octobre. La pluviosité varie entre 800 et 1.200 mm/an. La température maximale est de 41°C, la minimale de 13°C avec une amplitude de 10°C sur les deux CPE. Au niveau des CPE de Gobé et de Savalou situés dans la zone cotonnière Centre, le climat est de type subéquatorial à régime bimodal caractérisé par deux saisons pluvieuses (avril-juillet et août-octobre) marquées par des poches de sécheresse en juin, juillet et août. La pluviosité varie entre 800 et 1.300 mm/an. Les pluies peuvent se prolonger jusqu'à la fin de la première décade du mois de novembre. La seule grande saison sèche va de novembre à mars. La température est comprise entre 24 et 26°C. Les quatre CPE sont caractérisés par des sols ferrugineux tropicaux (CRA-CF, 2017).

Matériels et méthodes

Relevés pluviométriques

Des relevés pluviométriques journaliers ont été effectués sur les quatre CPE. Les précipitations mensuelles et les cumuls pluviométriques de 2017 au niveau de ces CPE ont été consignés dans le tableau 57.

Tableau 57 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 sur les 4 CPE

CPE	Hauteur de pluie (mm)											
	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tm	0	0	0	0	179	186	315	282	157	51	0	0
C Gomp	0	0	0	0	179	365	680	962	1119	1170	1170	1170
Tm Okpa	0	0	0	36	117,6	378	240,5	232	172	33	1	0
C Okpara	0	0	0	36	153,6	531,6	772,1	1004,1	1176,1	1209,1	1210,1	1210,1
Tm Gobé	42	0	38	25	186	204	144	182,5	99	69	0	
C. Gobé	42	42	80	105	291	495	639	821,5	920,5	989,5	989,5	989,5
Tm Saval	29	2,5	52,5	47	111	350	143	270	184	16	0	0
C Saval	29	31,5	84	131	242	592	735	1005	1189	1205	1205	1205

Tm : Total mensuel ; C : Cumul pluviométrique

Les relevés des pluies à 10 jours avant semis et à 30 jours après semis (JAS) sont présentés dans le tableau 58. Une condition de pluviosité difficile a été observée sur le

CPE de Okpara juste avant l'installation de l'essai. Toutefois, cette mauvaise condition de pluviosité s'était améliorée juste après l'installation de l'essai.

Tableau 58 : Hauteur de pluie (mm) 10 jours avant et 30 jours après semis par site.

Périodes	Hauteur de pluie (mm)			
	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
10 jours avant semis	113	17,5	129,5	44
30 jours après semis	253	229	181,5	258

∞ **Matériel végétal**

Le matériel végétal était la variété de cotonnier en cours de vulgarisation dans chacune des zones cotonnières où sont situés les CPE ayant abrité les essais. Ainsi, la variété ANG 956 a été utilisée sur le CPE de Gomparou et la variété OKP 768 sur les CPE de Okpara, de Gobé et de Savalou.

∞ **Produits testés**

Le produit testé était Sibselect 560 SC qui était un produit ternaire composé de 250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron et de 60 g/L Glyphosate. En phase d'efficacité, 3/4D, D et 3/2D ont été les trois doses de Sibselect 560 SC testées. La dose D, 3 L/ha, était celle proposée par la firme SIBEP. Cottonex PG 560 SC (250 g/L Prometryne, 250 g/L Fluometuron, et 60 g/L Glyphosate) a été utilisé comme témoin de référence à la dose de 3 L/ha. Pour la phase de sélectivité, les doses D, 2D et 3D ont été comparées avec un témoin sarclé manuellement.

∞ **Dispositif expérimental**

Pour la présente étude, deux différents dispositifs expérimentaux ont été utilisés. Pour le test d'efficacité du produit, le dispositif de « témoin adjacent » de la commission des essais biologiques avec cinq (5) traitements répétés trois (03) fois a été utilisé. La parcelle élémentaire était de 3 lignes de 9 m. Par contre pour l'essai de sélectivité, le dispositif de blocs de Fisher a été utilisé avec 4 traitements et 4 répétitions. La parcelle élémentaire était de 4 lignes de 9 m.

∞ **Paramètres mesurés**

En phase d'efficacité, les observations ont porté sur le comptage de poquets levés sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire, les cotations d'enherbement à 15, 30 et 45 Jour Après Semis (JAS). Le relevé floristique complet fait sur les témoins non traités au 45^{ème} JAS, a permis d'évaluer l'effet spécifique du produit sur les espèces d'adventices.

Pour le test de sélectivité, les observations ont porté sur le nombre de poquets levés 5 et 15 jours après la levée (JAL), l'estimation de la phytotoxicité à 5, 15 et 30 JAL. Une récolte a été réalisée pour l'évaluation du rendement en coton graine. Des mesures de hauteur sur 20 plants de cotonnier ont été également réalisées à différentes dates au cours du stade végétatif. Toutes ces observations ont été faites sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. L'analyse statistique des données de l'essai de sélectivité a été faite avec le logiciel Statistix 8.1. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% a servi à la comparaison multiple des moyennes lorsqu'il a existé une différence significative entre les traitements.

Résultats et discussion

∞ Résultats du test d'efficacité de l'herbicide de prélevée Sibselect 560 SC

▪ *Pourcentage de poquets levés*

Les résultats de l'évaluation des taux de poquets levés sur les parcelles traitées par rapport au témoin non traité ont montré que le pourcentage de levée observés au niveau des parcelles traitées au Sibselect 560 SC à différentes doses ont dépassé 95%. Aussi, les levées des parcelles traitées à Sibselect 560 SC étaient similaires à celles de Cotonex PG 560 SC (témoin). Sibselect 560 SC n'a eu aucun effet dépressif sur la levée des cotonniers.

Tableau 59: Pourcentage de poquets levés sur les parcelles traitées par rapport aux témoins.

Doses d'herbicides	Gomparou		Okpara		Gobe		Savalou		Moyenne	
	5JAL	15JAL	5JAL	15JAL	5JAL	15JAL	5JAL	15JAL	5JAL	15JAL
Témoin absolu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cotonex PG 3 L/ha (référence)	97,50	96,60	97,69	102,28	100,59	98,67	104,53	96,85	100,08	98,6
Sibselect 2,25 L/ha	96,27	95,12	100,41	97,59	99,67	95,67	97,86	98,36	98,55	96,69
Sibselect 3 L/ha	98,40	97,30	98,56	95,51	97,49	98,69	95,87	95,76	97,58	96,82
Sibselect 4,5 L/ha	95,88	99,38	99,69	99,78	98,75	99,27	98,20	97,11	98,13	98,89
Moyenne	97,61	97,68	99,27	99,03	99,30	98,46	99,29	97,62	98,87	98,20
Ecart type	1,67	2,01	1,12	2,58	1,21	1,65	3,27	1,62	1,82	1,96

▪ **Importance relative des adventices**

Les chiffres du tableau 60 ont été obtenus en affectant des notes décroissantes de 5 à 1 aux adventices des parcelles témoins suivant leur importance. Ainsi, une adventice de première importance dans toutes les parcelles a obtenu la note 5 tandis qu'une autre présente en 5^{ème} rang et ceci dans une seule parcelle avait la note 0,125 (1/8). Pour chaque adventice répertoriée, la somme des notes qui lui ont été affectées a été prise suivant les parcelles témoins par rapport au nombre de parcelles témoins. Pour cet essai, nous avons 8 parcelles témoins adjacents non traitées.

Gomparou. Six adventices ont été répertoriées sur les parcelles témoins dont les plus importantes sont : *Digitaria horizontalis* et *Brachiaria lata*. Venaient ensuite *Commelina benghalensis*, *Hyptis suaveolens*, *Cleome viscosa* et *Leucas martinicensis*.

Okpara. Huit principales adventices sont relevées et dominées par *Hyptis suaveolens*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis* et *Dactyloctenium aegyptium*, *Ipomea eriocarpa*. Venaient ensuite *Paspalum scrobiculatum*, *Setaria pumila* et *Bulbostylis barbata*.

Gobé. La flore était diversifiée avec neuf principales adventices dominées par *Spigelia anthelmia* et *Tridax procumbens*. Venaient ensuite par ordre d'importance *Brachiaria deflexa*, *Blumea sp* et *Digitaria horizontalis*. Les espèces *Phyllanthus amarus*, *Boerhavia diffusa* et *Commelina benghalensis* sont d'importance secondaire.

Savalou. Six mauvaises herbes ont été répertoriées. Les plus importantes ont été *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis* et *Brachiaria lata*. Venaient ensuite *Celosia argenta*, *Boerhavia diffusa* et *Dactyloctenium aegyptium*.

Tableau 60 : Importance relative des adventices

Mauvaises herbes	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
<i>Blumea sp.</i>			1,72	
<i>Boerhavia diffusa</i>				0,89
<i>Brachiaria lata</i>	3,50			2,73
<i>Brachiaria deflexa</i>			2,50	
<i>Bulbostylis barbata</i>		0,06		
<i>Celosia argenta</i>				1,73
<i>Cleome viscosa</i>	1,07			
<i>Commelina benghalensis</i>	2,08	3,07	0,08	3,84
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		1,50		0,63
<i>Digitaria horizontalis</i>	4,50	2,03	1,05	3,09
<i>Hyptis suaveolens</i>	1,50	4,12		
<i>Ipomea eriocarpa</i>		1,07		

<i>Kylinga squamulata</i>				
<i>Leucas martinicensis</i>	0,80			
<i>Oldendia corymbosa</i>				
<i>Paspalum scrobiculatum</i>		0,90		
<i>Phyllanthus amarus</i>			0,90	
<i>Setaria pumila</i>		0,08		
<i>Spigelia anthelmia</i>			3,51	
<i>Tridax procumbens</i>			3,02	

▪ **Observation sur la vitesse de l'enherbement**

Le niveau de l'enherbement des parcelles traitées aux herbicides et celui des témoins adjacents à 15, 30 et 45 JAS, de même que l'effet des herbicides ont été consignés dans les tableaux 61 et 62. Cotonex PG 560 SC (3 L/ha) et Sibselect 560 SC (3 L/ha) ont eu une efficacité similaire sur l'ensemble des CPE. Les notes découlant des effets des produits ont été identiques à 15, 30 et 45 JAS.

Tableau 61 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gomparou et Okpara

Doses d'herbicides	Effet	Cote d'enherbement					
		Gomparou			Okpara		
		15JAS	30JAS	45JAS	15JAS	30JAS	45JAS
Cotonex PG 3 L/ha (référence)	Parc.Traitée	9	7	5	10	8	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	3	0
	Effet	2	4	5	3	5	6
Sibselect 2,25 L/ha	Parc.Traitée	8	7	4	9	7	5
	Témoin adj.	7	4,5	0	7	4	0
	Effet	1	2,5	4	2	3	4
Sibselect 3 L/ha	Parc.Traitée	9	7	5	10	7	5
	Témoin adj.	7	5	0	7	4	1
	Effet	2	2	5	3	3	4
Sibselect 4,5 L/ha	Parc.Traitée	10	8,5	5	10	8	7
	Témoin adj.	7	5	0	7	2	0
	Effet	3	3,5	5	3	6	7

Tableau 62 : Cotation enherbement et effet herbicide à Gobé et Savalou

Doses d'herbicide	Effet	Cote d'enherbement					
		Gobé			Savalou		
		15JAS	30JAS	45JAS	15JAS	30JAS	45JAS
Cotonex PG 3 L/ha (référence)	Parc.Traitée	10	7	4	9	7	5
	Témoin adj.	7	5	0	7	3	0
	Effet	3	2	4	2	4	5
Sibselect 2,25 L/ha	Parc.Traitée	8	7	5	8	6	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	3	2
	Effet	1	4	5	1	3	4
Sibselect 3 L/ha	Parc.Traitée	9	7	3	8	7	6
	Témoin adj.	7	3	0	7	4	2
	Effet	2	4	3	1	3	4
Sibselect 4,5 L/ha	Parc.Traitée	10	8	5	9	7	5
	Témoin adj.	7	4	0	7	3	0
	Effet	3	4	5	2	4	5

▪ **Classement des produits suivant leur efficacité**

Sibselect 560 SC à 4,5 L/ha (3/2D) s'était mieux comporté sur tous les sites. Ensuite, ont suivi Sibselect 560 SC à 3 L/ha et le témoin de référence (Cotonex PG 500 SC) (Tableaux 63-66). Ainsi, les produits et les différentes doses ont été classés dans l'ordre suivant : Sibselect 560 SC (4,5 L/ha) ; Sibselect 560 SC (3 L/ha) ; Cotonex PG 560 SC (3 L/ha) ; Sibselect 560 SC (2,25 L/ha).

Tableau 63 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gomparou

Doses d'herbicides	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	2	2 ^{ème}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Sibselect 2,25 L/ha	1	4 ^{ème}	2,5	3 ^{ème}	4	4 ^{ème}
Sibselect 3 L/ha	2	2 ^{ème}	2	4 ^{ème}	5	1 ^{er}
Sibselect 4,5 L/ha	3	1 ^{er}	3,5	2 ^{ème}	5	1 ^{er}

Tableau 64 : Classement des produits suivant leur efficacité à Okpara

Doses d'herbicides	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	3	1 ^{er}	5	2 ^{ème}	6	2 ^{ème}
Sibselect 2,25 L/ha	2	4 ^{ème}	3	3 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Sibselect 3 L/ha	3	1 ^{er}	3	3 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Sibselect 4,5 L/ha	3	1 ^{er}	6	1 ^{er}	7	1 ^{er}

Tableau 65 : Classement des produits suivant leur efficacité à Gobé

Doses d'herbicides	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	3	1 ^{er}	2	4 ^{ème}	4	3 ^{ème}
Sibselect 2,25 L/ha	1	4 ^{ème}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Sibselect 3 L/ha	2	3 ^{ème}	4	1 ^{er}	3	4 ^{ème}
Sibselect 4,5 L/ha	3	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}

Tableau 66 : Classement des produits suivant leur efficacité à Savalou

Doses d'herbicides	15 JAS		30 JAS		45 JAS	
	Effet	Rang	Effet	Rang	Effet	Rang
Cotonex 3 L/ha	2	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}
Sibselect 2,25 L/ha	1	3 ^{ème}	3	3 ^{ème}	5	1 ^{er}
Sibselect 3 L/ha	1	3 ^{ème}	3	3 ^{ème}	4	4 ^{ème}
Sibselect 4,5 L/ha	2	1 ^{er}	4	1 ^{er}	5	1 ^{er}

▪ **Relevé floristique**

Les espèces dénombrées à 45 JAL sur les parcelles témoins et l'action des produits à différentes doses ont été consignées dans le tableau 67.

Boerhavia diffusa, *Brachiaria lata*, *Brachiaria deflexa*, *Bulbostylis barbata*, *Cleome viscosa*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria horizontalis*, *Hyptis suaveolens*, *Ipomea eriocarpa*, *Phyllanthus amarus* et *Setaria pumula* ont été bien maîtrisées par toutes les doses D et 3/2D de Sibselect 560 SC et Cotonex PG 560 SC (témoin). Par contre, Sibselect 560 SC à 3/4D a eu une efficacité moyenne sur la plupart des mauvaises herbes ci-dessus énumérées.

Tableau 67 : Observations particulières sur les réponses des adventices aux herbicides.

Mauvaises herbes	Cotonex PG 3 L/ha	Sibselect 3/4 D	Sibselect D	Sibselect 3/2 D
<i>Blumea sp</i>	+++	++	+++	+++
<i>Boerhavia diffusa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Brachiaria lata</i>	+++	++	+++	+++
<i>Brachiaria deflexa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Bulbostylis barbata</i>	+++	++	+++	+++
<i>Celosia argenta</i>	++	++	++	++
<i>Cleome viscosa</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Commelina</i>	0	0	0	0
<i>Dactyloctenium</i>	+++	+++	+++	+++

<i>Digitaria horizontalis</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Hyptis suaveolens</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Ipomea eriocarpa</i>	+++	++	+++	+++
<i>Kylinga squamulata</i>	++	+	++	++
<i>Leucas martinicensis</i>	++	+	++	++
<i>Paspalum</i>	++	++	++	++
<i>Phyllanthus amarus</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Setaria pumila</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Spigelia anthelmia</i>	+++	++	+++	+++
<i>Tridax procumbens</i>	+++	++	++	+++

▪ **Conclusion partielle**

Sibselect 560 SC a été efficace sur la plupart des mauvaises herbes répertoriées. Toutefois, son efficacité a été nulle sur *Commelina sp* qui est l'une des mauvaises herbes redoutables et difficilement contrôlées.

∞ **Sélectivité de Sibselect 560 SC**

▪ **Nombre de poquets levés**

Les résultats de comptage de poquets levés ont été consignés dans les tableaux 68-69. Un taux de levée légèrement faible pour les différentes doses de Sibselect a été enregistré sur le CPE de Okpara. Ce constat n'est pas perceptible sur les autres sites. L'effet dépressif du produit sur la levée à Okpara doit être lié à la texture du sol qui renferme assez de concrétions. Les analyses statistiques n'ont montré aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les traitements quel que soit le site.

Tableau 68 : Nombre de poquets levés à 15 JAL

Doses d'herbicides	Nombre de poquets levés		
	Gomparou	Okpara	Savalou
Témoin sarclé	54,00	50,00	51,50
Cotonex 3L/ha	49,50	50,50	50,25
Sibselect D=3 L/ha	49,25	47,00	48,25
Sibselect 2D=6 L/ha	51,00	48,50	48,75
Sibselect 3D=9 L/ha	50,25	44,00	48,00
Moyenne	50,80	48,00	49,35
CV (%)	7,03	8,03	10,46
Probabilité	0,3805	0,1842	0,8521

Tableau 69 : Nombre de poquets levés à 30 JAL

Doses d'herbicides	Nombre de poquets levés		
	Gomparou	Okpara	Savalou
Témoin sarclé	50,50	49,75	50,75
Cotonex 3L/ha	49,25	51,25	48,00
Sibselect D=3 L/ha	49,75	46,50	50,00
Sibselect 2D=6 L/ha	47,75	47,50	48,50
Sibselect 3D=9 L/ha	50,00	39,25	45,00
Moyenne	49,45	46,85	48,45
CV (%)	7,68	12,31	11,39
Probabilité	0,8679	0,0905	0,6378

▪ ***Estimation des symptômes de phytotoxicité***

Les résultats des observations sur la phytotoxicité ont été présentés dans les tableaux 70, 71 et 72. A 5 JAL, les double et triple doses ont provoqué une phytotoxicité remarquable à Gomparou et à Okpara. Ceci a persisté jusqu'à 15 JAL à 30 JAL. Quelques décolorations de feuilles ont été également observées au niveau de la triple dose.

L'analyse de la variance a révélé une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements surtout sur les CPE de Gomparou et de Okpara.

Tableau 70 : Niveau de phytotoxicité à 5 JAL

Doses d'herbicides	Niveau de phytotoxicité		
	Gomparou	Okpara	Savalou
Témoin sarclé	0,00d	0,00d	0,00
Cotonex 3L/ha	1,00c	1,75c	0,25
Sibselect D=3 L/ha	1,00c	2,00c	0,25
Sibselect 2D=6 L/ha	2,00b	3,00b	0,00
Sibselect 3D=9 L/ha	3,25a	4,00a	0,75
Moyenne	1,45	2,15	0,25
CV (%)	34,48	24,75	167,33
Proba	$1,141.10^{-5}***$	$2,759.10^{-6}***$	0,1379

Tableau 71 : Phytotoxicité 15 JAL

Doses d'herbicides	Niveau de phytotoxicité		
	Gomparou	Okpara	Savalou
Témoin sarclé	0,00c	0,00d	0,00b
Cotonex 3L/ha	0,00c	1,25c	0,75ab
Sibselect D=3 L/ha	0,00c	1,50c	0,75ab
Sibselect 2D=6 L/ha	0,75b	2,25b	0,50ab
Sibselect 3D=9 L/ha	2,00a	3,75a	1,50a
Moyenne	0,55	1,75	0,7
CV (%)	40,65	25,01	94,94
Probabilité	7,127.10^{-8***}	7,822.10^{-7***}	0,0846

Tableau 72 : Phytotoxicité 30 JAL

Doses d'herbicides	Niveau de phytotoxicité	
	Gomparou	Okpara
Témoin sarclé	0,00b	0,00b
Cotonex 3L/ha	0,00b	0,00b
Sibselect D=3 L/ha	0,00b	0,25b
Sibselect 2D=6 L/ha	0,00b	0,00b
Sibselect 3D=9 L/ha	1,00a	1,00a
Moyenne	0,2	0,25
CV (%)	6,16	171,26
Probabilité	2.10^{-16***}	0,0255*

▪ ***Effet des herbicides sur la hauteur des cotonniers***

A 40 et à 60 JAL, les hauteurs des cotonniers ont été plus importantes sur les CPE de Gomparou et de Gobé. Les hauteurs ont été moins importantes sur le CPE de Okpara (Tableaux 73 et 74). Les analyses statistiques n'ont montré aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les traitements quel que soit le site.

Tableau 73 : Hauteur moyenne des cotonniers à 40 JAL

Doses d'herbicides	Hauteur plant (cm)		
	Gomparou	Okpara	Gobé
Témoin sarclé	54,10	43,05	65,50
Cotonex 3L/ha	53,65	43,70	67,42
Sibselect D=3 L/ha	47,77	45,17	67,00
Sibselect 2D=6 L/ha	54,17	39,65	59,80
Sibselect 3D=9 L/ha	49,77	35,95	53,65
Moyenne	51,89	41,50	62,87
CV (%)	9,19	10,96	11,66
Probabilité	0,2576	0,0851	0,0815

Tableau 74 : Hauteur des cotonniers à 60 JAL

Doses d'herbicides	Hauteur plant (cm)		
	Gomparou	Okpara	Gobé
Témoin sarclé	89,75	70,32	104,37
Cotonex 3L/ha	91,55	86,02	109,65
Sibselect D=3 L/ha	94,35	82,32	103,07
Sibselect 2D=6 L/ha	92,82	80,07	98,52
Sibselect 3D=9 L/ha	91,80	83,30	92,52
Moyenne	92,05	80,41	101,63
CV (%)	4,71	9,86	8,36
Probabilité	0,6640	0,1175	0,1178

▪ ***Rendement coton-graine***

L'analyse des résultats obtenus au niveau des différents traitements a montré que les rendements ont été globalement faibles sur les CPE de Okpara, Gobé et Savalou. L'analyse de la variance a révélé une différence significative ($P=0,00$) entre les traitements sur le CPE de Savalou. Sur ce CPE, les différentes doses de Sibselect ont amélioré le rendement par rapport au témoin sarclé. Un effet dépressif non significatif ($P>0,05$) sur le rendement a été observé sur le rendement à Gobé (Tableau 75).

Tableau 75 : Rendement coton graine (kg/ha)

Doses d'herbicides	Rendement coton graine (kg/ha)			
	Gomparou	Okpara	Gobé	Savalou
Témoin sarclé	2 263,89	1 489,58	1 402,77	520,83b
Cotonex 3L/ha	2 239,58	1 961,80	1 569,44	815,97a
Sibselect D=3 L/ha	2 288,19	1 659,72	1 552,08	781,24a
Sibselect 2D=6 L/ha	2 479,16	1 854,17	1 451,38	902,78a
Sibselect 3D=9 L/ha	2 357,63	1 616,32	1 451,38	868,05a
Moyenne	2 325,69	1 716,32	1 485,41	777,77
CV (%)	9,85	14,28	14,23	10,40
Probabilité	0.6015	0,1084	0,7626	0,0001***

Conclusion

Sibselect 560 SC est sélectif de la culture du cotonnier à 3 L/ha. A cette dose, le produit manifeste très peu de symptôme de phytotoxicité et n'a aucun effet dépressif sur le développement, la croissance et le rendement du cotonnier. Toutefois, Au-delà de 3 L/ha, est observé un effet phytotoxique persistant. Le produit herbicide de pré-levée Sibselect 560 SC utilisé à 3 L/ha est recommandé pour l'étude de rentabilité économique en milieu paysan.

Références bibliographiques

AIC., 2018. Rapport de campagne.

CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres) 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-8401-8.

Fayalo G., Amonmidé I., Affouda F., 2017. Efficacité de l'association de nouvelles matières actives herbicides de prélevée (Flufenacet 400 g/L et Diflufenican 100 g/L). Fiche technique. 11 p.

Memento de l'agronome, édition 2002.

Violic A., 2002. Gestion intégrée de la culture. In « le maïs en zones tropicales », FAO, 251 p.

2.6. Rentabilité économique de Cotochem PG 560 SC (Fluometuron 250 g/L-promethrine 250 g/L-glyphosate 60 g/L) et de Libérateur 500 SC (Flufenacet 400 g/L- Diflufenican 100 g/L), herbicides de pré-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier

Isidore Amonmide et Roch Thierry Zinzindohoue

Résumé

Dans le contexte actuel de rareté de la main d'œuvre, la gestion des mauvaises herbes constitue un véritable problème pour la plupart des producteurs. Dans les systèmes de culture à base du coton, l'agriculture est aujourd'hui sédentarisée ; ce qui favorise un fort taux de recouvrement des mauvaises herbes. Ainsi, afin de mieux contrôler ces mauvaises herbes, le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) a expérimenté tous les ans des matières actives herbicides. Après les études d'efficacité et de sélectivité, la phase économique de Cotochem 560 SC et de Libérateur 500 SC a été effectuée en 2017. Les résultats ont montré que les deux produits ont été efficaces et ont permis aux producteurs d'avoir des gains de rendement et des revenus positifs de l'ordre de 60.000 FCFA en moyenne.

Mots clés : *Rentabilité économique, gain, rendement, Herbicide, efficacité*

Introduction

La sédentarisation et l'expansion des cultures ces dernières années ont favorisé la pression des mauvaises herbes dans les systèmes de culture à base du coton. De plus, la rareté et la cherté de la main-d'œuvre constituent un casse-tête pour le producteur. Ainsi, l'usage et le développement des herbicides appropriés s'avère nécessaire. C'est pourquoi, au cours de chaque campagne agricole, de nouvelles matières actives herbicides sont testées afin d'élargir et d'actualiser l'offre des herbicides pour le contrôle des mauvaises herbes. Pour y arriver, le Centre de Recherches Agricoles Coton-Fibres (CRA-CF) collabore avec les firmes agropharmaceutiques. Depuis la campagne 2015, la société Afchem Sofaco et Bayer ont proposé pour expérimentation respectivement Cotochem PG 560 SC (Fluometuron 250 g/L-promethrine 250 g/L-glyphosate 60 g/L) et Libérateur 500 SC (Flufenacet 400 g/L- Diflufenican 100 g/L). Au terme des études d'efficacité et de sélectivité, il ressort que ces deux produits sont sélectifs du cotonnier et efficaces sur la plupart des dicotylédones et monocotylédones aux doses respectives de 3 L/ha et 0,5 L/ha (. C'est pourquoi ces produits ont été recommandés en 2017 pour la pré-vulgarisation. L'objectif de l'étude était d'évaluer en milieu réel la rentabilité économique des deux herbicides.

Milieu d'étude

Les expérimentations liées au Cotochem 560 SC ont été conduites auprès de 24 producteurs dans les communes de Kandi, Banikoara, Gogounou, Djougou, Savalou et Savè. Celles liées à Libérateur 500 SC ont été conduites auprès de 11 producteurs dans les mêmes localités. Ces communes sont caractérisées par des sols ferrugineux tropicaux concrétionnés. Le climat est de type soudanien ou tropical humide. Les communes de Kandi, Banikoara, Gogounou et Djougou bénéficient d'un régime uni modal avec une saison sèche de novembre à avril-mai et une saison des pluies de juin à octobre. La température maximale est de 41°C, la minimale de 13°C avec une amplitude de 10°C. La pluviosité varie entre 700 à 1200 mm par an. Les communes de Savalou et de Savè sont caractérisées par un climat subéquatorial à régime bimodal à deux saisons pluvieuses (avril-juillet et août-octobre) marquées par des poches de sécheresse en juin, juillet et août. La pluviosité varie entre 800 et 1300 mm par an. Les pluies peuvent se prolonger jusqu'à la fin de la première décade de novembre. La seule grande saison sèche va de novembre à mars. La température est comprise entre 24 et 26°C (CRA-CF, 2017).

Matériels et méthodes

∞ Variétés de cotonnier et engrais minéral

Les variétés de cotonnier utilisées ont été celles en vulgarisation dans les différentes localités. Il s'agissait de ANG 956 à Kandi, Banikoara et Gogounou dans la zone cotonnière Nord, de OKP 768 à Djougou, zone cotonnière Centre-Nord, à Savalou et à Savè dans la zone cotonnière Centre. La fertilisation minérale a été entièrement à la charge du producteur. La dose d'engrais minéral à l'hectare a varié d'un producteur à l'autre.

∞ Calendrier cultural

Les dates des différentes opérations culturales des deux produits ont été mentionnées dans les tableaux 76 et 77.

Tableau 76 : Calendrier des opérations culturelles de Cotochem 560 SC

N°	Producteurs	Localités	Semis	Applic	Levée	Cotation enherb	Relevé Flor
1	DAOUDA Soulemané	Kandi	15/6	16/6	21/6	16/7	16/7
2	OROU Ibrahim	Kandi	15/6	17/6	21/6	16/7	16/7
3	ISSIAKO Malik	Kandi	18/6	19/6	24/6	19/7	19/7
4	BIO Batouré	Kandi	21/6	22/6	27/6	22/7	22/7
5	BACHABI Bachirou	Kandi	21/6	22/6	27/6	22/7	22/7
6	BAGRI Mamadou	Kandi	21/6	22/6	27/6	22/7	22/7
7	CHABI GUERA Daouda	Banikoa	30/6	30/6	5/7	30/7	30/7
8	OROU-TOKO Sanni	Banikoa	30/6	30/6	5/7	30/7	30/7
9	ALIDOU Zimé	Banikoa	28/6	28/6	3/7	28/7	28/7
10	ADAM Orou	Banikoa	27/6	27/6	2/7	27/7	27/7
11	N'GOBI Maré	Gogounou	27/6	28/6	3/7	12/7	27/7
12	SABI GOGUE	Gogounou	29/6	30/6	5/7	14/7-29/7	29/7
13	ADAM Amidou	Gogounou	26/6	27/6	1/7	11/7	26/7
14	KORA Zimé	Bembèr	28/6	28/6	3/7	29/7	29/7
15	BIO Salifou	Bembèr	29/6	29/6	4/7	30/7	30/7
16	Abib	Bembèr	26/6	26/6	1/7	27/7	27/7
17	SANNOU Etienne	Bembèr	28/6	28/6	3/7	29/7	29/7
18	BAKO Alassane	Djougou	17/6	18/6	22/6	18/7	18/7
19	ZIME Adam	Djougou	15/6	16/6	20/6	16/7	16/7
20	ALLASSANE Ousmane	Djougou	17/6	17/6	22/6	18/7	18/7
21	SOUDOHOUNDE Olivier	Savalou	11/7	12/7	16/7	12/8	12/8
22	DA-ALLADA Tossa	Savalou	7/7	8/7	12/7	8/8	8/8
23	HOUNTANGNI Gérard	Savalou	7/7	8/7	12/7	8/8	8/8
24	ASSO Amidou	Savalou	17/7	18/7	22/7	18/8	18/8

Tableau 77 : Calendrier des opérations culturelles de Libérateur 500 SC

N°	Producteurs	Localités	Semis	Appli	Levée	Cotation	Relevé
1	BAGRI Antaro	Kandi	20/6	21/6	25/6	21/7	21/7
2	ADAMOU Baya	Kandi	20/6	21/6	25/6	21/7	21/7
3	BIO GABA Souïbou	Banikoara	3/7	4/7	4/7	2/8	2/8
4	GOGUE Soumanou	Banikoara	3/7	4/7	4/7	2/8	2/8
5	TOUNDO SABI	Banikoara	3/7	4/7	4/7	2/8	2/8
6	TENKO Morktar	Gogounou	18/6	19/6	23/6	18/7	18/7
7	SBDOLAYE Soulé	Gogounou	21/6	21/6	26/6	22/7	22/7
8	BENI Midou	Djougou	22/6	22/6	27/6	23/7	23/7
9	ANANWINSODE	Savè	20/7	21/7	25/7	20/8	20/8
10	ABALO Cossi	Savalou	8/7	9/7	13/7	8/8	8/8
11	ASSO Demon	Savalou	10/7	10/7	15/7	10/8	10/8

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en blocs dispersés. Chaque producteur a représenté une répétition avec des parcelles couples de 0,5 ha de coton dont 0,25 ha traité à l'herbicide. Cotochem PG 560 SC était utilisé à 3 L/ha, soit 0,75 l/0,25 ha. Par contre, Libérateur 500 SC a été testé à 0,5 L/ha, soit 0,125 L/ha. Le témoin non traité était sarclé par le producteur.

∞ Conduite de l'essai

Les parcelles ont été fertilisées au NPK autour de 20 jours après semis (JAS). L'apport d'urée a été fait entre 40-45 JAS. L'épandage d'herbicide a été réalisé à l'aide d'un appareil à dos à pression entretenue (Matabi, Solo). La quantité de bouillie était de 200 litres par hectare. La largeur de la bande traitée par passage était de 0,80 m. Les quantités de produit épandues sur la parcelle traitée étaient respectivement 750 cc et 250 cc dans 50 litres d'eau pour Cotochem 560 SC et Libérateur 500 SC.

∞ Variables mesurées

Les variables mesurées ont porté sur ce qui suit :

- Comptage de poquets levés à 5 et 15 JAS ;
- Relevé floristique à 15 et 30 JAS ;
- Cotation de l'enherbement 15 et 30 JAS ;
- Récolte du coton graine pour l'évaluation du rendement et des calculs économiques.

Toutes ces observations ont été réalisées dans trois carrés de 5 lignes de 5 m par traitement.

∞ Analyse statistique des données

Le logiciel Rx64 3.3.2 a été utilisé pour le traitement statistique des données.

L'analyse de la variance à un (1) critère de classification a été utilisée pour le calcul des moyennes.

Le test de Student Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5% a été utilisé pour la comparaison multiple des moyennes lorsqu'il a existé une différence significative entre les traitements.

Résultats et discussion

∞ Test de Cotochem 560 SC

▪ Cotation de l'enherbement

L'évaluation de l'efficacité de Cotochem PG 560 SC sur les mauvaises herbes a été mesurée à travers la cotation de l'enherbement. Les notes obtenues par traitement au niveau de chaque producteur à 15 et 30 JAS ont été consignées dans le tableau 78. Suivant l'échelle de cotation de la commission des essais biologiques (CEB), le seuil de sarclage était atteint lorsque la note attribuée était inférieure ou égal à 7. La plupart des parcelles témoins (Tableau 78) ont atteint le seuil de sarclage autour de 15 JAS, alors que les parcelles traitées avec Cotochem PG 560 SC étaient encore très propres. Cependant, à 30 JAS, toutes les parcelles traitées ont atteint le seuil de sarclage. L'efficacité de Cotochem PG 560 SC était d'au moins 30 jours. Ceci confirme les résultats obtenus sur CPE en 2015 et 2016 (CRA-CF, 2015 & 2016).

Tableau 78 : Cotation enherbement 15 et 30 JAS

N°	Producteurs	Localités	15 JAS		30 JAS	
			Témoin	Traité	Témoin	Traité
1	DAOUDA Soulemame	Kandi	8	9	6	7
2	OROU Ibrahim	Kandi	8	9	7	7
3	ISSIAKO Malik	Kandi	7	10	7	7
4	BIO Batouré	Kandi	8	10	7	7
5	BACHABI Bachirou	Kandi	8	10	6	7
6	BAGRI Mamadou	Kandi	7	10	6	7
7	CHABI GUERA Daouda	Banikoa	7	10	6	8
8	OROU-TOKO Sanni	Banikoa	7	10	6	8
9	ALIDOU Zimé	Banikoa	7	10	6	8
10	ADAM Orou	Banikoa	7	10	6	8
11	N'GOBI Maré	Gogounou	8	9	6	7
12	SABI GOGUE	Gogounou	8	9	6	7
13	ADAM Amidou	Gogounou	8	9	6	7
14	KORA Zimé	Bembèr	8	9	6	7
15	BIO Salifou	Bembèr	8	10	7	7
16	Abib	Bembèr	8	9	7	7
17	SANNOU Etienne	Bembèr	8	10	6	7
18	BAKO Alassane	Djougou	7	9	6	7
19	ZIME Adam	Djougou	7	9	6	7
20	ALLASSANE Ousmane	Djougou	8	6	10	7
21	SOUDOHOUNDE Olivier	Savalou	8	6	9	7
22	DA-ALLADA Tossa	Savalou	8	6	9	7
23	HOUNTANGNI Gérard	Savalou	8	6	9	7
24	ASSO Amidou	Savalou	8	6	9	7
Moyenne			7,67	8,79	6,87	7,17

▪ **Relevé floristique**

L'efficacité biologique de Cotochem PG 560 SC sur les mauvaises herbes a été évaluée à 30 JAS. Les résultats obtenus ont été présentés dans le tableau 79. Une bonne action du produit a été observée sur *Cleome viscosa*, *Ipomea eriocarpa*, *Chloris*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Digitaria horizontalis*, *hyptis suaveolens* et *Tridax procumbens*. Par contre, son action était restée faible sur, *Commelina benghalensis*, *Imperata cylindrica*, *Kilinga squamulata* et *Rotboelia cochinchinensis*.

Tableau 79 : Evaluation de l'efficacité de Cotochem PG 560 SC sur les mauvaises herbes 30 JAS

Adventices	Kandi	Gompar	Gogou	Bembèr	Monè	Savè	Savalou
<i>Tridax procumbens</i>	-	-	-	+++	+++	+++	+++
<i>Ipomea eriocarpa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Chloris pilosa</i>	-	-	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Hurtus</i>	-	-	-	-	-	+++	+++
<i>Boerhavia diffusa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Brachiaria lata</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Cleome viscosa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>C. benghalensis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>commelina forskalei</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Digitaria horizontalis</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>hyptis suaveolens</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Imperata cylindrica</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>Kilinga squamulata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. cochinchinensis</i>	+	+	+	+	+	-	-

▪ **Rendement coton graine**

Les rendements obtenus par producteur dans les différentes localités ont été présentés dans le tableau 80. Dans la plupart des cas, les meilleurs rendements ont été obtenus dans les localités du Nord. Pour toutes les localités confondues, les rendements moyens ont été 1652 kg/ha et 1845 kg/ha respectivement pour le témoin et Cotochem PG 560 SC. Le gain moyen était de 230,87 kg/ha. L'analyse statistique des données de rendement (Tableau 81) a montré une différence hautement significative ($P=0,00$) entre les deux traitements. L'usage de Cotochem PG 560 SC a influencé positivement le rendement de coton graine.

Tableau 80 : Rendement coton graine (kg/ha) par producteur dans la commune de Kandi

N°	Producteurs	Localités	Rendement (kg/ha)		Gain par rapport au témoin (kg/ha)
			Témoin	Cotochem	
1	DAOUDA Soulemene	Kandi	2284	2550	266
2	OROU Ibrahim	Kandi	2067	2267	200
3	ISSIAKO Malik	Kandi	1834	1967	133
4	BIO Batouré	Kandi	2084	2300	216
5	BACHABI Bachirou	Kandi	2017	2300	283
6	BAGRI Mamadou	Kandi	2150	2634	484
7	CHABI GUERA	Banikoa	1234	1587	353
8	OROU-TOKO Sanni	Banikoa	1307	1587	280
9	ALIDOU Zimé	Banikoa	1307	1434	127
10	ADAM Orou	Banikoa	1520	1530	10
11	N'GOBI Maré	Gogounou	800	1984	1184
12	SABI GOGUE	Gogounou	1000	1334	334
13	ADAM Amidou	Gogounou	584	759	175
14	KORA Zimé	Bembèr	2025	2267	242
15	BIO Salifou	Bembèr	2058	2308	250
16	Abib	Bembèr	2080	2450	370
17	SANNOU Etienne	Bembèr	2050	2267	217
18	BAKO Alassane	Djougou	1820	1967	147
19	ZIME Adam	Djougou	1600	1705	105
20	ALLASSANE	Djougou	1455	1603	148
21	SOUDOHOUNDE	Savalou	1692	1750	58
22	DA-ALLADA Tossa	Savalou	1542	1584	42
23	HOUNTANGNI Gérard	Savalou	1617	1550	-67
24	ASSO Amidou	Savalou	1525	1509	-16
Moyenne			1652	1845	230,87

Tableau 81 : Analyse de variance des rendements obtenus par les producteurs (kg/ha)

Herbicide	Rendement (kg/ha)	Gain rendement (kg/ha)
Témoin	1652,17 b	-
Cotochem 560 SC	1883,04 a	230,87
Moyenne	1767,60	
CV (%)	9,66	
Probabilité	0,00***	

***=significatif à 0,1%

∞ Etude de la rentabilité économique de Cotochem PG 560 SC

L'intérêt de l'usage de Cotochem PG 560 SC par les producteurs de coton a été consigné dans le tableau 82.

Tableau 82 : Etude économique de l'usage de Cotochem PG 560 SC

Paramètres évalués	Cotochem PG 560 SC (3 L/ha)	Témoin
Coût produit, FCFA	(1) 15000	-
Application herbicide, FCFA	1000	-
Location appareil, FCFA	500	-
Achat piles, FCFA	500	-
Corvée d'eau, FCFA	100	-
Sarclage manuel, FCFA	7500 x1	15000 x 2
Coût de l'entretien, FCFA	24 500	30 000
Economie due au mode d'entretien, FCFA	5500	-
Gain de rendement dû à l'herbicide, kg/ha	230,87	-
Valeur de gain de rendement, FCFA/ha	60 026,2	-

(1). coût approximatif de Cotochem 560 SC par hectare

L'application de Cotochem PG 560 SC a coûté en moyenne 24 500 FCFA/ha. Cotochem PG 560 SC a épargné le producteur d'un sarclage et lui a permis de gagner du temps pour se consacrer à d'autres activités. Ainsi, l'usage de ce produit a permis d'économiser en moyenne 5.500 FCFA/ha sans tenir compte du gain de rendement. Ce gain moyen de rendement était de 230,87 kg/ha avec une valeur monétaire de 60 026,2 FCFA (Tableau 82).

Cotochem PG 560 SC (Fluometuron 250 g/L-promethrine 250 g/L-glyphosate 60 g/L), un herbicide de prélevée de la culture du cotonnier et des mauvaises herbes, confirme son efficacité sur la plupart des dicotylédones et monocotylédones à la dose de 3 L/ha. A cette dose, sa persistance d'action est d'au moins 30 jours. Il est également sélectif du cotonnier. Son usage permet au producteur d'obtenir un gain monétaire de 60 026,2 FCFA. Ainsi, Cotochem PG 560 SC est recommandé pour être vulgarisé au Bénin dans le cadre du contrôle en pré-levée des mauvaises herbes de la culture du cotonnier à la dose de 3 L/ha.

∞ **Test de Libérateur 500 SC**

▪ **Cotation de l'enherbement**

L'évaluation de l'efficacité de Libérateur 500 SC sur les mauvaises herbes a été mesurée à travers la cotation de l'enherbement. Les notes obtenues par traitement au niveau de chaque producteur à 15 et 30 JAS ont été consignées dans le tableau 83.

Tableau 83 : Cotation enherbement 15 et 30 JAS

N°	Producteurs	Localités	15 JAS		30 JAS	
			Témoin	Traité	Témoin	Traité
1	BAGRI Antaro	Kandi	8	9	6	7
2	ADAMOU Baya	Kandi	8	9	6	7
3	BIO GABA Souïbou	Banikoara	7	10	5	7
4	GOGUE Soumanou	Banikoara	7	10	5	7
5	TOUNDO SABI Goga	Banikoara	7	10	5	7
6	TENKO Morktar	Gogounou	7	10	6	7
7	ABDOULAYE Soulé	Gogounou	7	9	6	7
8	BENI Midou	Djoujou	7	10	6	7
9	ANANWINSODE	Savè	8	10	7	7
10	ABALO Cossi	Savalou	7	9	5	7
11	ASSO Demon	Savalou	7	10	7	7
Moyenne			7,27	9,64	5,81	7

Suivant l'échelle de cotation de la commission des essais biologiques (CEB), le seuil de sarclage était atteint lorsque la note attribuée était inférieure ou égale à 7. La plupart des parcelles témoins (Tableau 83) ont atteint le seuil de sarclage autour de 15 JAS, alors que les parcelles traitées avec Libérateur 500 SC étaient encore très propres. Cependant, à 30 JAS, toutes les parcelles traitées ont atteint le seuil de sarclage. Par conséquent, l'efficacité de Libérateur 500 SC est d'au plus 30 jours. Ceci confirme les résultats obtenus sur CPE en 2015 et 2016.

▪ **Relevé floristique**

L'efficacité biologique de Libérateur 500 SC sur les mauvaises herbes a été évaluée à 30 JAS. Les résultats obtenus ont été présentés dans le tableau 84. Une bonne action du produit a été observée sur *Cleome viscosa*, *Ipomea eriocarpa*, *Choris*, *Boerhavia diffusa*, *Brachiaria lata*, *Digitaria horizontalis*, *hyptis suavelensis* et *Tridax procumbens*. Par contre, son action reste faible sur, *Commelina benghalensis*, *Imperata cylindrica*, *Kilinga squamulata*, *Rotboelia cochinchinensis*.

Tableau 84 : Evaluation de l'efficacité de Libérateur 500 SC sur les mauvaises herbes à 30 JAS

Adventices	Kandi	Gomp.	Gog.	Bemb.	Monè	Savè	Savalou
<i>Tridax procumbens</i>	-	-	-	+++	+++	+++	+++
<i>Ipomea eriocarpa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Chloris</i>	-	-	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Hurtus</i>	-	-	-	-	-	+++	+++
<i>Boerhavia diffusa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Brachiaria lata</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Cleome viscosa</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>C. benghalensis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Commelina foskalei</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Digitaria horizontalis</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Hyptis suaveolens</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Imperata cylindrica</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>Killinga squamulata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. cochinchinensis</i>	+	+	+	+	+	-	-

▪ **Rendement coton graine**

Les rendements obtenus par producteur dans les différentes localités ont été présentés dans le tableau 85. Pour toutes les localités confondues, les rendements moyens ont été 1.480,81 kg/ha (Témoin) et 1.727,63 kg/ha (Libérateur 500 SC). L'analyse statistique des données de rendement (Tableau 86) a montré une différence significative ($P < 0,05$) entre les deux traitements avec un gain moyen de 246,82 kg/ha. L'usage de Libérateur 500 SC a influencé positivement ($P = 0,002$) le rendement en coton graine.

Tableau 85 : Rendement coton graine (kg/ha) par producteur dans les différentes localités

N°	Producteurs	Localités	Rendement (kg/ha)		Gain par rapport au par témoin (kg/ha)
			Témoin	Libérateur	
1	BAGRI Antaro	Kandi	1 900	2 000	100
2	ADAMOU Baya	Kandi	1 983	2 083	100
3	BIO GABA	Banikoara	1 447	1 877	430
4	GOGUE	Banikoara	1 427	1 627	200
5	TOUNDO SABI	Banikoara	1 334	2 040	706
6	TENKO Morktar	Gogounou	984	1 434	450
7	ABDOULAYE	Gogounou	1 108	1 285	177
8	BENI Midou	Djoungou	1 712	2 007	295
9	ANANWINSODE	Savè	1 311	1 517	206
10	ABALO Cossi	Savalou	1 533	1 550	17
11	ASSO Demon	Savalou	1 550	1 584	34
Moyenne			1 480,81	1 727,63	246,82

Tableau 86 : Rendement moyen en milieu producteur

Herbicide	Rendement (kg/ha)	Gain rendement (kg/ha)
Témoin	1 480,82 b	-
Lubérateur 500 SC	1 727,64 a	246,82
Moyenne	1 604,23	
CV (%)	9,22	
Probabilité	0,002**	

****=significatif à 1%**

∞ Etude de la rentabilité économique de Libérateur 500 SC

L'intérêt de l'usage de Libérateur 500 SC par les producteurs de coton a été consigné dans le tableau 87.

L'application de Libérateur 500 SC a coûté en moyenne 24 500 FCFA/ha. Libérateur 500 SC a épargné le producteur d'un sarclage et lui a permis de gagner du temps pour se consacrer à d'autres activités. Ainsi, l'usage de ce produit a permis d'économiser en moyenne 5 500 FCFA/ha sans tenir compte du gain de rendement. Ce gain moyen de rendement était de 230,87 kg/ha avec une valeur monétaire de **60 026,2 FCFA** (Tableau 87).

Tableau 87 : Etude économique de l'usage de Libérateur 500 SC

Paramètres évalués	Libérateur 500 SC	Témoin
Coût produit, FCFA	(1) 15 000	-
Application herbicide, FCFA	1000	-
Location appareil, FCFA	500	-
Achat piles, FCFA	500	-
Corvée d'eau, FCFA	100	-
Sarclage manuel, FCFA	7 500 x1	15 000 x 2
Coût de l'entretien, FCFA	24 500	30 000
Economie due au mode d'entretien, FCFA	5 500	-
Gain de rendement dû à l'herbicide, kg/ha	246,62	-
Valeur de gain de rendement, FCFA/ha	64 173,2	-

(1). coût approximatif de Libérateur 500 SC par hectare

Conclusion

Libérateur 500 SC (Flufenacet 400 g/L- Diflufenican 100 g/L), un herbicide de pré-levée de la culture du cotonnier et des mauvaises herbes, confirme son efficacité sur la plupart des dicotylédones et monocotylédones à la dose de 0,5 L/ha. A cette dose, sa persistance d'action est d'au moins 30 jours. Il est également sélectif du cotonnier. Son usage permet au producteur d'obtenir un gain monétaire de 64 173,2 FCFA. Ainsi, Libérateur 500 SC est recommandé pour être vulgarisé au Bénin dans le cadre du contrôle en pré-levée des mauvaises herbes de la culture du cotonnier à la dose de 0,5 L/ha.

Références bibliographiques

CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres) 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-8401-8.

2.7. Efficacité et sélectivité de cinq herbicides de post-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier : Deal 11 OD, Gallant BA 900 EC, Secur 108 EC, Sibcleth 240 EC et SIBLOFOP 100 EC

Isidore Amonmidé, Achille Djossin, Roch Thierry Zinzindohoué

Résumé

Pour garantir une bonne croissance et un bon développement du cotonnier, la concurrence des mauvaises herbes doit être contrôlée jusqu'à la période de buttage. Pourtant, le constat est que l'efficacité des herbicides de pré-levée n'est pas au-delà de 25-30 jours après application. Ainsi, malgré l'usage des herbicides de pré-levée au semis, le producteur se trouve encore confronté au problème d'enherbement deux semaines avant les opérations d'apport d'urée et de buttage. La main d'œuvre n'étant plus disponible, le producteur observe impuissamment l'effet de la compétition entre les mauvaises herbes et son champ de coton. Cette situation occasionne dans la plupart des cas des pertes de rendement. Pour remédier à cela, la recherche est souvent interpellée pour mettre à la disposition des cotonculteurs des herbicides postlevés de la culture du coton pour mieux contrôler l'enherbement en culture cotonnière. C'est la raison pour laquelle, avec le concours des firmes, des herbicides de postlevée de la culture du coton ont été expérimentés en phase d'efficacité et de sélectivité. Les résultats ont montré que Deal 11 OD a été efficace sur les dicotylédones. Par contre, Gallant BA 900 EC, Secur 108 EC, Sibcleth 240 EC et SIBLOFOP 100 EC ont eu un meilleur contrôle des graminées. Par conséquent, aucun des deux groupes d'herbicides ne contrôle efficacement à la fois les graminées et les dicotylédones.

Mots clés : Mauvaise herbe, herbicide, pré-levée, post-levée, concurrence.

Introduction

Les mauvaises herbes constituent le premier facteur limitant de l'expansion et de l'intensification des cultures, surtout quand elles sont réalisées sur des parcelles qui ont une longue durée de mise en culture (Douti et al., 1995). Dans les bassins cotonniers du Bénin, la plupart des terres sont en culture depuis près de cinq décennies. L'utilisation intensive des terres a donc favorisé le développement des mauvaises herbes avec de forts taux de recouvrement. Pour gérer ces mauvaises herbes, on a souvent recours aux herbicides de prélevée. L'efficacité des herbicides de pré-levée est autour de 25 à 30 jours. Au-delà de ce délai, les parcelles sont de nouveau envahies par les mauvaises herbes. La main d'œuvre étant de plus en plus rare, la gestion des mauvaises herbes devient difficile. Par ailleurs, les faibles hauteurs d'eau enregistrées au démarrage des semis ne sont pas également de nature à favoriser l'efficacité des herbicides de prélevée. Il est alors important de rechercher

des matières actives herbicides de post-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier pour mieux gérer l'enherbement. C'est la raison pour laquelle, des études d'efficacité de plusieurs matières actives herbicides de post levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier ont été réalisées au cours de la campagne agricole 2017-2018.

Matériels et méthodes

80 Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites sur les CPE d'Angaradébou, de Gomparou, de Gogounou, d'Okpara et de Savalou. Ces CPE sont caractérisés par des sols ferrugineux 'tropicaux concrétionnés. Le climat est de type soudanien ou tropical humide. Les CPE de Angaradébou, Gomparou, Gogounou et Okpara sont caractérisés par un climat de régime unimodal avec une saison sèche de novembre à avril-mai et une saison des pluies de juin à octobre. La température maximale est de 41°C, la minimale de 13°C avec une amplitude de 10°C. La pluviosité varie entre 700 à 1 200 mm par an. Par contre, le CPE de Savalou jouit d'un climat subéquatorial à régime bimodal caractérisé par deux saisons pluvieuses (avril-juillet et août-octobre) marquées par des poches de sécheresse en juin, juillet et août. La pluviosité varie entre 800 et 1 800 mm par an. Les pluies peuvent se prolonger jusqu'à la fin de la première décade de novembre. La seule grande saison sèche va de novembre à mars. La température est comprise entre 24 et 26°C (CRA-CF, 2017).

Les précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 au niveau des cinq CPE ont été consignés dans le tableau 88.

Tableau 88 : Précipitations mensuelles et cumuls pluviométriques en 2017 au niveau des différents Centres Permanents d'Expérimentation

CPE	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tm Ang	0	0	0	12,5	125,5	206	188,2	289,5	241,5	45	0	0
C Ang	0	0	0	12,5	138	344	532,2	821,7	1063	1108,2	1108,2	1108,2
Tm	0	0	0	0	179	186	315	282	157	51	0	0
C Gomp	0	0	0	0	179	365	680	962	1119	1170	1170	1170
Tm Gog	0	0	0	60	89	225,4	261	296,55	424,3	69	0	0
C Gog	0	0	0	60	149	374,4	635,4	931,95	1356	1425,2	1425,2	1425,2
Tm Okpa	0	0	0	36	117,6	378	240,5	232	172	33	1	0
C Okpara	0	0	0	36	153,6	531,6	772,1	1004,1	1176,1	1209,1	1210,1	1210,1
Tm Saval	29	2,5	52,5	47	111	350	143	270	184	16	0	0
C Saval	29	31,5	84	131	242	592	735	1005	1189	1205	1205	1205

Tm : Total mensuel ; C : Cumul pluviométrique

∞ Matériel végétal

Deux variétés de cotonnier ont été utilisées comme matériel végétal. Il s'agissait de ANG 956 pour les CPE de Angaradébou, Gomparou et Gogounou et OKP 768 pour les CPE de Okpara et de Savalou. Pour ces deux variétés, les premières ouvertures de capsules apparaissaient autour de 120 jours.

∞ Produits testés

Les divers produits herbicides de postlevée testés ont été consignés dans le tableau 89.

Tableau 89 : Produits herbicides de post-levées testés dans les champs de cotonnier en 2017 sur divers Centres Permanents d'Expérimentation

N°	Produit herbicide	Matières actives	Firmes
1	Deal 11 OD	Non indiquée	AFCHEM SOFACO
2	Gallant BA 900 EC	900 g/L Haloxyfop- methyl R	AFCHEM SOFACO
3	Secur 108 EC	108 g/L Haloxyfop –R Methyl Ester	AFCHEM SOFACO
4	Sibcleth 240 EC	240 g/L Clethedin	SIBEP
5	SIBLOFOP 100 EC	Non indiquée	SIBEP

∞ Dispositif expérimental

▪ *Essais d'étude d'efficacité*

Le dispositif de témoin adjacent de la commission des essais biologiques (CEB) a été utilisé pour l'évaluation biologique de l'efficacité des trois produits. Dans ce dispositif, chaque parcelle herbicide était contiguë à une autre qui était un témoin absolu. En effet, le produit Gallant super, un graminicide homologué au Bénin a servi de référence pour les essais SECUR 108 EC et Gallant-Ba 900 EC, SIBcleth 240 EC et Siblofop 100 EC qui ont été aussi des anti-graminées. Cependant, à défaut de produit de référence pour les essais de DEAL 11 OD, un objet « sarclé manuellement » a été introduit dans le dispositif. Un tel dispositif a facilité la comparaison entre les objets et a permis de faire une évaluation de l'efficacité spécifique et une évaluation globale des herbicides. Dans ce dispositif, chaque produit était testé à trois (03) doses dont l'une est centrale et appelée D (dose supposée vulgarisable) et était encadrée par les doses $\frac{3}{4}$ D et $\frac{3}{2}$ D. Ces différentes doses et produits ont été décrits dans le tableau 90.

Tableau 90 : Traitements herbicides en comparaison

Herbicides	Matières actives	p.c. litre par ha			g.m.a/ ha		
		3/4	D	3/2D	3/4D	D	3/2
Gallant Super	Halloxyfop methyl R		0,90			93,6	
Deal 11 OD	Non indiquée	0,75	1	1,5	81	108	162
Gallant BA 900 EC	Halloxyfop methyl R	75	100	150	67,5	90	135
Secur 108 EC	Haloxyfop –R Methyl Ester	0,75	1	1,5	81	108	162
Sibcleth 240 EC	Clethedin	0,56	0,75	1,3	134,4	180	312
SIBLOFOP 100 EC	Non indiquée	0,75	1	1,5	81	108	162

▪ **Essais d'étude de sélectivité**

Le dispositif expérimental adopté pour les essais d'étude de la sélectivité était celui de blocs de Fisher, un dispositif statistique dans lequel la randomisation n'était pas générale, mais limitée au niveau des blocs. Dans ces essais, chaque produit était testé à 3 doses dont celle vulgarisable D était accompagnée des doses 2 D et 3 D qui étaient des multiples bis et triple de la dose D. Dans le tableau 91 ont été présentés les produits et doses mis en comparaison.

Tableau 91 : Produits et doses mis en comparaison pour les essais de sélectivité

Produits	Doses en L/ ha			g matière active/ha		
	D	2 D	3 D	D	2 D	3 D
DEAL 11 OD	1	2	3	11	22	33
SECUR 108 EC	1	2	3	108	216	324
GALLANT-BA 900 EC	0,1	0,2	0,2	90	180	270
Sibcleth 240 EC	0,75	1,5	2,25			
Siblofop 100 EC	1	2	3			

∞ **Conduite de l'essai**

Les semis ont été réalisés à 5 graines par poquet avec des écartements de 0,80 m x 0,30 m, démarrié à 1 plant. L'engrais N₁₄P₁₈K₁₈S₆B₁ a été épandu sur toutes les parcelles

au semis à la dose de 250 kg/ha sur les CPE de Angaradébou, Gomparou, Gogounou et Okpara. Quant au CPE de Savalou, la dose de $N_{14}P_{18}K_{18}S_6B_1$ était de 200 kg/ha. L'urée a été utilisée en fumure d'entretien à 50 kg/ha dans tous les CPE.

Les produits ont été appliqués autour de 25 à 30 jours après la levée des cotonniers. La pulvérisation herbicide a été faite avec l'appareil à pression entretenue Solo à 200 L/ha de bouillie. La largeur de bande couverte par passage était de 0,80 m.

Observations

Les observations réalisées ont porté sur ce qui suit :

- le comptage de plants à l'application et 15 jours après application des produits sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire ;
- la cotation de l'enherbement 15 et 30 jours après application suivant l'échelle CEB. Les notes de l'échelle CEB ont été les suivantes :
 - «10» = parcelle bien propre ;
 - «7» = seuil de l'enherbement en deçà duquel le sarclage est indispensable ;
 - «0» = parcelle complètement envahie par les adventices.
- Relevé floristique à 15 jours après application sur toutes les parcelles et estimation de l'effet spécifique des produits sur les mauvaises herbes.

Résultats

Relevé floristique

Les relevés floristiques effectués à l'application et 15 jours après ont permis d'évaluer l'efficacité des différents produits. Les mauvaises herbes relevées ont été consignées dans le tableau 92.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées (tableau 92) :

- Deal 11 OD a eu une bonne maîtrise des dicotylédones à 1 L/ha. Par contre, son effet est très faible sur les graminées à cette dose. A 1,5 L/ha son effet était moyen sur les graminées ;
- Gallant BA 900 EC a eu une bonne efficacité sur les graminées à 100 mL/ha. Par contre, son effet était nul sur les dicotylédones quelle que soit la dose ;
- Secur 108 EC a eu une bonne efficacité sur les graminées à 1 L/ha. Par contre, son effet était nul sur les dicotylédones quelle que soit la dose ;

- Sibcleth 240 EC a eu une bonne efficacité sur les graminées à 0,75 L/ha. Par contre, son effet était nul sur les dicotylédones quelle que soit la dose ;
- SIBLOFOP 100 EC a eu une bonne efficacité sur les graminées à 1 L/ha. Par contre, son effet était nul sur les dicotylédones quelle que soit la dose.

Tableau 92 : Efficacité biologique des différentes doses d'herbicide sur les différentes espèces d'adventice

Mauvaises herbes	Gallant Super			Deal 11 OD			Gallant BA 900 EC			Secur 108 EC			Sibcleth 240 EC			SIBLOFOP 100 EC		
	3/4D	D	3/2D	3/4D	D	3/2D	3/4D	D	3/2D	3/4D	D	3/2D	3/4D	D	3/2D	3/4D	D	3/2D
<i>Brachiara lata</i>	++	+++	+++	0	0	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++
<i>A. gavanus</i>	++	+++	+++	0	0	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++
<i>C. benghalensis</i>	0		0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kyllinga squamula</i>	0	0	0	0	+	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cleome viscosa</i>	0	0	0	++	+++	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ipomea eriocarpa</i>	0	0	0	++	+++	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus esculenta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyptis suaveolensis</i>	0	0	0	++	+++	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Commelina foskalei</i>	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0=efficacité nulle ; +=efficacité faible ; ++=efficacité moyenne ; +++=bonne efficacité

Comptage de plants, phytotoxicité et cotation de l'enherbement

Aucun effet dépressif des produits testés n'a été observé sur les plants de cotonnier. L'effet sélectif des différents herbicides n'a pas favorisé une cotation aisée. A 15 jours après application, il était déjà nécessaire de faire un désherbage des dicotylédones et/ou graminées non maîtrisés par les produits testés.

Conclusion

Chacun des différents herbicides de post-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier est spécifique à une flore de mauvaise herbe. Gallant BA 900 EC (Haloxyfop methyl R), Secur 108 EC (Haloxyfop -R Methyl Ester), Sibcleth 240 EC (Clethedin) et SIBLOFOP 100 EC sont efficaces seulement sur les graminées aux doses « D » et nuls sur les dicotylédones. Par contre Deal 11 OD est efficace sur les dicotylédones et nul sur les graminées à la dose « D=1L/ha). Au Bénin, dans les bassins cotonniers, les graminées n'ont pas une dominance spécifique. Par contre, les dicotylédones ont de fort taux de recouvrement dans la plupart des exploitations agricoles. Ainsi, pour mieux gérer les mauvaises herbes, il est nécessaire de tester dès la campagne 2018-2019 un binaire de post-levée des mauvaises herbes et de la culture du cotonnier à partir de Haloxyfop methyl R et de la matière active contenue dans Deal 11 OD.

Références bibliographiques

- CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres) 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-8401-8.
- Douti P Y, Djagni K. 1995. Cotonnier contre mauvaises herbes : quelle est la période de concurrence ? Agriculture et Développement, 7:31-36.

III. AMÉLIORATION VARIÉTALE ET BIOTECHNOLOGIE VÉGÉTALE



Le coton, une culture
qui attire de plus en
plus d'agriculteurs

3.1. Prévalence de la bactériose du cotonnier dans les zones cotonnières du Bénin

Charlemagne ABOUA, Alexis HOUGNI, Déo Gratiàs HOUGNI, Godonou YAVOEDJI, Joël LAWSON, Marius SINHA et Emmanuel SEKLOKA

Résumé

La régionalisation variétale adoptée par les acteurs de la filière coton au Bénin depuis la campagne agricole 2015-2016 a permis la culture de trois nouvelles variétés (ANG 956, OKP 768, KET 782) dans les quatre zones cotonnières (nord, centre-nord, centre et sud) en remplacement de la variété unique H 279-1 cultivée jusqu'en ce moment. Les trois nouvelles variétés ont été sélectionnées, entre autre pour leur faible sensibilité aux contraintes biotiques dont la bactériose et contribuer ainsi à une meilleure productivité de la culture cotonnière. L'objectif de l'étude était d'évaluer la prévalence de la maladie dans les zones cotonnières. A cet effet, une prospection a été effectuée sur 31 sites des producteurs d'une superficie d'au moins un hectare, répartis dans 19 communes. Les observations ont été effectuées sur les tiges, les feuilles et les capsules de 30 plants par parcelles. L'incidence et la sévérité de la maladie ont été les variables évaluées. Les résultats obtenus ont révélé que les attaques de la bactériose dans les zones cotonnières ont connu une régression en 2017 avec 21,19% et 14,14% respectivement d'incidence et de sévérité moyennes sur le plan national. Toutefois, la zone nord a demeuré la plus infectée (36,9% d'incidence et 24% de sévérité) contre respectivement 5,24% et 3,65% enregistrés dans la zone centre nord qui était la moins infectée. Les nouvelles variétés sélectionnées suivant la méthode de sélection récurrente ont contribué à faire régresser la maladie dans les différentes zones cotonnières.

Mots clés : *régionalisation variétale – coton – bactériose – Incidence - sévérité –sélection récurrente-Bénin.*

Introduction

Au Bénin, la filière coton représente la principale source de devises de l'économie de par sa contribution au PIB. En effet, 13% du produit intérieur brut et 80% des recettes d'exportation proviennent de la filière (Afouda *et al.*, 2013). Tout comme les autres cultures, la production cotonnière est affectée par les effets de la variabilité des paramètres climatiques qui risque de connaître une réduction à la suite de la baisse des précipitations (Djohy, 2015). L'impact des variations du climat sur la production agricole se traduit également par une exposition des cultures aux insectes ravageurs et aux maladies (Lobell et Gourdj, 2012). L'augmentation des températures, l'évolution des précipitations et l'accroissement de la prévalence des parasites et des maladies auront pour effet à long terme de réduire les rendements et d'engendrer de mauvaises récoltes en production cotonnière (ITC, 2011). Les contraintes abiotiques (pauvreté, acidité et salinité des sols, sécheresse) et biotiques (ravageurs et maladies)

constituent les facteurs de baisse du rendement en coton graine des filières cotonnières africaines (Gourlot *et al.*, 2015). Parmi les contraintes biotiques, la bactériose du cotonnier causée par la bactérie *Xanthomonas citri* pv. *malvacearum* est la plus importante des maladies du cotonnier et elle sévit dans les zones de production cotonnière (Jalloul *et al.*, 2015). Les travaux conduits en 2012 par Zinsou *et al.* (2015) dans les zones cotonnières du Bénin ont révélé de fortes valeurs d'incidence (89%) et de sévérité (62%) dans la zone nord. Depuis lors, le paysage variétal cotonnier a changé avec l'introduction de 3 nouvelles variétés dans les 4 zones cotonnières : ANG 956, OKP 768 et KET 782 (Hougni *et al.*, 2016). Par ailleurs, les conditions climatiques ont également évolué avec des fluctuations inter-annuelles et intra-saisonnières des précipitations et des températures (Amoussou *et al.*, 2016). Il était alors intéressant de reprendre les études d'incidence et de sévérité pour actualiser les données sur la maladie.

L'objectif principal de l'étude était d'évaluer la prévalence de la bactériose dans les 4 zones cotonnières dans le contexte de la régionalisation variétale. De façon spécifique, il s'est agi de :

- évaluer l'incidence et la sévérité de la bactériose dans les bassins cotonniers du Bénin actuellement cultivés avec de nouvelles variétés ;
- établir la relation entre l'altitude et la prévalence de la bactériose.

Milieu d'étude

L'étude de la distribution de la bactériose s'est déroulée dans les 4 zones cotonnières. Selon CRA-CF (2017), les caractéristiques agroclimatiques de ces zones se présentent comme suit :

- La zone cotonnière Nord regroupe les départements de l'Alibori et de l'Atacora. Elle est caractérisée par un climat de type soudano-sahélien avec une seule saison des pluies et une pluviométrie annuelle qui varie de 700 à 1 200 mm. La région de l'Atacora fait partie des régions les plus arrosées du Bénin. Il pleut pratiquement d'avril à octobre à Natitingou qui enregistre plus de 1 300 mm de pluie par an.
- Constituée des départements du Borgou et de la Donga, la zone Centre-nord a un climat de type soudano-sahélien et enregistre annuellement des précipitations moyennes variant entre 900 et 1 200 mm qui s'étale sur 80 à 110 jours. La saison des pluies se situe entre avril et octobre tandis que la saison sèche va de novembre à mars. Les températures moyennes sont de l'ordre de 26 à 27°C. La précipitation est particulièrement plus élevée (1 200 à 1 300 mm) dans le tract Bassila-Djougou.

- La zone centrale cotonnière est une zone de transition fortement influencée par sa topographie dominée par les collines dont le nom est donné au seul département qui la constitue. Le climat de type soudano-guinéen, est à deux saisons de pluie avec une tendance dans la partie nord de la zone, vers le type soudano-sahélien à une seule saison de pluie. La pluviosité moyenne annuelle est de 900 à 1 200 mm et répartie sur 90 à 110 jours.

- La zone cotonnière du Sud, couvre essentiellement les départements du Zou, du Couffo et du Plateau. Elle bénéficie d'un climat subéquatorial caractérisé par : deux saisons pluvieuses allant de mi-mars à mi-juillet et de mi-septembre à mi-novembre et deux saisons sèches allant de mi-novembre à mi-mars et de mi-juillet à mi-septembre. La pluviosité moyenne annuelle varie entre 900 mm et 1 200 mm d'eau, la température moyenne varie entre 27°C et 29°C et l'humidité relative atteint en moyenne 70%.

Matériel et Méthodes

☞ Prospection en milieu paysan

La prospection sur la bactériose en milieu paysan a eu lieu en octobre 2017 dans les régions nord et sud du pays. Elle a permis de parcourir 19 communes et de faire des observations sur 31 parcelles de producteurs (distantes d'au moins 5 km dans la même commune) d'une superficie moyenne de 1,92 ha dans l'ensemble des 4 zones cotonnières du Bénin cultivées avec les variétés béninoises que sont : ANG 956, OKP 768 et KET 782 issues d'un programme de sélection basée sur la méthode de sélection récurrente généalogique (tableau 93). Le choix des communes prospectées a tenu compte du poids de sa production de coton et de la présence d'un Centre Permanent d'Expérimentation.

Tableau 93 : Communes prospectées pour l'étude de la bactériose dans les zones cotonnières au cours de la campagne 2017-2018

Zones	Communes	Sites	Variétés	Superficie (ha)	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)	Altitude (m)
Nord	Banikoara	Gah_Gourou	ANG 956	1,5	443998	1252740	300
Nord	Banikoara	Somperekou	ANG 956	1,5	447175	1250865	282
Nord	Gogounou	Gbanin	ANG 956	2	482784	1199986	322
Nord	Gogounou	Ouere	ANG 956	2	478090	1190002	324
Nord	Kandi	Angaradebou	ANG 956	1	501536	1252736	257
Nord	Kandi	Kofoissa	ANG 956	2	500166	1244820	284
Nord	Kerou	Toudakou	ANG 956	1	405074	1202120	337
Nord	Kerou	Werou	ANG 956	1,5	403263	1194306	342
Nord	Kouande	Birni_Pebirou	ANG 956	1,96	335656	1107316	398
Nord	Materi	Kobiandri	ANG 956	1	297998	1194055	196
Nord	Materi	Toumsega	ANG 956	1,5	298944	1193444	215
Nord	Pehunco	Soaodou	ANG 956	2	391117	1138097	419
Nord	Pehunco	Soassararou	ANG 956	3	395947	1128881	377
Nord	Tanguieta	Tanguieta_centre	ANG 956	3	310829	1177478	222
Centre_Nord	Ndali	Tigbini	OKP 768	5	473326	1090612	387
Centre_Nord	Parakou	Barka	OKP 768	1	465241	1035650	358
Centre_Nord	Sinende	Sekopkarou	OKP 768	1,5	438205	1151219	354
Centre_Nord	Sinende	Village	OKP 768	1	430260	1143606	340
Centre_Nord	Bembereke	Pedarou	OKP 768	1,5	470262	1140007	347
Centre_Nord	Djougou	Mone1	OKP 768	1	37226	1075986	404
Centre_Nord	Djougou	Mone2	OKP 768	1,2	375509	1076015	378
Centre	Savalou	Dame	OKP 768	2,5	397796	882031	188
Centre	Savalou	Kpakpassa	OKP 768	2	375495	872222	175
Centre	Save	Atchakpa	OKP 768	2	434922	891334	151
Centre	Save	Kpambali	OKP 768	5	438579	892397	162
Centre	Glazoue	Adourekoman1	OKP 768	1,2	422381	873230	154
Centre	Glazoue	Adourekoman2	OKP 768	2	419108	874339	163
Sud	Djidja	Zinkanme	KET 782	1,45	384332	807274	171
Sud	Djidja	Monsourou	KET 782	3	371985	819091	165
Sud	Zogbodomey	Samionkpa	KET 782	1,5	411351	784224	56
Sud	Ketou	Akpambahou	KET 782	2	457763	807674	125

Collecte des données

L'incidence et la sévérité ont été les 2 variables calculées à partir des données collectées sur les plants observés. Pour l'évaluation de ces variables qui a eu lieu au stade capsulaison des cotonniers, trente (30) plants par site ont été choisis au hasard suivant les 2 plus grandes diagonales à raison de 15 plants par diagonale. Les observations ont été effectuées sur les feuilles, les tiges et les capsules sur la base des symptômes caractéristiques de la bactériose (figure 14). La nature et la distribution

des symptômes ont été évaluées sur la face inférieure de chaque feuille selon l'échelle de notation du tableau 94.

∞ Calcul de l'incidence et de la sévérité

L'incidence était une variable dichotomique qui a rendu compte de la présence ou de l'absence de symptômes sur chaque plant échantillonné. Elle était calculée à partir de l'équation suivante proposée par Cooke (2005) :

$$IM = \frac{n}{N} \times 100$$

avec : **IM**= incidence de la maladie sur le site, **n**= nombre de plantes malades, **N**=nombre total de plants échantillonnés.

La sévérité est évaluée sur la base d'une échelle de notation (Tableau 94). L'indice de sévérité de la maladie est calculé à l'aide de l'équation de Kranz (1988) :

$$I_s = \frac{\sum (Xi \times ni)}{N \times Z} \times 100$$

Avec : **I_s** = Indice de sévérité de la maladie sur le site, **X_i** = Sévérité *i* attribuée à la plante, **n_i** = Nombre de plantes de sévérité *i*, **N** = Nombre total de plants observés, **Z** = Echelle de sévérité la plus élevée.

Tableau 94: Echelle de notation de la sévérité de la bactériose du cotonnier (Yehouessi, 1988, Ouédraogo et al.,2009)

Comportement de la plante	Notation	Symptômes foliaires
Immunité	0	Pas de traces de maladie
Bonne Résistance (BR)	1	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nombre<15) ou lésions minuscules, de la taille d'une pointe d'épingle, peu visibles. Les nervures ne sont pas touchées.
Résistance Moyenne (RM)	2	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nombre<15) Quelques positions de nervures attaquées (<1 cm) ou lésions très petites, arrondies, rouges, jamais vertes ni coalescentes lâchement éparses sur le limbe. Les nervures sont occasionnellement marquées en rouge.
Bonne Tolérance (BT)	3	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nombre> 15) localisées sur une partie de la feuille. Nervures attaquées ou non.
Sensible (S)	4	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nombre> 15) réparties sur tout le limbe ou soit 2 nervures principales au maximum sont attaquées.
Très Sensible (TS)	5	Taches moyennes, humides, anguleuses et coalescentes réparties sur tout le limbe ou soit 3 nervures principales sont attaquées.

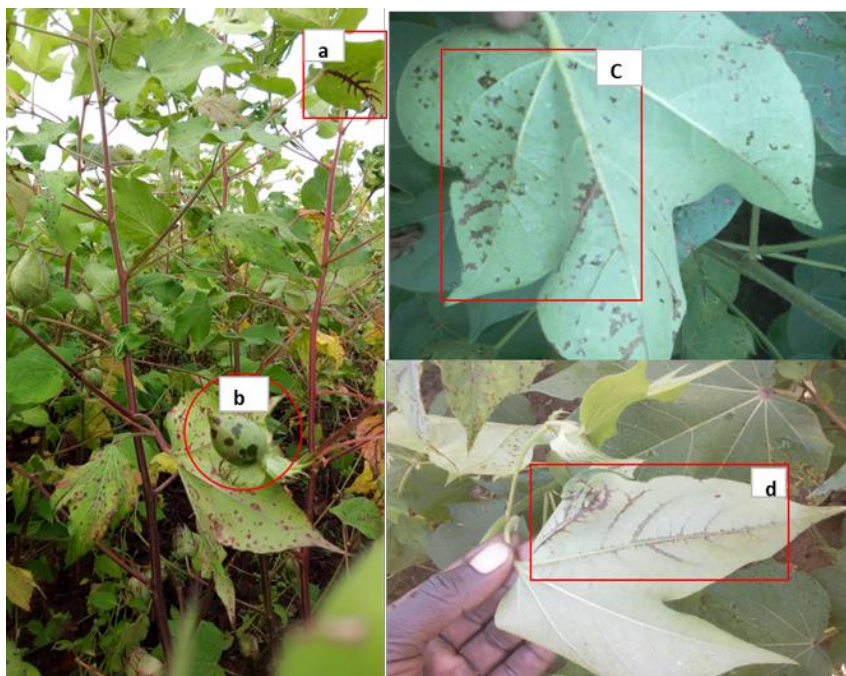


Figure 14 : Symptômes de bactériose du cotonnier. (a) et (d) : taches réparties le long des nervures sur feuille sous forme de bandes. (b) : capsule atteinte de la maladie avec des taches huileuses. (c) : petites taches foliaires anguleuses verts foncés, comme imbibées d'eau ayant un aspect huileux, apparaissant

Source : Photo (Aboua, 2017).

∞ Analyse des données

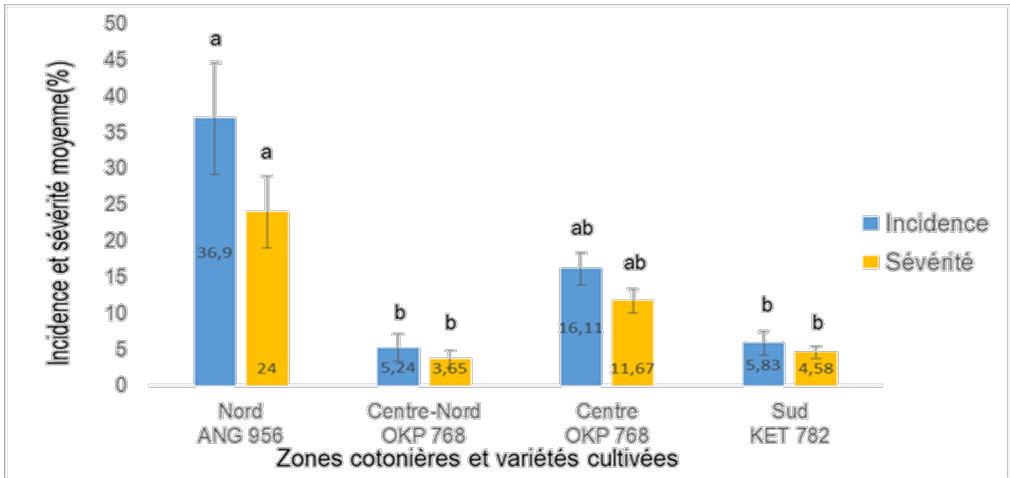
Le tableur Excel 2010 a été utilisé pour la saisie des données et la réalisation des graphes. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée suivant la procédure du modèle linéaire sur les valeurs d'incidence et de sévérité transformées. La transformation était nécessaire pour avoir une normalisation des données et l'homogénéité des variances. Cette transformation a été faite suivant la formule : $P' = \arcsin(P - \frac{1}{2})$ où P est la valeur initiale et P' la valeur transformée. Ensuite, le test de Student-Newman-Keuls (SNK) a été utilisé pour séparer les moyennes au seuil de 5%. Pour étudier l'influence des positions géoclimatiques des sites d'étude sur la prévalence de la bactériose, une analyse de corrélation a été effectuée entre les données de l'altitude et les valeurs d'incidence et de sévérité des sites. L'analyse a été réalisée uniquement sur les sites d'étude dans les zones cotonnières Nord et Centre-Nord du pays en raison du nombre élevé d'observations suffisant pour faire une telle analyse. Toutes ces analyses ont été effectuées avec le logiciel R version 3.4.3 (R Development Core Team, 2017).

Résultats et discussion

Résultats

Incidence et sévérité de la bactériose dans les zones cotonnières

L'incidence moyenne de la bactériose a varié de 5,24% (zone Centre-Nord) à 36,9% (zone Nord) traduisant que la zone Nord où était cultivée la variété ANG 956 était plus infectée que toutes les zones (figure 15). Dans la zone Centre-nord où était enregistrée la plus faible incidence, seulement 5,24% des cotonniers sur les parcelles prospectées ont été atteints de la bactériose. La sévérité moyenne a suivi également la même tendance avec 3,65% pour la zone Centre-Nord et 24% pour la zone Nord. Sur le plan national, l'incidence était de 21,19% pour une sévérité de 14,41%. Les cotonniers de la zone Nord issus de la variété ANG 956 ont été significativement ($P<0,05$) plus atteints de la bactériose que ceux des autres zones cultivées avec les variétés OKP 768 et KET 782 (P incidence= 0,001 et P sévérité= 0,007). Le taux d'infection de la maladie dans ces zones était similaire.



Les zones portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Figure 15 : Incidence et sévérité de la bactériose en milieu paysan dans les zones cotonnières du Bénin

Au niveau des communes prospectées, il a été observé la même tendance des valeurs d'incidence et de sévérité que celle enregistrée dans les zones cotonnières (tableau 95). Les communes situées dans l'extrême nord du pays ont été les plus infectées particulièrement celles de Tanguéta, de Matéri et de Kandi. Les faibles valeurs d'incidence et de sévérité ont été observées dans les communes des zones Centre-nord et Sud.

Tableau 95: Prévalence de la bactériose du cotonnier dans les communes prospectées

Communes	Incidence moyenne (%)	Sévérité moyenne (%)
Tanguiéta	93,33 ± 0,0 a	69,17 ± 0,0a
Matéri	71,67 ± 8,33 ab	44,58 ± 4,58b
Kandi	46,67 ± 30,00 ab	24,44 ± 13,33c
Gogounou	26,67 ± 6,67b	19,17 ± 4,17c
Banikoara	23,33 ± 3,33b	15,28 ± 0,28c
Péhunco	20,00 ± 10,00b	15,56 ± 7,78c
Kouandé	16,67 ± 0,0b	10,00 ± 0,0c
Kérou	15,00 ± 11,67b	9,44 ± 7,76c
Bembèrèkè	10,00 ± 0,0b	6,67 ± 0,00c
N'dali	10,00 ± 0,0b	6,67 ± 0,00c
Sinendé	5,00 ± 5,00b	2,78 ± 2,78c
Djougou	3,33 ± 3,33b	3,33 ± 3,33c
Parakou	0,00 ± 0,00b	0,00 ± 0,00c
Savè	20,00 ± 3,33b	13,33 ± 3,33c
Savalou	16,67 ± 0,0b	13,33 ± 3,33c
Glazoué	11,67 ± 5,00b	8,33 ± 1,67c
Zogbodomey	6,67 ± 0,0b	5,00 ± 0,00c
Djidja	6,67 ± 3,33b	5,00 ± 1,67c
Kétou	3,33 ± 0,00b	3,33 ± 0,00c
Moyenne	21,4	14,5
F	6,75	5,77
Probabilité	0,0015**	0,0017**

** : significatif au seuil de 1% ; les communes portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

▪ ***Relation entre l'altitude et la prévalence de la bactériose***

La corrélation entre l'incidence et la sévérité était élevée et significativement positive (tableau 96). Dans la zone Nord, la prévalence de la bactériose (incidence et sévérité) était négativement corrélée ($p < 0,01$) avec l'altitude. Par contre, dans la zone Centre Nord, cette corrélation était plus faible et pas significative ($P > 0,05$). Ces résultats ont traduit dans l'ensemble que les valeurs élevées d'incidence et de sévérité de la bactériose ont été observées sur les sites à faible altitude des différentes zones cotonnières et de façon plus accrue en avançant en latitude.

Tableau 96: Matrice de corrélation entre la prévalence de la bactériose et l'altitude en milieu paysan dans les zones cotonnières Nord et Centre Nord

Zones	Nord			Centre nord		
Variables	Incidence	Sévérité	Altitude	Incidence	Sévérité	Altitude
Incidence	1			1		
Sévérité	0,97***	1		0,97***	1	
Altitude	-0,74**	-0,71**	1	-0,27	-0,16	1

Coefficient de corrélation de Pearson significatif à 1% (**); 0,1% (***).

∞ Discussion

La pression de la bactériose dans les zones cotonnières a vraisemblablement connu une diminution en 2017. En effet de 89,3% et 62,6% respectivement comme taux d'incidence et de sévérité observés en 2012 dans la zone cotonnière nord (Zinsou *et al.*, 2015), la prévalence de la maladie est passée à 36,9% et 24% en 2017. Cette réduction de la prévalence de la bactériose est aussi constatée dans les autres zones cotonnières. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'introduction des nouvelles variétés (ANG 956, OKP 768 et KET 782) cultivées dans les zones cotonnières. Ces variétés ont été moins sensibles que la variété H 279-1 (témoin vulgarisé en son temps) à certains isolats bactériens (Zinsou *et al.*, 2015). Les nouvelles variétés pourraient avoir accumulé dans leur patrimoine génétique des gènes de résistance à la bactériose. Ces résultats confirment d'ailleurs ceux obtenus par Houndété *et al.*, (2015) qui ont trouvé que les variétés ANG 956 et KET 782 sont moins sensibles à la bactériose que la variété H 279-1. Les variétés ANG 956, OKP 768 et KET 782 sont les tous premiers cultivars béninois vulgarisés depuis la mise en œuvre du programme d'amélioration du cotonnier du CRA-CF en 1996. L'acquisition des gènes de résistance à la bactériose par ces variétés est due à la stratégie de sélection utilisée. En effet, dans cette approche de sélection, les génotypes présentant des caractères de résistances aux principales contraintes biotiques sont réintroduits dans un nouveau cycle de sélection comme parents avec d'autres génotypes capables d'apporter les gènes qui complèteront ou renforceront les résistances déjà accumulées. Cette méthode favorise l'accumulation de gènes mineurs pouvant conduire à la formation de nouveaux linkats se comportant comme des gènes majeurs (Follin *et al.*, 1988). Ces auteurs estiment que cette méthode pratiquée au Tchad a été à l'origine de la mise au point de la lignée S 295 (gène B12) qui a montré une résistance totale à toutes les races connues de *Xanthomonas* à cette époque. Les travaux réalisés par Bachelier *et al.*, (1992) à la recherche d'une résistance du cotonnier à la bactériose par un croisement diallèle ont révélé une faible héritabilité du caractère avec cette méthode de sélection et ont donc suggéré que la sélection à réaliser soit de type récurrent. Une autre approche de la sélection récurrente utilisée au Texas a abouti à la sélection de variétés de cotonnier résistantes aux maladies telles que la fusariose et la verticilliose (Bird, 1982). Le gradient décroissant nord-sud de la prévalence de la bactériose révélé en 2012 par les travaux de Zinsou *et al.* (2015) n'est plus pratiquement respecté lors de la présente étude. Cependant la zone cotonnière nord demeure la plus infectée. Les différences observées dans les conditions environnementales et les variétés cultivées dans ces zones pourraient contribuer à l'obtention de ce résultat. Les attaques de bactériose sont plus élevées dans les zones cotonnières dont les valeurs moyennes de latitude

sont les plus élevées. Les mêmes observations sont faites par Zinsou et *al.*, (2015). Mais à l'intérieur des zones cotonnières, la pression de la maladie est forte sur les sites à faible valeur d'altitude. En effet, la bactériose causée par Xcm est plus fréquente et plus dommageable aux basses altitudes, pour autant que l'environnement soit suffisamment humide (PGPP, 2001). Dans la zone cotonnière nord, les fortes infections en milieu paysan sont enregistrées sur les parcelles prospectées des communes de Tanguiéta et de Matéri dont les valeurs d'altitude sont les plus faibles. Ce phénomène pourrait être dû à la présence de la chaîne de l'Atacora dont le microclimat favoriserait la prolifération de la maladie. En effet, la chaîne de l'Atacora se signale par l'importance des précipitations malgré une tendance sahélienne du climat qui prévaut dans cette partie nord du pays. L'influence orographique accroît la pluviométrie annuelle (1200 à 1350 mm). La température moyenne annuelle est de 28°C tandis que l'humidité relative varie entre 27,1 et 82,8% (Wala et Sinsin, 2011).

Conclusion

La bactériose du cotonnier est présente dans les zones cotonnières cultivées avec les nouvelles variétés ANG 956, OKP 768 et KET 782. Ainsi, les nouvelles variétés vulgarisées doivent être moins sensibles à la maladie. La maladie est cependant fortement présente dans les communes de la zone nord du pays et plus particulièrement dans les communes de Matéri et Tanguiéta du fait de la présence de la chaîne de montagnes. Par conséquent, cette région mérite une attention particulière dans le processus de sélection des variétés de cotonnier.

Références bibliographiques

- Afouda R., Ahlonsou R., Amoussouga T. B., Djihoun M., Gnamou N., Idrissou A., Meenink H. J.W., Padonou E., 2013. La filière coton tisse sa toile au Bénin : Les organisations de producteurs étoffent leurs services aux exploitations agricoles familiales. SNV Bénin, KIT publishers. 112 p.
- Amoussou E., Totin-Vodounon S.H, Clédjo F.P., Allagbé Y.B.S., Akognongbé J.S.A., Houndenon C., Mahe G., Camberlin P., Boko M. et Perard J., 2016. Evolution climatique du Bénin de 1950 à 2010 et son influence sur les eaux de surface. XXIXe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie : « Climat et pollution de l'air » du 06 au 09 juillet 2016 à Besançon (France). 19 p.
- Bachelier B., Hequet E. et Ousmane E., 1992 Etude d'un croisement diallèle pour la résistance à la bactériose (*Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* [Smith] Dow.) chez le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) Coton Fibres Trop. I 992. vol. 47. fasc 3: 173-182.

- Bird, L.S., 1982. - The MAR (Multi Adversity Resistance) system. *Plant Disease*, 66, 2, 172-176.
- CRA-CF (Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres) 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-8401-8.
- Djohy G.L., EDJA A.H. et Nouatin G.S., 2015. Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Benin Afrique *SCIENCE11* (6) (2015) 183-194. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>
- Follin J.C., B. Girardot, V. Mangano and R. Benitez, 1988. Nouveaux résultats sur le déterminisme génétique de la résistance foliaire totale du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) à la bactériose *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* (Smith) Dye, race 18 et 20. *Coton et Fibres Tropicales* 43, 167–175.
- Gourlot J.P., Fruteau de Laclos A.L., Sigrist J.C., N'doye O.O., Fortuno S. et Gérardeaux E., 2015. Atelier innovation technique et indicateurs de durabilité sur la culture du coton. Actes Atelier ITK-Aid coton. Dakar du 14 au 18 septembre 2015. 42 p.
- Hougni, A., Imorou, L., Dagoudo, A., Zoumarou-Wallis, N., 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Bénin. *European Scientific Journal* 36 (12), 210-227.
- Houndete T. A., Hougni A., Aladji S., Dagoudo A., Zoumarou-Wallis N., Thomas-Odjo A., 2015. Comportement de principaux bioagresseurs et maladies du cotonnier sur les variétés éprouvées de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) sous différentes doses d'engrais à Angaradébo au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(1): 217-224, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)
- ITC, 2011. Coton et changement climatique : impacts et options de réduction et d'adaptation. Document technique. ITC, Genève. 36 p
- Jalloul A., Sayegh M., Champion A. et Nicole M. 2015. Bacterial blight of cotton. *Phytopathologia Mediterranea* 54 1, 3-20
- Lobell, D., B., & Gourdji, S., M., 2012. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity". *Plant Physiology*, Vol. 160, pp1686–1697
- Ouédraogo S.L., Sanfo D., Somda I. et Tiemtore B.C., 2009. Analyse de l'influence du fonds génétique, des conditions climatiques et mode de protection phytosanitaire

- sur l'expression de la bactériose chez différentes variétés de cotonnier au Burkina Faso, *Tropicultura*, 27, 31-34.
- PGPP, 2001. Plan de Gestion intégrée des Pestes et des Pesticides (PGPP). Projet de Productivité et de développement des marchés agricoles du Burundi (PPDMA-BU) E4117v3, 88p.
- PR-PICA (2012) Rapport de synthèse 5ème réunion bilan PR-PICA Grand Bassam, RCI - les 17, 18 et 19 avril 2012. 10 p.
- R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Wala K. et Sinsin B. 2011. La chaîne de l'atakora In : Zone d'importance écologique particulière. https://beninbiodiversity.files.wordpress.com/2016/10/atakora_chain-pdf.pdf pp576-586.
- Zinsou V.A., Afouda L.A.C., Hougni A., Affomassè S.S. et Sèkloka E. (2015) Distribution de la bactériose du cotonnier au Bénin et sensibilité des variétés locales à ses attaques, *Tropicultura*, 33, 1, 55-62.

3.2. Expression de la bactériose sur les nouvelles lignées de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) en fin de sélection dans les zones cotonnières du Bénin

Charlemagne ABOUA, Alexis HOUGNI, Déo Gratias HOUGNI, Godonou YAVOEDJI, Joël LAWSON, Marius SINHA et Emmanuel SEKLOKA

Résumé

Afin de sélectionner des lignées de cotonnier moins sensibles à la bactériose du cotonnier, une étude d'évaluation du comportement des 3 variétés vulgarisées (ANG 956, OKP 768, KET 782) et 7 nouvelles lignées (P 625-1, P 746-1, Q 674-2, Q 723-4, Q 792-2, R 663-4, R 689-1) en fin de sélection aux attaques de la bactériose a été conduite dans les 4 zones cotonnières du Bénin (nord, centre-nord, centre et sud). Des essais ont été installés sur 11 sites d'expérimentation du CRA-CF dans un dispositif expérimental de Bloc Aléatoire Complet à 6 répétitions. Par ailleurs, un test de criblage des variétés a été réalisé sous serre en inoculant aux 10 variétés étudiées (7 nouvelles et 3 cultivées) quatre isolats (Kandi, Djougou, Matéri et Gobé) de colonies bactériennes identifiées au cours de la prospection et sélectionnées pour leur virulence. Le dispositif expérimental utilisé était un split plot à 4 répétitions avec 2 facteurs (isolat bactérien et variété). Les données d'incidence et de sévérité de la maladie ont été collectées au cours de la conduite de l'essai. Les résultats obtenus ont révélé que les attaques de bactériose sur les lignées ont varié d'une zone à une autre. Des 7 nouvelles lignées évaluées sur ces sites, seule la lignée Q 792-2 s'est montrée la moins sensible à l'infection naturelle de la bactériose dans toutes les zones cotonnières. Cette lignée a également démontré sa faible sensibilité à l'isolat bactérien de Matéri en condition d'infection artificielle.

Mots clés : régionalisation variétale – coton – bactériose – Incidence - sévérité – Bénin

Introduction

La bactériose du cotonnier causée par *Xanthomonas citri* pv. *Malvacearum* est la plus importante des maladies du cotonnier et elle sévit dans les zones de production cotonnière (Jalloul *et al.*, 2015). En absence de variétés résistantes et dans les conditions favorables au développement de la maladie, les pertes en coton graine peuvent excéder 50% de la production (Pkania, 2016). En Afrique, elle est la maladie la plus importante (Sayegh, 2009). Au Bénin, la maladie a atteint des proportions inquiétantes en 2012 (PRPICA, 2012). En effet, l'étude de la distribution de la bactériose dans les bassins cotonniers du pays a révélé des valeurs d'incidence et de sévérité variant respectivement entre 10,3 et 89,6% et 2,5 et 62,6% (Zinsou *et al.*, 2015). Elle est d'ailleurs la maladie la plus importante du cotonnier rencontré au Bénin (Gaborel, 1987). Mais les pertes de rendement en coton graine dues à la prévalence de la maladie ne sont pas encore connues. Plusieurs méthodes sont utilisées pour lutter contre la maladie. L'utilisation de cultivars de coton résistants à la bactériose constitue

la méthode de contrôle la plus efficace. De nombreux génotypes résistants à la bactériose ont ainsi été cultivés (Bird, 1982) permettant de contrôler la maladie. La régionalisation variétale a été adoptée par les acteurs de la filière depuis la campagne agricole 2015-2016 au regard des nombreuses potentialités en termes de diversité agroécologique et de diversification variétale de coton que possède le pays (Hougni *et al*, 2016). Plusieurs autres lignées de cotonnier sont en fin de sélection dans les 4 zones cotonnières. La présente étude se propose d'étudier le comportement de ces variétés vis-à-vis de la bactériose. Les deux objectifs poursuivis dans l'étude étaient :

- Evaluer la sensibilité aux infestations naturelles de la bactériose des lignées en fin de sélection sur les sites expérimentaux du CRA-CF dans les zones cotonnières ;
- Déterminer la sensibilité des lignées étudiées aux isolats pathogènes des bactéries retrouvées dans les zones cotonnières.

Milieu d'étude

L'étude a été conduite en milieu contrôlé sur 11 Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) du CRA-CF répartis dans les différentes zones de production cotonnière (tableau 97).

Tableau 97 : Répartition des essais dans les zones de production cotonnière

N°	Zones de production	Communes ¹	Nombre d'essais installés
1.	Nord	Gogounou, Kandi, Banikoara, Péhunco, Matéri	5
2.	Centre-Nord	Parakou, Djougou, Bembèrèkè	3
3.	Centre	Savè, Savalou	2
4.	Sud	Zogbodomey	1
Total			11

(1) Les essais ont lieu sur les Centres Permanents d'Expérimentations de la Recherche Cotonnière situés dans ces communes.

Les caractéristiques agroclimatiques de ces zones se présentaient comme suit :

❖ La zone cotonnière nord comprenant les départements de l'Alibori et de l'Atacora, est comprise entre 10°45' et 12°00' latitude Nord. Elle est caractérisée par un climat de type soudano-sahélien avec une seule saison des pluies s'étalant sur 5 mois pour une pluviométrie moyenne annuelle variant entre 700 et 1200 mm (CRA-CF, 2017). La température moyenne annuelle est de 28°C. Dans cette zone, la région de l'Atacora est la plus arrosée et il pleut pratiquement d'avril à octobre à Natitingou qui enregistre plus de 1 300 mm de pluie par an (Adam et Boko 1993). Les humidités

relatives minimale et maximale de la zone sont respectivement de 23 et 95% (Météo Bénin : <http://benin.opendataforafrica.org/oamcmpb/evolution-du-climat>).

❖ Les départements du Borgou et de la Donga constituent la zone cotonnière centre-nord qui est située entre 8°30' et 10° 45' latitude Nord. Elle bénéficie d'un climat de type soudano-sahélien à une seule saison de pluie. Les hauteurs d'eau moyennes annuelles enregistrées varient entre 900 et 1200 mm sur une période de 80 à 110 jours. La température moyenne est de l'ordre de 26 et 27°C et l'humidité relative varie entre 20 et 93%.

❖ La zone centre couvre essentiellement le département des Collines et est située entre 7°45' et 8°30' latitude Nord. Elle est une zone de transition entre les climats de type soudano-sahélien à une seule saison de pluie et le soudano guinéen à 2 saisons de pluie mais avec une dominance vers le second type. Les précipitations moyennes annuelles varient entre 1000 et 1150 mm réparties sur 80 à 110 jours pour une température moyenne annuelle avoisinant 27°C. Les valeurs d'humidité relative sont situées entre 26 et 93%.

❖ La Zone sud regroupant les départements du Zou, Plateau et Couffo est comprise entre le 6°45' et 7°45' latitude Nord. Elle jouit d'un climat de type soudano-guinéen à 2 saisons de pluie alternées par deux saisons sèches. Il y tombe annuellement 900 à 1200 mm d'eau de pluie. La température moyenne oscille entre 27 et 29°C avec une humidité relative variant entre 35 et 95% (Météo Bénin : <http://benin.opendataforafrica.org/oamcmpb/evolution-du-climat>).

Matériel et méthodes

80 Matériel

▪ Matériel végétal

Les génotypes mis en comparaison sur les Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) ont été constitués de 10 cultivars béninois (3 variétés et 7 nouvelles lignées) de cotonnier issues du dispositif de création et de sélection variétale du CRA-CF. Dans chaque zone de production cotonnière, les 7 nouvelles lignées en fin de sélection sont comparées au témoin de la zone. Les caractéristiques des variétés étudiées dans chaque zone sont présentées dans le tableau 98 ci-dessous.

Tableau 98: Origine génétique et caractéristiques des variétés/lignées étudiées au cours de la campagne 2017-2018.

Dénomination des variétés/lignées	Origine génétique (croisement)	Port	Origine du croisement	Nature objet
ANG 956	A 12/.../D 470-3	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zone Nord
OKP 768	F 145-2 x F 244-1	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zones Centre-nord et Centre
KET 782	G 165 x CR 92-534	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zone Sud
P 625-1	I 875-3 x H 279-1	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
P 746-1	I 187-3 x H 279-1	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
Q 674-2	K 173-2 x K 235-2	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
Q 723-4	K 235-1 x Siokra 324	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
Q 792-2	I 188-1 x STAM 18 A	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
R 663-4	M 644-2 x H 782-3	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué
R 689-1	M 843-1 x K 195-4	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué

▪ **Matériel de laboratoire**

Il était composé de ce qui suit :

- Hotte à flux laminaire pour l'isolement et la production des bactéries ;
- Autoclave pour la stérilisation à vapeur du matériel de travail utilisé ;
- Etuve pour la stérilisation à sec du matériel de travail ;
- Incubateur ;
- Microscope ;
- Verreries (boîtes de pétri, bécher, erlenmeyer, éprouvette graduée), pinces et pincettes ;
- Ethanol 70%, Hypochlorite de sodium 0,35% ;
- Cycloheximide ou actidione 500 ppm ;
- Agar Nutritif (NA) et Yest Glucose Pectone Agar (YGPA) ;
- Spectrophotomètre ;
- Bec bunsen ;

- Bistouri ;
- Thermo-hygromètre pour la collecte des données sur la température et l'humidité relative de l'air dans la serre.

∞ **Essai en station**

L'expérimentation a été conduite sur les 11 Centres Permanents d'Expérimentations du CRA-CF.

▪ ***Dispositif expérimental***

Sur chaque CPE, le dispositif expérimental utilisé était un Bloc Aléatoire Complet à 8 traitements/objets (variétés) et 6 répétitions. Les parcelles élémentaires étaient constituées de 4 lignes de 9 mètres distantes de 0,8 m soit 28,8 m² de surface.

▪ ***Conduite des essais***

Le semis a été fait à 5 graines par poquet à un écartement de 0,8 x 0,3 m et démarré à un plant soit une densité de 41.666 plants/ha. Les parcelles ont été semées entre le 12 juin et le 5 juillet dans la zone nord, 13 juin et 26 juin dans la zone centre-nord. Dans la zone centre, les semis ont été intervenus dans la période du 28 juin au 12 juillet et le 27 juin pour la zone sud. Les opérations culturales ont été réalisées suivant les conditions optimales de production recommandées par la recherche (CRA-CF, 2017b). Ainsi, toutes les parcelles ont été labourées au tracteur. Avant l'installation des essais, l'herbicide total Killer 480 SL (Glyphosate 480 g/L) a été utilisé à la dose de 2L/ha pour désherber les parcelles. L'herbicide sélectif de prélevée Cottonex PG 560 SC (Fluométuron 250 g/L- Prométryne 250 g/L-Glyphosate 60 g/L) a été appliqué au semis à la dose de 3L/ha pour réduire le nombre de sarclage. Deux (02) sarclages et un sarclo-buttage ont été par la suite réalisés pour un meilleur contrôle des mauvaises herbes. Pour réduire l'impact négatif des ravageurs sur la productivité des variétés, la protection insecticide a été renforcée à travers la mise en place d'un programme de traitements phytosanitaires hebdomadaires composé de produits alternatifs, de binaires acaricides et de binaires aphicides. En application du nouveau programme de traitement phytosanitaire, les traitements ont démarré le 35^{ème} jour après levée dans toutes les zones. Une moyenne de 11 traitements phytosanitaires a été réalisée sur tous les essais. Les quatre premiers traitements insecticides ont été faits avec l'insecticide Thalix 112 EC (Emamectine benzoate 48 g/L- acetamipride 64 g/L) à la dose de 0,25 L/ha par traitement. Les 2 traitements suivants ont été faits avec le binaire acaricide Pyrinex Quick 212 EC (Deltaméthrine 12 g/L - Chlorpyrifos éthyl 200 g/L) dans les zones septentrionales et Pyro fte 472 EC (Cyperméthrine 72 g/L- chlorpyrifos-éthyl 400 g/L) dans les zones méridionales du pays à la dose de

0,25 L/ha. Le produit alternatif Thalix 112 EC a été une nouvelle fois utilisé lors des 3 traitements phytosanitaires suivants. Les deux dernières protections insecticides ont été réalisées au binaire aphicide Cotonix 328 EC (Deltaméthrine 12 g/L-chlorpyrifos-éthyl 300 g/L - acétamipride 16 g) à la dose de 1 L/ha.

∞ **Criblage des variétés de cotonnier**

▪ ***Isolement des bactéries et préparation de l'inoculum***

○ *Isolement de bactéries*

Une prospection sur la bactériose a été effectuée dans les zones cotonnières. Au cours des observations de la bactériose sur les plants de cotonniers, les organes de la plante (feuilles, capsules) atteints de la maladie ont été prélevés et soigneusement conservés dans les papiers journaux. Les feuilles présentant les symptômes caractéristiques de la bactériose du cotonnier précédemment prélevés sur les plants de cotonnier et conservés dans des papiers journaux étiquetés ont été ramenés au Laboratoire de Phytotechnie, d'Amélioration et de Protection des Plantes de la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou. Sur la base des surfaces foliaires attaquées des résultats de l'évaluation de la sévérité dans chaque commune prospectée, quelques échantillons de ces feuilles ont été retenus pour l'isolement. Environ 1 g de feuilles malades ont été prélevés et désinfectés à l'hypochlorite de sodium (0,35%) pendant une (1) minute, puis à l'éthanol (70%) pendant 1 minute avant d'être rincées à l'eau distillée stérile. Chaque échantillon traité était broyé dans 1 ml de solution de sulfate de magnésium (12 g/L). L'homogénat est dilué 6 fois à 1/10.

○ *Préparation des milieux de culture*

Le milieu Yest Glucose Peptone Agar (YGPA) était préparé pour l'isolement et la purification des bactéries pathogènes et le Nutrient Agar (NA) pour la multiplication des bactéries. Ce milieu constitué d'un mélange de 10 g de Yeast, 10 g de Glucose, 10 g de Peptone et 15 g d'Agar était versé dans un litre d'eau distillée. Le mélange était homogénéisé et autoclavé à 121°C pendant 15 minutes puis du Cycloheximide à 500 ppm y était ajouté. Le milieu était coulé dans des boîtes de pétri préalablement stérilisées à l'étuve à 160°C pendant 2 heures. Ainsi, 100 µl de chaque suspension était étalée sur le milieu (YGPA) à l'aide d'une anse à inoculer stérilisée. Les boîtes de pétri ont été alors incubées pendant 48-72 heures à 28°C.

○ *Test de gram*

A l'aide d'une anse à inoculer stérilisée, une colonie de bactéries âgées de 48 à 72 heures a été déposée sur une lame porte objet auxquelles a été rajoutée une goutte

d'une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 3%. Cette solution était mélangée progressivement avec la colonie de bactéries. Les bactéries Gram négatif forment une solution gluante élastique et collante au bout de quelques minutes. Ce test donnait la preuve que les colonies de bactéries isolées étaient de Gram négatif.

- *Purification des colonies de bactéries isolées*

La purification a consisté à avoir une culture pure par repiquages successifs d'une colonie isolée de bactérie (Xcm). Ainsi, les colonies de bactéries Gram négatif isolées ont été prélevées et ensemencées en stries sur milieu YPGA et incubées à 28°C pendant 24-48 heures.

- *Multiplication de bactéries*

Les colonies de bactéries issues de la purification ont été utilisées pour une production massive de bactéries phytopathogènes. Pour ce faire, ces colonies de bactéries ont été repiquées sur le milieu de culture NA dans des boîtes de pétri. Ces boîtes de pétri ont été incubées pendant 72 heures à une température de 28°C (figure 16).



Figure 16 : Résultat de la multiplication des colonies de bactérie sur le milieu nutritif YPGA

- *Préparation de l'inoculum*

Les bactéries développées sur le milieu NA ont été suspendues dans 10 ml de solution de sulfate de magnésium (12 g/L). La concentration de l'homogénat était ajustée au spectrophotomètre à OD₆₀₀ = 0,2 qui correspondait à une densité de cellules d'environ $1,0 \times 10^8$ CFU ml.

Quatre (04) isolats provenant des communes de Matéri, de Kandi dans la zone nord, de Djougou dans la zone centre-nord et de Gobé dans la zone centre ont été obtenus.

○ *Infection artificielle des variétés de cotonnier*

Les 10 variétés de cotonnier (7 nouvelles lignées et 3 variétés témoins) ont été utilisées dans cet essai sous serre installée dans les locaux de l'Antenne Nord du CRA-CF. Le dispositif expérimental utilisé était le split plot à 4 répétitions avec comme facteur principal l'isolat et la variété était le facteur secondaire. Pour réduire les risques de contamination, chaque parcelle principale a été physiquement isolée par une toile à maille fine (environ 1mm). Les variétés ont été semées le 26 janvier 2018 dans des pots de 200 cm³ de volume contenant de la terre préalablement stérilisée. Les pots ont été démarrés à un plant. Les parcelles élémentaires étaient constituées de 4 pots disposés à un écartement de 0,4 x 0,4 m sous serre. Deux semaines après semis, l'engrais N₁₄P₁₈K₁₄S₆B₁ a été apporté aux cotonniers à raison de 1,5 g par pot. La serre était régulièrement arrosée pour maintenir une humidité relative suffisante à l'expression de la maladie. Pendant la conduite de l'essai, il y régnait 35°C-42°C de température et 67-92% d'humidité relative dans la serre. L'inoculation était faite avec les 4 isolats sur les plants âgés de 6 semaines. La technique de scarification foliaire décrite par Suzor *et al.* (1990) a été appliquée en piquant la face inférieure de deux feuilles terminales avec une seringue à 1 cc pour y injecter l'inoculum (figure 17).



Figure 17 : Inoculation de feuille de cotonnier d'un isolat de bactérie

∞ **Collecte des données**

L'incidence et la sévérité sont les deux variables mesurées au cours de cette étude. L'observation de la maladie a été faite sur l'ensemble du plant avec un nombre de plants observés variable suivant le milieu et qui se présente comme suit :

- **En milieu semi contrôlé**

Les attaques de bactériose obtenues en condition d'infection naturelle sur les CPE ont été évaluées à 110 jours après semis sur 20 plants choisis au hasard sur les 2 lignes centrales des parcelles élémentaires à raison de 10 plants par ligne.

- **Sous serre**

Trois (03) évaluations ont été réalisées sur les 4 plants de chaque parcelle élémentaire. L'inoculation a été faite sur les plants âgés de 4 semaines. La première évaluation a débuté à 7 jours après inoculation avec une périodicité de 7 jours.

∞ Calcul de l'incidence et de la sévérité

L'incidence était une variable dichotomique qui rendait compte de la présence ou de l'absence de symptômes sur chaque plant échantillonné. Elle a été calculée à partir de l'équation suivante proposée par Cooke (2005) :

IM = $\frac{n}{N} \times 100$ avec : **IM** = incidence de la maladie sur le site, **n** = nombre de plantes malades, **N** = nombre total de plants échantillonnés

La sévérité était évaluée sur la base d'une échelle de notation (Tableau 99). L'indice de sévérité de la maladie était calculé à l'aide de l'équation de Kranz (1988) :

I_s = $\frac{\sum (Xi \times ni)}{N \times Z} \times 100$ avec : **I_s** = Indice de sévérité de la maladie sur le site (ou sur la variété), **X_i** = Sévérité *i* attribuée à la plante, **n_i** = Nombre de plantes de sévérité *i*, **N** = Nombre total de plants observés, **Z** = Echelle de sévérité la plus élevée.

Tableau 99: Echelle de notation de la sévérité de la bactériose du cotonnier (Yehouessi 1988 ; Ouédraogo *et al*,2009)

Comportement de la plante	Notation	Symptômes foliaires
Immunité	0	Pas de traces de maladie
Bonne Résistance (BR)	1	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nombre<15) ou lésions minuscules, de la taille d'une pointe d'épingle, peu visibles. Les nervures ne sont pas touchées.
Résistance Moyenne (RM)	2	Petites taches nécrotiques non coalescentes (Nombre<15) Quelques positions de nervures attaquées (<1 cm) ou lésions très petites, arrondies, rouges, jamais vertes ni coalescentes lâchement éparses sur le limbe. Les nervures sont occasionnellement marquées en rouge.
Bonne Tolérance (BT)	3	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nombre> 15) localisées sur une partie de la feuille. Nervures attaquées ou non.
Sensible (S)	4	Taches moyennes, humides, anguleuses non coalescentes (Nombre> 15) réparties sur tout le limbe ou soit 2 nervures principales au maximum sont attaquées.
Très Sensible (TS)	5	Taches moyennes, humides, anguleuses et coalescentes réparties sur tout le limbe ou soit 3 nervures principales sont attaquées.

∞ Analyses statistiques

La saisie des données et la réalisation des graphes ont été effectuées à l'aide du tableur Excel 2010. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée suivant la procédure du modèle linéaire sur les valeurs d'incidence et de sévérité transformées. Pour avoir une normalisation des données et la stabilisation des variances, une transformation a été faite suivant la formule : $P' = \arcsin (P^{-1/2})$, où : P est la valeur initiale et P' la valeur transformée. Pour juger de la sévérité de l'infection artificielle, l'interprétation des résultats suivant le mode AUDPC (Area under the disease progress curve ou aire sous la courbe de progression de la maladie) (Zinsou *et al*, 2015) a été effectuée comme suit.

$AUDPC = \sum i. [(S_i + S_{(i-1)}) \times (t_i - t_{(i-1)})] / 2$, où:

S_i est la sévérité moyenne à la date t_i et t_i correspond aux différentes dates d'évaluations (7, 14 et 21). Le test de Student-Newman-Keuls (SNK) a été ensuite utilisé pour séparer les moyennes au seuil de 5% ($p < 0,05$). Toutes ces analyses ont été réalisées sous le logiciel R version 3.4.3 (R Development Core Team, 2017) avec le package "agricolae" (de Mendiburu, 2015).

Résultats et discussion

∞ Résultats

▪ *Sensibilité des variétés à la bactériose dans les zones cotonnières*

Dans la zone nord, les lignées Q 674-2 et Q 723-4 ont été les plus sensibles à la bactériose avec des symptômes plus accrus. De toutes les lignées évaluées, la Q 792-2 a été la moins sensible à la bactériose (Tableau 100).

Tableau 100: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Nord.

Variétés/lignées	Zone Nord	
	Incidence (%)	Sévérité (%)
ANG 956 (témoin)	50,83±6,14b	33,68±4,02bc
P 625-1	42,50±4,90c	26,86±2,86cd
P 746-1	42,16±5,42c	29,70±3,28cd
Q 674-2	55,66±6,56ab	35,95±4,02ab
Q 723-4	61,66±6,87a	37,67±4,56a
Q 792-2	39,00±5,11c	27,99±2,69d
R 663-4	45,16±5,78c	31,66±3,35cd
R 689-1	55,00±5,73b	31,43±3,51abc
Moyenne	49,00±2,09	28,60±1,30
F	12,96	8,10
Probabilité	2,166^{E-13} ***	1,582^{E-08} ***

*** : significatif au seuil de 0,1% ; les variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Dans la zone cotonnière Centre Nord, les résultats ont affiché une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les lignées évaluées (tableau 101). Tout comme dans la zone Nord, les lignées Q 674-2 et Q 723-4 ont demeuré toujours les plus sensibles à la bactériose. La lignée Q 723-4 restait la plus infectée et la plus sévèrement attaquée. Les lignées P 625-1, P 746-1, Q 792-2 et R 663-4 ont été les moins sensibles à la bactériose parmi celles évaluées au même titre que le témoin de la zone.

Tableau 101: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Centre Nord.

Variétés/lignées	Zone centre nord	
	Incidence (%)	Sévérité (%)
OKP 768 (témoin)	5,27±1,87d	3,11±0,99c
P 625-1	4,72±1,42d	3,22±1,44c
P 746-1	7,22±3,05d	3,66±2,17c
Q 674-2	21,11±5,35b	16,05±3,57b
Q 723-4	35,00±7,09a	26,89±5,00a
Q 792-2	9,16±3,16cd	5,44±1,66c
R 663-4	8,33±4,29d	3,22±1,66c
R 689-1	15,00±3,61bc	9,83±1,59b
Moyenne	13,22±1,63	8,93±1,11
F	17,32	17,22
Probabilité	4,426^{E-15} ***	5,239^{E-15} ***

*** : significatif au seuil de 0,1% ; les variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

La lignée R 689-1 a été la plus sensible à la maladie suivie de la lignée Q 723-4 dans la zone centre. La variété OKP 768, témoin de la zone était la moins infectée. Parmi les lignées mises en comparaison, la P 625-1, P 746-1, Q 792-2 et R 663-4 ont présenté les plus faibles infections de la maladie (tableau 102).

Tableau 102: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées en milieu contrôlé dans la zone cotonnière Centre.

Variétés/lignées	Zone Centre	
	Incidence (%)	Sévérité (%)
OKP 768 (témoin)	5,00 ±2,89 c	1,39±1,12 c
P 625-1	11,25±5,08 c	4,72±2,61 bc
P 746-1	11,67±7,99 c	5,63±3,99 bc
Q 674-2	16,67±6,44 c	6,88±2,88 bc
Q 723-4	35,83±9,51 b	12,43±3,78 b
Q 792-2	7,92±3,51 c	2,85±1,18 bc
R 663-4	6,25± 3,75 c	3,06±2,51 bc
R 689-1	59,17±11,45 a	27,71±5,96 a
Moyenne	19,22±2,98	8,08±1,41
F	8,65	6,73
Probabilité	9,502e-08 ***	3,414e-06 ***

*** : significatif au seuil de 0,1% ; les variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Aucune différence statistique n'a existé entre les lignées évaluées dans la zone sud. Par rapport aux autres zones, la prévalence de la maladie y a été plus faible (tableau 103).

Tableau 103: Incidence et sévérité de la bactériose sur les lignées évaluées dans la zone cotonnière Sud.

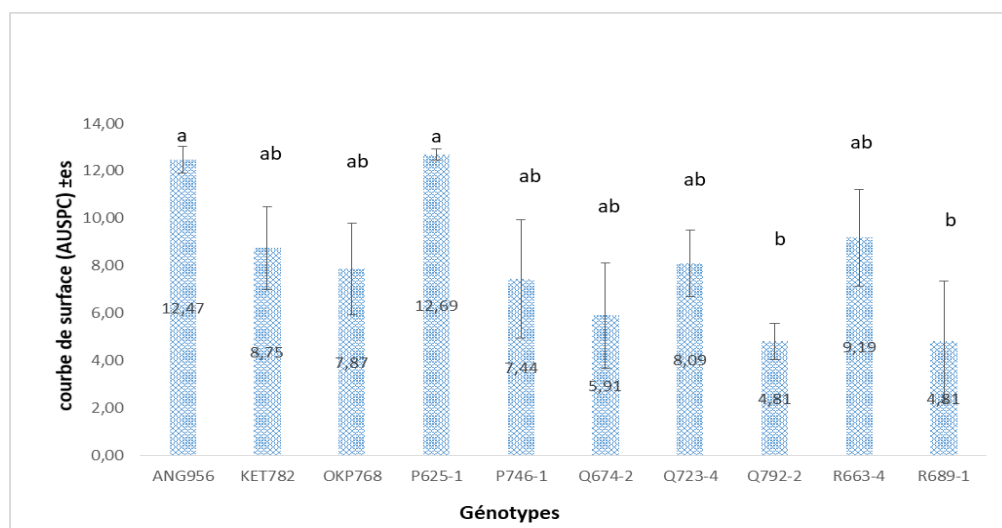
Variétés/lignées	Zone sud	
	Incidence (%)	Sévérité (%)
KET 782 (témoin)	10,83±1,54	7,08±2,77
P 625-1	2,50±1,71	1,67±1,05
P 746-1	0,83±0,83	0,00±0,00
Q 674-2	15,83±10,99	9,17±8,21
Q 723-4	5,00±2,58	3,33±1,67
Q 792-2	0,83±0,83	0,00±0,00
R 663-4	9,17±3,75	4,17±1,54
R 689-1	6,67±2,79	3,75±2,55
Moyenne	6,46±1,61	3,64±1,17
F	2,25	1,63
Probabilité	0,05261	0,1595

*** : significatif au seuil de 0,1% ; les variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

La synthèse des différents résultats a montré que les lignées Q 723-4, Q 674-2 et R 689-1 ont été les plus sensibles à la bactériose. En outre leur sensibilité vis-à-vis de la maladie n'a pas été identique dans les 4 zones cotonnières.

▪ **Sensibilité des lignées aux isolats bactériens**

L'infection artificielle a été effectuée avec les isolats de bactérie issus de Matéri, de Kandi, de Djougou et de Gobé. Les symptômes de la maladie ont été seulement observés au niveau de l'isolat de Matéri. La surface de progression de la bactériose calculée sur les lignées à partir des données de sévérité a permis de réaliser la figure 18. Une valeur élevée de la surface de progression signifiait une plus grande sensibilité à la bactériose. Les variétés ANG 956 et P 625-1 ont été les plus sensibles à la maladie suite à l'infection artificielle avec l'isolat de Matéri. Les plus faibles degrés d'infection de la maladie ont été observés sur les variétés Q 792-2 et R 689-1.



Les zones portant les mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Figure 18: Sévérité (AUSPC) de 10 lignées de cotonnier soumises à l'infection artificielle de l'isolat bactérien de Matéri.

Discussion

Toutes les lignées testées ont exprimé la maladie (incidence différente de 0) donc ne possèderaient pas de gènes de résistance totale. Cependant, une faible sensibilité à la maladie a été observée au niveau des lignées Q 792-2 et R 663-4 traduisant qu'elles possèderaient probablement quelques gènes de résistance. Les lignées Q 674-2, Q 723-4 et R 689-1 ont montré une plus grande sensibilité vis-à-vis de la maladie. Ces lignées ont, en commun, les parents récurrents K 173-2, K 235-2, K 235-1 et K 195-4 qui ne possèderaient certainement pas dans leur patrimoine génétique des gènes de résistance à la bactériose. Ceci pourrait expliquer la sensibilité de ces lignées à la maladie. La source de résistance des autres lignées évaluées proviendrait de leurs parents. La variation de réaction de ces variétés dans les zones cotonnières pourrait aussi indiquer l'existence de différentes races pathogènes de *Xanthomonas citri* pv. *malvacearum*. L'inoculation artificielle réalisée avec les colonies de bactérie isolées à partir des échantillons collectés à Matéri et Kandi dans la zone nord, Djougou dans le centre nord et Gobé dans la zone cotonnière centre s'est révélée concluante pour l'isolat de Matéri. Seul ce dernier a pu développer les symptômes sur les 10 lignées inoculées pendant qu'il régnait dans la journée une température moyenne variant entre 28 et 38°C et une humidité relative moyenne de 70% sous la serre durant la période de forte chaleur (janvier-avril) où l'essai a été conduit. Dans la nuit, la température moyenne était de 26°C et le thermo-hygromètre affichait une humidité relative de

80%. La croissance de la bactérie a eu certainement lieu la nuit où les conditions climatiques sont moins rudes. Nous en arrivons à conclure que cet isolat serait d'une virulence particulièrement élevée pour s'être exprimé dans des conditions climatiques aussi rudes. Pkani (2016) affirmait en effet qu'une humidité relative élevée (85%) et une température supérieure à 25°C assuraient une infection réussie et la bactérie peut survivre sous une température atmosphérique de 30-40°C et du sol de 28°C (Jalloul *et al.*, 2015). Par ailleurs, la forte virulence de cet isolat a été déjà constatée lors des travaux d'isolement où ces colonies de bactérie se multipliaient dans les boîtes de pétri déposées hors de l'incubateur dans le laboratoire. La virulence des isolats de *Xanthomonas citri* pv. *malvacearum* comme celle observée pour l'isolat de Matéri est liée à son origine géoclimatique (Zhai *et al.*, 2010). Cet isolat pourrait être utilisé et servir de référence dans les travaux de criblage des variétés en fin de sélection. Toutes les lignées inoculées avec l'isolat ont exprimé la maladie à divers degrés avec une faible sensibilité exprimée par la variété Q 792-2. Ce résultat confirme ceux observés sur l'ensemble des sites expérimentaux des zones cotonnières. Une analyse moléculaire est nécessaire pour caractériser les isolats bactériens identifiés dans ces zones et les gènes présents dans la variété Q 792-2 et responsables de cette faible sensibilité.

Conclusion

Les lignées Q 792-2 et R 663-4 sont les moins attaquées par la bactériose dans l'ensemble des 4 zones cotonnières où les conditions environnementales ont influencé le degré de la maladie. En condition d'infection artificielle, l'isolat bactérien de Matéri est la plus virulente de tous les isolats identifiés et la variété Q 792-2 s'est également montré moins sensible démontrant ainsi la présence de quelques gènes de résistance dans son génome.

Références bibliographiques

- Bird, L.S., 1982. - The MAR (Multi Adversity Resistance) system. Plant Disease, 66, 2, 172-176.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017a. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 165 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8.
- de Mendiburu, 2015 agricolae: statistical procedures for agricultural research. R package version 1.2-3. URL <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

- Garborel C., 1987. La pré-vulgarisation des traitements herbicides en culture cotonnière et en maïsiculture au Bénin. *Coton et Fibres Tropicales*. XLII **2** :111-115.
- Hougni, A., Imorou, L., Dagoudo, A., Zoumarou-Wallis, N., 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Bénin. *European Scientific Journal* 36 (12), 210-227.
- Jalloul A., Sayegh M., Champion A. et Nicole M. (2015) Bacterial blight of cotton. *Phytopathologia Mediterranea* 54 1, 3-20.
- Mergeai G. (2006). Contributions possibles des innovations génétiques pour l'amélioration de la compétitivité des files cotonnières africaines. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2006 10 (4), 345–350.
- Météo Bénin : <http://benin.opendataforafrica.org/oamcmpb/evolution-du-climat> (23/03/2018).
- Ouédraogo S.L., Sanfo D., Somda I. et Tiemtore B.C., 2009. Analyse de l'influence du fonds génétique, des conditions climatiques et mode de protection phytosanitaire sur l'expression de la bactériose chez différentes variétés de cotonnier au Burkina Faso, *Tropicultura*, 27, 31-34.
- Pkania C.K., 2016. Genetic diversity of cotton and bacterial blight (*Xanthomonas citri* pv. *malvacearum*) prevalence in Western Kenya. PhD Thesis, Ghent University, Belgium.
- R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sayegh M., 2009. La résistance du cotonnier *Gossypium hirsutum* à la bactériose causée par *Xanthomonas campestris* pathovar *malvacearum* Rôle du gène GhLOX1 dans la réaction hypersensible. Thèse de Doctorat. Ecole Doctorale Sciences et Ingénierie des Ressources, Procédés, Produits, Environnement. Institut National Polytechnique de Lorraine. 180 p.
- Suzor H., Lançon J., Chanselme J-L., 1990. La bactériose du cotonnier au Nord-Cameroun : révision et adaptation des techniques de sélection pour la lutte génétique contre la race 20 de *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*. In : Comité de programme. Compte-rendu. Commission régionale défense des

- cultures IRCT Afrique Centrale. Deguine Jean-Philippe (ed.). Paris: CIRAD-IRCT, 92-102.
- Zhai J., Y. Luo, D. Zheng and X. Huang, 2010. Evaluation of genetic diversity of highly virulent strains of *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* by rep-PCR Fingerprinting. 2010. Journal of Phytopathology 158, 764–768.
- Zinsou V.A., Afouda L.A.C., Hougni A., Affomassè S.S. et Sèkloka E. (2015) Distribution de la bactériose du cotonnier au Bénin et sensibilité des variétés locales à ses attaques, Tropicultura, 33, 1, 55-62.

3.3. Evaluation en milieu contrôlé des performances agrotechnologiques de 7 lignées de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) sélectionnées au Bénin : campagne 2017-2018

Alexis HOUGNI, Charlemagne ABOUA, Déo Gratias HOUGNI, Marius SINHA, Joël LAWSON et Godonou YAVOEDJI, Emmanuel SEKLOKA

Résumé

L'objectif du travail était d'évaluer les caractéristiques agronomiques et technologiques de sept nouvelles lignées de cotonnier (P 625-1, P 746-1, Q 674-2, Q 723-4, Q 792-2, R 663-4, R 689-1) et des variétés en cours de vulgarisation au Bénin (ANG 956, OKP 768 et KET 782). Pour la 3ème année consécutive, des essais variétaux classiques ont été conduits sur 12 Centres permanents d'expérimentation répartis dans 4 zones cotonnières du pays (nord, centre-nord, centre et sud). Le dispositif expérimental est un Bloc Aléatoire Complet à 6 répétitions. Les observations ont essentiellement porté sur les caractères agronomiques et technologiques du cotonnier. Les résultats ont montré que dans la zone cotonnière Nord, les lignées R 663-4 (2663,97 kg/ha) et P 746-1 (2629,33 kg/ha) ont été significativement ($P<0,05$) plus productives que le témoin ANG 956 (2406,26 kg/ha). Dans les zones cotonnières Centre, Centre-Nord et Sud aucune lignée-candidate n'est nettement supérieur au témoin OKP 768 (1063,44 kg/ha). L'analyse de l'ensemble des performances agronomiques et technologiques des fibres permet de retenir les lignées Q 723-4 et R 663-4 comme de potentiels candidats pour l'évaluation variétale en milieu paysan dans les zones Nord et Sud et les lignées Q 723-4 et Q 792-2 dans les zones Centre Nord et Centre.

Mots-Clés : *Essai variétal, coton, rendement en coton graine, Bénin.*

Introduction

L'augmentation de la production et de la productivité agricole constitue l'un des défis majeurs de l'agriculture en Afrique Subsaharienne (Tilman *et al.*, 2002). Il est largement reconnu que la sélection variétale est à la base du succès de la culture cotonnière en Afrique (Dessaw, 2015). La poursuite des efforts pour garantir du matériel végétal hautement performant et résilient sont donc une voie incontournable d'amélioration des rendements de coton au Bénin. C'est pourquoi, le programme d'amélioration variétale du cotonnier au Bénin propose constamment des variétés localement adaptées et de performances inégalées aux acteurs de la filière coton. Ce programme prévoit qu'après plusieurs années d'activités de création et de sélection en station, les meilleures lignées-candidates subissent un test de performance à travers un dispositif d'essais multi-locaux en station et en milieu paysan. L'étape des essais multi-locaux en station a pour but principal d'évaluer l'adaptation desdites variétés à une diversité d'environnements de production (Munro, 1987). En culture cotonnière au Bénin, ces macro-environnements ont été définis par Hogni *et al.* (2016). L'objectif

général de cette activité de recherche est de comparer les performances agronomiques et technologiques des nouvelles lignées de cotonnier (P 625-1, P 746-1, Q 674-2, Q 723-4, Q 792-2, R 663-4, R 689-1) candidates à la vulgarisation à celles des témoins (ANG 956, OKP 768 et KET 782). A cet effet, les essais ont été installés en 2017 en milieu contrôlé (MC) sur 12 Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) répartis dans l'ensemble des zones cotonnières (tableau 104).

Milieu d'étude

Cette évaluation variétale du cotonnier en milieu contrôlé a été conduite au Bénin au cours la campagne agricole 2017-2018. Cette activité a couvert tous les bassins cotonniers du Bénin à travers des essais comparatifs de variétés installés dans 12 Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) (tableau 104).

Tableau 104: Point des essais installés et validés en milieu contrôlé pour la campagne agricole 2017-2018

N°	Zones cotonnières	Centres Permanents d'Expérimentations (CPE)	Nombre d'essais installés	Nombre d'essais validés
1.	Nord	Gogounou, Angaradébou, Gomparou, Soadou, Dassari	5	5
2.	Centre-Nord	Okpara, Monè, Bembèrèkè	3	3
3.	Centre	Gobé, Savalou	2	2
4.	Sud	Kétou, Cana	2	2
Total			12	12

Matériels et méthodes

Les essais ont été installés en 2017 en Milieu Contrôlé (MC) sur 12 Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) répartis dans l'ensemble des zones cotonnières (tableau 105). Sur chaque CPE, un dispositif de BAC à 6 répétitions a permis de comparer 7 nouvelles lignées (P 625-1, P 746-1, Q 674-2, Q 723-4, Q 792-2, R 663-4 et R 689-1) au témoin vulgarisé de chaque zone, ANG 956 pour la zone cotonnière Nord (Atacora-Alibori), OKP 768 pour les zones cotonnière centre et centre-nord (Borgou-Donga-Zou-Colline) et KET 782 pour la zone cotonnière sud (Tableau 105). Ces variétés et lignées étaient issues des travaux d'amélioration intra spécifique de l'espèce *Gossypium hirsutum* L du Centre de Recherche Agricole Coton et Fibres (CRA-CF).

Tableau 105: Nature des lignées mises en comparaison en milieu contrôlé au cours de la campagne agricole 2017-2018

Variétés/lignées	Origine génétique (croisement)	Origine du croisement	Nature objet	Nombre d'années d'évaluation
ANG 956	A 12/.../D 470-3	Bénin	Témoin zone Nord	-
OKP 768	F 145-2 x F 244-1	Bénin	Témoin zones Centre-nord et Centre	-
KET 782	G 165 x CR 92-534	Bénin	Témoin zone Sud	-
P 625-1	I 875-3 x H 279-1	Bénin	Évalué	7ans
P 746-1	I 187-3 x H 279-1	Bénin	Évalué	7ans
Q 674-2	K 173-2 x K 235-2	Bénin	Évalué	5ans
Q 723-4	K 235-1 x Siokra 324	Bénin	Évalué	5ans
Q 792-2	I 188-1 x STAM 18 A	Bénin	Évalué	5ans
R 663-4	M 644-2 x H 782-3	Bénin	Évalué	3ans
R 689-1	M 843-1 x K 195-4	Bénin	Évalué	3ans

Les parcelles élémentaires étaient constituées de 4 lignes de 9m. Les semis ont été réalisés à un écartement de 0,8 x 0,3m et avec un démariage d'un plant par poquet soit une densité de 41.666 plants/ha. L'engrais complexe N₁₄P₁₈K₁₈S₆B₁ a été apporté juste après le semis à 250 kg/ha. En fumure d'entretien, l'urée a été apportée à 45 jours après le semis (JAS) à la dose 50 kg/ha. Deux sarclages et un sarclo-buttage au 50^{ème} jas ont permis de contrôler efficacement les adventices. Pour la protection phytosanitaire des cotonniers en végétation, 12 applications phytosanitaires (emmamectine benzoate, acetamipride pour les 5 premiers traitements ; deltaméthrine et chlorpyrifos ethyl pour les 4 traitements suivants ; deltaméthrine, chlorpyrifos ethyl et acetamipride pour les 3 derniers traitements) ont été effectuées au total au cours du cycle du cotonnier à une fréquence de 7 jours.

Les données collectées étaient agronomiques et technologiques.

○ *Données agronomiques*

Les données agronomiques déterminées ont été les suivantes :

- le rendement en coton graine (Rdt) exprimé en kg/ha : Il a été calculé à partir du poids de la récolte des deux lignes centrales de chaque parcelle ;

- le rendement à l'égrenage a été évalué à partir du regroupement par variété de la production des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Il a été calculé comme le ratio de la quantité de fibre obtenue sur le poids de coton graine égrené à l'usine 20 scies du CRA-CF ;
- le rendement fibres (RF) exprimé en kg/ha : il correspond à la quantité de fibres obtenue sur une superficie d'un hectare. Il est le produit du rendement en coton graine et du rendement à l'égrenage ;
- le seed index (SI) exprimé en g : encore appelé poids de 100 graines non délintées. Il permet d'exprimer la grosseur des graines des variétés.

- *Données technologiques*

L'analyse technologique des fibres a été réalisée par le laboratoire CERFITEX du Mali. Les variables analysées ont été : a) l'indice micronaire (**MIC**), b) la maturité (**MAT**), c) la longueur (**UHML**), d) l'uniformité (**UI**), e) l'indice de fibres courtes (**SFI**), e) la ténacité (**Str**), f) l'allongement (**Elg**), g) la brillance (**Rd**) et h) l'indice de jaune (**+b**). Au regard de l'intérêt accordé par les égreneurs à certaines caractéristiques de la fibre, la longueur UHML et l'indice de jaune ont été les principaux critères qui serviront d'aide au choix des variétés.

L'analyse statistique des données a été faite avec le logiciel R v3.1 en utilisant le package 'agricolae'. Elle a consisté en une analyse de variance (ANOVA) suivant un modèle linéaire simple dans lequel les variables variétés, sites et leur interaction (sites*variétés) ont été considérées comme des facteurs fixes. Les blocs ont été analysés par sites. En cas de différences significatives, il a été procédé à une discrimination des moyennes au seuil de 5% selon la méthode de Student Newman-Keuls.

Résultats

Les caractéristiques technologiques des fibres ayant permis d'apprécier les performances des variétés ont été celles obtenues au cours de la campagne agricole 2015-2016. Dans le choix des lignées pouvant être retenues pour une évaluation en milieu paysan, l'appréciation des performances était faite sur les lignées Q 674-2, Q 723-4, Q 792-2, R 663-4 et R 689-1 puisque les 2 variétés P 625-1 et P 746-1 ont fait l'objet déjà d'une évaluation en milieu paysan.

- ***Performances agrotechnologiques des lignées étudiées dans la zone Nord***

Dans la zone cotonnière Nord, les lignées Q 723-4 et R 663-4 ont présenté des rendements en coton graine et à l'égrenage supérieurs à la variété témoin ANG 956 (tableau 106). Elles possédaient en outre les caractéristiques technologiques supérieures au témoin à l'exception de l'indice de jaune (+1,43 ; +1,51 point respectivement) et du micronnaire (-0,23 ; -0,31 point respectivement) (tableau 107). Ainsi, au vu de ces performances agronomiques et technologiques, ces lignées pouvaient être de potentiels candidats pour l'évaluation de leur performance en milieu paysan.

- ***Performances agrotechnologiques des lignées dans la zone centre-nord***

Aucune des lignées évaluées dans la zone Centre Nord n'était supérieure au témoin pour le rendement en coton graine. Les lignées Q 723-4 et Q 792-2 ont eu une faiblesse au niveau du rendement en coton graine qui était compensé par le rendement à l'égrenage, particulièrement pour la lignée Q 792-2 (tableau 108). En outre ces lignées possédaient les meilleures performances pour les caractéristiques technologiques Mic, Mat, UHML, Str, Rd (tableau 109). Elles pouvaient être retenues pour l'évaluation variétale en milieu paysan.

- ***Performances agrotechnologiques des lignées dans la zone Centre***

Tout comme dans la zone Centre-Nord, aucune lignée candidate n'a réussi à supplanter le témoin OKP 768 pour le rendement en coton graine. Toutefois, Les lignées Q 674-2 et Q 792-2 ont eu de bon rendement à l'égrenage avec de grosses graines pour Q 674-2 (tableau 110). Les lignées Q 723-4 et Q 792-2 ont été de potentiels candidats pour les essais variétaux en milieu paysan. En effet, elles avaient les meilleures fibres en termes de longueur avec cependant un indice de jaune légèrement supérieur à celui de la variété témoin OKP 768 (tableau 111).

- ***Performances agrotechnologiques des lignées dans la zone sud***

Les lignées R 689-1, R 663-4 et Q 723-4 ont eu de bons rendements en coton graine. Leurs rendements à l'égrenage ont été tout aussi bons (tableau 112). Les lignées Q 723-4, Q 792-2 et R 633-4 ont eu de longues fibres et possèdent une coloration moins jaune que le témoin KET 782 (Tableau 113). Les lignées Q 723-4 et R 663-4 ont été éligibles pour subir une évaluation en milieu paysan.

Tableau 106: Performances agronomiques des lignées testées dans la zone Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018

Lignées	Caractéristiques agronomiques			
	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement égrenage (%)	Rendement fibres (kg/ha)	Seed index (g)
ANG 956 (témoin)	2406,26±75,98 c	43,34±0,37 d	1044,22±70,71	8,40±0,34 cd
P 625-1	2525,32±105,30 abc	43,37±0,53 d	1096,88±97,41	9,00±0,07 abc
P 746-1	2629,33±107,08 ab	44,02±0,59 cd	1156,47±106,20	9,11±0,20 ab
Q 674-2	2466,64±95,39 bc	47,08±0,27 a	1160,51±82,04	9,37±0,22 a
Q 723-4	2501,37±91,42 abc	44,45±0,39 bc	1112,25±89,11	9,15±0,20 ab
Q 792-2	2484,62±97,91 abc	46,54±0,40 a	1157,92±91,44	8,33±0,33 d
R 663-4	2663,97±106,06 a	45,11±0,36 b	1202,12±109,53	8,56±0,12 bcd
R 689-1	2541,92±98,48 abc	44,94±0,13 b	1141,37±87,50	9,28±0,26 a
Moyenne	2527,43±34,40	44,85±0,24	1133,97±30,50	8,90±0,10
CV (%)	9,89			
Probabilité	0,0018	1,43e-11	0,1525	0,01278
Signification variétés	**	***	ns	*

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin.

Tableau 107 : Performances technologiques des lignées testées dans la zone Nord /Campagne agricole 2015-2016

Lignées	Caractéristiques technologiques								
	Mic	Mat	UHML (mm)	UI (%)	SFI (mm)	Str g/tex	Elg (%)	Rd	+ b
ANG 956 (témoin)	4,45ab	0,88a	30,45a	84,86a	7,39c	32,21a	3,93e	77,13b	11,52g
P 625-1	4,41b	0,876b	29,34c	83,87b	7,39c	29,42c	4,48c	77,60a	11,92d
P 746-1	4,30cd	0,87d	27,74f	83,05c	8,43a	27,98d	4,91b	77,59a	11,66f
Q 674-2	4,38bc	0,87d	28,70d	83,55bc	7,89b	29,73c	5,23a	73,99e	13,09a
Q 723-4	4,22de	0,868e	30,29a	84,75a	7,26c	31,57a	5,15a	75,25d	12,95b
Q 792-2	4,36bc	0,876b	29,28c	83,30bc	7,99b	29,48c	4,32d	76,62c	12,11c
R 663-4	4,14e	0,866f	29,63b	84,97a	7,22c	30,64b	5,13a	75,51d	13,03ab
R 689-1	4,51a	0,874c	28,02e	83,00c	8,14ab	28,49d	5,11a	77,54a	11,80e
Moyenne	4,34	0,87	29,18	83,92	7,72	29,94	4,78	76,4	12,26
CV (%)	4,42	0,3	1,33	0,91	6,07	3,19	4,75	0,65	1,1
Probabilité	4,12E-15	<2,2e-16	<2,2e-16	1,3E-15	2,68E-13	<2,2-15	<2,2e-16	<2,2e-16	<2,2e-16
Signification variétés	***	***	***	***	***	***	***	***	***

*** : effet significatif à 0,1 %, ** : effet significatif à 1 %, * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin. Une plus faible valeur de +b correspond à un bon indice de jaune

La valeur de l'indice de jaune mesurée par ce laboratoire se trouve être en déphasage (en hausse) par rapport aux valeurs des variétés témoins qui constituent des références. Pour ce faire, une correction de cette variable a été effectuée en prenant comme référence l'écart calculé sur les variétés témoins

Tableau 108 : Performances agrotechniques des lignées évaluées dans la zone Centre-Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018

Lignées	Caractéristiques agronomiques			
	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement égrenage (%)	Rendement fibres (kg/ha)	Seed index (g)
OKP 768 (témoin)	2526,22±214,92 a	45,35±0,36 b	1124,62±259,26	8,70±0,46 b
P 625-1	2307,57±197,50 ab	<u>44,21±0,25 c</u>	1001,72±227,40	8,95±0,23 b
P 746-1	2427,45±217,71 a	<u>43,56±0,34 c</u>	1041,19±260,63	8,58±0,50 bc
Q 674-2	<u>2163,84±192,74 bc</u>	47,06±0,45 a	1002,33±251,75	9,12±0,49 ab
Q 723-4	<u>2022,99±170,41 c</u>	45,42±0,44 b	900,17±196,91	9,30±0,23 a
Q 792-2	2402,96±194,44 a	46,73±0,20 a	1107,68±243,45	<u>8,23±0,32 c</u>
R 663-4	2494,25±226,00 a	45,45±0,47 b	1116,27±277,08	<u>8,43±0,43 c</u>
R 689-1	2389,89±226,67 a	45,14±0,47 b	1061,69±281,29	9,18±0,15 ab
Moyenne	2341,89±72,23	45,36±0,25	1044,46±75,49	8,81±0,13
CV (%)	10,07			
Probabilité	4,515e-09 ***	2,659e-06 ***	0,1411	0,003355 **
Signification variétés	***	***	ns	**

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligne signifie une supériorité au témoin.

Tableau 109 : Performances technologiques des lignées évaluées dans la zone centre- nord /Campagne agricole 2015-2016

Lignées	Caractéristiques technologiques									
	Mic	Mat (%)	UHML (mm)	UI (%)	SFI (mm)	Str (g/tex)	Elg (%)	Rd (%)	+ b	+b corrigé
OKP 768 (témoin)	4,58b	0,88a	29,32a	82,45b	8,73b	28,92a	4,88d	75,13c	11,73b	10
P 625-1	4,43d	0,87bc	28,88b	84,05a	7,57c	28,36ab	5,12cd	75,87b	11,56a	9,83
P 746-1	4,47c	0,87c	27,65d	83,23a	7,88c	27,77bc	5,20c	76,20ab	11,86c	10,13
Q 674-2	4,37e	0,86d	28,54c	83,71a	7,93c	28,46ab	5,65b	74,37d	12,90e	11,17
Q 723-4	4,35e	0,86d	29,63a	84,03a	7,71c	29,16a	5,92a	74,92c	12,55d	10,82
Q 792-2	4,36e	0,87b	28,71b	81,63bc	9,25ab	27,01c	4,52e	75,00c	12,51d	10,78
R 663-4	3,63f	0,85e	28,23c	82,31b	8,87b	26,75c	5,02cd	76,60a	12,53d	10,8
R 689-1	4,71a	0,88a	26,72e	80,97c	9,95a	27,57bc	5,27c	76,56a	11,62ab	9,8
Moyenne	4,36	0,87	28,46	82,8	8,45	28	5,19	75,58	12,16	
CV (%)	0,67	0,31	1,39	0,9	5,67	2,81	3,91	0,44	0,925	
Probabilité	< 2,2E-16	< 2E-16	< 2,2E-16	9,32E-12	1,20E-12	1,63E-07	< 2,2E-16	< 2E-16	< 2,2E-16	
Signification variétés	***	***	***	***	***	***	***	***	***	

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin. Une plus faible valeur de +b correspond à un bon indice de jaune

Tableau 110 : Performances agronomiques des variétés testées dans la zone Centre au cours de la campagne agricole 2017-2018

Lignées	Caractéristiques agronomiques			
	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement égrenage (%)	Rendement fibres (kg/ha)	Seed index (g)
OKP 768 (témoin)	1649,31±129,23 ab	43,73±0,75 b	723,98±171,80	8,78±0,23 cd
P 625-1	1548,61±107,39 abc	<u>42,65±0,27 c</u>	659,77±118,18	8,95±0,30 bc
P 746-1	1475,69±112,47 bc	<u>42,48±0,20 c</u>	626,34±122,37	<u>8,13±0,38 f</u>
Q 674-2	<u>1339,12±79,24 c</u>	46,37±0,10 a	620,87±72,26	9,25±0,20 a
Q 723-4	1387,73±72,88 bc	44,44±0,16 b	616,99±63,37	9,08±0,33 ab
Q 792-2	1428,24±102,25 bc	45,63±0,14 a	651,37±126,81	8,65±0,20 d
R 663-4	1756,94±199,80 a	43,95±0,24 b	773,56±257,54	<u>8,48±0,28 e</u>
R 689-1	1482,64±74,95 bc	44,34±0,08 b	657,60±73,48	8,63±0,18 de
Moyenne	1508,54±41,79	44,20±0,33	666,31±38,38	8,74±0,11
CV (%)	15,58			
Probabilité	0,0006	0,0002698	0,6544	0,0001826

*** : effet significatif à 0,1 %, ** : effet significatif à 1 %, * : effet significatif à 5 %. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin.

Tableau 111 : Performances technologiques des variétés testées dans la zone Centre/Campagne agricole 2015-2016

Lignées	Caractéristiques technologiques									
	Mic	Mat (%)	UHML (mm)	UI (%)	SFI (mm)	Str (g/tex)	Elg (%)	Rd (%)	+ b	+b corrigé
OKP 768 (témoin)	4,52c	0,881ab	29,93a	82,92bc	8,01bc	29,45	4,38c	73,13c	11,30b	10
P 625-1	4,50c	0,880b	29,72ab	84,45a	7,27c	30,27	4,37c	73,80a	10,80a	9,5
P 746-1	4,24e	0,868cd	28,62d	83,7ab	7,88bc	29,15	4,87b	71,68e	11,77d	10,47
Q 674-2	4,29d	0,87c	29,37bc	84,46a	7,37c	30,23	5,1b	70,67g	12,36f	11,06
Q 723-4	4,29d	0,865d	29,99a	84,65a	7,71bc	29,63	5,60a	71,41f	11,87 e	10,57
Q 792-2	4,55b	0,885a	30,21a	83,80ab	8,33ab	29,45	3,88d	72,67d	11,76d	10,46
R 663-4	4,20f	0,867cd	29,06c	84,17a	7,95bc	30,45	5,01b	73,36b	11,55c	10,25
R 689-1	4,62a	0,877b	27,75e	82,25c	8,67a	29,71	4,91b	73,15c	10,80a	9,5
Moyenne	4,4	0,874	29,33	83,8	7,9	29,79	4,76	72,48	11,52	
CV (%)	0,64	0,44	1,43	0,87	6,33	3,11	6,03	0,2	0,7	
Probabilité	< 2,2E-16	4,55E-15	9,30E-16	7,78E-08	1,13E-05	0,06	1,16E-14	< 2E-16	< 2,2E-16	
Signification variétés	***	***	***	***	***	ns	***	***	***	

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin. Une plus faible valeur de +b correspond à un bon indice de jaune

Tableau 112 : Performances agronomiques des lignées testées dans la zone Sud/Campagne agricole 2015-2016

Lignées	Caractéristiques agronomiques			
	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement égrenage (%)	Rendement fibres (kg/ha)	Seed index (g)
KET 782 (témoin)	1063,44±59,78 abc	43,76±0,39 bcd	465,29±9,38	8,08±0,48
P 625-1	1312,23±80,72 a	43,44±0,53 cd	569,71±19,07	7,63±0,08
P 746-1	1201,72±82,46 ab	42,83±0,14 d	514,53±70,20	7,73±0,08
Q 674-2	1048,13±61,88 bc	<u>46,29±0,05 a</u>	485,29±52,87	8,45±0,10
Q 723-4	1142,39±106,99 abc	44,02±0,05 bc	502,77±87,58	7,83±0,57
Q 792-2	929,83±81,29 c	<u>45,97±0,45 a</u>	426,74±73,22	7,10±0,05
R 663-4	1182,51±86,49 ab	44,68±0,16 bc	528,55±59,65	7,38±0,57
R 689-1	1246,84±73,98 ab	44,20±0,43	551,51±40,74	8,13±0,48
Moyenne	1140,88±29,78	44,40±0,30	505,55±18,62	7,79±0,14
CV (%)	18,64			
Probabilité	0,0010 **	0,0007703 ***	0,09007	0,1152
Signification variétés	**	***	ns	ns

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin.

Tableau 113 : Performances technologiques des lignées testées dans la zone sud au cours de la campagne agricole 2017-2018

Lignées	Caractéristiques technologiques									
	Mic	Mat (%)	UHML (mm)	UI (%)	SFI (mm)	Str (g/tex)	Elg (%)	Rd (%)	+ b	+b corrigé
KET 782 (témoin)	4,52c	0,881ab	29,93a	82,92bc	8,01bc	29,45	4,38c	73,13c	11,30b	10
P 625-1	4,50c	0,880b	29,72ab	84,45a	7,27c	30,27	4,37c	73,80a	10,80a	9,5
P 746-1	4,24e	0,868cd	28,62d	83,7ab	7,88bc	29,15	4,87b	71,68e	11,77d	10,47
Q 674-2	4,29d	0,87c	29,37bc	84,46a	7,37c	30,23	5,1b	70,67g	12,36f	11,06
Q 723-4	4,29d	0,865d	29,99a	84,65a	7,71bc	29,63	5,60a	71,41f	11,87e	10,57
Q 792-2	4,55b	0,885a	30,21a	83,80ab	8,33ab	29,45	3,88d	72,67d	11,76d	10,46
R 663-4	4,20f	0,867cd	29,06c	84,17a	7,95bc	30,45	5,01b	73,36b	11,55c	10,25
R 689-1	4,62a	0,877b	27,75e	82,25c	8,67a	29,71	4,91b	73,15c	10,80a	9,5
Moyenne	4,4	0,874	29,33	83,8	7,9	29,79	4,76	72,48	11,52	
CV (%)	0,64	0,44	1,43	0,87	6,33	3,11	6,03	0,2	0,7	
Probabilité	< 2,2E-16	4,55E-15	9,30E-16	7,78E-08	1,13E-05	0,06	1,16E-14	< 2E-16	< 2,2E-16	
Signification variétés	***	***	***	***	***	ns	***	***	***	

*** : effet significatif à 0,1 %. ** : effet significatif à 1 %. * : effet significatif à 5%. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin. Une plus faible valeur de +b correspond à un bon indice de jaune

Discussion

Les variations spatiales des rendements en cotons graine ont pu être observées aisément entre les zones de production comme l'avaient remarqué Hougny *et al.* (2001). Elles ont été considérables pour certains génotypes qui ont mieux extériorisé leur potentiel dans des zones spécifiques. C'est le cas de P 746-1 dans la zone nord et P 625-1 dans la zone sud. Ce qui confirme l'importance des interactions Génotype x Environnement, fondement théorique de la régionalisation variétale à l'échelle nationale. Par contre, d'autres variétés comme la R 663-4 ont maintenu de bonnes performances, quel que soit l'environnement. Elles seraient donc douées d'une bonne stabilité spatiale qui leur permet de s'adapter à plusieurs macro-environnements. En revanche, sur le plan des performances d'égrenage, les variétés Q (Q 674-2, Q 723-4 et Q 792-2) ont les meilleurs rendements à l'égrenage dans toutes les zones cotonnières. Ce qui montre la faible influence de l'environnement sur ce caractère. Il est attendu qu'en affichant cette performance que ces variétés aient les plus petites graines. En effet, le seed index est négativement corrélé avec le rendement à l'égrenage (Dessauw, 2015). Mais les plus grosses graines sont également observées chez ces variétés. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Mergeai *et al.* (1994) qui ont montré lors des travaux d'amélioration interspécifique du cotonnier en République Démocratique du Congo, qu'il est possible de rompre la corrélation négative existant entre le poids de la graine et la quantité de fibres produites. Par conséquent, le développement de nouvelles variétés à très haut rendement à l'égrenage, dont les graines seraient suffisamment grosses pour ne pas passer entre les scies des égreneuses devrait donc être possible soit en exploitant la diversité génétique existante chez les espèces sauvages de cotonnier soit en agissant directement au niveau des gènes contrôlant la formation des fibres (Mergeai, 2006). Dans le cas présent, la seconde possibilité pourrait être plausible de par l'utilisation des parents récurrents (K 173-2, K 235-1 et K 235-2) et plus particulièrement du parent-mère commun (Stam 18 A) utilisés lors du croisement. Pour refléter le potentiel génétique intrinsèque du matériel utilisé, la consistance des résultats ne saurait être appréciée sans une analyse multi-annuelle rigoureuse. En effet, une telle approche a été suggérée par UPOV (2011). Ainsi, pour ce qui est de la stabilité temporelle, les tendances observées en cette année sont dans l'ensemble en phase avec celles des années précédentes (CRA-CF, 2016). Cependant, il a été remarqué que la sécheresse de l'année 2015 n'a pas toujours permis de constater de différences significatives entre variétés. Les caractéristiques technologiques des variétés ont varié d'une zone à une autre. Elles ont été donc influencées par l'environnement et certainement par les conditions culturales et la qualité de l'égrenage (Clouvel *et al.*, 2002). La plupart des

lignées étudiées ont de bonnes caractéristiques technologiques particulièrement pour la longueur de fibre comme il est reconnu pour les variétés africaines (Bourgou et *al.*, 2013). Elles n'ont cependant pas une bonne colorimétrie qui doit être améliorée. Il ressort en combinant les résultats des analyses pluriannuelles des traits agronomiques (CRA-CF, 2017) et ceux technologiques que les lignées Q 723-4 et R 663-4 peuvent être retenues pour subir l'étape d'évaluation en milieu paysan dans les zones nord et sud au cours de la campagne agricole 2018-2019. Dans les zones centre-nord et centre, les lignées Q 723-4 et Q 792-2 sont les meilleures candidates identifiées pour être évaluées.

Conclusion

L'évaluation multi-locale des variétés de cotonnier conduite en 2017-2018 montre que les variétés candidates se sont comportées différemment d'une zone de production à l'autre, particulièrement pour le rendement en coton graine. Cette remarque indique que les interactions Génotype x Environnement sont encore assez fortes pour justifier la régionalisation des variétés de coton en cours. Les analyses pluriannuelles effectuées permettent de tirer des conclusions valides quant au potentiel effectif des rendements des variétés en compétition dans les 4 zones cotonnières. Au plan technologique, les variétés possèdent de bonnes caractéristiques constituant un atout pour la valorisation de la fibre sur le marché international. La colorimétrie de la fibre doit être améliorée en préservant les acquis en termes de longueur et de la ténacité des fibres.

Références bibliographiques

- Bourgou L., Sanfo D. et Diané K. S., 2013. Apports génétiques potentiels de variétés de cotonniers du Brésil à l'amélioration des variétés cultivées des pays du C4: 2. Analyse des caractéristiques technologiques de la fibre. TROPICULTURA, 31 (4) 231-237.
- Aboua D.C., Hougni A., Hougni D.G.J.M., Sinha M.G., Yavoedji G., 2018. Evaluation du rendement en coton-graine de nouveaux génotypes de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) sélectionnés au Bénin. (à paraître).
- Clouvel P., Bachelier B., Cao T-V., Klassou C., Moussa A.A. & Thorr F., 2002, Contribution à l'étude des déterminants de la qualité de fibre de coton au Cameroun, in : Savanes africaines : des espaces en mutations, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun. 11p.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 188 p. Dépôt légal N° 10 006

- du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8.
- Dessaw, D., 2015. La plante et sa sélection. Pages 25-50, In Cretenet, M., Gurlot, J. (eds). Le cotonnier. Agricultures tropicales en poche. Quae-CTA-Presses agronomiques de Gembloux.
- Hougni, A., Imorou, L., Dagoudo, A., Zoumarou-Wallis, N. 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Bénin. European Scientific Journal 36 (12), 210-227.
- Hougni, A., Sêkloka, E., Djaboutou, M., Lançon, J., 2001. Au Bénin, la qualité du coton graine varie suivant les quatre zones agro-écologiques : seed-index, rendement à l'égrenage, longueur, micronaire et couleur. Pages 81-86, In : Actes des journées coton du CIRAD : Montpellier, 23 et 24 juillet 2001. Montpellier, CIRAD-CA.
- Mergeai G., 2006 Contributions possibles des innovations génétiques pour l'amélioration de la compétitivité des filières cotonnières africaines, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2006 10 (4), p 345–350
- Mergeai G., Ndungu V., Follo A., Delhove G., Hofs JL., Baudoin JP., 1994. Choix d'une nouvelle variété pour les zones cotonnières méridionales du Zaïre. Résultats des essais variétaux préliminaires. Bull. Rech. Agron.Gembloux 29, p. 423–447.
- Munro, J. M., 1987. Cotton. Tropical Agriculture Series. John Wiley & Sons, New-York, 436 p.
- Projet d'Appui à la Recherche Agricole au Bénin [PARAB], 1998. Amélioration génétique du cotonnier. Rapport de campagne 1997-1998. INRAB-RCF, CIRAD, Coopération Française, 27 p.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., Polasky, S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418, 671-677.
- Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales [UPOV], 2011. Examining distinctness. TGP/11/1, Geneva, Switzerland, 5 p.

3.4. Evaluation en milieu paysan des performances agronomiques des variétés en fin de sélection dans les zones cotonnières du Bénin

Alexis HOUGNI, Charlemagne ABOUA, Déo Gratias HOUGNI, Marius SINHA, Joël LAWSON, Godonou YAVOEDJI et Emmanuel SEKLOKA

Résumé

Afin de tester la capacité de nouvelles obtentions à remplacer la variété en vulgarisation, les performances agronomiques des deux meilleures lignées issues du milieu contrôlé, P 625-1 et P 746-1, ont été évaluées pour la 3^{ème} année consécutive chez 46 producteurs des 4 zones de production cotonnière du Bénin en 2017. Un dispositif de Bloc Aléatoire Complet (BAC) à 6 répétitions a été à chaque fois utilisé. Les observations ont porté sur les paramètres agronomiques. Dans la zone Nord, avec un rendement en coton graine de 1948,89 kg/ha et un rendement fibre de 878,44, la variété P746-1 s'était montrée supérieure au témoin vulgarisé ANG 956 de +8% et +10% respectivement. Par contre, dans les zones Centre Nord et Centre, la variété témoin OKP 768 a affiché des performances satisfaisantes. Enfin, dans la zone Sud, les 2 lignées P 746-1 et P 625-1 ont d'une façon générale affiché des performances supérieures mais non significatives au témoin KET 782. La réalisation des analyses technologiques des fibres des variétés P 625-1 et P 746-1 va permettre une bonne prise de décision.

Mots-clés : *Coton, variétés, sélection, Bénin*

Introduction

Les activités d'amélioration variétale du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) ont pour finalité la mise au point continue de variétés de cotonnier performantes et répondant aux préoccupations des acteurs de la filière. L'une des principales difficultés lors de la sélection est l'effet élevé de l'interaction génotypes x environnements (Hougni *et al.*, 2013). Ainsi, les nouvelles lignées sélectionnées chaque année à partir du programme de création variétale en station (Hau *et al.*, 1999 ; Lançon *et al.*, 2000a, Lançon *et al.* 2000b), subissent un test de performance à travers des évaluations multilocalisées en milieu contrôlé, puis en milieu réel, sur toute l'étendue du territoire national pour prendre en compte le zonage agroécologique du bassin cotonnier tel que décrit par Hougni *et al.* (2001). L'objectif visé est de tester les capacités de ces nouvelles obtentions variétales à remplacer les variétés en vulgarisation. Le présent rapport vise à rendre compte des travaux réalisés dans ce cadre en 2017-2018 en ce qui concerne les essais multilocalisés en milieu réel.

Matériels et méthodes

Les essais ont été installés en 2017 chez 49 producteurs choisis dans les grandes zones de production (tableau 114) comme décrit par Hougni *et al.* (2016).

Tableau 114 : Point des essais en milieu paysan par zones de production cotonnière

N°	Zones cotonnières	Communes	Nombre d'essais prévus	Nombre d'essais installés	Nombre d'essais validés
1.	Nord	Gogounou, Kandi, Ségbana, Banikoara, Karimama, Kouandé, Péhunco, Boukombé, Matéri, Tanguiéta, Coby, Toucountouna,	21	20	17
2.	Centre-Nord	Tchaourou, N'dali, Sinendé, Bembèrèkè, Nikki, Kalalé, Pèrèrè, Bassila, Djougou, Ouaké	13	12	12
3.	Centre	Savalou, Bantè, Glazoué, Savè	10	8	8
4.	Sud	Zogbodomey, Zakpota, Djidja, Djakotomey, Aplahoué, Kétou	11	9	9
Total		-	55	49	46

Chez chaque producteur, un dispositif de BAC à 6 répétitions a permis de comparer, pour la troisième année consécutive, les deux meilleures lignées issues des essais variétaux multilocaux en 2017, P 625-1 et P 746-1, au témoin vulgarisé de chaque zone, ANG 956 pour la zone Nord, OKP 768 pour les zones Centre-Nord et Centre et KET 782 pour la zone Sud (tableau 115).

Tableau 115 : Origine génétique et caractéristiques des variétés étudiées au cours de la campagne 2017-2018

Variété	Origine génétique (croisement)	Port	Origine du croisement	Nature objet	Nombre d'années de test
ANG 956	A 12/.../D 470-3	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zone Nord	-
OKP 768	F 145-2 x F 244-1	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zones Centre-nord et Centre	-
KET 782	G 165 x CR 92-534	Elancé-arborescent	Bénin	Témoin zone Sud	-
P 625-1	I 875-3 x H 279-1	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué	3
P 746-1	I 187-3 x H 279-1	Elancé-arborescent	Bénin	Évalué	3

Les parcelles élémentaires ont été de 3 lignes de 20 mètres. Les semis, réalisés à 5 graines par poquet, avec un écartement de 0,8 m x 0,4 m, ont été démariés à 2 plants

par poquet soit une densité de 62 500 plants/ha. La conduite de la culture, notamment les fertilisations et les traitements phytosanitaires ont été réalisés conformément aux recommandations de la recherche (CRA-CF, 2018).

L'évaluation du rendement en coton graine a été faite à partir de la récolte de la ligne centrale. L'évaluation des caractéristiques d'égrenage a été faite sur la base du rendement à l'égrenage (RE), le rendement en fibres (Fibre/ha) et le Seed-Index (SI).

Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées suivant un modèle linéaire dans lequel les variables : variété, site et leur interaction (site*variété) sont considérées comme facteurs fixes. En cas de différences significatives, les moyennes ont été discriminées aux seuils de 5% selon la méthode de Student Newman-Keuls. Le package 'agricolae' du logiciel R v3.1 a été utilisé à cet effet.

Résultats

Dans la zone nord, la variété P746-1 a constitué un potentiel candidat pour remplacer la variété ANG 956 en vulgarisation. En effet, elle a eu un rendement en coton graine supérieur de 8% à celui du témoin ($p < 0,001$). Elle avait, en outre, le meilleur rendement fibre. Le gain était de 10% de plus que le témoin ($p < 0,05$) avec un seed index équivalent à celui du témoin (tableau 116).

Enfin les graines de la lignée P625-1 ont été plus grosses que celles du témoin (+0,4g; $p < 0,05$).

Tableau 116: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone nord au cours de la campagne agricole 2017-2018

Variété	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement à l'égrenage (%)	Rendement Fibre (kg/ha)	Seed index (g)
ANG 956 (témoin)	1800,83±65 b	43,34±0,21	792,67±67,81 b	8,00±0,11 b
P 625-1	1775,87±59 b	43,60±0,28	788,86±64,57 b	8,40±0,21 a
P 746-1	1948,89±71 a	43,48±0,28	870,84±82,39 a	8,20±0,16 b
Moyenne	1841,51±31	43,47±0,13	817,46±41,08	8,20±0,10
CV (%)	17,24	-	-	-
Probabilité	3,02e-04***	0,4114ns	0,01465 *	0,01757 *

***=effet significatif à 0,1%; *=effet significatif à 5%; ns=effet non significatif. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls. Le gras souligné signifie une supériorité au témoin.

Dans la zone Centre Nord, la variété OKP 768 en vulgarisation a présenté des performances agronomiques supérieures à celles des autres (tableau 117).

Tableau 117: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Centre Nord au cours de la campagne agricole 2017-2018

Variété	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement à l'égrenage (%)	Rendement Fibre (kg/ha)	Seed index (g)
OKP 768 (témoin)	1698,97±77 a	45,55±0,29 a	773,39±82,76 a	8,23±0,11
P 625-1	1582,03±75 b	43,86±0,29 b	694,81±72,89 b	8,37±0,08
P 746-1	1669,15±75 a	43,90±0,24 b	733,31±73,81 ab	8,20±0,07
Moyenne	1650,05±43	44,44±0,20	733,83±43,29	8,27±0,05
CV (%)	13,38			
Probabilité	8,59e-03**	7,577e-10 ***	0,00813 **	0,1078ns

***=effet significatif à 0,1%; **=effet significatif à 1%; ns=effet non significatif. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

Dans la zone Centre, la lignée P 746-1 a affiché un rendement en coton graine supérieur au témoin avec un faible rendement d'égrenage. Le gain était de 12% de plus que le témoin ($p<0,01$). Quant au rendement fibre, elle avait présenté la même performance ($p<0,05$) que le témoin (tableau 118).

Tableau 118: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Centre au cours de la campagne agricole 2017-2018

Variété	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement à l'égrenage (%)	Rendement Fibre (kg/ha)	Seed index (g)
OKP 768 (témoin)	1400,64±59 b	42,85±0,58 a	586,58±59,41 a	8,53±0,25
P 625-1	1425,00±63 b	42,03±0,41 b	551,45±52,90 b	8,51±0,27
P 746-1	1574,21±65 a	41,47±0,57 b	661,05±45,56 a	8,725±0,40
Moyenne	1467,17±36	42,21±0,31	594,73±30,72	8,59±0,17
CV (%)	20,48	-	-	-
Probabilité	7,74e-03**	0,006927 **	0,01923 *	0,6339ns

**: effet significatif à 1%; *=effet significatif à 5%; ns=effet non significatif. Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

Enfin dans la zone Cotonnière Sud, aucune des variétés testées n'était supérieure à la variété vulgarisée (tableau 119)

Tableau 119: Analyse des performances agronomiques des variétés étudiées en milieu paysan dans la zone Sud au cours de la campagne agricole 2017-2018

Variété	Zone Sud=Zou/Couffo/Plateau			
	Rendement coton graine (kg/ha)	Rendement à l'égrenage (%)	Rendement Fibre (kg/ha)	Seed index (g)
KET 782 (témoin)	938,37±49	43,27±0,55	544,18±71,46	8,41±0,28
P 625-1	993,34±54	42,76±0,40	584,45±81,73	8,47±0,34
P 746-1	956,89±49	42,99±0,31	567,83±70,84	8,26±0,29
Moyenne	962,87±29	43,01±0,24	565,47±41,43	8,38±0,17
Probabilité	0,2964ns	0,3775ns	0,1587ns	0,6424ns

ns=effet non significatif

Discussion

De façon générale, les rendements en coton-graine de la lignée P 746-1 sont plus élevés que ceux des témoins des zones Nord, Centre et Sud. Dans la zone Centre-Nord, à l'exception de la lignée P 746-1 qui a présenté la même performance que le témoin OKP 768 en termes de rendement en coton, aucune des lignées évaluées ne s'est montrée supérieure au témoin qui affiche encore des performances satisfaisantes.

Comme pour la campagne agricole 2015-2016 (*aboua et al.*, 2018), cette étude vient de nouveau confirmer les performances agronomiques des variétés-témoins, notamment celles de la variété OKP 768 dans ses zones de production. Par contre, dans la zone cotonnière Nord, la lignée P 746-1 s'est positionnée comme un bon candidat en remplacement de ANG 956. Son rendement en coton-graine a été également plus élevé que celui du témoin de la zone Sud mais non significatif cette fois-ci. Son rendement à l'égrenage a été, durant cette campagne, pratiquement le même que le témoin mais son rendement en fibres lui est supérieur.

Conclusion

La lignée P746-1 affiche des performances supérieures au témoin dans la zone Nord. Ce qui confirme les résultats des 2 dernières campagnes. Ainsi, il faut envisager de substituer ANG 956 par P 746-1 dans cette zone. Par contre, dans les zones Centre-Nord et Centre, la variété OKP768 demeure la meilleure jusqu'à l'heure actuelle. Enfin, dans le Sud, les lignées P 625-1 et P 746-1 peuvent valablement remplacer KET 782

avec les performances qu'elles affichent durant les 3 campagnes d'évaluation de leurs performances.

Références bibliographiques

Aboua D.C., Hougni A., Hougni D.G.J.M., Sinha M.G., Yavoedji G., 2018. Evaluation du rendement en coton-graine de nouveaux géotypes de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) sélectionnés au Bénin. (à paraître)

Hougni A., Yattara A.A., Djaboutou M.C., Sanfo D., Oueye G.B., da Silva Filho J.L. 2013. Manuel de bonnes pratiques agricoles sur le coton. Amélioration génétique. Cotton-4. Brasilia, DF, Brésil, Embrapa. 36 p.

Hougni, A., Imorou, L., Dagoudo, A., Zoumarou-Wallis, N., 2016. Caractérisation agromorphologique de variétés de cotonnier (*Gossypiumhirsutum*) pour une régionalisation économique pour la production du coton au Benin. European Scientific Journal 36 (12), 210-227.

Hougni, A., Sêkloka, E., Djaboutou, M., Lançon, J., 2001. Au Bénin, la qualité du coton graine varie suivant les quatre zones agro-écologiques : Seed index, rendement à l'égrenage, longueur, micronaire et couleur, In : Actes des journées coton du Cirad : Montpellier, 23 et 24 juillet 2001. Montpellier : CIRAD-CA, pp : 81- 86.

IV. GESTION DES BIOAGRESSEURS DU COTONNIER



Une protection phytosanitaire efficace des cotonniers est un gage d'une amélioration de la productivité et de la qualité des fibres

4.1. Comparaison de produits alternatifs aux pyréthrinoïdes pour la gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera*

Gustave Bonni, Thomas Houndété, Saturnin Azonkpin, Joel Azagba

Résumé

*La gestion de la résistance aux pyréthrinoïdes des chenilles de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1808 (Lépidoptères, Noctuidae), ravageur majeur du cotonnier, est une préoccupation permanente pour l'amélioration des rendements de la culture cotonnière. Par conséquent, divers produits alternatifs aux pyréthrinoïdes ont été comparés sur les Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) d'Angaradébou (Zone cotonnière Nord) et de Savalou (Zone cotonnière Centre) afin d'élargir la gamme des produits alternatifs. Sept (07) insecticides testés ont été comparés à *Thalis 112 EC* (Emamectine 48 g/L- acetamipride 64 g/L), produit de référence à 12-16 g.m.a/ha et à un témoin absolu, dans un dispositif en bloc de Fisher. Les résultats ont montré que la plupart des produits insecticides testés ont été aussi efficaces que le produit témoin de référence. Cependant, *Galil Ultra 396 SC* (Imidacloprid 300 g/L-novaluron 75 g/L-abamectine 21 g/L) testés à 48 et 118,8 g.m.a/ha, a montré pour cette première année d'expérimentation, une faible efficacité pour le contrôle de *H. armigera* (0,18 chenille contre 0,15 sur NT). *Plemax 320 EC* et *Galil Ultra 396 SC* seront reconduits pendant la campagne 2018-2019 pour affiner les résultats. La dose de 2 L/ha de l'extrait de neem s'est montrée insuffisante pour le contrôle de *H. armigera*.*

Mots-clés : *Coton, *Helicoverpa armigera*, insecticides, Produits alternatifs, Bénin.*

Introduction

Au Bénin comme dans la plupart des pays producteurs de coton de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, La production cotonnière et les activités économiques qui lui sont liées font vivre une part importante des populations, participant ainsi à la stabilité économique, sociale et politique du pays. En 2010, le coton mobilisait directement 59,09% des familles de producteurs et à peu près 35% de la population active du pays (DPP/MAEP, 2010b). Du fait de son organisation particulière, la filière génère plusieurs autres emplois dans les secteurs du transport, du commerce et de l'industrie. On estime à plus de 3.500, le nombre d'emplois créés par la seule activité d'égrenage qui s'étend sur 6 mois (Matthess *et al.*, 2005). Les usines d'égrenage, les unités textiles et les huileries qui dépendent de la production cotonnière forment la trame principale du tissu industriel béninois. Les exportations du coton constituent environ 14% du PIB et 80% des recettes d'exportation. A ce titre, le coton représente la principale source de création de richesse au Bénin. Il est donc un important outil de développement et de réduction de la pauvreté. Malheureusement, depuis la fin des années 90, la production cotonnière connaît beaucoup de fluctuations. Les rendements stagnent, voire baissent

(Floquet *et al.*, 2010). Les causes évoquées sont diverses (baisse de la fertilité des sols, évolutions climatiques défavorables aux activités agricoles, faible valorisation des intrants due à leur dispersion sur d'autres cultures qui ne bénéficient pas d'un réseau d'approvisionnement et aux retards de paiement du fonds coton, manque de conseil technique rapproché auprès des producteurs, apparition de phénomènes de résistance aux insecticides chez les populations de ravageurs...) (Djihinto, 1999; Martin *et al.*, 2000 ; Martin *et al.*, 2003 ; Ochou *et al.*, 2012). Pour faire face à certaines de ces difficultés, notamment à la résistance de *H. armigera* aux pyréthrinoides, le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) évalue chaque année l'efficacité biologique de nouvelles molécules. La présente étude a pour objectif de comparer l'efficacité biologique de nouvelles molécules à celles déjà vulgarisées pour une meilleure gestion de la résistance de *H. armigera* au champ.

Zone d'étude

L'expérimentation a été conduite sur les Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) de Angaradébou (3°1'9.47"E, 11°19'50.99"N) dans la zone cotonnière Nord et de Savalou dans la zone cotonnière Centre. Angaradébou est situé à l'extrême Nord-Bénin, dans la commune de Kandi, département de l'Alibori. Le climat est soudano-sahélien à une seule saison de pluie, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 700 et 900 mm. Les sols sont ferrugineux sur socle cristallin avec, près du fleuve Niger, des sols alluviaux. La végétation est savanicole dominée par des épineuses. La période de croissance végétative (PCV) est de 140 jours (CRA-CF, 2017).

La commune de Savalou (1°51'31"E 7°54'30"N) bénéficie d'un climat de type soudano-guinéen avec deux saisons des pluies (de Mars à Juillet et de Septembre à Novembre) et deux saisons sèches (de Décembre à Mars et le mois d'Août). La hauteur moyenne des pluies est de 1150 mm. Les températures sont élevées toute l'année avec des minima qui se situent entre 23 et 24°C et des maxima qui varient de 35 à 36°C. La végétation est composée par endroit de galeries forestières, de forêts denses sèches, semi-décidues, de forêts claires, de savanes boisées, de savanes arbustives et saxicoles (CRA-CF, 2017).

Matériels et méthodes

☞ Matériel végétal

Deux variétés ont été utilisées comme matériel végétal dans le cadre de cette expérimentation. Il s'agissait de la variété OKP 768 utilisée sur le CPE de Savalou et la variété ANG 956 utilisée pour Angaradébou.

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé sur chacun des sites, était un Bloc Aléatoire Complet avec neuf (9) traitements et quatre (4) répétitions. Les parcelles élémentaires ont été constituées de 8 lignes de 9 m dont 6 traitées. Les objets comparés dans le cadre de cette expérimentation ont été présentés dans le tableau 120.

Tableau 120: Objets mis en comparaison

Produit alternatif aux pyrethrinoides	Matières actives et concentrations	Dose (g ma/ha)
Non traité	-	-
Thalis 112 EC(*)	Emamectine 48 g/L- acetamipride 64 g/L	12-16
Radiant 120 EC	Spinétorame 120 g/L	18
Plemax 320 EC (48 ma)	Indoxacarb 240 g/L-Novaluron 80 g/L	48
Plemax 320 EC (32 ma)	Indoxacarb 240 g/L-Novaluron 80 g/L	32
Galil Ultra396 SC	Imidacloprid 300 g/L-bifenthrine 75 g/L-abamectine 21 g/L	118,8
Plant neem	Azadirachtine 0,5% 0,5%	1000
Sibnofos 500	Profenofos 500 g/L	500
Sibemaden 19,2 EC	Emamectine-benzoate 19,2 g/L	12

(*) : *Thalis112 EC* à 0,250 L/ha a été utilisé comme produit de référence

∞ Données collectées

Les données collectées ont concerné ce qui suit :

- (1) le nombre de chenilles carpophages (*Helicoverpa*, *Earias*, *Diparopsis*, *Spodoptera*, *Thaumatotibia*, *Pectinophora*) et le nombre de plants attaqués par *Aphis gossypii* (pucerons) et *Haritalodes derogata*. Ces observations ont été réalisées chaque semaine sur 30 plants, pris par groupe de 5 plants par ligne sur les six lignes centrales, suivant une diagonale ;
- (2) les analyses sanitaires des capsules vertes (ASCV) : Les analyses sanitaires des capsules vertes ont été réalisées sur 50 capsules de même taille (de diamètre supérieur à 2 cm). Elles ont été collectées sur les lignes 2 et 7, chaque semaine du 80^{ème} au 115^{ème} jour après la levée (j.a.l.). Dans chaque parcelle élémentaire, ces capsules ont été réparties en capsules saines (sans dégâts) et attaquées (trouées et piquées, parasitée). Les ravageurs présents ont été identifiés et dénombrés ;
- (3) les analyses sanitaires des capsules mûres (ASCM) : juste après chaque récolte sur la ligne 3 et sur une séquence de 7 m, en laissant 1 m de bordures de part et d'autre de chaque ligne, Le nombre de capsules mûres saines et attaquées (momifiéesmomifiées, percées/trouées ou pourries) a été enregistré. Des échantillons

de coton issus des capsules mûres ont été répartis en coton blanc sain issu des capsules saines, en coton blanc issu des capsules attaquées et en coton jaune. Ces différents échantillons ont été pesés et le pourcentage de coton jaune a été évalué ;

- (5) Récolte : elle a été réalisée sur 4 lignes centrales de 7 m par parcelle élémentaire pour évaluer le rendement.

Analyses statistiques

Les analyses des résultats ont été réalisées à l'aide du logiciel STATSTIX 8.1. Les coefficients de variation calculés sur les variables naturelles non transformées, la transformation retenue pour chaque variable, la valeur du test F de Snedecor pour l'effet blocs et l'effet traitement ont été précisés. Lorsque l'effet traitement est significatif au seuil de 5%, un classement des moyennes est réalisé au moyen du test de Student -Newman -Keuls. Les objets significativement différents l'un de l'autre sont identifiés par des lettres différentes (a, b, c, etc.). La lettre a, est toujours attribuée au meilleur objet, que ce soit le moins attaqué par les déprédateurs ou le plus productif. Les variables ont été transformées sauf le rendement en coton graine.

Résultats et discussion

▪ ***Nombre moyen de chenilles carpophages***

Les résultats issus du comptage des chenilles carpophages sur les CPE d'Angaradébou et de Savalou ont été respectivement présentés dans les tableaux 121 et 122.

Sur le CPE de Angaradébou, trois espèces de chenilles ont été observées (*H. armigera*, *Earias* spp et *D. watersi*). L'analyse de variance a montré que pour la chenille de *H. armigera*, la plupart des produits ont significativement ($P < 0.0000$) réduit la population de cette espèce. Ces résultats confirment une bonne performance de Spinétorame 120 g/L et de Profenofos 500 g/L qui n'ont pas été significativement différents du produit de référence pour le contrôle de ce ravageur. Pour le contrôle de *Earias* spp, les deux nouveaux produits (Spinétorame 120 g/L et de Profenofos 500 g/L) ont été aussi efficaces que le témoin. En effet, les plus faibles populations de *Earias* (moins d'une chenille sur 30 plants) sont enregistrées sur les parcelles traitées au Spinétorame, au Profenofos et au produit de référence. Sur *D. watersi*, outre Azadirachtine 0,5%, tous les produits testés ont significativement ($P < 0.000$) réduit la population de la chenille avec une efficacité similaire à celle du produit de référence (Tableau 121).

Tableau 121: Nombre moyen de chenilles carpophages sur 30 plants à Angaradébou

Produit alternatif aux pyrethrinoïdes	Nombre de chenilles sur 30 plants		
	<i>H. armigera</i>	<i>Earias sp.</i>	<i>D. watersi</i>
Non traité	4,71 f	1,57 c	1,35 c
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	0,62 ab	0,46 a	0,50 ab
Spinétorame 18 gma/ha	0,69 ab	0,43 a	0,48 ab
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	1,60 cd	0,73 bc	0,60 ab
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	1,71 cd	0,68 bc	0,44 a
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	1,94 cd	0,64 bc	0,37 a
Azadirachtine 100 gma/ha	3,01 e	1,01 bc	0,91 bc
Profenofos 500 gma/ha	0,57 a	0,43 a	0,39 a
Emamectine-benzoate 12gma/hal	1,17 c	0,66 bc	0,51 ab
Moyenne	1,78	0,73	0,62
Probabilité	0,0000	0,0000	0,0000

A Savalou, les populations des chenilles de *P. gossypiella* ont été faibles ce qui ne permet pas d'apprécier l'efficacité des différents produits. La plupart des nouveaux produits ont contrôlé significativement ($P=0,000$) la population des chenilles de *H. armigera*. Par rapport à *Earias spp*, les plus faibles niveaux d'infestation ont été observés sur les parcelles traitées au Spinétorame, Profenos et Emamectine-benzoate (Tableau 122). A travers ces résultats, on note également une efficacité de la plupart des produits testés qui ont été tous équivalents au témoin de référence pour le contrôle de *P. gossypiella* et *T. leucotreta*.

Les spinosynes sont une famille d'insecticides à large spectre comprenant le spinosad et le spinétorame, tous dotés d'une structure lactone macrocyclique, isolés de la bactérie du sol AActinomycète *Saccharopolyspora spinosa*, (*Bacteria: Actinobacteridae*) (Mertz et Yao, 1990 ; Sparks *et al.*, 1998). Les spinosynes constituent un groupe important d'insecticides efficaces pour lutter contre les ravageurs importants sur le plan économique au champ et après la récolte. Le large spectre de ces matières actives est dû à leur mode d'action sélectif et unique qui fait de leur utilisation une alternative aux autres insecticides (Zhao *et al.*, 2002). Leur polyvalence dépend de leur mode d'action par contact et par ingestion, ce qui les rend efficace contre de nombreux parasites appartenant aux ordres des lépidoptères, des diptères, des thysanoptères, des coléoptères, des Orthoptères, des hyménoptères et autres (Sparks *et al.*, 1995 ; Bret *et al.*, 1997).

Profenofos est un insecticide organophosphate caractérisé par sa couleur jaune pâle et sa forte odeur d'ail. Ce produit chimique est largement utilisé pour lutter contre les

ravageurs qui ciblent les cultures, notamment les chenilles, les pucerons, les tétranyques et les aleurodes. Profenofos y parvient en inhibant l'action de l'enzyme acétylcholinestérase, une enzyme qui joue un rôle dans la transmission des signaux entre les cellules nerveuses et les cellules musculaires (Testud F., 2001).

Tableau 122: Nombre moyen de chenilles sur 30 plants carpophages à Savalou

Produit alternatif aux pyrethrinoïdes	Nombre de chenilles sur 30 plants			
	<i>H. armigera</i>	<i>Earias spp.</i>	<i>P. gossypiella</i>	<i>T. leucotreta</i>
Non traité	0,15 c	0,20 c	0,15 b	4,18 b
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	0,06 ab	0,18 bc	0,06 a	3,38 ab
Spinétorame 18 gma/ha	0,09 ab	0,02 a	0,02 a	2,43 a
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	0,04 ab	0,13 bc	0,04 a	3,27 ab
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	0,00 a	0,11 bc	0,11 ab	3,63 ab
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	0,18 c	0,11 bc	0,04 a	2,63 a
Azadirachtine 100 gma/ha	0,15 c	0,18 bc	0,02 a	3,27 ab
Profenofos 500 gma/ha	0,02 a	0,04 a	0,04 a	3,29 ab
Emamectine-benzoate 12gma/hal	0,09 ab	0,04 a	0,11 ab	2,95 ab
Moyenne	0,09	0,11	0,07	3,23
Probabilité	0,038	0,141	0,254	0,273

- **Taux de plants attaqués par *Haritalodes derogata* et *Aphis gossypii***

Les deux ravageurs *H. derogata* et *Aphis gossypii*, ont été seulement enregistrés à Savalou. Les résultats de l'évaluation des plants attaqués par ces deux ravageurs sur le CPE de Savalou sont présentés dans le tableau 123.

Tableau 123: Taux de plants attaqués par *H. derogata* et *A. gossypii* à Savalou

Produit alternatif aux pyrethrinoïdes	Pourcentage de plants infestés	
	<i>H. derogata</i>	<i>A. gossypii</i>
Non traité	7,80 b	0,76
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	0,06 a	0,06
Spinétorame 18 gma/ha	0,48 a	0,06
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	0,55 a	0,55
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	2,56 ab	0,55
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	0,76 a	0,34
Azadirachtine 100 gma/ha	4,44 ab	0,13
Profenofos 500 gma/ha	1,66 a	0,00
Emamectine-benzoate 12gma/hal	0,00 a	0,27
Moyenne	2,03	0,30
Probabilité	0,0025	0,5002

L'analyse de variance des pourcentages de plants attaqués n'a pas révélé de différence significative ($P>0,05$) entre les objets comparés pour le taux d'infestation par les pucerons. Par contre, les résultats de l'évaluation des plants attaqués par les chenilles de *H. derogagta* montrent une meilleure performance des produits testés qui, comparativement au produit de référence ne sont pas significativement différents (Tableau 123).

▪ **Analyse sanitaire des capsules vertes**

Les résultats des analyses sanitaires des capsules vertes sont présentés dans les tableaux 124 et 125 respectivement pour le CPE d'Angaradébou et de Savalou.

Tableau 124: Analyse sanitaire des capsules vertes à Angaradébou

Produit alternatif aux pyrethroïdes	Pourcentage de capsules vertes			Nombre de chenilles dans capsules		
	Saines	Trouées	Piquées	<i>H. armigera</i>	<i>Earias</i>	<i>D. watersi</i>
Non traité	86,83 d	9,16 d	4,00 b	1,75	0,50 ab	1,5
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	95,33 a	1,83 a	2,50 a	0,50	0,00 a	0,25
Spinétorame 18 gma/ha	92,33 ab	4,33 cd	3,33 ab	0,50	0,00 a	0,50
Indoxacarb - Novaluron 48 gma/ha	90,66 bc	5,83 bc	3,50 ab	1,00	0,25 ab	0,50
Indoxacarb - Novaluron 32 gma/ha	90,33 bc	6,00 bc	3,66 ab	0,25	0,00 a	1,00
Imidacloprid - bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	88,66 cd	7,50 bc	3,83 ab	1,00	0,50 ab	1,25
Azadirachtine 100 gma/ha	86,83 d	7,50 bc	4,83 b	1,25	1,00 b	1,00
Profenofos 500 gma/ha	95,16 a	8,33 cd	2,50 a	0,00	0,75 b	0,50
Emamectine-benzoate 12gma/hal	91,50 bc	2,33 a	4,16 b	0,50	0,00 a	1,25
Moyenne Probabilité	90,85 0,0000	5,87 0,0000	3,59 0,0257	0,75 0,1530	0,33 0,0063	0,86 0,5741

A Angaradébou, l'analyse statistique a révélé de différence significative ($P<0.05$) entre les objets pour les taux de capsules vertes saines, trouées, piquées et le nombre de chenilles de *Earias* dans les capsules. De cette analyse il ressort que les meilleurs pourcentages de capsules saines ont été obtenus sur les parcelles traitées au

Spinétorame 120 g/L et au profenofos 500 g/L. Quant au pourcentage de capsules trouées, Emamectine-benzoate 19,2 g/L a présenté un taux équivalent à celui du témoin de référence. Les parcelles non traitées et celles traitées à l'Azadirachtine 0,5% et à Emamectine-benzoate 19,2 g/L ont obtenu les taux de capsules piquées les plus élevés. Pour le nombre de chenilles de *Earias*, en dehors de Azadirachtine 0,5% et de Profenofos, tous les autres produits testés n'ont pas été significativement ($P>0,05$) différents du produit témoin (tableau 124).

D'une façon générale, la pression parasitaire a été faible à Savalou au cours de la campagne. L'analyse des résultats d'évaluation de l'état sanitaire des capsules vertes à Savalou, a montré qu'il existe de différence significative ($P<0,05$) entre les objets pour le taux de capsules vertes parasitées et le nombre de chenilles de *T. leucotreta*. Pour ces deux variables, aucune différence significative ($P>0,05$) n'a été observée entre les produits testés et le produit de référence. Toutefois, il est observé une meilleure performance de Spinétorame 120 g/L, Indoxacarb 240 g/L-Novaluron 80 g/L, Profenofos 500 g/L, Azadirachtine 0,5%, qui ont significativement ($P<0,05$) réduit le taux de capsules parasitées comparativement au témoin non traité (Tableau 125).

Tableau 125: Analyse sanitaire des capsules vertes à Savalou

Produit alternatif aux pyrethrinoides	Taux de capsules vertes (%)			Nombre chenilles (<i>T. leucotreta</i>) / 100 cap.
	Saines	Trouées	Parasitées	
Non traité	91,00	1,00	2,68 b	2,50 b
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	90,31	0,75	1,50 ab	1,18 a
Spinétorame 18 gma/ha	85,31	0,31	1,25 a	0,56 a
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	84,93	0,56	1,56 ab	0,43 a
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	85,68	1,18	0,85 a	0,56 a
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	85,25	0,31	1,37 ab	0,56 a
Azadirachtine 100 gma/ha	85,18	0,43	0,87 a	0,62 a
Profenofos 500 gma/ha	85,12	0,37	1,25 a	0,75 a
Emamectine-benzoate 12gma/hal	84,31	0,18	1,31 ab	1,18 a
Moyenne	90,85	5,87	3,59	0,75
Probabilité	0,078	0,364	0,008	0,0002

▪ **Analyse sanitaire des capsules mûres**

Les résultats de l'analyse sanitaire des capsules mûres sur le CPE d'Angaradébou (Tableau 126) ont révélé qu'il y a de différence significative ($P<0,05$) entre les objets pour les taux de capsules saines, de capsules chenillées et le taux de coton jaune. En effet, pour les capsules chenillées, outre l'Azadiraethtine 0,5 %, tous les nouveaux

produits ont réduit significativement ($P < 0,000$) et autant que le produit de référence les taux de capsules. Par contre, au niveau des taux de capsules saines et de coton jaune, les meilleures performances ont été obtenues au niveau de Spinétorame 120 g/L et Profenosfos 500 g/L qui avaient engendré à la fois les plus faibles taux de coton jaune et de meilleurs taux de capsules mûres saines (Tableau 126).

Tableau 126: Analyse sanitaire des capsules mûres à Angaradébou

Produit alternatif aux pyrethrinoides	Taux de capsules mûres (%)				Taux coton jaune.
	Saines	Chenillées	Piquées	Momifiées	
Non traité	34,43 b	51,51 b	13,4	0,66	10,71 b
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	59,55 ab	17,25 a	21,61	1,59	3,56 ab
Spinétorame 18 gma/ha	55,16 a	16,85 a	26,35	1,63	2,19 a
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	63,47 a	20,32 a	14,54	1,66	3,45 ab
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	45,73 ab	31,18 a	21,72	1,35	6,52 ab
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	63,21 a	19,61 a	15,79	1,39	3,77 ab
Azadirachtine 100 gma/ha	35,51 b	51,43 b	12,65	0,41	7,55 ab
Profenofos 500 gma/ha	67,18 a	12,14 a	19,03	1,64	1,64 a
Emamectine-benzoate 12gma/hal	47,63 ab	31,31 a	18,48	2,56	5,25 ab
Moyenne	52,43	27,96	18,17	1,43	4,96
Probabilité	0,010	0,000	0,739	0,326	0,037

Sur le CPE de Savalou, l'analyse des résultats de l'évaluation de l'état sanitaire des capsules mûres n'a révélé de différence significative ($< 0,05$) qu'au niveau du taux de capsules mûres trouées. En effet, les taux de capsules mûres trouées ont été significativement ($P < 0,05$) faibles au niveau des parcelles traitées quel que soit le produit utilisé. Par ailleurs, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été enregistrée entre les nouveaux produits testés et le produit de référence (Tableau 127).

Tableau 127: Analyse sanitaire des capsules mûres à Savalou

Produit alternatif aux épyréthrinoides	Taux de capsules mûres (%)					Taux coton jaune.
	Saines	Trouées	Piquées	Pourries	Momifiées	
Non traité	41,63	27,1 b	23,02	3,24	5,00	3,35
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	56,34	15,34 a	21,77	2,56	3,99	2,12
Spinétorame 18 gma/ha	59,36	14,22 a	19,47	2,51	4,45	2,50
Indoxacarb n- Novaluron 48 gma/ha	50,16	18,88 a	23,73	2,33	4,89	2,65
Indoxacarb n- Novaluron 32 gma/ha	51,37	16,83 a	24,44	2,95	4,41	2,87
Imidacloprid - bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	56,99	14,11 a	21,59	2,69	4,61	2,48
Azadirachtine 100 gma/ha	51,54	16,77 a	23,54	2,76	4,39	3,15
Profenofos 500 gma/ha	55,86	15,25 a	22,89	2,19	3,79	2,13
Emamectine-benzoate 12 gma/ha	60,99	13,34 a	19,55	2,68	3,49	2,55
Moyenne Probabilité	53,80 0,242	16,87 0,000	22,22 0,865	2,66 0,835	4,34 0,844	2,64 0,849

▪ ***Rendement de coton graine***

Les résultats de l'évaluation de rendement en coton graine sur les deux CPE (Tableau 128) ont montré qu'il n'y a pas eu de différence significative ($P > 0,05$) entre les objets comparés sur le CPE de Savalou. Par contre à Angaradébou, en dehors du biopesticide Azadirachtine 0,5%, tous les produits ont généré des rendements coton graine significativement ($P < 0,05$) plus élevés que celui obtenu sur les parcelles non traitées. Tous les produits ont été équivalents au témoin de référence pour cette variable.

Tableau 128: Rendement coton graine à Angaradébou et Savalou

Produit alternatif aux pyrethriinoïdes	Rendement coton graine (kg/ha)	
	Angaradébou	Savalou
Non traité	1022 c	1563
Emamectine - acetamipride (12-16 gma/ha) (Référence)	2094 ab	1942
Spinétorame 18 gma/ha	2268 a	1920
Indoxacarb -Novaluron 48 gma/ha	2116 ab	1942
Indoxacarb -Novaluron 32 gma/ha	2102 ab	1853
Imidacloprid -bifenthrine-abamectine 118,8 gma/ha	1920 ab	1853
Azadirachtine 100 gma/ha	1358 bc	1741
Profenofos 500 gma/ha	2219 ab	2054
Emamectine-benzoate 12gma/hal	2080 ab	1786
Moyenne	1909	1850
Probabilité	0,005	0,734

Conclusion

La plupart des produits insecticides testés ont été aussi efficaces que le produit témoin de référence. Cependant Plemax 320 EC et Galil Ultra 396 SC testés à 48 et 118,8 gma/ha respectivement, ont montré pour cette première année d'expérimentation, une faiblesse sur le contrôle de *H. armigera* et de *Earias* spp. La dose de 2 L/ha de l'extrait de neem s'est montrée aussi faible pour le contrôle de *H. armigera*.

Références bibliographiques

- Bret B.L., Larson L.L., Schoonover J. R., Spark T.C., Thompson G.D, 1997. Biological properties of spinosad. - Down Earth 52 : 6-13.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 188 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8.
- Djihinto A., 1999. Résistance aux pyréthriinoïdes observée chez *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptère, Noctuidae) Ravageurs du cotonnier au Nord Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etudes approfondies, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, 36 p.
- DPP/MAEP (Direction de la Programmation et de la Prospective/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2010. Annuaire statistique : campagnes agricoles 2008 et 2009. DPP/MAEP-PADSA/DANIDA, Cotonou.

- Floquet, A., Amadji, F., Gerardeaux, E., Okry, F., 2002. Etude des facteurs de stagnation de la culture cotonnière au Bénin. Rapport principal, Mai-Juin 20002. CRA-CF, Cotonou.
- Matthess, A., van den Akker, E., Chougourou, D., Midingoyi, S., 2005. Le coton au Benin : compétitivité et durabilité de cinq systèmes culturels cotonniers dans le cadre de la filière. GmbH/GTZ-MAEP, Cotonou.
- Martin T., Ocho G., Hala-N'klo F., Vassal J.M., Vaissayre., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in West Africa. Pest management. Sc. 56 (6) : 549-554.
- Martin T., 2003. La résistance aux insecticides de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en Afrique de l'Ouest : du mécanisme à la gestion. Thèse de doctorat de l'université de Toulouse III, discipline chimie. pp : 1-80.
- MERTZ F.P., YAO R.C., 1990. *Saccharopolyspora spinosa* sp. nov. isolated from soil collected in a sugar rum still. - Int. J. Syst. Bacteriol. 40: 34-39.
- Ocho O.G., Doffou M.N., N'goran E.K., Kouassi P.K., 2012. Impact de la Gestion de la Résistance aux pyréthrinoides par les principaux ravageurs du cotonnier. Journal Applied of Bioscience. 53: 3831-3847.
- Testud F. 2001. Insecticides organophosphorés, carbamates anti-cholinestérasiques et pyréthrinoides de synthèse. In: Testud F, Garnier R, Delemotte B, editors. Toxicologie humaine des produits phytosanitaires. Pp. 67-116.
- Zhao, J.Z, LI Y.X., COLLINS H.L., GUSUKUMA-MINUTO L. Mau., R.F.L, Thompson G.D., Shelton A.M., 2002. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad. - J. Econ. Entomol. 9: 430-436.

4.2. Analyse de l'efficacité de diverses formulations de binaires aphicides et assimilées en culture cotonnière au Bénin

Thomas Houndété, Gustave Bonni, Saturnin Azonkpin, Joel Azagba

Résumé

Une étude d'efficacité de trois (03) insecticides binaires aphicides a été réalisée au cours de la campagne agricole 2017-2018, sur trois Centres Permanents d'Expérimentations (CPE) du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). L'étude a été conduite dans un dispositif expérimental de Bloc de Fisher composé de cinq (05) traitements ou formulations binaires aphicides répétés 4 fois. Les résultats obtenus ont montré que les insecticides testés ont été aussi efficaces que l'insecticide de référence, pour le contrôle du puceron *Aphis gossypii*, de *Syllepte derogata* et de certains carpophages comme *Helicoverpa armigera*, *Earias* spp et *Pectinophora gossypiella*. De plus, pour une deuxième année consécutive, l'insecticide Siblambdace 35 EC (Lambdacyalothrine 20 g/L-Acetamipride 15 g/L) à 20-15 gma/ha a fait preuve de son efficacité sur les piqueurs suceurs.

Mots clés : Coton, *A. gossypii*, binaires aphicides, efficacité, Bénin

Introduction

L'activité agricole occupe plus de 70% des populations béninoises, contribue à 40% du Produit Intérieur Brut (PIB) et assure à plus de 80% les recettes d'exportation (Agbohessi *et al.*, 2012). La filière coton quant à elle seule, domine avec plus de 74% les exportations (Agbohessi *et al.*, 2012). Cette culture est aussi la plus attaquée par les ravageurs dont les lépidoptères et les piqueurs suceurs (Celini, 2001; Carletto *et al.*, 2009 ; Houndété *et al.*, 2010). Pour lutter contre ces insectes, plusieurs méthodes sont utilisées, notamment la lutte chimique (Magnin *et al.*, 1987; Bonni *et al.*, 2017). L'utilisation prolongée de ces insecticides chimiques provoque souvent chez les ravageurs la résistance (Acheleke, 2009; Dong *et al.* 2009 ; Ashraf *et al.*, 2010 ; Djihinto *et al.*, 2012). La résistance se traduit par une inefficacité des produits utilisés sur les ravageurs visés et elle engendre généralement une perte énorme pour les cotonculteurs. Cette situation est une préoccupation permanente de la recherche cotonnière qui développe des stratégies pour la gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides de synthèse. Au nombre de ces stratégies figurent le renouvellement et l'élargissement de la gamme des produits pesticides utilisés pour la culture cotonnière. En effet, le CRA-CF/INRAB conduit chaque campagne agricole, des études d'efficacité d'un certain nombre de formulations de binaires aphicides sur CPE.

La présente étude réalisée au cours de la campagne agricole 2017-2018 a pour objectif de tester l'efficacité biologique de quelques binaires aphicides sur les ravageurs du cotonnier.

Localisation des Centres d'expérimentation

Cette étude a été conduite sur les CPE de Kétou (Zone cotonnière Sud), de Gogounou (Zone cotonnière Nord) et dans la Ferme d'Angaradébou (Zone cotonnière Nord).

Le CPE de Kétou, de coordonnées géographiques 2°36'41"E ; 7°18'46"N, est situé à environ 7 km environs à l'Ouest de la ville.

Le CPE de Gogounou de coordonnées géographiques 2°50'E, 10°51'N est situé à environ 7 km de Gogounou au nord dans le département de l'Alibori.

La ferme d'Angaradébou de coordonnées géographiques X 0500981, Y 1253065, est située à environ 35 km de Kandi dans la commune de Kandi.

Matériels et méthodes

∞ Matériel végétal

Les variétés de cotonnier ANG 956 et KET 782 issues des travaux d'amélioration intraspécifique de l'espèce *Gossypium hirsutum* L du CRA-CF ont été utilisées pour la conduite des essais.

∞ Dispositif expérimental

Le dispositif était un bloc de Fisher à 5 objets répétés 4 fois. Les parcelles élémentaires étaient composées de 8 lignes de 9 m dont 6 traitées. Les objets mis en comparaison ont été présentés dans le tableau 129.

Tableau 129: Objets mis en comparaison pour les tests en station

Formulation binaire aphicide	Matières actives	Doses g m.a./ha
Témoin absolu (Non Traité)	-	-
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	Bifenthrine 120 g/L-acetamipride 32 g/L	30-8
Acero 84 EC	Isoclast 48 g/L + Lambdacyalothrine 36 g/L	24-18
Crotale 46 EC	Indoxacarb 30 g/L-acétamiprid 16 g/L	30-16
Siblambdace 35 EC	Lambdacyalothrine 20 g/L-Acetamipride 15 g/L	20-15

∞ Application des produits

Au Nord, les trois premiers traitements ont été réalisés aux 35, 49 et 63^{ème} j.a.l; au sud, les deux premiers traitements ont été réalisés aux 40 et 54^{ème} j.a.l. avec Emastar 112 EC (Emamectine 48 - acetamipride 64) à la dose de 12-16 gma/ha. Le troisième traitement au sud a été réalisé au 68^{ème} j.a.l. avec Chlorpyriphos-éthyl 600-Cyperméthrine 72 à la dose de 300-36 gma/ha. Les quatre derniers traitements au nord ont été réalisés aux 77, 91, 105 et 119^{ème} j.a.l. et au sud au 82, 96, 110 et 124^{ème} j.a.l. avec les produits comparés.

∞ Données collectées, Paramètres mesurés et analyse statistique

Les variables mesurées ont porté sur le nombre de plants attaqués par *A. gossypii*, la mouche blanche *Bemisia tabaci*, les *Jassides*, *Jacobiella fascialis* et autres chenilles carpophages.

Des capsules vertes (50 capsules/parcelle) et capsules mûres (sur une séquence de 7 m/parcelle) ont été collectées pour une étude d'analyse sanitaire des capsules vertes et des capsules mûres.

Enfin, la récolte sur 2 lignes centrales de 7 m chacune, a été réalisée pour une évaluation du rendement de coton graine.

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel SAS version 9.1.3 (Cary, 2000-2004) et les moyennes ont été séparées par le test de Student-Newman-Keuls (SNK) lorsqu'il a existé de différence significative.

Résultats et Discussion

∞ Résultats sur CPE de Kétou

▪ *Pourcentage de plants attaqués par Aphis gossypii à Kétou*

Les résultats obtenus au niveau des plants attaqués ont montré que seuls les pucerons ont été observés sur le CPE de Kétou (Tableau 130). Les pourcentages obtenus ont varié de $0,00 \pm 0,00$ à $0,15 \pm 0,08$ respectivement pour Siblambdace 35 EC et le témoin de référence, Callifan Extra 152 EC. Sur les parcelles traitées au Siblambdace 35 EC, aucun puceron n'a été observé. L'analyse statistique des données n'a montré aucune différence significative ($p=0,75$) entre les objets comparés.

Tableau 130: Pourcentage de plants attaqués par les pucerons ± ES à Kétou

Formulation binaire aphicide	Pourcentage plants attaqués puceron
Témoin absolu (Non Traité)	0,07 ± 0,07
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	0,15± 0,08
Acero 84 EC	0,15 ± 0,15
Crotale 46 EC	0,07 ± 0,07
Siblambdace 35 EC	0,00 ± 0,00
Probabilité	0,75

ES : Erreur Standard p : probabilité

▪ **Nombre cumulé de chenilles carpophages sur 30 plants à Kétou**

Les résultats obtenus au niveau du parasitisme ont montré que hormis les piqueurs-suceurs, d'autres espèces de carpophages étaient présentes sur le CPE de Kétou (tableau 131). Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été obtenue entre les parcelles traitées et les parcelles non traitées pour les cinq espèces de chenilles observées.

Tableau 131: Nombre cumulé de chenilles carpophages à Kétou

Formulation binaire aphicide	Nombre de chenilles/30 plants ± ES				
	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i> spp	<i>Spodoptera</i>	<i>Pectino</i>
Témoin absolu (Non Traité)	8,50 ± 2,10	0,00±0,00	1,75±0,63	0,00±0,00	0,00±0,00
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	5,00±0,91	0,00±0,00	0,75±0,25	0,00±0,00	0,75±0,75
Acero 84 EC	7,75±2,81	0,00± 0,00	0,25± 0,25	0,25±0,25	0,00±0,00
Crotale 46 EC	3,75±0,48	0,25±0,25	0,75± 0,25	0,00±0,00	0,25± 0,25
Siblambdace 35 EC	4,00 ± 0,71	0,25 ± 0,25	0,75 ± 0,48	0,00±0,00	0,00±0,00
Probabilité	0,19	0,57	0,17	0,43	0,51

ES : Erreur Standard p : probabilité

▪ **Analyse sanitaire des capsules vertes à Kétou**

Les résultats de l'analyse sanitaire des capsules vertes ont été présentés dans les tableaux 128 et 129. Ces résultats ont montré que le pourcentage de capsules saines le plus élevé (76,08%) a été obtenu avec Siblambdace 35 EC et le plus faible (68,08%) sur les parcelles non traitées (tableau 132). L'analyse statistique des données n'a montré aucune différence significative entre objets au seuil de 5%.

Tableau 132: Analyse sanitaire des capsules vertes à Kétou

Formulation binaire aphicide	Taux de capsules vertes $\pm$ ES			
	<i>Saines</i>	<i>Trouée</i>	<i>Parasitées</i>	<i>Piquées</i>
Témoin absolu (Non Traité)	68,08 $\pm$ 1,73	5,50 $\pm$ 0,61	22,42 $\pm$ 1,09	4,25 $\pm$ 0,927
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	71,17 $\pm$ 1,51	3,92 $\pm$ 0,98	19,08 $\pm$ 1,54	5,84 $\pm$ 0,48
Acero 84 EC	70,25 $\pm$ 3,06	3,92 $\pm$ 0,92	20,08 $\pm$ 2,81	4,92 $\pm$ 0,95
Crotale 46 EC	73,50 $\pm$ 2,48	2,25 $\pm$ 0,39	19,67 $\pm$ 2,44	4,58 $\pm$ 0,28
Siblamdace 35 EC	76,08 $\pm$ 0,92	3,41 $\pm$ 0,97	15,50 $\pm$ 1,35	5,00 $\pm$ 0,71
Probabilité	0,12	0,13	0,22	0,61

ES : Erreur Standard p : probabilité

Les résultats du comptage des chenilles carpophages dans les capsules vertes lors des analyses sanitaires à Kétou (Tableau 133) ont montré que les produits utilisés ont contrôlé différemment les chenilles observées. Sur *Helicoverpa armigera*, Crotale 46 EC a été le meilleur produit à contrôler ce ravageur comparé aux autres produits et surtout à Acero 84 EC avec une différence significative ($p=0,02$) au seuil de 5%. En dehors de Acero 84 EC, l'efficacité de Crotale 84 EC a été équivalente aux autres produits utilisés y compris le témoin de référence, Callifan Extra 152 EC. Pour les autres ravageurs observés, les effets des différents produits utilisés ont été les mêmes.

Tableau 133: Nombre moyen de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Kétou

Formulation binaire aphicide	Nombre moyen de chenilles / 50 capsules $\pm$ ES				
	<i>H. armigera</i>	<i>Diparo</i>	<i>Earias spp</i>	<i>Pectino</i>	<i>Crypto</i>
Témoin absolu (Non Traité)	0,21 $\pm$ 0,04ab	0,04 $\pm$ 0,04	0,37 $\pm$ 0,17	0,37 $\pm$ 0,07	0,13 $\pm$ 0,07
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	0,17 $\pm$ 0,07ab	0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,07	0,71 $\pm$ 0,11	0,17 $\pm$ 0,07
Acero 84 EC	0,33 $\pm$ 0,07a	0,00 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,04	0,37 $\pm$ 0,14	0,13 $\pm$ 0,08
Crotale 46 EC	0,04 $\pm$ 0,04b	0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,12	0,23 $\pm$ 0,08	0,21 $\pm$ 0,16
Siblamdace 35 EC	0,17 $\pm$ 0,00ab	0,04 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,10	0,33 $\pm$ 0,12	0,16 $\pm$ 0,09
Probabilité	0,02	0,57	0,35	0,07	0,97

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnène ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Analyse sanitaire des capsules mûres à Kétou**

Les résultats obtenus de l'analyse sanitaire des capsules mûres ont montré que l'efficacité des produits en étude a été supérieure ou équivalente à celle du témoin de référence Callifan Extra 152 EC pour les pourcentages de capsules saines et le pourcentage de coton jaune (tableau 134). L'analyse statistique des données ont montré que les binaires aphicides testés ont été équivalents au témoin de référence au seuil de 5%.

Tableau 134: Analyse sanitaire des capsules mûres à Kétou

Formulation binaire aphicide	Taux de capsules mûres± ES (%)					Taux coton jaune
	Saines	Chenillées	Piquées	Pourries	Momifiées	
Témoin absolu (Non Traité)	29,98±4,28b	24,89±1,55a	36,36±3,23	0,00±0,00	8,77±1,99	8,74±1,31a
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	41,43±5,14ab	21,13±1,55ab	29,55±2,87	0,32±0,32	7,57±1,45	6,26±0,61ab
Acero 84 EC	51,81±2,53a	16,47±0,97b	25,01±2,74	0,29±0,29	6,42±2,26	4,42±0,15b
Crotale 46 EC	41,66±5,54ab	18,30±2,77b	35,05±5,87	0,17±0,17	4,80±1,03	5,97±1,35ab
Siblamdace 35 EC	49,80±5,67a	14,98±1,26b	25,31±1,38	0,25±0,25	9,65±3,51	4,26±0,75b
Probabilité	0,04	0,01	0,11	0,87	0,57	0,03

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Rendement de coton graine à Kétou**

Les valeurs du rendement coton graine sur le CPE de Kétou ont varié entre 754,46 ±141,99 (Acero 84 EC) et 1000,00 ± 273,84 kg/ha (Crotale 46 EC) (Tableau 135). L'analyse statistique des résultats n'a révélé aucune différence significative (p=0,94) entre les objets.

Tableau 135: Rendement de coton graine à Kétou

Formulation binaire aphicide	Rendement (kg/ha) ± ES
Témoin absolu (Non Traité)	790,18±183,47
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	919,64±226,17
Acero 84 EC	754,46±141,99
Crotale 46 EC	1000,00±273,84
Siblamdace 35 EC	897,32±297,32
Probabilité	0,94

E=Erreur S = Standard

∞ Résultats du CPE de Gogounou

▪ **Pourcentage de plants attaqués à Gogounou**

Les résultats ont indiqué (Tableau 136) que les pourcentages de plants attaqués par les pucerons ont varié entre $26,94 \pm 2,63 \%$ (Acero 84 EC) et $70,76 \pm 1,84 \%$ (parcelles non traitées). L'efficacité des produits en étude a été meilleure à celle du témoin de référence Callifan Extra 152 EC qui à son tour a présenté une efficacité meilleure au témoin non traité pour les pucerons. L'analyse statistique des données a montré une différence significative ($P < 0,05$) entre les produits pour le contrôle des pucerons. Pour les autres ravageurs (Syllepte, *B. tabaci* et Jasside), aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements au seuil de 5% (Tableau 136).

Tableau 136: Pourcentage de plants attaqués à Gogounou

Formulation binaire aphicide	Pourcentage de plants attaqués $\pm$ ES			
	Puceron	<i>H. derogata</i>	<i>B. tabaci</i>	Jasside
Témoin absolu (Non Traité)	$70,76 \pm 1,84a$	$4,23 \pm 4,23$	$36,32 \pm 6,13$	$16,39 \pm 1,62$
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	$43,88 \pm 3,48b$	0 ± 0	$25,14 \pm 3,36$	$13,12 \pm 0,71$
Acero 84 EC	$26,94 \pm 2,63c$	$0,07 \pm 0,07$	$24,02 \pm 1,12$	$14,44 \pm 1,93$
Crotale 46 EC	$32,01 \pm 2,71c$	0 ± 0	$27,57 \pm 4,48$	$14,24 \pm 1,31$
Siblambdace 35 EC	$27,85 \pm 1,61c$	0 ± 0	$27,98 \pm 2,74$	$16,04 \pm 1,68$
Probabilité	0,000	0,44	0,25	0,54

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnène ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Nombre cumulé de chenilles carpophages sur 30 plants à Gogounou**

Les binaires aphicides testés à l'instar du témoin de référence n'ont pas maîtrisé *H. armigera*. Le nombre moyen de chenilles enregistré n'a pas été statistiquement ($P > 0,05$) différent de celui du témoin non traité. Par contre ces binaires aphicides ont réduit significativement ($P < 0,05$) le nombre moyen de *Earias* spp par rapport au témoin non traité (Tableau 137).

Tableau 137: Nombre cumulé de chenilles carpophages sur 30 plants à Gogounou

Formulation aphicide	binaire	Nombre de chenilles/30 plants $\pm$ ES		
		<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias spp</i>
Témoin absolu (Non Traité)		4,50 $\pm$ 1,32ab	0,50 $\pm$ 0,28	10,75 $\pm$ 1,60a
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)		5,50 $\pm$ 1,04a	0 $\pm$ 0	4,00 $\pm$ 1,41b
Acero 84 EC		3,75 $\pm$ 0,75ab	0,25 $\pm$ 0,25	2,25 $\pm$ 0,47b
Crotale 46 EC		1,75 $\pm$ 0,25b	0,75 $\pm$ 0,47	2,50 $\pm$ 1,04b
Siblambdace 35 EC		3,00 $\pm$ 0,41ab	0,50 $\pm$ 0,50	2,75 $\pm$ 1,25b
Probabilité		0,04	0,63	0,000

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ Analyse sanitaire des capsules vertes à Gogounou

Les résultats de l'analyse sanitaire des capsules vertes à Gogounou ont été présentés dans le tableau 138.

D'une manière générale, les pourcentages de capsules saines obtenus ont été élevés sur tout l'ensemble des parcelles qu'elles soient traitées ou non dans l'analyse sanitaire des capsules vertes sur le CPE de Gogounou (Tableau 138). Les pourcentages ont varié entre 83,30 $\pm$ 0,90% (parcelles non traitées) et 89,50 $\pm$ 0,68 % (Crotale 46 EC). Pour cette même variable, l'efficacité des produits en étude a été meilleure que celle du témoin de référence Callifan Extra 152 EC. L'analyse statistique des données a révélé de différence significative ($P < 0,05$) entre objets (Tableau 138).

Tableau 138: Analyse sanitaire des capsules vertes saines et attaquées à Gogounou

Formulation aphicide	binaire	Taux de capsules vertes $\pm$ ES			
		<i>Saines</i>	<i>Trouées</i>	<i>Parasitées</i>	<i>Piquées</i>
Témoin absolu (Non Traité)		83,30 $\pm$ 0,90b	6,60 $\pm$ 1,06	3,20 $\pm$ 1,12	6,90 $\pm$ 0,75
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)		84,30 $\pm$ 1,84b	7,50 $\pm$ 1,84	1,60 $\pm$ 0,28	6,60 $\pm$ 0,47
Acero 84 EC		88,90 $\pm$ 0,85a	4,50 $\pm$ 0,72	0,60 $\pm$ 0,47	6,50 $\pm$ 1,32
Crotale 46 EC		89,50 $\pm$ 0,68a	4,10 $\pm$ 0,55	1,30 $\pm$ 0,53	5,10 $\pm$ 0,34
Siblambdace 35 EC		88,10 $\pm$ 0,44a	5,30 $\pm$ 1,27	1,80 $\pm$ 0,38	4,70 $\pm$ 0,91
Probabilité		0,002	0,26	0,11	0,28

ES : Erreur Standard p : probabilité

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

Les résultats du comptage des chenilles carpophages dans les capsules vertes lors des analyses sanitaires à Gogounou ont montré que les produits utilisés ont contrôlé différemment les chenilles observées (Tableau 139). Les nombres de *Earias* spp obtenus ont varié entre $0,20 \pm 0,08$ (Siblamdace 35 EC) et $0,95 \pm 0,26$ (non traitées). Les produits Crotale 46 EC et Siblamdace 35 EC ont été les meilleurs à contrôler *Earias* spp comparés aux parcelles non traitées. Toutefois, ces produits ont été équivalents au témoin de référence Callifan Extra 152 EC. L'analyse statistique des données relatives à *Earias* spp, a montré une différence significative ($P < 0,05$) entre objets. Pour *H. armigera* et *D. watersi*, aucune différence significative n'a été obtenue entre les produits utilisés au seuil de 5% (Tableau 139).

Tableau 139: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Gogounou

Formulation binaire aphicide	Nombre moyen de chenilles / 50 capsules		
	<i>H. armigera</i>	<i>Diparo</i>	<i>Earias</i> spp
Témoin absolu (Non Traité)	$0,20 \pm 0,08$	$0,10 \pm 0,10$	$0,95 \pm 0,26a$
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	$0,60 \pm 0,22$	$0,10 \pm 0,10$	$0,45 \pm 0,09ab$
Acero 84 EC	$0,55 \pm 0,09$	$0,15 \pm 0,09$	$0,25 \pm 0,15 b$
Crotale 46 EC	$0,35 \pm 0,15$	$0,00 \pm 0,00$	$0,45 \pm 0,05ab$
Siblamdace 35 EC	$0,40 \pm 0,08$	$0,05 \pm 0,05$	$0,20 \pm 0,08b$
Probabilité	0,28	0,72	0,02

ES : Erreur Standard p : probabilité

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Analyse sanitaire des capsules mûres à Gogounou**

Les résultats obtenus de l'analyse sanitaire des capsules mûres ont montré que l'efficacité des produits testés a été équivalente à celle du produit de référence Callifan Extra 152 EC pour les pourcentages de capsules saines, chenillées et le pourcentage de coton jaune (Tableau 140). Tous ces produits ont présenté une différence significative entre eux et le témoin absolu au seuil de 5%.

Tableau 140: Analyse sanitaire des capsules mûres à Gogounou

Formulation binaire aphicide	Taux de capsules mûres (% $\pm$ ES)					Taux de coton jaune
	Saines	Chenillées	Piquées	Pourries	Momifiées	
Témoin absolu (Non Traité)	30,89 $\pm$ 3,17b	11,22 $\pm$ 1,67a	52,24 $\pm$ 2,07	1,98 $\pm$ 0,20	3,66 $\pm$ 0,326	10,93 $\pm$ 1,44a
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	38,67 $\pm$ 2,18a	6,57 $\pm$ 0,69b	49,72 $\pm$ 2,34	2,00 $\pm$ 0,71	3,04 $\pm$ 0,37	5,73 $\pm$ 0,86b
Acero 84 EC	44,26 $\pm$ 2,44a	5,05 $\pm$ 0,567b	45,93 $\pm$ 2,32	1,73 $\pm$ 0,35	3,03 $\pm$ 0,39	4,60 $\pm$ 0,79b
Crotale 46 EC	43,59 $\pm$ 2,46a	4,56 $\pm$ 0,64b	46,25 $\pm$ 2,62	2,33 $\pm$ 0,47	3,26 $\pm$ 0,49	5,51 $\pm$ 1,61b
Siblambdace 35 EC	44,44 $\pm$ 2,24a	4,62 $\pm$ 0,63b	46,32 $\pm$ 2,32	1,97 $\pm$ 0,53	2,65 $\pm$ 0,50	6,83 $\pm$ 1,06b
Probabilité	0,007	0,0007	0,27	0,939	0,56	0,016

ES : Erreur Standard p : probabilité

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Rendement de coton graine à Gogounou**

L'analyse des résultats de l'évaluation des rendements en coton graine a été présentée dans le tableau 141. Les valeurs de rendement ont varié entre 2040,18 $\pm$ 172,88 (parcelles non traitées) et 2580,36 $\pm$ 201,56 kg/ha (Crotale 46 EC). L'analyse statistique des données n'a révélé aucune différence significative entre objets au seuil de 5%.

Tableau 141: Rendement de coton graine à Gogounou

Formulation binaire aphicide	Rendement (kg/ha $\pm$ ES)
Témoin absolu (Non Traité)	2040,18 $\pm$ 172,88
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	2415,18 $\pm$ 97,09
Acero 84 EC	2205,36 $\pm$ 160,63
Crotale 46 EC	2580,36 $\pm$ 201,56
Siblambdace 35 EC	2223,22 $\pm$ 173,20
Probabilité	0,22

ES : Erreur Standard p : probabilité

80 Résultats de la Ferme d'Angaradébou

▪ **Pourcentage de plants attaqués par *B. tabaci* et les jassides à Angaradébou**

Les résultats de pourcentages de plants attaqués sur la ferme d'Angaradébou ont montré que seuls les mouches blanches et les jassides ont été observés lors de la collecte des données (Tableau 142). L'analyse statistique des données n'a révélé aucune différence significative en matière d'efficacité entre les produits utilisés au seuil de 5%.

Tableau 142: Pourcentage de plants attaqués par les Bemisia et les jassides

Formulation binaire aphicide	Taux de plants attaqués± ES	
	<i>B. tabaci</i>	<i>Jassides</i>
Non Traité	0,55±0,11	0,28±0,11
Témoin absolu (Non Traité)	0,42±0,14	0,14±0,08
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	0,28±0,11	0±0
Acero 84 EC	0,42±0,17	0,21±0,13
Crotale 46 EC	0,07±0,07	0,07±0,07
Probabilité	0,13	0,26

ES : Erreur Standard p : probabilité

▪ **Nombre cumulé de chenilles carpophages sur 30 plants à Angaradébou**

D'une manière générale, les résultats obtenus au niveau du parasitisme ont montré que sur la ferme d'Angaradébou, les chenilles exocarpiques de même que la chenille endocarpique *Pectinophora gossypiella* ont été observées (Tableau 143).

Bien que les nombres des ravageurs observés au niveau des parcelles non traitées soient importants, comparés aux parcelles traitées, l'analyse statistique des données n'a révélé aucune différence significative pour les produits utilisés au seuil de 5%.

Tableau 143: Nombre de chenilles carpophages à la ferme d'Angaradébou

Objets	Nombre de chenilles/30 plants± ES			
	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias spp</i>	<i>Pectino</i>
Témoin absolu (Non Traité)	2,50±1,32	1,75±0,47	2,75±1,25	0,50±0,28
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	1,25±0,63	1,75±0,75	0,75±0,47	0,25±0,25
Acero 84 EC	1,75±0,25	1,00±0,71	0,25±0,25	0±0
Crotale 46 EC	1,00±0,71	1,00±0,71	0,50±0,28	0,50±0,28
Siblamdace 35 EC	1,50±0,50	1,25±0,75	1,00±0,41	0,25±0,25
Probabilité	0,69	0,86	0,10	0,57

ES : Erreur Standard p : probabilité

▪ **Analyse sanitaire des capsules vertes à la Ferme d'Angaradébou**

Les résultats d'analyse sanitaire des capsules vertes ont montré que l'état sanitaire des parcelles traitées aux binaires aphicides testés ainsi qu'au témoin de référence Callifan Extra 152 EC ont été meilleurs que celui sur les parcelles non traitées. L'analyse statistique des données a révélé de différence significative entre objets au seuil de 5% pour ces deux variables. Toutefois, les résultats ont été similaires pour les capsules

parasitées et piquées avec les parcelles traitées ou non. Aucune différence significative ($P>0,05$) n'a été obtenue entre objets pour ces deux dernières variables (tableau 144).

Tableau 144: Pourcentage de capsules vertes saines et attaquées à Angaradébou

Formulation binaire aphicide	Pourcentage de capsules vertes $\pm$ ES			
	<i>Saines</i>	<i>Trouées</i>	<i>Parasitées</i>	<i>Piquées</i>
Témoin absolu (Non Traité)	48,49 $\pm$ 1,62b	23,58 $\pm$ 0,83a	10,42 $\pm$ 0,44	17,42 $\pm$ 1,53
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	66,66 $\pm$ 2,16a	13,00 $\pm$ 0,36b	7,99 $\pm$ 0,71	12,33 $\pm$ 1,28
Acero 84 EC	63,41 $\pm$ 1,98a	13,50 $\pm$ 0,32b	10,16 $\pm$ 1,35	12,91 $\pm$ 0,58
Crotale 46 EC	61,50 $\pm$ 1,54a	13,66 $\pm$ 0,49b	9,33 $\pm$ 1,27	15,00 $\pm$ 0,55
Siblambdace 35 EC	62,49 $\pm$ 1,87a	14,16 $\pm$ 0,86b	9,41 $\pm$ 0,42	13,92 $\pm$ 1,62
Probabilité	0,0001	0,0001	0,42	0,06

ES : Erreur Standard

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

Le nombre moyen de chenilles carpophages observé dans les capsules vertes a été faible pour l'ensemble des parcelles qu'elles soient traitées et non (Tableau 145).

L'analyse statistique des données n'a révélé aucune différence significative au seuil de 5%.

Tableau 145: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules vertes à Angaradébou

Formulation binaire aphicide	Nombre moyen de Chenilles / 50 capsules $\pm$ ES			
	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias spp</i>	<i>P. gossypiella</i>
Témoin absolu (Non Traité)	0,75 $\pm$ 0,32	0,17 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,15	0,08 $\pm$ 0,08
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	0,50 $\pm$ 0,06	0,04 $\pm$ 0,04	0,25 $\pm$ 0,11	0 $\pm$ 0
Acero 84 EC	0,21 $\pm$ 0,10	0,08 $\pm$ 0,04	0,08 $\pm$ 0,05	0,08 $\pm$ 0,05
Crotale 46 EC	0,29 $\pm$ 0,18	0,21 $\pm$ 0,04	0,25 $\pm$ 0,05	0,04 $\pm$ 0,04
Siblambdace 35 EC	0,21 $\pm$ 0,07	0,04 $\pm$ 0,04	0,33 $\pm$ 0,18	0,08 $\pm$ 0,08
Probabilité	0,20	0,20	0,58	0,81

ES : Erreur Standard

▪ **Analyse sanitaire des capsules mûres à la Ferme d'Angaradébou**

Les résultats de l'analyse sanitaire des capsules mûres ont été présentés dans le tableau 146. De ces résultats, il ressort que l'efficacité des produits testés a été

équivalente à celle du produit de référence Callifan Extra 152 EC pour l'ensemble des paramètres mesurés. Mais, pour le pourcentage de capsules momifiées, l'efficacité des produits Acero 84 EC et du témoin de référence a été meilleure par rapport au produit Siblamdace 35 EC. L'analyse statistique des données du paramètre du pourcentage des capsules momifiées montre qu'il existe une différence significative entre le produit Siblamdace 35 EC et les produits Acero 84 EC et le témoin de référence Callifan Extra 152 EC au seuil de 5%.

Tableau 146: Nombre de chenilles carpophages dans les capsules mûres à la Ferme d'Angaradébou

Formulation binaire aphicide	Taux de capsules mûres (%) $\pm$ ES					Taux coton jaune
	Saines	Chenillées	Piquées	Pourries	Momifiées	
Témoin absolu	75,38 $\pm$ 3,70	11,58 $\pm$ 1,86	6,14 $\pm$ 1,15	3,11 $\pm$ 0,85	3,77 $\pm$ 0,26ab	2,91 $\pm$ 0,60
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	79,52 $\pm$ 1,15	10,23 $\pm$ 1,88	4,44 $\pm$ 2,01	2,47 $\pm$ 0,42	3,34 $\pm$ 0,58b	2,36 $\pm$ 0,35
Acero 84 EC	79,96 $\pm$ 1,95	9,45 $\pm$ 1,03	5,82 $\pm$ 1,53	1,96 $\pm$ 0,51	2,81 $\pm$ 0,57b	1,97 $\pm$ 0,23
Crotale 46 EC	74,36 $\pm$ 2,12	14,38 $\pm$ 1,86	4,68 $\pm$ 0,81	2,62 $\pm$ 0,41	3,96 $\pm$ 0,27ab	2,72 $\pm$ 0,69
Siblamdace 35 EC	72,64 $\pm$ 2,19	13,48 $\pm$ 1,88	5,39 $\pm$ 1,11	3,39 $\pm$ 0,82	5,09 $\pm$ 0,21a	2,32 $\pm$ 0,25
Probabilité	0,17	0,26	0,88	0,55	0,019	0,64

ES : Erreur Standard

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

▪ **Rendement en coton graine à la Ferme d'Angaradébou**

Les résultats ont montré que les rendements ont varié entre 881,69 $\pm$ 46,87 kg/ha (parcelle non traitée) et 1705,36 $\pm$ 222,61 kg/ha (Acero 84 EC).

L'analyse statistique des données a montré qu'il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les objets comparés. Toutefois, les tendances ont montré de meilleurs résultats au niveau des parcelles traitées avec des rendements en coton graine les plus élevés (Tableau 147).

Tableau 147: Rendement en coton graine à la Ferme d'Angaradébou

Formulation binaire aphicide	Rendement (kg/ha ± ES)
Témoin absolu (Non Traité)	882±46,87 b
Callifan Extra 152 EC (Témoin de référence)	1451±106,23 ab
Acero 84 EC	1706±222,61 a
Crotale 46 EC	1429±111,51 ab
Siblambdace 35 EC	1255 ±245,21 ab
Probabilité	0,03

ES : Erreur Standard

Les chiffres accompagnés d'une même lettre dans une même colonnne ne sont pas significativement différents entre eux.

Conclusion

Des résultats obtenus de l'expérimentation des trois (03) binaires aphicides à savoir Acero 84 EC (Isoclast 48 g/L + Lambdacyalothrine 36 g/L) à 24-18 gma/ha, Crotale 46 EC (Indoxacarb 30 g/L-acétamiprid 16 g/L) à 30-16 gma/ha et Siblambdace 35 EC (Lambdacyalothrine 20 g/L-Acetamipride 15 g/L) à 20-15 gma/ha comparés au témoin de référence, Callifan Extra 152 EC (Bifenthrine 120 g/L-acetamipride 32 g/L) à 30-8 gma/ha, sur les CPE de Kétou, de Gogounou et la Ferme d'Angaradébou, montrent que:

- les produits testés au cours de la campagne agricole 2017-2018 sur les CPE sont aussi efficaces que le produit de référence, Callifan Extra 152 EC pour le contrôle des pucerons, des chenilles de *Syllepte* et de certaines chenilles carpophages comme *H. armigera*, *Earias* spp et *P. gossypiella*;
- pour une deuxième année consécutive, le produit Siblambdace 35 EC (Lambdacyalothrine 20 g/L-Acetamipride 15 g/L) utilisé à 20-15 gma/ha fait preuve de son efficacité sur les piqueurs suceurs.

Références bibliographiques

- Achaleke J., Martin T., Ghogomu T. R., Vaissayre M. and Brevault T., 2009. Esterase-mediated resistance to pyrethroids in field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Central Africa. *Pest Manag Sci* 2009; 65: 1147–1154.
- Agbohessi T. Prudencio, Toko I. I., Attakpa Y. E. et Kestemont P., 2012. Synthèse des caractéristiques physico-chimiques et effets écotoxicologiques du Tihan 175 O-TEQ utilisé dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5): 2280-2292.

- Ashraf O. El-Latif A. and Subrahmanyam B., 2010. Pyrethroid resistance and esterase activity in three strains of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 96 (2010) 155–159.
- Carletto J., Martin T., Vanlerberghe-Masutti F. and Brevault T., 2009. Insecticide resistance traits differ among and within host races in *Aphis gossypii*. *Pest Manag Sci.* 7 p.
- Cary N. C., 2000-2004. Help and Documentation. SAS Institute Inc., SAS 9.1.3.
- Celini L., 2001. Le puceron du cotonnier. *Insecte* 122 (3): 7-10.
- Djihinto C. A., Katary A., Djaboutou C. M., Prudent P., Menozzi P. and Atachi P., 2012. Variation in biological parameters of cypermethrin resistant and susceptible strains of *Helicoverpa armigera* from Benin Republic, West Africa. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6: 931-940.
- Feng Y. T., Wu Q. J., Xu B. Y., Wang S. L., Chang X. L., Xie W. & Zhang Y. J., 2009. Fitness costs and morphological change of laboratory-selected thiamethoxam resistance in the B-type *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *J. Appl. Entomol.* 133: 466-472.
- Houndété T. A., 2010. Résistance de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) aux insecticides: mécanismes enzymatiques et implications dans la gestion des populations. Thèse de doctorat Unique. Université de Lomé, Togo. 142p.
- Houndété T. A., Kétoh G. K., Hema O. S. A., Brévault T., Glitho I. A. and Martin T., 2010. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Manag. Sci.* 66: 1181-1185.
- Magnin M., Kljrtak D., Nicole Pasteur N., 1987. Caractérisation des estérases chez des larves du complexe *Simulium damnosum* résistantes aux insecticides organophosphorés. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XXV, n° 2: 57-62.
- Rust M. K. and Saran R. K., 2008. Toxicity, Repellency, and Effects of Acetamiprid on Western Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *J. Econ. Entomol.* 101(4): 1360-1366.
- Wang D., Qiu X., Ren X., Niu F. and Wang K., 2009. Resistance selection and biochemical characterization of spinosad resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 95: 90-94.

4.3. Efficacité des produits binaires acaricides à dose forte d'Organophosphorés acaricides pour la lutte contre les ravageurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) dans la zone cotonnière Centre du Bénin.

Saturnin AZONKPIN, Gustave BONNI, Thomas HOUNDETE, Joël AZAGBA, Armel AOUCO

Résumé

Pour l'amélioration de la production cotonnière au Bénin, le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) mène des actions pour réduire les dommages causés par les bio-agresseurs en mettant à la disposition des cotonculteurs, de pesticides efficaces et variés. L'étude sur l'expérimentation des binaires acaricides à dose forte d'Organophosphorés, visait à tester l'efficacité de Bella 624 EC (Deltaméthrine 24 g/L-chlorpyrifos ethyl 600 g/L) et Sibcyfluchloros 318 EC (Cyfluthrine 18 g/L-Chlorpyrifos-ethyl 300 g/L) sur les acarins, les phyllophages et les carpophages. Cette expérimentation a été conduite sur les CPE de Gobé et de Savalou. Le dispositif utilisé était un bloc aléatoire complet avec 4 objets (Non traité, Pyro FTE 672 EC (Cyperméthrine 72 g/L -chlorpyrifos-ethyl 600 g/L), Bella 624 EC et Sibcyfluchloros 318 EC), en 4 répétitions. Une analyse de variance suivie de la séparation des moyennes avec le test de Student Newman-Keuls (SNK) a permis de comparer les traitements. Les acarins ont été absents dans cet essai. Cependant, les résultats ont révélé que Sibcyfluchloros 318 EC et Bella FTE 624 EC ont réduit significativement le taux de capsules vertes percées de 1,66% (Non traité) à respectivement 0,33% et 0,83%. Ces produits ont été équivalents à Pyro FTE 672 EC (0,50%). Les produits comparés notamment Bella 624 EC utilisé à 12 g ma/ha de Deltaméthrine et 300 g ma/ha de chlorpyrifos ethyl et Sibcyfluchloros 318 EC utilisé à 18 g ma/ha de Cyfluthrine et 300 g ma/ha de Chlorpyrifos-ethyl s'étaient montrés équivalents au témoin de référence Pyro FTE 672 EC utilisé à 36 g ma/ha de Cyperméthrine et 300 g ma/ha de chlorpyrifos-ethyl). Ils ont pu maîtriser les ravageurs majeurs du cotonnier à Gobé et à Savalou. Ces produits peuvent être utilisés pour contrôler ces ravageurs majeurs du cotonnier.

Mots clés : *Binaires acaricides, efficacité, ravageurs, centre du Bénin, cotonnier*

Introduction

Le cotonnier (*Gossypium hirsutum*) est une plante hôte qui héberge plusieurs ravageurs du semis jusqu'à l'ouverture des capsules en passant par la levée, la floraison et la fructification. Parmi ces ravageurs, une dizaine d'espèces présentent une réelle importance économique au Bénin (Katary, 2003). Les acarins causent d'important dégât et réduisent la production de coton graines de 11 % (Oliveira et Calcagnolo, 1974). Pour faire face à ces problèmes et éviter les phénomènes de résistance, plusieurs matières actives sont utilisées en mélange (Katary et Djihinto, 2007). Les pyréthrinoides, les organophosphorés potentialisants aphicides et acaricides

sont utilisés respectivement contre les carpophages, les piqueurs suceurs et les acariens ou phyllophages (Silvie *et al.*, 2013). Actuellement, les insecticides utilisés dans le bassin cotonnier béninois sont pour la plupart des binaires acaricides ou aphicides constitués soit de Pyréthrinoïdes et Organophosphorés ou de Pyréthrinoïdes et Néonicotinoïdes à travers les matières actives telles que : indoxacarb, émamectine benzoate, spinetoram, lambdacyhalothrine, cyperméthrine, bifenthrine, profenofos, chlorpyrifos, éthyl diméthoate, acétamipride, etc. (MAEP, 2014).

La mise à disposition de pesticides efficaces et variés aux cotonculteurs est l'une des principales actions que mène le CRA-CF pour une gestion efficace des bio-agresseurs (dont les acariens) afin d'améliorer la performance technique de la culture cotonnière au Bénin. C'est dans cette optique que la présente étude vise à tester l'efficacité biologique des binaires acaricides dont Bella 624 EC (Deltaméthrine 24 g/L - chlorpyrifos-Ethyl 600 g/L) et Sibcyfluchloros 318 EC (Cyfluthrine 18 g/L-Chlorpyrifos-Ethyl 300 g/L) sur les ravageurs majeurs du cotonnier dans les zones à forte infestation d'acariens au cours de la campagne 2017-2018.

Zone d'étude

Cette expérimentation a été réalisée dans la zone de production cotonnière Centre-Bénin sur les CPE de Gobé dans la commune de Savè et celui de Savalou. Le CPE de Gobé, de coordonnées géographiques 2°25'6"E, 8°00'149"N, est situé à environ 7 km au sud de la Commune de Savè dans le département des Collines. La commune appartient à la pénéplaine cristalline ondulée et de faible altitude variant entre 200 et 300 mètres. Le climat est de type soudanien. La végétation est faite de la savane parsemée d'arbres et d'arbustes. Il y subsiste encore des îlots de forêts dont la forêt classée de l'Ouémé. Les sols qu'on y rencontre sont des sols ferrugineux tropicaux qui du fait de l'exploitation humaine font place par endroit aux sols latéritiques infertiles. Quant à la commune de Savalou, elle bénéficie d'un climat de type soudano-guinéen avec deux saisons des pluies (de Mars à Juillet et de Septembre à Novembre) et deux saisons sèches (de Décembre à Mars et le mois d'Août). La hauteur moyenne des pluies est de 1150 mm. Les températures sont élevées toute l'année avec des minima qui se situent entre 23 et 24°C et des maxima qui varient de 35 à 36°C. La végétation est composée par endroit de galeries forestières, de forêts denses sèches, semi-décidues, de forêts claires, de savanes boisées, de savanes arbustives et saxicoles (CRA-CF, 2017).

Matériel et méthodes

La variété de cotonnier OKP 768 issue des travaux d'amélioration intraspécifique de l'espèce *Gossypium hirsutum* L. du CRA-CF a été utilisée pour la conduite des essais sur les CPE (Zone cotonnière Centre).

Le dispositif expérimental utilisé a été un Bloc aléatoire complet à quatre (4) objets et quatre répétitions. Les objets mis en comparaison étaient : Non traité (témoin absolu), Pyro FTE 672 (Cypermethrine 72 g/L -chlorpyrifos ethyl 600 g/L) à 36-300 g ma/ha (témoin de référence), Bella 624 EC (Deltaméthrine 24 g/L -chlorpyrifos Ethyl 600 g/L) à 12-300 g ma/ha, Sibcyfluchloros 318 EC (Cyfluthrine 18 g/L-Chlorpyrifos-ethyl 300 g/L) à 18-300 g ma/ha (tableau 148). Chaque parcelle élémentaire était composée de 8 lignes de 9 m dont 6 traitées. Pour la protection phytosanitaire des cotonniers Sept (07) applications phytosanitaires ont été effectuées au total au cours du cycle du cotonnier, à une fréquence de 14 jours. Les applications phytosanitaires ont été réalisées entre le 35^{ème} et le 119^{ème} jours après la levée (j.a.l.). Les produits comparés (les deux nouveaux produits et le produit de référence) ont été appliqués lors des cinq derniers traitements (T3 à T7) et les deux (2) premiers traitements ont été faits en couverture uniforme avec Emastar 112 EC (Emamectine benzote 48 g/L - acétamipride 64 g/L) à la dose de 0,25 L/ha au 35^{ème} et 49^{ème} j.a.l.

Pour la conduite de la culture, le semis a été fait à 5 graines par poquet suivant l'écartement de 0,8 m entre lignes et 0,40 m entre poquets. Un démariage à deux plants par poquet a été effectué une quinzaine de jours après la levée. L'engrais complexe $N_{14}P_{23}K_{14}S_5B_1$ a été apporté juste après le semis à 250 kg/ha. En fumure d'entretien, l'urée a été apportée à 45 jours après le semis (JAS) à la dose 50 kg/ha. Deux sarclages et un sarclo-buttage au 50^{ème} j.a.s. ont permis de contrôler efficacement les adventices.

Les données collectées ont porté sur quatre groupes de ravageurs à savoir les ravageurs des organes végétatifs (*Syllepte derogata*, *Anomis flava* et *Spodoptera littoralis*), les acariens (*Polyphagotarsonemus latus*) ; les insectes piqueurs-suceurs notamment les pucerons (*Aphis gossypii*) et les aleurodes (*Bemisia tabaci*); les endocarpiques (*Pectinophora gossypiella*, *Thaumatotibia leucotreta*) et les exocarpiques (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi* et *Earias* spp). Ainsi, le dénombrement des chenilles majeures du cotonnier, le nombre de plants attaqués par les acariens, les chenillesphyllophages et les pucerons sur 30 plants, l'analyse sanitaire des capsules vertes sur 50 capsules et celle des capsules mûres collectées par séquence de 7 m sur la ligne N°3 et la récolte de coton graine pour l'évaluation du rendement en coton graine ont été réalisés. L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel Statitix version 8.0. Elle a consisté dans un premier temps

en une analyse de variance puis à la séparation des moyennes par le test Student Newman Keuls lorsqu'il existe de différences significatives. Aussi, certaines données ont-elles été transformées avant l'ANOVA. Ainsi, les variables exprimées en pourcentage, ont été transformées en Bliss (x) tandis que les nombres de chenilles ont été transformés en Log (x+1).

Tableau 148 : Objets mis en comparaison dans l'essai binaire acaricide à forte dose d'Organophosphoré

Formulation binaire acaricide	Matières actives et concentrations	Dose	
		(g ma/ha)	(L/ha)
Non traité	-	-	-
Pyro FTE 672*	Cypermethrine 72 g/L -chlorpyrifos ethyl 600 g/L	36-300	0,5
Bella 624 EC	Deltaméthrine 24 g/L -chlorpyrifos Ethyl 600 g/L	12-300	0,5
Sibcyfluchloros 318 EC	Cyfluthrine 18 g/L-Chlorpyrifos-ethyl 300 g/L	18-300	1

(*): Pyro FTE 672 EC a été utilisé comme produit de référence

Résultats

∞ Résultats du CPE de Gobé

▪ Nombre de chenilles carpophages sur plants

L'analyse des résultats, du nombre de chenilles carpophages sur plant, a montré l'inexistence de différence significative entre les objets comparés au seuil de 5%. En effet, peu de chenilles carpophages ont été enregistrées pendant la période d'essai avec notamment moins d'une chenille sur 30 plants de cotonniers observés. Ce faible niveau d'attaques des ravageurs ne permettait pas de mettre en évidence une efficacité des produits de traitement comparé au témoin non traité (Tableau 149).

Tableau 149: Nombre de chenilles carpophages sur 30 plants observés à Gobé

Formulation binaire acaricide	Nombre Moyen de chenilles par 30 plants				
	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias spp</i>	<i>P. gossypiella</i>	<i>Spodoptera</i>
Non traité	0,29	0,00	0,88	0,53	0,53
Pyro FTE 672 EC	0,25	0,00	0,21	0,48	0,48
Bella 624 EC	0,23	0,00	0,26	0,42	0,42
Sibcyfluchloros 318 EC	0,28	0,09	0,19	0,48	0,48
Transformation	Log (x+1)	Log (x+1)	Log (x+1)	Log (x+1)	Log (x+1)
Probabilité	0,8852	0,2112	0,0621	0,2278	0,94

▪ **Taux de plants attaqués par les phyllophages et les piqueur-suceurs**

Les résultats sur le taux de plants attaqués par les chenilles de *H. derogata* n'ont pas présenté de différence significative au seuil de 5%. L'infestation de ces chenilles a été de manière générale faible. Par contre, au niveau des plants attaqués par les pucerons, l'infestation a été moindre sur les parcelles traitées et était significativement ($P < 0,05$) plus faible que celle enregistrée sur les parcelles non traitées. Ce qui dénote de l'efficacité des trois produits surtout des deux nouveaux produits testés (Bella FTE 624 EC et Sibcyfluchloros 318 EC) qui ont été équivalents au produit de référence (Tableau 150).

Tableau 150: Pourcentage de plants attaqués par les pucerons et Harithalodes à Gobé

Formulation binaire acaricide	Taux de plants attaqués	
	<i>A. gossypii</i>	<i>H. derogata</i>
Non traité	8,12 a	0,34
Pyro FTE 672 EC	3,40 b	0,48
Bella FTE 624 EC	4,65 b	0,62
Sibcyfluchloros 318 EC	5,48 b	0,00
Transformation Probabilité	Bliss 0,00	Bliss 0,24

▪ **Analyse sanitaire des capsules vertes**

○ *Pourcentage des capsules vertes saines et endommagées*

L'analyse statistique a montré l'inexistence de différence significative ($P < 0,05$) au niveau des taux de capsules vertes saines et percées. Pour le taux de capsules saines, les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau des parcelles traitées au produit Bella FTE 624 EC avec les plus forts taux. Quant au produit Sibcyfluchloros 318 EC et au produit de référence (Pyro FTE 672 EC), ils n'ont pas généré un taux de capsules saines significativement différent de celui du témoin non traité (Tableau 151).

Tableau 151: Pourcentage de capsules vertes saines et endommagées à Gobé

Formulation binaire acaricide	Taux de capsules vertes			
	<i>Saines</i>	<i>Percées</i>	<i>Piquées</i>	<i>Parasitées</i>
Non traité	45,08 b	1,66 a	24,16	29,08
Pyro FTE 672 EC	51,83 ab	0,50 b	19,08	26,16
Bella FTE 624 EC	58,75 a	0,33 b	17,67	23,25
Sibcyfluchloros 318 EC	55,16 ab	0,83 b	18,08	25,91
Transformation Probabilité	Bliss 0,03	Bliss 0,01	Bliss 0,13	Bliss 0,49

Au niveau de la variable taux de capsules percées, bien qu'étant d'une manière générale faible (0,33 à 1,67%), l'effet des produits de traitement a été significativement ($P < 0,05$) mis en évidence. En effet, les taux de capsules percées ont été significativement ($P < 0,05$) plus faibles au niveau des parcelles traitées. Les produits testés ont été équivalents au témoin de référence Pyro FTE 672 EC (Cyperméthrine 72 g/L -chlorpyrifos ethyl 600) avec une bonne performance du produit Bella FTE 624 EC qui a généré le taux de capsules saines le plus élevé et le plus faible taux de capsules percées (Tableau 151).

○ *Nombre de chenilles dans capsules*

Les résultats de dénombrement de chenilles dans les capsules vertes n'étaient pas discriminants pour les trois espèces de chenilles observées à Gobé (Tableau 152).

Tableau 152: Nombre de chenilles présentes dans les capsules vertes à Gobé

Formulation binaire acaricide	Nombre de chenilles dans capsules vertes		
	<i>Earias spp</i>	<i>P. gossypiella</i>	<i>T. leucotreta</i>
Non traité	0,16	1,58	4,91
Pyro FTE 672 EC	0,08	1,58	4,33
Bella FTE 624 EC	0,00	1,16	3,67
Sibcyfluchloros 318 EC	0,00	1,25	3,41
Transformation Probabilité	Bliss 0,55	Bliss 0,53	Bliss 0,41

▪ **Analyse des capsules mûres**

L'analyse des résultats de l'état sanitaire des capsules mûres à Gobé a mis en évidence une différence significative ($P < 0,05$) au niveau des pourcentages de capsules mûres saines, chenillées et piquées. En effet, les parcelles traitées ont généré plus de capsules saines et moins de capsules endommagées. Les produits testés (Bella FTE 624 et Sibcyfluchloros 318 EC) ont été équivalents au témoin de référence Pyro FTE 672 EC (Cypermethrine 72-chlorpyrifos 600) (Tableau 153).

Tableau 153 : Analyse sanitaire des capsules mûres à Gobé

Formulation binaire acaricide	Taux de capsules mûres					Taux de coton Jaune (%)
	<i>Saines</i>	<i>Chenillées</i>	<i>Piquées</i>	<i>Pourries</i>	<i>Momifiées</i>	
Non traité	9,03 b	35,65 a	29,36 b	12,05	5,94	10,77
Pyro FTE 672 EC	22,71 ab	17,72 b	49,35 a	11,79	4,24	9,34
Bella FTE 624 EC	25,98 a	19,8 b	42,98 ab	11,06	4,84	9,14
Sibcyfluchloros 318 EC	20,96 ab	22,03 b	45,52 ab	11,13	5,45	11,09
Transformation Probabilité	Bliss 0,04	Bliss 0,00	Bliss 0,04	Bliss 0,95	Bliss 0,50	Bliss 0,68

▪ **Rendement en coton graine**

Le rendement moyen de coton graine au niveau de l'essai a varié de 2085 kg/ha (témoin absolu) à 2772 kg/ha (Sibcyfluchloros 318 EC). L'analyse statistique des résultats de n'a mis en exergue aucune différence significative entre les différents produits comparés. En effet, les rendements de coton graine engendrés par ces produits ont été statistiquement similaires (Tableau 151).

Tableau 154: Rendement coton graine à Gobé

Formulation binaire acaricide	Rendement (kg/ha)
Non traité	2085
Pyro FTE 672 EC	2225
Bella FTE 624 EC	2638
Sibcyfluchloros 318 EC	2772
Probabilité	0,08

∞ Résultats du CPE de Savalou

Les observations faites sur les ravageurs au niveau du CPE de Savalou n'ont pas révélé la présence de chenilles phyllophages et de piqueur-suceur.

▪ **Nombre de chenilles carpophages sur plants**

Les résultats ont indiqué que les produits comparés ont été statistiquement équivalents au produit de référence pour le contrôle de *Thaumtolibia* mais, aucune différence n'était observée au niveau des autres chenilles carpophages (Tableau 155).

Tableau 155: Nombre de chenilles carpophages sur 30 plants à Savalou

Formulation binaire acaricide	Nombre Moyen de chenilles par 30 plants					
	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias spp</i>	<i>Spodoptera</i>	<i>P. gossypiella</i>	<i>T. leucotreta</i>
Non traité	0,23	0,01	0,19	0,09	0,01	2,26 a
Pyro FTE 672 EC	0,15	0,01	0,01	0,00	0,01	0,96 b
Bella 624 EC	0,19	0,00	0,05	0,00	0,00	0,78 b
Sibcyfluchloros 318 EC	0,23	0,00	0,11	0,01	0,03	1,23 b
Transformation Probabilité	Log(x+1) 0,80	Log(x+1) 0,58	Log(x+1) 0,32	Log(x+1) 0,48	Log(x+1) 0,51	Log(x+1) 0,00

▪ **Analyse sanitaire des capsules vertes**

○ *Pourcentage des capsules vertes saines et endommagées*

Les résultats des analyses sanitaires des capsules vertes de Savalou ont montré l'existence de différence significative entre les objets au seuil de 5% pour les taux de capsules saines et piquées. Pour les capsules saines, les taux enregistrés sur les parcelles traitées aux différents binaire acaricides ont été significativement ($P < 0,05$) supérieurs à celui des parcelles non traitées. Par contre, pour le taux de capsules piquées, seul Bella FTE 624EC s'était significativement démarqué du témoin absolu avec le plus faible taux de capsules piquées. Pour l'ensemble des variables mesurées, a été notée une équivalence des produits comparés (Tableau 156).

Tableau 156 : Pourcentage de capsules saines, percées, piquées et parasitées à Savalou.

Formulation acaricide	binaire	Taux de capsules vertes (%)			
		<i>Saines</i>	<i>Percées</i>	<i>Piquées</i>	<i>Parasitées</i>
Non traité		94,50 b	1,44	1,82 a	2,25
Pyro FTE 672 EC		97,12 a	0,44	1,06 ab	1,37
Bella FTE 624 EC		97,00 a	0,69	0,56 b	1,75
Sibcyfluchloros 318 EC		96,68 a	0,94	0,87 ab	1,50
Transformation		Bliss	Bliss	Bliss	Bliss
Probabilité		0,0353	0,1636	0,0403	0,5153

○ *Nombre de chenilles dans capsules*

L'analyse des résultats de dénombrement de chenilles dans les capsules vertes (Tableau 157) a montré l'existence de différence significative ($P < 0,05$) entre les objets comparés pour la variable nombre de chenilles de *H. armigera*. En effet, les produits binaires acaricides ont significativement ($P < 0,05$) réduit le nombre de chenilles de *H. armigera* dans les capsules vertes comparativement au témoin non traité. Par contre, pour le nombre de chenilles de *Earias* et de *C. leucotreta*, l'effet des binaires acaricides testés et du produit de référence n'a pas été significatif ($P > 0,05$).

Tableau 157 : Nombre de chenilles dans capsules à Savalou

Formulation acaricide	binaire	Nombre de chenilles dans capsules vertes		
		<i>H. armigera</i>	<i>Earias spp</i>	<i>C. leucotreta</i>
Non traité		1,25 a	0,25	4,91
Pyro FTE 672 EC		0,12 b	0,00	4,33
Bella FTE 624 EC		0,50 b	0,25	3,66
Sibcyfluchloros 318 EC		0,62 b	0,00	3,41
Transformation		Log (x+1)	Log (x+1)	Log (x+1)
Probabilité		0,01	0,19	0,70

▪ **Analyse des capsules mûres**

L'analyse statistique des résultats a également révélé de différence significative entre les objets comparés notamment pour les taux de capsules endommagées (Capsules chenillées, pourries et momifiées). Les nouveaux produits autant que le produit de référence Pyro FTE 672 EC, ont réduit significativement ($P < 0,05$) les taux de capsules endommagées (Tableau 158).

Tableau 158: Analyse sanitaire des capsules mûres à Savalou

Formulation binaire acaricide	Taux de capsules mûres					Taux coton jaune
	<i>Saines</i>	<i>Chenillées</i>	<i>Piquées</i>	<i>Pourries</i>	<i>Momifiées</i>	
Non traité	52,23	19,65 a	15,54	4,47 a	8,08 a	4,52
Pyro FTE 672 EC	60,61	11,57 b	20,90	2,21 b	4,69 b	3,99
Bella FTE 624 EC	58,98	11,57 b	19,53	3,04 b	6,86 ab	3,81
Sibcyfluchloros 318 EC	62,18	9,99 b	19,27	3,07 b	5,47 ab	4,46
Transformation Probabilité	Bliss 0,15	Bliss 0,00	Bliss 0,15	Bliss 0,00	Bliss 0,02	Bliss 0,94

▪ **Rendement en coton graine**

Les rendements de coton graine en fonction des objets comparés sur le CPE de Savalou ont varié de 1.428,6 à 1.607,1 kg/ha. L'analyse statistique des résultats de rendement n'a pas révélé de différence significative entre les différents produits comparés au seuil de 5% (Tableau 159). Aussi, l'effet de produits n'a pas été mis en exergue comparativement au témoin non traité.

Tableau 159: Rendement coton graine à Savalou

Formulation binaire acaricide	Rendement (kg/ha)
Non traité	1495,5
Pyro FTE 672 EC	1607,1
Bella FTE 624 EC	1428,6
Sibcyfluchloros 318 EC	1577,4
Probabilité	0,92

Discussion

Les produits comparés dans cette étude à savoir Bella 624 EC (Deltaméthrine 24 g/L - chlorpyrifos ethyl 600 g/L) et Sibcyfluchloros 318 EC (Cyfluthrine 18 g/L-Chlorpyrifos-ethyl 300 g/L), ont été statistiquement équivalents au produit de référence pour le contrôle des chenilles carpophages notamment celles de *Thaumatotibia leucotreta*. Les produits comparés dans cet essai ont permis de mieux réduire le pourcentage de plants attaqués par les pucerons. Ces résultats sont conformes à ceux de Silvie (1989) qui a montré que l'association de pyretrinoïdes (deltaméthrine), des organophosphorés triazofos (10-250g/ha) et de la chlorpyrifos-Ethyl (150g/ha) est efficace pour le contrôle de *Aphis gossypii* sur le cotonnier. Dans les régions fortement infestées par les acariens et les pucerons, les matières actives doivent être associées à un acaricide en début du cycle et à un aphicide en fin du cycle (Delhove *et al.* 1992). Au niveau de l'analyse sanitaire des capsules vertes, les produits testés ont été équivalents au témoin de référence Pyro FTE 672 EC (Cyperméthrine 72-chlorpyrifos-Ethyl 600). Concernant l'analyse sanitaire des capsules mûres, les produits testés ont été équivalents au témoin de référence Pyro FTE 672 EC (Cyperméthrine 72 – chlorpyrifos-Ethyl 600). Au Tchad, le programme standard avec l'application de Deltaméthrine+ triazophos (10-250g/ha) a donné un rendement de 2160 kg/ha (Silvie, 1991).

Conclusion

Les produits testés séquivalent au témoin de référence Pyro FTE 672 EC (Cyperméthrine 72-chlorpyrifos-Ethyl 600) pour certaines variables mesurées aussi bien à savalou qu'à Gobé. Ils maîtrisent certains ravageurs majeurs du cotonnier observés dans cette zone de production au cours de l'expérimentation. L'effet acaricide de ces produits ne peut être explicité à cause de l'absence des acariens sur les deux sites d'expérimentations au cours des essais.

Références bibliographiques

- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 188 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8.
- Delhove G., Mergeau G., Nkombe Lumbila M., 1992. Etude de l'efficacité de matières actives insecticides à l'égard des principaux parasites du cotonnier du sud du zaïre ; Mém.soc. r. Belge. Ent .35 (1992), pp 389-395.
- Katary A., 2003. Etude spatio-temporelle de la gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) aux pyréthrinoides en culture cotonnière

- au Bénin. Thèse de Doctorat d'Etat ès-sciences Naturelles, option entomologie agricole. Université de Cocody, Abidjan. 250 p.
- Katary A, Djihinto C. A. 2007. Programme fenêtre et gestion de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoides en cultures cotonnières au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 56: 24-35.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche). 2014. Liste des produits phytosanitaires disponibles pour la campagne agricole 2013-2014 dans les départements du Borgou-Alibori au Bénin.
- Oliveira, C.A.L. DE ; C Alcagnolo, G., 1974.-A cao do cracaro branco>>P olyphagotarsonemus latus (Banks, 1904) na depreciacao quantitativa e qualitativa da producao algodoeira. Biologico, 40,5,139-149.
- Silvie P., 1989 (I.R.C.T). Lutte chimique contre *S. derogata* ravageur phyllophage du cotonnier. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.54/3b, (I.R.C.T)1989. Pp 1019-1027.
- Silvie P., Gozé E., 1991. Estimation des pertes de productions dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad cot.Fib. Trop-1991 vol 46, Fasc pp 1-15.
- Silvie P.J., Renou A, Vodounnon S, Bonni G, Adegnika MO, Héma O, Prudent P, Sorèze J, Ochou OG, Togola M, Badiane D, Ndour A, Akantetou PK, Ayeva B, Brévault T. 2013. Threshold-based interventions for cotton pest control in West Africa: what's up 10 years later? Crop Protection, 43: 157-165. Yaqoob M, Arora RK. 2005.

4.4. Evaluation de la sensibilité de *Helicoverpa armigera* aux insecticides utilisés dans la protection du cotonnier au champ au Bénin

Thomas HOUNDETE, Joël LAWSON, Ghislain AGOUGOU, Gustave BONNI, Saturnin AZONKPIN, Joël AZAGBA et Armel AOUCO

Résumé

Dans le cadre du suivi de l'évolution spatio-temporelle de la résistance de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoides et aux produits alternatifs, les insecticides deltaméthrine et emastar 112 EC (48gma/L Emamectine-64gma/L Acetamipride) ont été testés sur 03 souches telles que Adja-Ouèrè, Savalou et Bembèrèkè au laboratoire. Les résultats des tests de DL50 ont montré que les plus faibles valeurs de DL50 ont été obtenues avec la souche d'Adja-Ouèrè (4,56 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur la tomate pour la deltaméthrine et la souche de Bembèrèkè (12,21 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur coton pour l'Emastar 112 EC. Par conséquent, les insecticides à base de la deltaméthrine ne peuvent pas être encore utilisés en première fenêtre de la protection phytosanitaire du cotonnier à cause de la résistance que présente toujours *H. armigera* vis-à-vis de cette famille chimique. Toutefois, le produit alternatif Emastar 112 EC testé fait preuve de son efficacité sur le ravageur au laboratoire.

Mots clés : sensibilité, *Helicoverpa armigera*, insecticide, cotonnier

Introduction

Le cotonnier subit une forte pression parasitaire aussi bien pendant la phase végétative que pendant la phase de fructification. De tous les bio-agresseurs, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) est signalé comme provoquant de sérieux dégâts aussi bien sur le cotonnier que sur la tomate. Sur le cotonnier, une larve de sixième stade est responsable de 82% de la quantité totale de matière fraîche consommée pendant la vie larvaire et consomme en moyenne 22 boutons floraux ou 3 à 7 capsules (Martin, 2003). Pour faire face à ce parasitisme intense et diversifié, les producteurs de coton ont pendant longtemps recours à la lutte chimique.

En effet, l'utilisation des mêmes insecticides tous les ans, peut entraîner chez les ravageurs, une certaine accoutumance et entraîner à court, à moyen et/ou à long terme d'énormes conséquences : déséquilibre de la faune entomologique, acquisition de résistance comme observé chez *Helicoverpa armigera* (Djihinto *et al.*, 2009) et *Bemisia tabaci* (Houndété, 2010). C'est ce qui a été le cas dans les années 98 où les pyréthrinoides ont perdu leur efficacité sur *Helicoverpa armigera*. Ce ravageur très déterminant dans le rendement de coton graine est devenu une préoccupation particulière des pays producteurs de coton dans la sous-région. Du coup, l'utilisation

des insecticides à base de pyréthrianoïde lors des deux premiers traitements du cotonnier au champ a été prohibée.

Au Bénin, cette interdiction est scrupuleusement respectée. Toutefois, le suivi du ravageur par rapport à sa sensibilité aux pyréthrianoïdes est nécessaire afin de déterminer à quel moment cette famille chimique peut être réutilisée lors des deux premiers traitements où la protection du cotonnier contre ce type de ravageur est indispensable. C'est ce qui justifie les études du suivi de la sensibilité de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrianoïdes et autres matières actives au laboratoire d'entomologie du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) basé à Cana.

L'objectif général a été de suivre l'évolution spatio- temporelle de la résistance de *Helicoverpa armigera* aux pyrethrianoïdes et aux produits alternatifs. De façon spécifique, il s'est agi de (i) disposer de nouvelles souches de *Helicoverpa armigera* pour tester des produits insecticides et (ii) d'évaluer le niveau de sensibilité de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrianoïdes et autres matières actives.

Milieu d'étude

L'étude a été conduite au laboratoire d'entomologie du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) basé à Cana (Longitude : 7°6'11"; Latitude : 2°5'17" et Altitude : 89 m) dans le département de Zou, commune de Zogbodomey dans l'arrondissement de Cana 1. Il est situé à droite, au bord de la voie inter-état Cotonou-Bohicon à 7 km au sud de la ville de Bohicon. Les souches de *Helicoverpa armigera* utilisées dans cette étude ont été collectées à Adja-Ouèrè (x=0457176 et y=0773316) sur tomate et à Bembèrèkè (x=0466022 et y=1106666) sur cotonnier en 2017.

Matériel et méthodes

∞ Matériels utilisés

Les matériels utilisés au cours de l'étude étaient composés de ce qui suit : des boîtes parallélépipédiques pour la collecte, le transport et l'élevage des chenilles ; des pinces démagnétisées pour la collecte et la manipulation des larves ; de l'eau, du sucre, du miel et de pollen pour l'alimentation des adultes ; d'une éprouvette graduée pour mesurer l'eau nécessaire pour la préparation des solutions de désinfection ; des éclosiers pour créer de conditions à l'éclosion des œufs collectés ; d'une loupe binoculaire pour faire le sexage des chrysalides ; d'une balance de précision pour la pesée des chenilles ; d'une compresse de gaze pour recueillir les œufs pondus par les adultes ; de coton hydrophile pour servir de support de l'eau pour abreuver les papillons ; de l'alcool à 70° pour la désinfection du matériel ; des papiers essuie-tout pour servir de torchon à usage unique ; d'une paire de ciseaux pour découper les

compresses de gaze, des marqueurs pour marquer les boîtes ; des fiches d'observation et un traceur pour la collecte des données.

Une matière active technique, la deltaméthrine et un (01) insecticide formulé (Emastar 112 EC) ont été testés sur le ravageur.

∞ Méthodes

Des missions de prospection et de collecte de chenilles de *Helicoverpa armigera* en cultures de tomate et de cotonnier ont été faites dans les départements du Plateau (Adja-Ouèrè), des Collines (Savalou) et du Borgou (Bembèrèkè). Les chenilles obtenues ont été élevées sur milieu nutritif artificiel à base de la farine de maïs dans les conditions de température de 25-27°C, d'humidité relative 70-75% et de photopériode de 14h00 de jour et 10h00 de nuit. Au cours de l'élevage, les chenilles de *H. armigera*, dont les poids varient entre 25 et 75 mg ont été utilisées pour faire des tests de sensibilité afin de déterminer la dose létale des insecticides (DL50). La souche d'Adja-Ouèrè a été collectée sur la tomate alors que celle de Bembèrèkè a été collectée sur le cotonnier.

▪ **Réalisation des tests de DL50**

Une fois dans les plaquettes, les tests ont été réalisés par application topique. Dix différentes concentrations de chaque insecticide ont été préparées et appliquées sur le ravageur. Un témoin absolu (l'acétone) pour la matière active technique (deltaméthrine) a été utilisé et un autre témoin absolu (eau distillée) pour l'Emastar 112 EC formulé a été utilisé sur le même ravageur.

▪ **Evaluation des mortalités**

Les lectures sont faites à 24 h et 48 h après les tests pour évaluer les mortalités mais, seules les valeurs de 48 h ont été prises en compte lors de l'analyse.

▪ **Analyse statistique des données**

L'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel WindL32. Les tests ont été rejetés si toutes les chenilles meurent 48 h après application.

Résultats

Les résultats des tests de DL50 ont montré que les plus faibles valeurs de DL50 ont été obtenues avec la souche d'Adja-Ouèrè (4,56 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur la tomate pour la deltaméthrine et la souche de Bembèrèkè (12,21 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur cotonnier pour l'Emastar 112 EC (tableau 160). Ces faibles valeurs ont été obtenues avec la deuxième génération des souches testées.

Tableau 160: Résultats des tests de DL50 réalisés en 2017

Souche	Matière active	Génération testée	N	DL50 (µg/g)	Li	Ls
SAVA17/10-BJ.cot	Deltaméthrine	F2	168	1,6436x10 ⁴	3,9322x10 ²	6,8703x10 ⁵
BEM17/09-BJ.cot	Deltaméthrine	F1	224	2,263x10 ³	8,037x10 ²	6,686x10 ⁴
ADJAO17/07-BJ.tom	Deltaméthrine	F2	203	4,56	1,13x10 ⁻⁷	8,84x10 ¹⁰
BEM17/09-BJ.cot	Emastar 112 EC	F2	174	12,21	4,667x10 ⁻³	3,1956x10 ⁴

N= Nombre de chenilles testées ; Li= Limite inférieure, Ls= Limite supérieure

Discussion

Les résultats obtenus confirment une fois encore la résistance de *Helicoverpa armigera* sur le cotonnier à la deltaméthrine. Sur tomate, la DL50 est inférieure à celles obtenues sur cotonnier. Ces résultats obtenus sur la tomate corroborent ceux obtenus par Ochou *et al.*, (2014) avec de faibles valeurs de DL50 sur coton pour des souches de *H. armigera* collectées à Bouaké en Côte d'Ivoire. Les différences obtenues entre les souches de Savalou et celles de Bembèrèkè pourraient être dues aux générations sur lesquelles les tests ont porté. En effet, avec la deltaméthrine, les tests ont porté sur la génération F1 pour la souche de Bembèrèkè alors qu'ils ont porté sur la génération F2 pour la souche de Savalou. Sur l'insecte collecté sur le cotonnier, le produit alternatif Emastar 112 EC a montré son efficacité par rapport à la deltaméthrine.

Les différences de DL50 obtenues entre les souches collectées sur la tomate et celles collectées sur le cotonnier pourraient être dues à des mécanismes physiologiques ou biochimiques (Haubruge et Amichot, 1998).

Conclusion

La matière active à base des pyréthrinoïdes montre son inefficacité sur le ravageur *Helicoverpa armigera*. Par conséquent, ce ravageur demeure toujours résistant à cette famille chimique de produits. Quant au produit alternatif Emastar 112 EC testé, il fait sa preuve d'efficacité sur la souche de *H. armigera* étudiée et peut être utilisé pour d'autres campagnes encore.

Références Bibliographiques

Djihinto A., Katary A., Prudent P. Vassal J-M et Vaissayre M., 2009. Variation in Resistance to Pyrethroids in *Helicoverpa armigera* From Benin Republic, West Africa. J. Econ. Entomol. 102(5): 1928-1934

- Haubruge E. et Amichot M., 1998. Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1998 2 (3), 161-174
- Houndété T. A., 2010. Résistance de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) aux insecticides: mécanismes enzymatiques et implications dans la gestion des populations. *Thèse de doctorat Unique. Université de Lomé. Togo.* 142p
- Martin T., 2003. La résistance aux insecticides de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en Afrique de l'Ouest : du mécanisme à la gestion. *Thèse de Doctorat Unique. Université de Toulouse III, France.* 81p
- Ochou O., Togola, Hema, Ayeva, Bonni, Badiane, N'dour, Ciss, Sawadogo. 2014. Suivi de la sensibilité des ravageurs aux insecticides chimiques. *VIIème réunion bilan de PR-PICA. Dakar (Sénégal), du 16 au 18 avril.* 25p

V. SOCIO-ECONOMIE, TRANSFERT DES TECHNOLOGIES ET VALORISATION DES ACQUIS DE RECHERCHES



Les technologies mises au point
par le CRA-CF sont financièrement et
économiquement évaluées

5.1. Déterminants de la rentabilité économique et financière de la production cotonnière dans les bassins cotonniers au Bénin

Alexis HOUGNI, Edouard J. GBEDONOU, Dènis OLOU, Inès T. GLELE K. A., S Soumanou BABIO et Awali.BOUBAKAR

Résumé

L'objectif de l'étude est d'identifier les facteurs déterminants de la rentabilité économique et financière de la production cotonnière dans les bassins cotonniers au Bénin. L'étude a été réalisée dans quatorze (14) communes réparties dans les quatre (4) zones de production cotonnière. La méthode d'échantillonnage stratifié a permis de collecter les données quantitatives et qualitatives auprès de trois cent vingt (320) exploitations pour l'ensemble des aires de production. L'analyse des données collectées sur la base d'un questionnaire structuré a été faite par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de caractériser les exploitations et le modèle de régression linéaire généralisé pour identifier les déterminants de la rentabilité de la production cotonnière. Les résultats ont indiqué qu'il existait trois (3) groupes homogènes d'exploitations cotonnières dans la zone Nord, et deux (2) dans chacune des zones Nord-Centre, Centre et Sud-Bénin. L'analyse du modèle de régression linéaire généralisé a montré que le type d'itinéraire technique pratiqué a influencé significativement la rentabilité des exploitations cotonnières visitées dans toutes les zones de production. L'adoption de l'itinéraire technique recommandé par la recherche apparaît systématiquement comme un facteur améliorant significativement ($P < 0,05$) la performance économique de l'exploitation cotonnière.

Mots clés : Agriculture, ITK, coton, rentabilité, déterminants, zone de production, Bénin

Introduction

En Afrique Sub-saharienne, l'agriculture représente la première source d'emploi et de revenu pour la majorité de la population. Au Bénin, elle occupe plus de 80 % de la population active (INSAE, 2007). Le coton est l'une des principales cultures produites au Bénin. Il est cultivé par environ un tiers des producteurs et occupe environ 20 % de la superficie cultivée (Ton, 2004). La production du coton génère plus de 40% des emplois en milieu rural et fait vivre près de 50% de la population (INSAE, 2013). Elle contribue en termes de valeur ajoutée à hauteur de 13 % au PIB ; représente environ 70 % de la valeur totale des exportations et 35 % des rentrées fiscales (Ton et Wanpko, 2004).

La filière cotonnière a connu une production record de 451000 tonnes pour la campagne 2016-2017 (AIC, 2017) après celle de 2004-2005 qui était de 420 000 tonnes (CAPE, 2005). Ceci peut s'expliquer par le fait que durant ces dernières décennies, plusieurs innovations ont vu le jour au niveau du maillon production de la filière coton et ont été récemment mises à la disposition des producteurs par la

recherche coton et fibres. Il s'agit notamment de l'adoption de nouvelles variétés par zone de production (Hougni et *al.*, 2016), du changement de doses et formule d'engrais minéral NPKSB, de l'adoption d'un nouveau programme de protection phytosanitaire ; en gros, une amélioration de l'Itinéraire Technique du cotonnier au Bénin (ITK) (CRA-CF, 2015).

Les études réalisées sur les différentes technologies constituant l'Itinéraire Technique (ITK) recommandé par la recherche, comparé à la pratique paysanne courante en milieu paysan ont révélé des résultats probants et satisfaisants du point de vue de l'efficacité technique (CRA-CF, 2017). Malgré les performances techniques de ce nouveau ITK (Augmentation additionnel du rendement et de la qualité du coton graine au niveau producteur) (CRA-CF, 2017), force est de constater que les producteurs ayant participé aux essais en milieu paysan ont trouvé très onéreuse cette nouvelle pratique de conduite du cotonnier, comparativement à la pratique paysanne courante. Cette contrainte a été évoquée lors des travaux de l'atelier bilan sur les quatre (4) dernières campagnes et la planification des activités de recherche sur les trois (3) prochaines années et a été retenue comme préoccupation de recherche.

Par rapport à cette contrainte, à côté des atouts que génère ce paquet technologique, il est important de trouver la réponse à la question de recherche suivante : le type d'itinéraire technique pratiqué constitue-il un facteur déterminant pour la rentabilité de la production cotonnière dans les différentes exploitations ?

Dans ce cadre s'inscrit la présente étude qui visait principalement à identifier les déterminants de la rentabilité économique et financière de la production cotonnière dans les bassins cotonniers au Bénin ».

Matériels et Méthodes

☞ Zone d'étude

Le choix de la zone d'étude a été essentiellement basé sur le critère de zones de production cotonnière qui vise à couvrir tous les bassins cotonniers du Bénin. Ces zones de production déjà identifiées par la recherche sont les zones cotonnières Nord, Centre-Nord, Centre et Sud. (Hougni et *al.*, 2001).

Méthodes

Données collectées et méthodes d'analyses des données

Les données collectées ont été saisies à l'aide du logiciel ACCESS. Les différentes analyses (descriptives, multivariées et économétriques) ont été faites avec les logiciels SPSS 18.0 et STATA.

Afin de réaliser une analyse fiable qui reflétait les réalités du milieu réel, une combinaison d'approches qualitative et statistique a été adoptée selon l'objectif et l'hypothèse de recherche (tableau 161).

Tableau 161: Synthèse des données collectées et outils d'analyse en fonction des hypothèses de recherche

N°	Objectifs spécifiques	Hypothèses	Outil d'analyse	Données nécessaires
1	Faire la typologie des exploitations cotonnières identifiées dans les différentes zones cotonnières du Bénin	Trois types d'exploitations cotonnières existent dans les zones cotonnières au Bénin.	Analyse en Composantes Principales (ACP) - Classification hiérarchique - Analyse discriminante	Zone agro-écologique, superficie de coton emblavée, la taille du ménage, le nombre d'actif agricole, l'âge, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton
2	Identifier les facteurs susceptibles d'influencer la rentabilité de la production cotonnière en milieu réel dans les zones cotonnières au Bénin	Au moins un facteur influe positivement sur la rentabilité des différents types d'exploitations cotonnières identifiées dans les zones cotonnières au Bénin	Modèle de régression linéaire généralisé	Marge nette (issus des données nécessaires pour tester l'hypothèse 2) ; caractéristiques socioéconomiques du producteur (Le type d'itinéraire pratiqué, l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, la zone de production, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton, l'accès au conseil agricole, la taille du ménage et l'accès au crédit) et les différents types d'exploitations obtenus (issus des données nécessaires pour tester l'hypothèse 1)

▪ ***Description et application du modèle ACP***

La typologie des exploitations cotonnières rencontrées était faite par une Analyse en Composantes Principales (ACP). L'ACP est une méthode d'analyse statistique multivariée dont l'objectif est de réduire le nombre de variables. Elle permet aussi d'établir une similarité entre les individus, qui aboutit à un regroupement d'individus homogènes. De ce fait, sur la base des travaux antérieurs (Adegbola et *al.*, 2002 ; Biaou, 2010 ; Kane, 2010, Yegbemey, 2010 et Djamène et *al.*, 2003 ; Fall, 2006 et Yabi et *al.*, 2012), les critères suivants ont été identifiés : la superficie totale emblavée, la taille du ménage, le nombre d'actif agricole, l'expérience en production cotonnière et l'âge du chef d'exploitation.

Dans le cas des travaux de recherches de Yabi et *al.* (2012), l'ACP a permis de retenir les facteurs tels que la superficie emblavée, l'appartenance ou non à une association, l'expérience dans la production de coton et l'utilisation de la main-d'œuvre salariée. Ensuite, la classification hiérarchique a contribué à l'identification de trois (3) classes d'exploitation bénéficiaire du Conseil à l'Exploitation Familiale. Des classes identifiées et caractérisées, il s'en est suivi l'analyse comparative de leur rentabilité.

Dans le cas de la présente étude, l'analyse typologique des exploitations cotonnières utilisant différents ITK (pratique recommandée, pratique paysanne) au cours de la campagne 2017-2018 a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS version 18.

▪ ***Spécification du modèle économétrique des déterminants de la rentabilité***

Quatre principaux groupes de facteurs affectant le profit des producteurs au niveau des bas-fonds ont été identifiés par Adegbola et *al.*, (2012) à l'issue de leurs travaux de recherche sur l'analyse de la fonction du profit dans les bas-fonds. Ces auteurs ont montré que le profit est fonction d'une part du prix d'engrais chimique, de la main-d'œuvre et de l'aménagement effectué et d'autre part du prix de vente des cultures et du type de système de culture pratiqué (Adegbola et *al.*, 2012). D'un autre côté, Midingoyi (2008) a fait remarquer que l'efficacité de la production est affectée par un certain nombre de variables groupés en quatre (4) catégories que sont -i- les facteurs institutionnels comme l'encadrement technique et l'obtention du crédit, -ii- les facteurs liés au respect de l'itinéraire technique recommandé comme l'utilisation de la charrue, -iii- les facteurs liés aux caractéristiques socio-économiques du producteur comme activité principale et -iv- les facteurs liés aux caractéristiques de la parcelle comme le niveau de fertilité et le statut de la terre.

Dans le cas de la présente étude, afin d'identifier les facteurs qui déterminaient la rentabilité des exploitations cotonnières dans les différentes zones de production, une régression linéaire généralisée a été utilisée par zone de production. La variable dépendante était la marge nette et les variables explicatives ont été les suivantes : le type d'exploitation ; le type d'itinéraire pratiqué (TITK) ; l'âge (AGE) ; le sexe (SEXE) ; le niveau d'éducation (EDUC) ; le nombre d'année d'expérience dans la production du coton (EXPE) ; l'accès au conseil agricole (ACCA) ; la taille du ménage (TAILLE) ; l'accès au crédit (CREDI). Pour estimer le modèle, les variables continues ont été transformées d'abord en log, ensuite le test de multi colinéarité a été fait pour toutes les variables incluses et enfin l'auto corrélation entre les variables et l'hétéroscédasticité si cela existait ont été systématiquement corrigées.

Le modèle empirique peut s'écrire comme suit :

$$R_i = \alpha_0 + \alpha_1 AGE + \alpha_2 SEXE + \alpha_3 TAILLE + \alpha_4 ACCA + \alpha_5 EXPE + \alpha_6 EDUC + \alpha_7 CREDI + \alpha_8 TITK + \alpha_9 TEC + e_i$$

Résultats

⌘ Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

▪ Situation des chefs d'exploitation

La répartition des chefs d'exploitation par sexe et par zone de production présentée dans le tableau 162 a montré que les chefs d'exploitations étaient à dominance masculine avec 95,62% d'hommes contre 4,38% de femmes sur l'ensemble de l'effectif enquêté. En effet, dans la plupart des zones cotonnières, la femme n'accédait au statut de chef d'exploitation que s'il n'y avait pas dans la maison, un homme en âge d'occuper cette fonction ou carrément si elle était veuve.

Tableau 162: Répartition des chefs d'exploitations par sexe et par zone de production

Sexe	Zone de production				Ensemble
	Nord	Nord-Centre	Centre	Sud	
Féminin	1 (1,25%)	1 (1,25%)	5 (6,25%)	7 (8,75%)	14 (4,38%)
Masculin	79 (98,75%)	79 (98,75%)	75 (93,75%)	73 (91,25%)	306 (95,62)
Total	80 (100%)	80 (100%)	80 (100%)	80 (100%)	320

La situation matrimoniale des chefs d'exploitations enquêtés a fait ressortir une tendance presque identique dans toutes les zones de production. Dans l'ensemble, elle a affiché majoritairement une tendance de 94,11% de mariés et 4,02% de célibataires

(tableau 163). Ces célibataires occupaient cette fonction de chef d'exploitation à cause de leur statut d'orphelin de père. Quant au nombre d'années d'expériences des chefs d'exploitations, il a varié de 1 à 40 ans et plus de la moitié ont eu accès au crédit quelle que soit la zone cotonnière.

Tableau 163: Situation matrimoniale et nombre d'année d'expérience dans la production du coton des chefs d'exploitation par zone de production

Zone de production	Situation matrimoniale (en %)				Année d'expérience dans la production du coton			Accès au crédit (%)
	Marié(e)	Divorcé(e)	Veuf (ve)	Célibataire	Moy.	Mini.	Maxi.	
Nord	96,25	1,25	0	5	17(±7)	2	40	58,75
Nord-Centre	93,96	0	1,2	4.82	16(±9)	1	40	65,06
Centre	90	0	1,25	2,5	15(±9)	1	35	64,63
Sud	93,9	0	1,25	2,5	14(±6)	2	35	71,25
Ensemble des zones	94,11	0.61	1.23	4.02	16(±9)	1	40	65,32

▪ **Statistiques démographiques des exploitations**

Les statistiques démographiques des exploitations cotonnières visitées ont été présentées dans le tableau 164. Les exploitations du Nord et du Centre-Nord, avec des effectifs moyens respectifs de 13 et 15 individus, étaient plus peuplées que celles des zones Centre et Sud où il était de 9 et 12 respectivement. Cette disparité observée d'une zone à une autre au niveau des effectifs par exploitation était due au fait que les superficies emblavées sont encore plus grandes dans les zones Nord et Centre-Nord que dans les zones Centre et Sud. Ainsi, le chef d'exploitation de la zone cotonnière Centre-Nord devait nourrir le plus grand nombre d'individus (3). Par ailleurs, les exploitations des zones Nord, Centre-Nord et Centre malgré une population moyenne assez importante ont eu un nombre important d'actifs (2) et en même temps le rapport population/actifs le plus faible. Ces caractéristiques ont été très disparates comme en attestaient les écarts-types.

La représentativité hommes/femmes en termes d'actif agricole affichait une tendance similaire dans toutes zones avec un fort taux de représentativité des hommes (tableau 164).

Tableau 164: Statistiques démographiques des exploitations

Zone de production	Population	Nombre d'actif	Population /actif	Représentativité hommes/Femmes	
				%Hommes	%femmes
Nord	13(±7)	6(±4)	2(±2)	60,91	39,09
Nord-Centre	15(±8,)	9(±5)	2(±2)	57,96	42,04
Centre	9(±4)	5(±3)	2(±1)	54,76	45,24
Sud	11 (±5)	4(±2)	3(±3)	64,72	35,28
Ensemble des zones	12(±7)	5(±4)	2(±2)	59,56	40,44

▪ **Répartition des chefs d'exploitation par âge, classe d'âge et par zone**

L'âge des chefs d'exploitation variait de 19 à 75 ans pour l'ensemble des enquêtés avec une moyenne de 41 ans (tableau 165). Cette moyenne a caché de grande disparité entre les enquêtés. Au niveau des quatre (4) zones, a été constatée une dominance des chefs d'exploitation âgés de 35 ans à 75 ans avec 69% de plus de 35 ans. Ceci a montré une certaine maturité par rapport à la gestion de l'exploitation et aussi le caractère homogène de la structure sociale avec un seul niveau de prise de décision (voir tableau 165).

Tableau 165: Répartition des chefs d'exploitation par âge, classe d'âge et par zone de production

Zone de production	Age			Classe d'âge		Total
	Moyenne	Mini.	Maxi.	Mini.à 35	35 à Maxi.	
Nord	40(±9)	20	64	23 (29%)	57 (71%)	80
Nord-Centre	40(±10)	20	70	30 (36%)	53 (64%)	83
Centre	36(±11)	19	65	28 (35%)	52 65%)	80
Sud Bénin	46(±12)	20	75	19 (24%)	61 (76%)	80
Total	41(±11)	19	75	100 (31%)	223 (69%)	323

▪ **Niveau d'instruction des chefs d'exploitation enquêtés.**

Le niveau d'instruction des chefs d'exploitation dans les différentes zones de production restait relativement faible avec 23,22%de la population n'ayant atteint que le niveau secondaire, 26,93% pour le niveau primaire, 1,25% seulement ayant fait des études supérieures et 48,30% n'ayant reçu aucune éducation formelle. Le pourcentage

n’ayant reçu aucune instruction dans les zones de Nord-Centre (55,42%) et Sud-Bénin (60%) restait préoccupant (figure 19).

Près de 42% de l’échantillon était alphabétisés avec des proportions différentes en fonction des zones de production (figure 20). Ceci témoignait le rôle prépondérant que jouent les projets et programmes d’éducation des adultes dans ce sens.

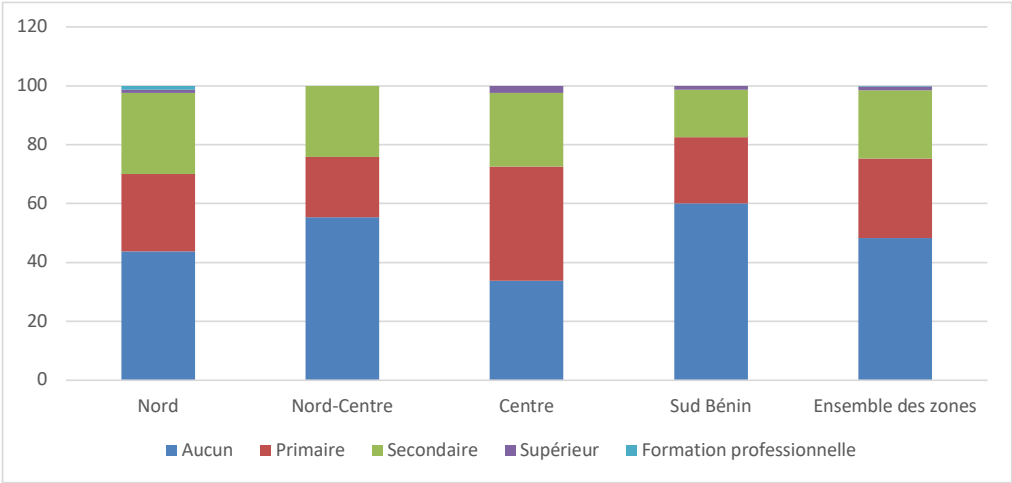


Figure 19: Répartition des chefs d’exploitation en fonction du niveau d’instruction au Sud-Bénin

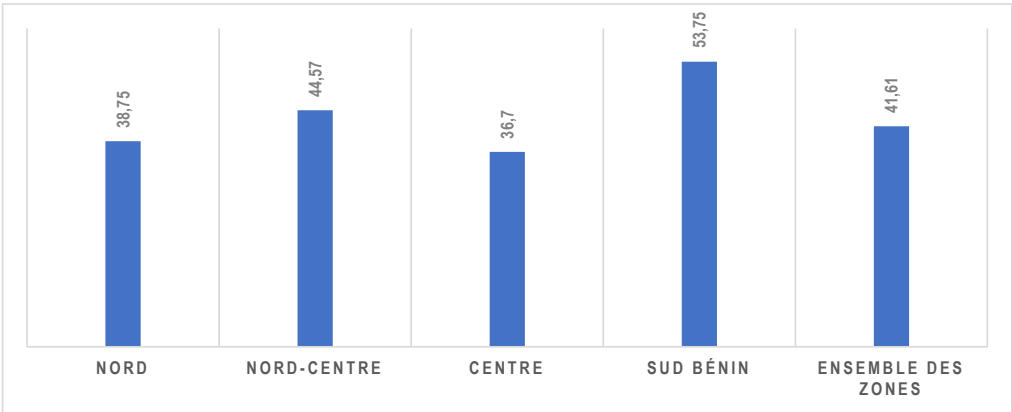


Figure 20: Taux d’alphabétisation des chefs d’exploitation par zone de production

- ***Accès au crédit et au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018***

Les histogrammes de la figure 21 renseignaient sur l’accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d’exploitation au cours de la campagne 2017-2018.

Au niveau de l'ensemble des zones de production, la majorité des exploitations cotonnières a bénéficié de crédits au cours de la campagne 2017-2018 (65,32% en moyenne) avec des disparités d'une zone à une autre. De la même façon, la quasi-totalité des exploitations a bénéficié des services du conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 (95,04% en général). Cette situation se faisait plus remarquer dans les zones Centre et Sud-Bénin qui ont totalisé respectivement 98,75% et 97,5% comme taux d'accès au conseil agricole contre 90% et 93,97% respectivement au Nord et au Nord-Centre. Par ailleurs, le ratio nombre d'encadreurs / nombre de producteurs de coton était plus élevé dans les zones Sud et Centre que dans les zones Nord et Centre-Nord.

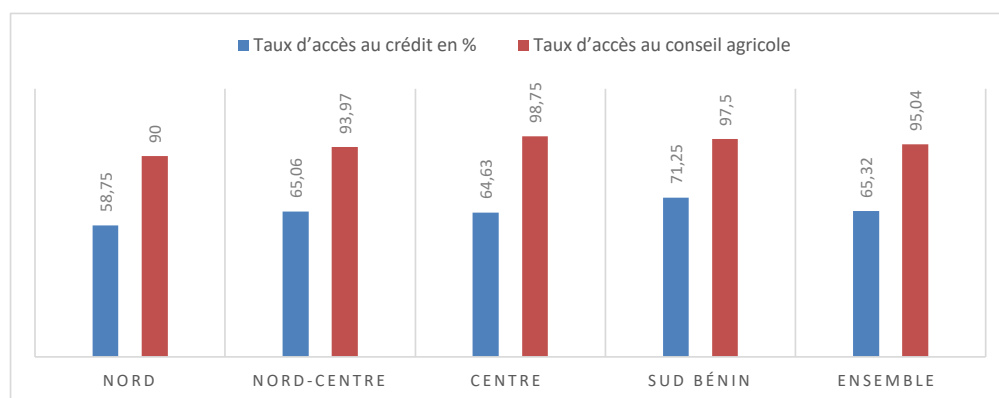


Figure 21: Accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d'exploitation enquêtés au cours de la campagne 2017-2018

- ***Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés***
 - *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Nord*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone Nord a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 72,31% des variations observées. Les 27,69% non expliquées sont dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main-d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actif agricole. Sur la figure 22 a été présenté le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation.

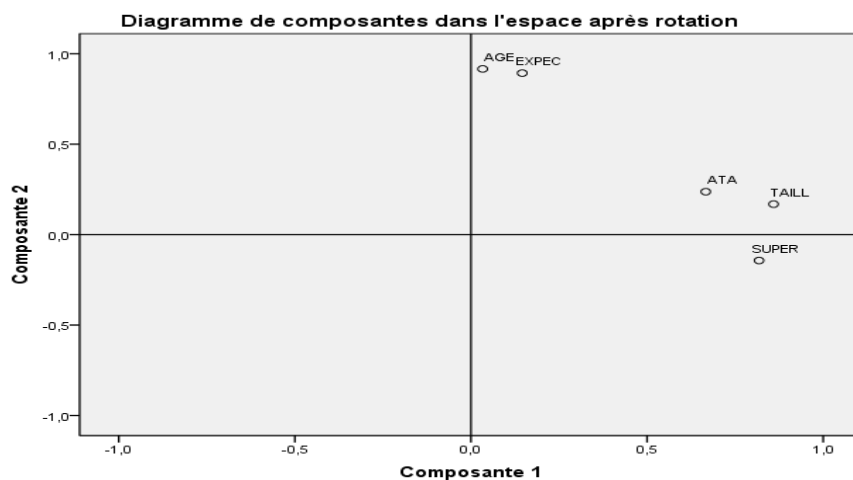


Figure 22: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, trois (03) catégories homogènes de producteurs ont été identifiées dans la zone Nord. Les caractéristiques de ces trois catégories ont été résumées dans le tableau 166.

Tableau 166: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans la Zone cotonnière Nord

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3
Superficie totale emblavée (ha)	12-23	1,5-12	0,75-12
Nombre d'actif agricole	15-21	1-15	1-7
Taille du ménage	13-35	13-23	1-13
Age (an)	36-55ans	36 -64 ans	20-36
Nombre d'année d'expérience dans la production de coton (an)	10-30ans	10-37 ans	2-10ans

La catégorie 1 a regroupé les plus grandes exploitations, dirigées par les chefs expérimentés. Les chefs d'exploitation de la catégorie 2 étaient aussi expérimentées que ceux de la catégorie 1, mais dirigeaient des exploitations de taille moyenne. Enfin, La catégorie 3 a regroupé les plus petites exploitations, celles-ci étant dirigées par les chefs les moins expérimentés.

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Centre-Nord*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone Centre-Nord a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 73,23% des variations observées. Les 26,77% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main-d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actif agricole. Sur la figure 23 a été présenté le diagramme de composantes dans l'espace après rotation.

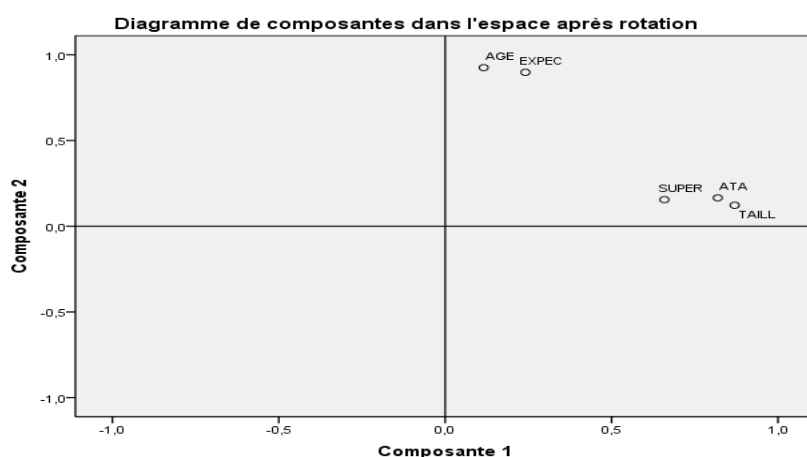


Figure 23: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord-Centre

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 167, ont été identifiées dans la zone Nord-Centre.

Tableau 167: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans le Nord-Centre

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Taille du ménage	6-51	4-30
Age (an)	20-36	46 -70
Nombre d'année d'expérience dans la production de coton (an)	1-10	10-40

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Centre*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone Centre a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 72,3% des variations observées. Les 27,7% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main-d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actif agricole. Sur le graphique de la figure 24 a été présenté le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation.

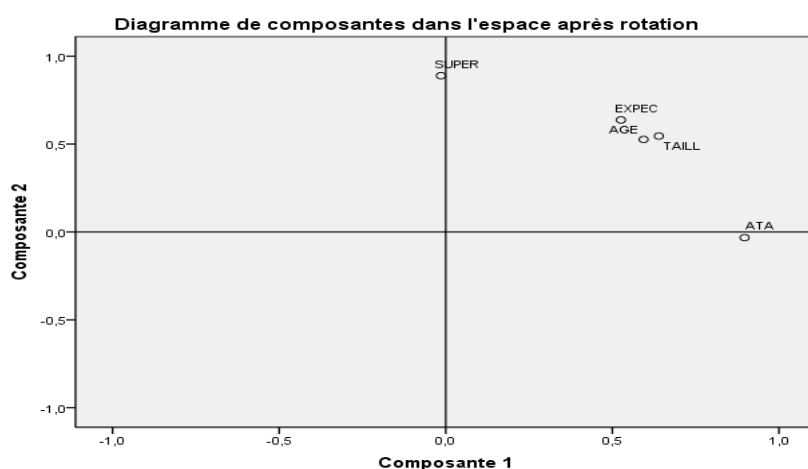


Figure 24: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Centre

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 168, ont été identifiées dans la zone Centre.

Tableau 168: Caractéristiques des catégories d'exploitation dans la zone Centre

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Age	34-65 ans	19 -57 ans
Nombre d'année d'expérience dans la production de coton	15-35 ans	1-15 ans

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Sud-Bénin*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone Sud-Bénin a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 69,32% des variations observées. Les 30,68% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main-d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actif agricole. Le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation a été présenté sur la figure 25.

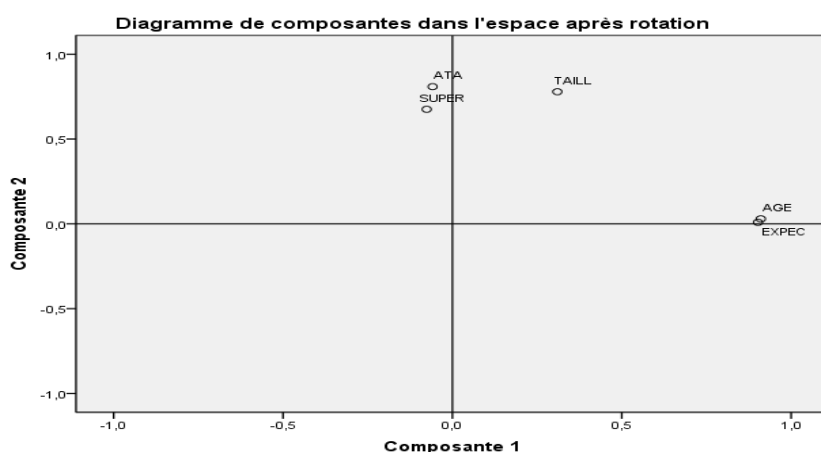


Figure 25: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Sud-Bénin

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 169, ont été identifiées dans la zone Sud-Bénin.

Tableau 169: Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone Sud-Bénin.

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Age	20-62ans	42 -75 ans
Nombre d'année d'expérience dans la production de coton	2-20ans	20-50 ans

▪ **Résultats d'estimation du modèle de régression linéaire généralisé par zone de production**

En raison de la spécificité des réalités socio-économiques dans les différentes zones de production cotonnières, le modèle de régression linéaire généralisé a été estimé par zone de production.

○ *Résultats d'estimation du modèle de régression linéaire généralisé dans la zone cotonnière Nord*

L'analyse des résultats issus de la régression entre la rentabilité et ses facteurs déterminants a montré que le modèle est globalement significatif au seuil de 5% et que 52,12% des variations de la rentabilité de la production cotonnière dans la zone Nord ont été expliquées par l'âge, la taille du ménage, le type d'itinéraire technique pratiqué, le sexe, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton, l'accès au crédit, le niveau d'instruction, l'accès au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 et le type d'exploitation cotonnière dans la zone ; les 47,88% restants étaient dus aux variations des facteurs difficilement mesurables non pris en compte dans l'estimation de ce modèle et ayant des pouvoirs explicatifs très élevés. Ces résultats ont montré que deux variables à savoir le type d'itinéraire technique et le niveau d'instruction des chefs d'exploitation ont influencé significativement la rentabilité de la culture cotonnière sur l'ensemble des exploitations enquêtées dans la zone cotonnière Nord (Tableau 170). Pour le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur, le respect de l'itinéraire technique de la recherche a permis d'améliorer la marge nette de 64 881 FCFA par hectare comparativement à la pratique paysanne. De même, lorsque le producteur a une formation académique, la marge nette a augmenté de 75.858 FCFA à l'hectare que s'il n'était pas instruit.

Tableau 170: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Nord

MN	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
AGE	1289.851	1012.452	1.27	0.207	-732.7531	3312.456
TAILL	148.6673	993.4875	0.15	0.882	-1836.052	2133.387
_ITYPR_2	-64881.34	9418.398	-6.89	0.000	-83696.76	-46065.93
_ISEXE_2	-7648.434	15880.98	-0.48	0.632	-39374.34	24077.47
EXPEC	176.0822	883.2651	0.20	0.843	-1588.443	1940.607
_ICREDIC_2	6007.309	11785.39	0.51	0.612	-17536.72	29551.34
_INIVED_2	5357.997	12444.34	0.43	0.668	-19502.42	30218.41
_INIVED_3	-2613.534	10412.46	-0.25	0.803	-23414.81	18187.74
_INIVED_4	-9069.765	17016.7	-0.53	0.596	-43064.54	24925.01
_INIVED_5	-75858.32	14475.52	-5.24	0.000	-104776.5	-46940.15
_ICLASSE_2	-13647.66	17195.74	-0.79	0.430	-48000.09	20704.77
_ICLASSE_3	5501.703	22495.45	0.24	0.808	-39438.13	50441.54
_IVISIT1_2	2012.939	15057.22	0.13	0.894	-28067.33	32093.2
_cons	87322.45	44421.16	1.97	0.054	-1419.012	176063.9

- *Résultats d'estimation du modèle de régression linéaire généralisé dans la zone cotonnière Centre-Nord*

L'analyse des résultats issus de la régression entre la rentabilité et ses facteurs déterminant dans la zone cotonnière Centre-Nord, ont montré que le modèle était globalement significatif à 5% et que 54,13% des variations de la rentabilité de la production cotonnière dans la zone Nord-Centre ont été expliquées par l'âge, la taille du ménage, le type d'itinéraire technique pratiqué dans la zone, le sexe, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton, l'accès au crédit, le niveau d'instruction, l'accès au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 et le type d'exploitation cotonnière dans la zone. Par conséquent, les 45,87% restants étaient dus aux variations des facteurs difficilement mesurables non pris en compte dans l'estimation de ce modèle et ayant des pouvoirs explicatifs très élevés (Tableau 171).

Dans la zone cotonnière Centre-Nord, deux facteurs influençant significativement la rentabilité des exploitations cotonnières ont été mis en exergue comme suit :

- **le type d'itinéraire technique pratiqué** : Le respect de la dose d'engrais et du nombre de traitement phytosanitaire à l'hectare a amélioré la marge nette de ces derniers. En effet, d'un producteur ayant utilisé la pratique paysanne à un producteur ayant respecté l'itinéraire technique recommandé, la marge nette a augmenté de 95.999 FCFA sur un hectare de culture ;
- **le sexe du producteur** : d'un chef d'exploitation femme à un chef d'exploitation homme, la marge nette a augmenté de 100.898 FCFA à l'hectare.

Tableau 171: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Nord-Centre

MN	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
AGE	-1071.085	778.0304	-1.38	0.173	-2622.06	479.8905
TAILL	572.8216	766.665	0.75	0.457	-955.4972	2101.14
_ITYPR_2	-95999.19	12713.1	-7.55	0.000	-121342.3	-70656.08
_ISEXE_2	-100898.7	17936.01	-5.63	0.000	-136653.5	-65143.92
EXPEC	90.95491	878.15	0.10	0.918	-1659.605	1841.515
_ICREDIC_2	-16871.96	10540.54	-1.60	0.114	-37884.14	4140.216
_INIVED_2	5365.981	13137.59	0.41	0.684	-20823.33	31555.29
_INIVED_3	5024.861	13471.17	0.37	0.710	-21829.42	31879.14
_INIVED_4	0	(omitted)				
_INIVED_5	0	(omitted)				
_ICLASSE_2	-19040.47	19175.21	-0.99	0.324	-57265.54	19184.61
_ICLASSE_3	0	(omitted)				
_IVISIT1_2	-1367.35	22248.17	-0.06	0.951	-45718.26	42983.56
_cons	361935.6	55668.68	6.50	0.000	250962.1	472909.1

○ *Résultats d'estimation du modèle de régression linéaire généralisé dans la zone cotonnière Centre*

Les résultats issus de la régression entre la rentabilité et ses facteurs déterminants dans la zone cotonnière Centre (tableau 172), ont montré que le modèle était globalement significatif à 5% et que 51,39% des variations de la rentabilité de la production cotonnière dans cette zone ont été expliquées par l'âge, la taille du ménage, le type d'itinéraire technique pratiqué dans la zone, le sexe, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton, l'accès au crédit, le niveau d'instruction, l'accès au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 et le type d'exploitation cotonnière dans la zone. Ainsi, les 48,61% restants étaient dus aux variations des facteurs difficilement mesurables non pris en compte dans l'estimation de ce modèle et ayant des pouvoirs explicatifs très élevés. De même, le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur dans cette zone était un déterminant significatif qui a influencé la rentabilité des différentes exploitations enquêtées. En effet, la marge nette a augmenté 84.100 FCFA par hectare en passant d'un producteur respectant l'itinéraire technique recommandé par la recherche à un autre utilisant la pratique paysanne. Ce qui a signifié que le respect de l'itinéraire technique recommandé a amélioré la marge nette.

Tableau 172: Résultats d'estimation du modèle dans la zone Centre

MN	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
AGE	1084.281	638.8759	1.70	0.094	-191.2759	2359.838
TAILL	59.01427	1857.812	0.03	0.975	-3650.226	3768.255
_ITYPR_2	-84100.37	11516.94	-7.30	0.000	-107094.7	-61106.07
_ISEXE_2	-19419.21	19806.47	-0.98	0.330	-58964.1	20125.67
_EXPEC	-254.2415	1239.188	-0.21	0.838	-2728.359	2219.876
_ICREDIC_2	-335.7385	12061.17	-0.03	0.978	-24416.64	23745.16
_INIVED_2	-969.342	13219.34	-0.07	0.942	-27362.61	25423.93
_INIVED_3	-2056.96	14965.68	-0.14	0.891	-31936.91	27822.99
_INIVED_4	10573.82	26946.38	0.39	0.696	-43226.37	64374.01
_INIVED_5	0	(omitted)				
_ICLASSE_2	12918.19	22623.69	0.57	0.570	-32251.46	58087.84
_ICLASSE_3	0	(omitted)				
_IVISIT1_2	-29380.62	19569.81	-1.50	0.138	-68453	9691.767
_cons	160814.3	49120.85	3.27	0.002	62741.38	258887.3

○ *Résultats d'estimation du modèle de régression linéaire généralisé dans la zone cotonnière Sud*

Les résultats issus de la régression entre la rentabilité et ses facteurs déterminant dans la zone Sud-Bénin et présentés dans le tableau 173 ont montré que le modèle était globalement significatif à 5% et que 63,41% des variations de la rentabilité de la production cotonnière dans la zone Sud ont été expliquées par l'âge, la taille du

ménage, le type d'itinéraire technique pratiqué dans la zone, le sexe, le nombre d'année d'expérience dans la production du coton, l'accès au crédit, le niveau d'instruction, l'accès au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 et le type d'exploitation cotonnière dans la zone. Ainsi, les 36,59% restants étaient dus aux variations des facteurs difficilement mesurables non pris en compte dans l'estimation de ce modèle et ayant des pouvoirs explicatifs très élevés. De même, le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur et l'accès au conseil étaient deux facteurs déterminants qui influençaient significativement ($P < 0,05$) la rentabilité. En effet, une augmentation de 118.721 FCFA de marge nette à l'hectare a été obtenue en passant d'un producteur respectant l'itinéraire technique de la recherche à un producteur adoptant la pratique paysanne. Aussi, cette marge nette était améliorée de 49.901 FCFA à l'hectare lorsque le producteur a eu accès au conseil agricole.

Tableau 173: Résultats d'estimation du modèle dans la zone cotonnière Sud

MN	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
AGE	-350.9522	691.6767	-0.51	0.614	-1732.326	1030.422
TAILL	-647.8593	1058.742	-0.61	0.543	-2762.313	1466.595
_ITYPR_2	-118721.3	13626.03	-8.71	0.000	-145934.4	-91508.28
_ISEXE_1	-19180.75	13828.09	-1.39	0.170	-46797.34	8435.848
EXPEC	67.81009	1062.49	0.06	0.949	-2054.129	2189.749
_ICREDIC_1	-6775.566	18203.73	-0.37	0.711	-43130.93	29579.79
_INIVED_1	-6769.475	14646.72	-0.46	0.645	-36020.99	22482.04
_INIVED_2	-10336.55	16149.56	-0.64	0.524	-42589.44	21916.34
_INIVED_3	9213.659	13816.63	0.67	0.507	-18380.06	36807.38
_ICLASSE_2	-5945.814	24404.35	-0.24	0.808	-54684.66	42793.03
_IVISIT1_1	-49901.91	18664.12	-2.67	0.009	-87176.73	-12627.09
_cons	234092.6	42853.94	5.46	0.000	148507.4	319677.9

Discussion

L'étude met en évidence que la production cotonnière est rentable quelle que soit la zone de production cotonnière. Ce qui confirme les résultats obtenus par Midingoyi, 2008. Cette rentabilité varie en fonction des catégories, des exploitations considérées et est influencée par le type d'itinéraire technique, le niveau d'instruction l'accès au conseil agricole, le sexe.

L'analyse et l'interprétation du modèle linéaire généralisé par zone de production ont révélé que la rentabilité des différentes exploitations cotonnières étudiées est influencée par le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur et le niveau d'instruction du producteur dans la zone cotonnière Nord, le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur et le sexe du producteur dans la zone Centre- Nord, le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur dans la conduite du cotonnier dans le

Centre et le type d'itinéraire technique pratiqué par le producteur et l'accès au conseil agricole par le producteur de coton dans la zone Sud.

Le type d'itinéraire technique pratiqué apparaît comme un facteur qui influence la rentabilité des exploitations cotonnières visitées dans toutes les zones de production. Ceci vient corroborer les résultats selon lesquels la pratique recommandée par la recherche présente des performances économiques meilleures que celle de la pratique paysanne courante.

Conclusion

Dans chacune des zones de production cotonnière, au moins un facteur existe et influence significativement la rentabilité de la production cotonnière au niveau des différents types d'exploitations identifiés. De même, sur l'ensemble des quatre zones cotonnières l'itinéraire technique pratiqué par le producteur est un facteur déterminant de la rentabilité de la culture cotonnière.

References bibliographiques

- Allagbe M., Adegbola P.Y., Ahoyo Adjovi N.R., Komlan-Ahihou M.C., Crinot G. F. D. J. C. E., Hessavi P. M., djenontin A. J. P. et Mensah G. A. (2014). Evaluation socio-économique des systèmes de cultures à base de cotonculture au Bénin. Dépôt légal N° 7516 du 15 octobre 2014, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin ISBN : 978-99919-0-138-1, 44 p.
- CAPE (2005), Évaluation des réformes de la filière coton et leurs impacts sur les acteurs. Version provisoire. Décembre 2003, 88p.
- Carpillon A. (1993). Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Thèse de doctorat : INA P-G, Paris. 301 p.
- CIRAD-GRET (2002). Mémento de l'Agronome, 1691 p.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 188 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4^{ème} trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8. CRA-CF (2017). Fiche technique de la culture du cotonnier : campagne 2017-2018. 11 p.
- Djiba B. (2014). L'échantillonnage et l'extrapolation de données d'un échantillon. 9p.
- Hougni A., Zoumarou-Wallis N., Imorou L., Amonmidé I., et Sinha M.G. (2016). « Caractérisation de variétés cotonnier éprouvées sous différentes doses

d'engrais dans les grands bassins cotonniers du Bénin, actes de la 9ieme édition de l'atelier scientifique national, INRAB, Novembre 2016 ».

Hougni A., Sêkloka E., Djaboutou M., Lançon J. (2001). Au Bénin, la qualité du coton graine varie suivant les quatre zones agro-écologiques : Seed index, rendement à l'égrenage, longueur, micronaire et couleur. In : Actes des journées coton du Cirad : Montpellier, 23 et 24 juillet 2001. Montpellier : CIRAD-CA, pp. 81-86.

Houndékon V. A. (1996). Analyse économique des systèmes de production du riz dans le Nord-Bénin. Thèse de Doctorat de troisième cycle en Sciences économiques. FASEG/ Côte d'Ivoire, 160 p.

Imorou L. (2013). Caractérisation régionale de lignées de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) éprouvées sous différentes doses d'engrais au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome FA /UP/P. 62 p.

INSAE (2013). Résultats définitifs des principaux indicateurs plus projection au Bénin. 7 p.

Kpenavoun S. (2003). Itinéraires techniques et pratiques paysannes dans les zones cotonnières du nord du Bénin. Actes du colloque international Umr Sagert, 25-27 février 2003, Montpellier, France. 8 p.

Midingoyi G. S. K. (2008). Analyse des déterminants de l'efficacité de la production cotonnière au Bénin : Cas des départements de l'Alibori et de l'Atacora. Mémoire de master complémentaire en économie et sociologie rurales, Université de Gembloux. 90 p.

Peter T., et Wanpko, E. (2004). La production du coton au Bénin. 118 p.

Yabi A. J., Ahouandogbo G., et Bawa R. (2008). Mission de formation des agents sur l'analyse technique, financière et économique d'une exploitation agricole. Manuel du participant. 79 p.

Yabi, A.J., Paraïso A., Ayena R.L., Yegbemey R. (2012). Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, 16 (2) : 229-242.

Yegbemey R.N. (2010) Analyse économique des exploitations rizicoles de la Commune de Malanville. Thèse d'ingénieur agronome, Fac. d'Agro., Univ. de Parakou, Parakou, Bénin . 75 p.

5.2. Perception générale des producteurs par rapport aux performances technico-économiques des pratiques recommandées et paysannes dans les différentes zones de production cotonnières au Bénin

A. HOUGNI, E.J. GBEDONOU, D. OLOU, I.T. GLELE K. A., S. BABIO et A. BOUBAKAR

Résumé

L'objectif de l'étude était d'analyser la perception générale des producteurs par rapport aux performances technico-économiques des pratiques recommandées et paysannes dans les différentes zones de production cotonnières au Bénin. L'étude a été réalisée dans quatorze (14) communes réparties dans les quatre (4) zones de production cotonnière. La méthode d'échantillonnage stratifié a permis de collecter les données qualitatives auprès de trois cent vingt (320) exploitations pour l'ensemble des aires de production. L'analyse des données collectées a été faite par le calcul de proportion par niveau d'appréciation et tests statistiques pour valider les différences obtenues. Les résultats ont indiqué que dans toutes les zones de production, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaît comme la pratique la plus exigeante en termes de coût mais présente un fort potentiel à générer de gros bénéfices. Ainsi, l'adoption du nouvel itinéraire technique exige des investissements financiers qui constituent des contraintes dans un contexte de pauvreté. Des travaux de recherches méritent d'être menés sur les contraintes de la pratique de ce paquet technologique afin de lever les contraintes relatives à son adoption.

Mots clés : Agriculture, ITK, coton, rentabilité, perception producteur, zone de production, Bénin

Introduction

Sur la base des données collectées dont les résultats ont été présentés dans "5.1. Déterminants de la rentabilité économique et financière de la production cotonnière dans les bassins cotonniers au Bénin" aux pages 199 à 217, l'objectif de la présente étude était d'évaluer la perception des producteurs de coton par rapport aux performances technico-économique des pratiques de production en zone cotonnière.

Matériels et Méthodes

☞ Zone d'étude

La zone d'étude est l'ensemble des quatre zones de production cotonnière du Bénin. Il s'agit de la zone Nord (Alibori/ Atacora), la zone Centre-Nord (Borgou/Donga), la zone Centre (Collines) et la zone Sud (Zou/ Couffo/ Plateau). Ces quatre zones ont été choisies car renfermant différentes conditions agro-climatiques (CRA-CF, 2017) :

∞ Données collectées et méthodes d'analyses des données

Les données ont été collectées auprès de 320 producteurs dans les quatre zones agroécologiques. Elles étaient relatives aux critères suivants :

- la consommation en main-d'œuvre ;
- la consommation en engrais minéraux ;
- la capacité à réduire les pertes dues aux ravageurs ;
- la contribution à la dégradation du sol ;
- la propension à donner un meilleur rendement à la récolte ;
- la propension à donner du coton de meilleure qualité ;
- l'adaptation au milieu écologique ;
- l'implication en termes de coût ;
- la propension à donner un meilleur bénéfice.

Les données collectées ont fait l'objet d'analyse à travers le calcul des statistiques descriptives et du test statistique Khi-deux. La saisie des données a été faite à l'aide du logiciel ACCESS, puis les différentes analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SPSS 18.0.

Les approches qualitative et statistique ont été adoptées selon l'objectif et l'hypothèse de recherche (tableau 174)

Tableau 174: Synthèse des données collectées et outils d'analyse

Objectifs spécifiques	Hypothèse	Outil d'analyse	Données nécessaires
Evaluer la perception des producteurs par rapport aux performances technico-économique des deux ITK	les producteurs ont une perception positive des performances technico-économiques de l'Itinéraire technique recommandé par la recherche	Calcul de proportion par niveau d'appréciation et tests statistiques pour valider les différences obtenues	Perception des producteurs par critère d'appréciation

∞ Spécification de la méthode de calcul des proportions et test statistique

Des proportions portant sur l'avis des producteurs par rapport aux deux ITK ont été calculées pour chaque critère d'appréciation et par zone de production. Le test de

proportion (Khi-deux) a été utilisé pour valider les différences de proportions obtenues au niveau de chaque critère d'appréciation et par zone de production. Pour chaque critère d'appréciation et par zone de production, on teste l'hypothèse nulle H_0 : « Chaque modalité (1=pratique recommandée par la recherche, 2=pratique paysanne et 3= Les deux pratiques sont identiques) a pour fréquence théorique 33,33% ». Si la probabilité (Sig-bilatéral) associée à la statistique de Khi-deux est supérieure à 5 %, alors nous acceptons l'hypothèse nulle. Dans le cas contraire nous rejetons H_0 et nous acceptons l'hypothèse contraire qui valide les différences obtenues.

Résultats

∞ Résultats issus de la perception générale des producteurs de coton de la zone Nord par rapport aux performances technico-économiques des deux ITK étudiés

▪ *Analyses des proportions obtenues par critère d'appréciation dans la zone Nord*

Les histogrammes empilés de la figure 26 ont illustré les différentes proportions de l'avis des producteurs de la zone Nord sur les critères d'appréciation des performances technico-économiques des deux ITK étudiés, qui ont permis de retenir ce qui suit :

- 67,4% des producteurs pensaient que la pratique recommandée consommait plus de main-d'œuvre que celle paysanne dans la zone Nord ;
- 95,3% des producteurs pensaient que la pratique recommandée apparaissait comme celle qui consommait le plus d'engrais minéraux que la pratique paysanne ;
- la pratique recommandée était jugée par 90,7%, la plus consommatrice d'intrants que celle paysanne ;
- 81,4% des producteurs pensaient que la pratique recommandée présentait de fortes capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs, comparativement à l'ancien itinéraire technique ;
- la pratique recommandée donnait un meilleur rendement que celle paysanne selon 86% des enquêtés ;
- la pratique recommandée permettait d'obtenir un coton de meilleure qualité que la pratique paysanne selon 65,1% des producteurs enquêtés ;
- 51,2% des producteurs pensaient que la pratique recommandée présentait une meilleure capacité d'adaptation au milieu écologique que celle paysanne dans la zone Nord ;

- 97,7%% des producteurs pensaient que la pratique recommandée était plus exigeante en termes de coût que celle paysanne dans la zone Nord ;
- 76,2% des producteurs pensaient que la pratique recommandée permettait d’avoir un meilleur bénéfice comparativement à la pratique paysanne dans la zone Nord ;
- selon l’avis des producteurs de la zone Nord, les deux pratiques présentaient les capacités de dégradation des sols (34,1% de l’avis des producteurs pour les deux pratiques). Aucune différence n’a existé entre les deux pratiques en termes de consommation d’herbicide (58,5% pour un avis favorable des producteurs pour égalité des deux pratiques).

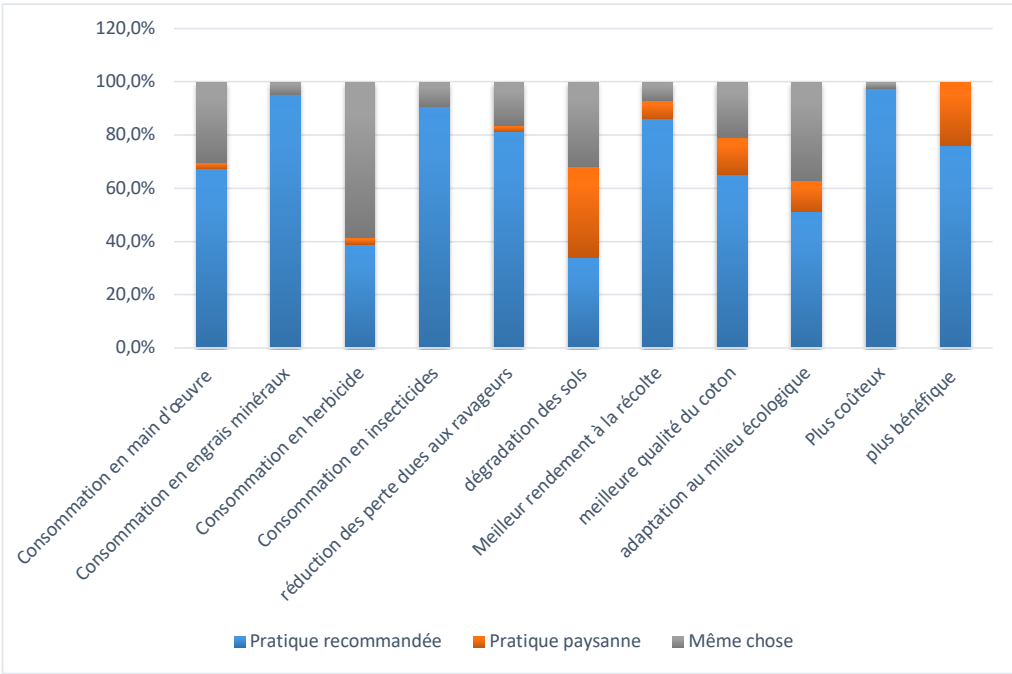


Figure 26 : Proportion de l’avis des producteurs de la zone Nord sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés

▪ ***Test d’hypothèse et validation des proportions obtenues dans la zone cotonnière Nord***

Dans le tableau 175 ont été présentés les résultats issus du test de Khi-carré pour la validation des proportions relatives à chaque critère d’appréciation des performances technico-économiques des deux ITK étudiés dans la zone cotonnière Nord. Une différence significative a existé au seuil de 5% entre les proportions obtenues pour les critères d’appréciation telles que la consommation de l’ITK en main-d’œuvre, la consommation de l’ITK en engrais minéraux, la capacité de l’ITK à réduire les perte

dues aux ravageurs, la propension de l'ITK à donner un bon rendement à la récolte, la propension de l'ITK à donner du coton de meilleur qualité, l'adaptation de l'ITK au milieu écologique, l'implication de l'ITK en terme de coût et la propension de l'ITK à générer un grand bénéfice et une différence non significative ($P > 0,05$) entre les proportions obtenues pour le critère contribution à la dégradation du sol. Ainsi, les proportions étaient valides dans le premier cas et non valide dans le second.

Tableau 175 : Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone cotonnière Nord

Variables	Khi-carré	Ddl	Sig. asymptotique
Nécessite plus de main d'œuvre	27,535	2	0
Nécessite plus d'engrais minéraux	35,372	1	0
Réduit les pertes dues aux ravageurs	45,953	2	0
Dégrade plus le sol	0,049	2	0,976
Donne un meilleur rendement à la récolte	53,767	2	0
Donne de coton de meilleure qualité	19,860	2	0
Plus adapté au milieu écologique	10,372	2	0,006
Le plus coûteux	39,093	1	0
Plus bénéfique	11,524	1	0,001

Dans la zone cotonnière Nord, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre, d'engrais minéraux et d'insecticides. Elle a présenté de fortes capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs, une grande propension à donner du coton à haut rendement, de meilleure qualité et de fortes capacités d'adaptation au milieu écologique. C'était un type de pratique très exigeant en termes de coût mais il présentait une forte propension à générer de gros bénéfices. Les deux pratiques n'ont eu aucune influence majeure sur la dégradation des sols mais présentaient les mêmes capacités de consommation d'herbicide.

∞ **Résultat issu de la perception des producteurs de coton de la zone Nord-Centre par rapport aux performances technico-économiques des deux ITK étudiés**

▪ ***Analyses des proportions obtenues par critère d'appréciation dans la zone Nord-Centre***

- Près des 2/3 (65,2%) des producteurs pensaient que la pratique recommandée consommait plus de main-d'œuvre que celle paysanne dans la zone Centre-Nord. Par contre, l'ensemble des producteurs (100%) pensait que la pratique recommandée consommait plus d'engrais minéraux que la pratique paysanne dans la zone Nord.

Mieux, pour 95,7% des enquêtés, cette même pratique recommandée a consommé plus d'insecticide. D'ailleurs, tous les enquêtés estimaient que la pratique recommandée présentait de meilleures capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs comparativement à la pratique paysanne. Ainsi, 87,2% des producteurs enquêtés estimaient que la pratique recommandée possédait une plus grande propension à donner un meilleur rendement. De même, 51,2% des producteurs enquêtés estimaient que la pratique recommandée permettait d'avoir un coton de meilleure qualité que la pratique paysanne. Par ailleurs, 51,2% pensaient que la nouvelle pratique recommandée présentait de meilleures capacités d'adaptation au milieu écologique que la pratique paysanne de la zone Nord-Centre. La pratique recommandée était plus exigeante en termes de coût que la pratique paysanne, selon 95,7% des enquêtés. Enfin, la pratique recommandée a généré un meilleur bénéfice, comparativement à la pratique paysanne, selon 97,9% des enquêtés.

Selon l'avis des producteurs de la zone Centre-Nord, la pratique paysanne apparaissait comme celle qui a dégradé plus les sols (52,1% de l'avis des producteurs pour les deux pratiques). Aucune différence n'a existé entre les deux pratiques en termes de consommation d'herbicide pour 46,8% pour un avis favorable des producteurs pour l'égalité des deux pratiques (Figure 27).

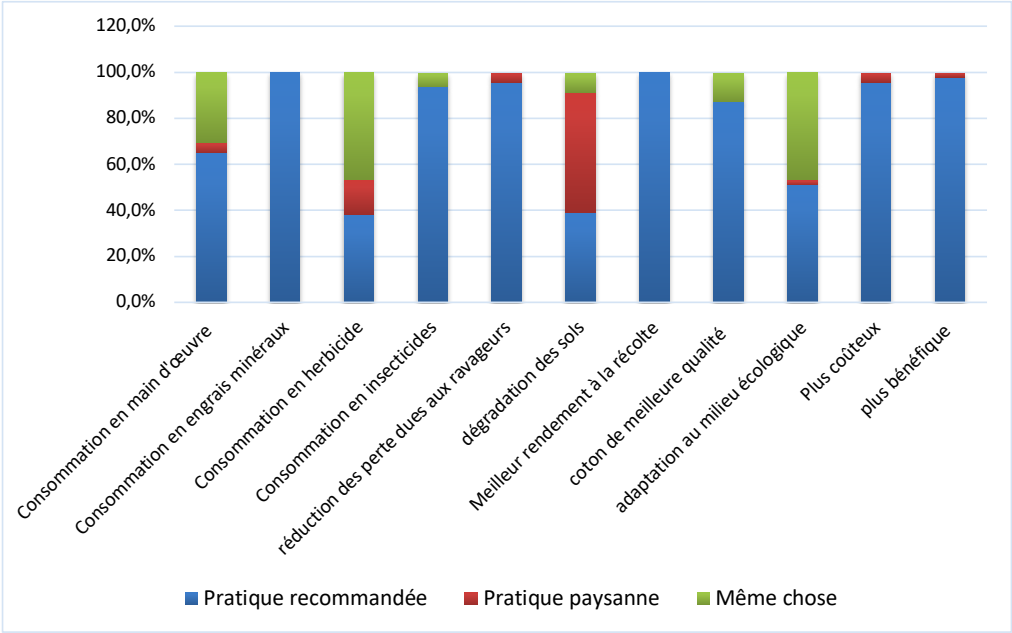


Figure 27 : Proportion de l'avis des producteurs de la zone Centre-Nord sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés

▪ ***Test d'hypothèse et validation des proportions obtenues dans la zone cotonnière Centre-Nord***

Les résultats issus du test de Khi-carré pour la validation des proportions relatives à chaque critère d'appréciation des performances technico-économiques des deux ITK étudiés dans la zone Centre-Nord ont montré l'existence d'une différence significative ($P < 0,05$) entre les proportions obtenus pour tous les critères d'appréciation tels que la consommation de l'ITK en main-d'œuvre, la consommation de l'ITK en engrais minéraux, la capacité de l'ITK à réduire les pertes dues aux ravageurs, la propension de l'ITK à donner un bon rendement à la récolte, la propension de l'ITK à donner du coton de meilleure qualité, l'adaptation de l'ITK au milieu écologique, l'implication de l'ITK en terme de coût, la propension de l'ITK à générer un grand bénéfice et la contribution à la dégradation du sol. Ainsi, les proportions étaient valides pour tous ces critères (Tableau 176).

Tableau 176: Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone cotonnière Centre-Nord

Variables	Khi-carré	Ddl	Signification asymptotique
Nécessite plus de main d'œuvre	25,739 ^a	2	0
Réduit les pertes dues aux ravageurs	38,348 ^b	1	0
Dégrade plus le sol	13,739 ^a	2	0,001
Donne de coton de meilleure qualité	26,064 ^c	1	0
Plus adapté à votre milieu écologique	20,723 ^d	2	0
Le plus coûteux	39,340 ^c	1	0
Plus bénéfique pour vous	43,085 ^c	1	0

Dans la zone cotonnière Nord, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre, d'engrais minéraux et d'insecticides. Elle a présenté de fortes capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs, une grande propension à donner du coton à haut rendement et de meilleure qualité et de fortes capacités d'adaptation au milieu écologique. Un tel type de pratique était très exigeant en termes de coût mais il présentait une forte propension à générer de gros bénéfices. Par contre la pratique paysanne apparaissait comme celle qui a dégradé plus les sols. Les deux pratiques ont présenté les mêmes capacités de consommation d'herbicides.

∞ **Résultat issu de la perception générale des producteurs de coton de la zone Centre par rapport aux performances technico-économiques des deux ITK étudiés**

▪ ***Analyses des proportions obtenues par critère d'appréciation dans la zone Centre***

Selon l'avis des producteurs de la zone Centre, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre (55,1% pour avis favorable des producteurs), d'engrais minéraux (91,8% pour avis favorable des producteurs), d'herbicides (65,3% pour avis favorable des producteurs) et d'insecticides (91,8% pour avis favorable des producteurs). Elle a présenté de fortes capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs (75,5% pour avis favorable des producteurs), une grande propension à donner du coton à haut rendement (83,7% pour avis favorable des producteurs) et de meilleure qualité (83,7% pour avis favorable des producteurs) et de fortes capacités d'adaptation au milieu écologique de la zone Centre (53,1% pour avis favorable des producteurs). Un tel type de pratique était très exigeant en termes de coût (89,8% pour avis favorable des producteurs) mais il présentait une forte propension à générer de gros bénéfices pour 87,2% pour avis favorable des producteurs (Figure 28).

- Selon l'avis des producteurs de la zone Centre, les deux pratiques présentent le même pouvoir de dégradation des sols (44,9% de l'avis des producteurs pour les deux pratiques).

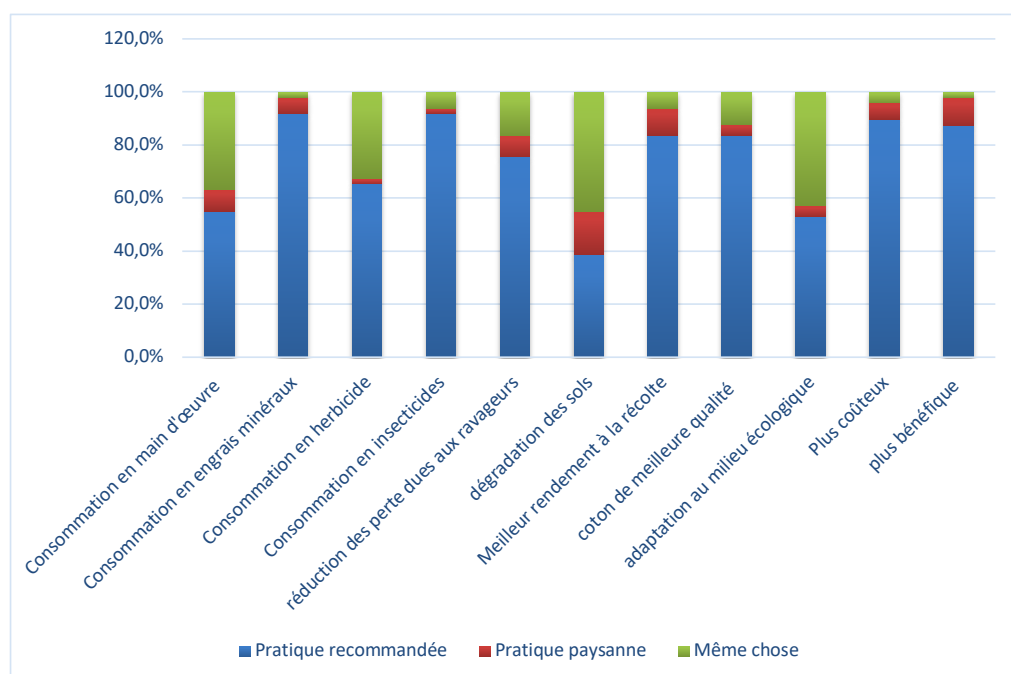


Figure 28: Proportion de l'avis des producteurs de la zone centre sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés

▪ ***Test d'hypothèse et validation des proportions obtenues dans la zone Centre***

Les résultats issus du test de Khi-carré pour la validation des proportions relatives à chaque critère d'appréciation des performances technico-économiques des deux ITK étudiés dans la zone Centre ont révélé une différence significative ($P < 0,05$) entre les proportions obtenus pour tous les critères d'appréciation tels que la consommation de l'ITK en main-d'œuvre, la consommation de l'ITK en engrais minéraux, la capacité de l'ITK à réduire les pertes dues aux ravageurs, la propension de l'ITK à donner un bon rendement à la récolte, la propension de l'ITK à donner du coton de meilleure qualité, l'adaptation de l'ITK au milieu écologique, l'implication de l'ITK en terme de coût, la propension de l'ITK à générer un grand bénéfique et la contribution à la dégradation du sol. Ainsi, les proportions étaient valides pour tous ces critères (Tableau 177).

Tableau 177: Résultats issus du test de Khi-carré dans la zone Centre

Variables	Khi-carré	Ddl	Signification asymptotique
Nécessite plus de main d'œuvre	16,449 ^a	2	0
Nécessite plus d'engrais minéraux	75,592 ^a	2	0
Réduit les pertes dues aux ravageurs	39,714 ^a	2	0
Dégrade plus le sol	6,653 ^a	2	0,036
Donne un meilleur rendement à la récolte	56,000 ^a	2	0
Donne de coton de meilleure qualité	56,367 ^a	2	0
Plus adapté à votre milieu écologique	19,633 ^a	2	0
Le plus coûteux	70,327 ^a	2	0
Plus bénéfique pour vous	61,957 ^b	2	0

Dans la zone Centre, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre, d'engrais minéraux, d'herbicides et d'insecticides. Elle a présenté de fortes capacités de réduction des pertes dues aux ravageurs, une grande propension à donner du coton à haut rendement et de meilleure qualité et de fortes capacités d'adaptation au milieu écologique. Un tel type de pratique était très exigeant en termes de coût mais il a présenté une forte propension à générer de gros bénéfices. Les deux pratiques présentaient les mêmes capacités de dégradation des sols.

∞ **Résultat issu de la perception générale des producteurs de coton de la zone cotonnière Sud-Bénin par rapport aux performances technico-économiques des deux ITK étudiés**

▪ ***Analyses des proportions obtenues par critère d'appréciation dans la zone Sud-Bénin***

Selon l'avis des producteurs de la zone Sud-Bénin, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre (77,3% pour avis favorable des producteurs), d'engrais minéraux (93,3% pour avis favorable des producteurs) et d'insecticides (64,4% pour avis favorable des producteurs). Elle a présenté de fortes capacités de dégradation des sols (52,5% pour avis favorable des producteurs), une grande propension à donner du coton à haut rendement (88,9% pour avis favorable des producteurs) et de meilleure qualité (86,7% pour avis favorable des producteurs). Un tel type de pratique était très exigeant en termes de coût (91,1% pour avis favorable des producteurs) mais il a présenté une forte propension à générer de gros bénéfices pour 83,7% pour avis favorable des producteurs (Figure 29).

Selon l’avis des producteurs de la zone Sud-Bénin (Figure 29), les deux pratiques présentaient la capacité de consommation d’herbicide (62,2% pour avis favorable des producteurs pour les deux pratiques), les mêmes capacités de réductions des pertes dues aux ravageurs (56,8% pour avis favorable des producteurs pour les deux pratiques) et les capacités d’adaptation au milieu écologique du Sud-Bénin (53,3% pour avis favorable des producteurs pour les deux pratiques

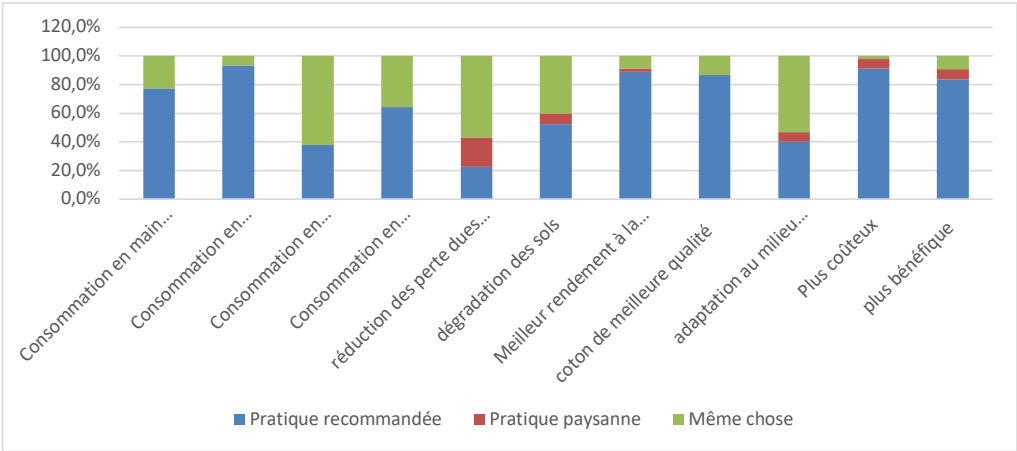


Figure 29: Proportion de l’avis des producteurs de la zone Sud-Bénin sur les différents critères de performances technico-économiques des deux ITK étudiés

- *Test d’hypothèse et validation des proportions obtenues dans la zone Sud-Bénin*

Dans le tableau 178 ont été présentés les résultats issus du test de Khi-carré pour la validation des proportions relatives à chaque critère d’appréciation des performances technico-économiques des deux ITK étudiés dans la zone Sud-Bénin. Une différence significative ($P<0,05$) a existé entre les proportions obtenus pour tous les critères d’appréciation tels que la consommation de l’ITK en main-d’œuvre, la consommation de l’ITK en engrais minéraux, la capacité de l’ITK à réduire les pertes dues aux ravageurs, la propension de l’ITK à donner un bon rendement à la récolte, la propension de l’ITK à donner du coton de meilleur qualité, l’adaptation de l’ITK au milieu écologique, l’implication de l’ITK en terme de coût , la propension de l’ITK à générer un grand bénéfique et la contribution à la dégradation du sol. Ainsi, les proportions étaient valides pour tous ces critères.

Tableau 178: résultats issus du test de Khi-carré dans la zone Sud-Bénin

Variables	Khi-carré	Ddl	Signification asymptotique
Nécessite plus de main d'œuvre	13,091 ^a	1	0
Nécessite plus d'engrais minéraux	33,800 ^b	1	0
Réduit les pertes dues aux ravageurs	10,955 ^c	2	0,004
Dégrade plus le sol	12,950 ^d	2	0,002
Donne un meilleur rendement à la récolte	62,800 ^e	2	0
Donne de coton de meilleure qualité	24,200 ^b	1	0
Plus adapté à votre milieu écologique	15,600 ^e	2	0
Le plus coûteux	67,733 ^e	2	0
Plus bénéfique pour vous	49,163 ^f	2	0

Dans la zone Sud-Bénin, comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaissait comme celle qui consommait plus de main-d'œuvre, d'engrais minéraux et d'insecticides. Elle a présenté de fortes capacités de dégradation des sols, une grande propension à donner du coton à haut rendement et de meilleure qualité. Un tel type de pratique était très exigeant en termes de coût mais qui présentait une forte propension à générer de gros bénéfices. Les deux pratiques présentaient les mêmes capacités de consommation d'herbicides, de réduction des pertes dues aux ravageurs et d'adaptation au milieu écologique du Sud-Bénin.

Discussion

L'analyse et l'interprétation des résultats issus de la perception générale des producteurs par zone de production ont révélé que dans toutes les zones de production comparativement à la pratique paysanne, la pratique recommandée par la recherche apparaît comme celle qui consomme plus de main-d'œuvre, d'engrais minéraux et d'insecticides. Elle présente de fortes capacités de dégradation des sols, une grande propension à donner du coton à haut rendement et de meilleure qualité. C'est un type de pratique qui est très exigeant en termes de coût mais il présente une forte propension à générer de gros bénéfices.

Conclusion

De tout ce qui précède, nous acceptons partiellement l'hypothèse h3 et nous tirons la conclusion selon laquelle les producteurs ont une perception positive de l'itinéraire technique recommandé dans toutes les zones de production.

References bibliographiques

- CAPE (2005), Évaluation des réformes de la filière coton et leurs impacts sur les acteurs. Version provisoire. Décembre 2003, 88 p.
- CIRAD-GRET (2002). Mémento de l'Agronome, 1691 p.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres). 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 188 p. Dépôt légal N° 10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8.
- CRA-CF (2017). Fiche technique de la culture du cotonnier : campagne 2017-2018.11 p.
- Imorou L. (2013). Caractérisation régionale de lignées de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) éprouvées sous différentes doses d'engrais au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome FA /UP/P. 62 p.
- INSAE (2013). Résultats définitifs des principaux indicateurs plus projection au Bénin. 7 p.
- Kpenavoun S. (2003). Itinéraires techniques et pratiques paysannes dans les zones cotonnières du nord du Bénin. Actes du colloque international Umr Sagert, 25-27 février 2003, Montpellier, France. 8 p.

5.3. Comparaison de la rentabilité économique et financière du nouvel itinéraire technique recommandé et pratique paysanne courante dans les différents bassins cotonniers au Bénin.

A. HOUGNI, E.J. GBEDONOU, D. OLOU, I.T. GLELE, S. BABIO et A. BOUBAKAR

Résumé

L'objectif de l'étude est de comparer rentabilité économique et financière de deux itinéraires techniques de culture du cotonnier au Bénin. La méthode d'échantillonnage stratifié a permis de collecter les données quantitatives et qualitatives auprès de trois cent vingt (320) exploitations dans quatorze (14) communes. L'analyse des données a été faite par l'Analyse en Composantes Principales (ACP), les tests de comparaison de moyennes (ANOVA). Les indicateurs suivants ont été utilisés le bénéfice net, le bénéfice additionnel, le coût additionnel, le gain net, la marge nette (MN), le Ratio Bénéfice-Coût (B/C) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI). Les résultats ont indiqué l'existence de trois (3) groupes homogènes d'exploitations cotonnières dans la zone Nord, et deux (2) dans chacune des zones Nord-Centre, Centre et Sud-Bénin et que la production cotonnière était économiquement et financièrement rentable pour les deux pratiques à l'intérieur des groupes dans les différentes zones de production. L'analyse basée sur le budget partiel a révélé que quel que soit le groupe homogène et le type de pratique, la pratique recommandée a présenté de meilleurs résultats que la pratique paysanne. Le bénéfice net par ha des exploitations ayant respecté l'itinéraire recommandé par la recherche était égal à 1,6 fois, 1,5 fois, 2,2 fois et 9 fois le bénéfice net des exploitations ayant utilisé la pratique paysanne courante respectivement dans la zone Nord, Nord-Centre, Centre et Sud-Bénin. L'analyse des principaux indicateurs de rentabilité a révélé une différence significative ($P < 0,05$) pour les indicateurs tels que la marge nette et le taux de rentabilité interne dans toutes zones de production. Par contre, une différence significative ($P < 0,05$) a existé entre les deux pratiques du point de vue de l'indicateur ratio bénéfice-coût que dans la zone Centre. Ainsi, le nouveau paquet technologique est économiquement rentable dans toutes les zones de production.

Mots clés : Agriculture, ITK, coton, rentabilité économique et financière, zone de production, Bénin

Introduction

En Afrique Sub-saharienne, l'agriculture représente la première source d'emploi et de revenu pour la majorité de la population. Au Bénin, elle occupe plus de 80% de la population active (INSAE, 2007). Le coton est l'une des principales cultures pratiquées par les producteurs au Bénin car, il est cultivé par environ un tiers des producteurs et occupe environ 20% de la superficie cultivée (Ton, 2004). Il génère plus de 40% des emplois en milieu rural et fait vivre près de 50% de la population (INSAE, 2013). Il contribue en termes de valeur ajoutée à hauteur de 13% au PIB et représente environ

70% de la valeur totale des exportations et 35% des rentrées fiscales (Ton et Wanpko, 2004).

La filière cotonnière a connu une production record de 451 000 tonnes pour la campagne 2016-2017 (AIC, 2017) après celle de 2004-2005 qui était de 420 000 tonnes (Cape, 2005). Ceci peut s'expliquer par le fait que durant ces dernières décennies, plusieurs innovations ont vu le jour au niveau du maillon production de la filière coton et ont été récemment mises à la disposition des producteurs par la recherche coton et fibres. Il s'agit notamment de l'adoption de nouvelles variétés par zone de production (Hougni *et al.*, 2016), du changement de doses et de formulations d'engrais minéral NPKSB, de l'adoption d'un nouveau programme de protection phytosanitaire, en gros, une amélioration de l'itinéraire technique de la culture cotonnière au Bénin (CRA-CF, 2017).

Les études réalisées sur l'itinéraire technique recommandé par la recherche et la pratique paysanne courante ont révélé des résultats probants et satisfaisants du point de vue de l'efficacité technique (CRA-CF, 2017). Malgré les performances techniques de ce nouvel itinéraire technique (augmentation additionnelle du rendement et de la qualité du coton graine au niveau du producteur) (CRA-CF, 2017), force est de constater que les producteurs ayant participé aux essais en milieu paysan ont trouvé très onéreuse cette nouvelle pratique de conduite de la culture du coton comparativement à la pratique paysanne courante. Cette contrainte a été évoquée lors des travaux de l'atelier bilan sur les quatre (4) dernières campagnes et la planification des activités de recherche sur les trois (3) prochaines années et a été retenue comme préoccupation de recherche.

Par rapport à cette contrainte, à côté des atouts que génèrent les paquets technologiques, il est important de rechercher les implications de la mise en œuvre du nouvel itinéraire technique par les producteurs de coton en milieu réel à travers la détermination de la rentabilité économique, financière et la faisabilité des pratiques agronomiques, du point de vue du paysan, afin de contribuer à la formulation des recommandations qu'il peut adopter.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude intitulé « Comparaison de la rentabilité économique et financière du nouvel itinéraire technique recommandé et pratique paysanne courante dans les différents bassins cotonniers au Bénin ».

Matériels et méthodes

∞ Zone d'étude

Le choix de la zone d'étude a été essentiellement basé sur le critère de zones de production cotonnière qui vise à couvrir tous les bassins cotonniers du Bénin tout en respectant les quatre aires de production (figure 37) déjà identifiées par la recherche. (Hougni *et al.*, 2001). Les caractéristiques agroclimatiques de ces différentes aires de production ont été décrites par le MAEP (2000) et le CRA-CF (2017) comme suit :

▪ **Zone Cotonnière Nord**

Cette zone est caractérisée par un climat de type soudano-sahélien avec une seule saison des pluies et une pluviosité moyenne annuelle de 700 à 900 mm. Le taux d'humidité relative de l'air varie de 35 à 70%, la température moyenne est de 29,1°C avec un fort écart entre les maxima de la journée (40,2°C en avril et 31°C en août) et les minima les plus faibles qui s'observent en janvier (18,8°C). Comme type de sol, on y rencontre plusieurs, à savoir : sols ferrugineux tropicaux sur socle cristallin, sols argileux, limoneux noirs des bas-fonds et des marécages fertiles. Le réseau hydrographique de cette zone est essentiellement caractérisé par les principaux cours d'eau tels que le fleuve Niger, le Mékrou, l'Alibori et la Sota.

▪ **Zone Cotonnière Centre-Nord**

Le climat de cette zone cotonnière est de type soudano-sahélien et présente une seule saison de pluie avec une pluviosité moyenne annuelle de 600 à 950 mm répartie sur 80 à 110 jours. Du point de vue pédologique, on y rencontre des sols ferrugineux tropicaux ; des sols lessivés plus ou moins concrétionnés, des sols sableux, des sols sablo-argileux, des sols noirs et hydromorphes dans les vallées.

▪ **Zone Cotonnière Centre**

De type soudano-guinéen, le climat de cette zone cotonnière présente deux (2) saisons de pluie avec une tendance vers le type soudano-sahélien à une seule saison de pluie dans le secteur nord de la zone. La pluviosité moyenne annuelle est de 600 à 1 400 mm répartie sur 80 à 110 jours. On n'y trouve des sols lessivés plus ou moins concrétionnés, des sols sableux, des sols sablo-argileux, des sols ferrugineux, hydromorphes dans les vallées. Les principaux cours d'eau de son réseau hydrographique sont l'Ouémé et le Zou.

▪ **Zone Cotonnière Sud**

Le climat est de type soudano-guinéen avec deux (2) saisons de pluie et une pluviosité moyenne de 600 à 1 400 mm répartie sur 80 à 110 jours. Les types de sols qu'on y

rencontre sont des sols lessivés plus ou moins concrétionnés, des sols sableux, des sols ferrallitiques, des sols sablo-argileux, des sols hydromorphes dans les vallées. L'Ouémé est le principal cours d'eau.

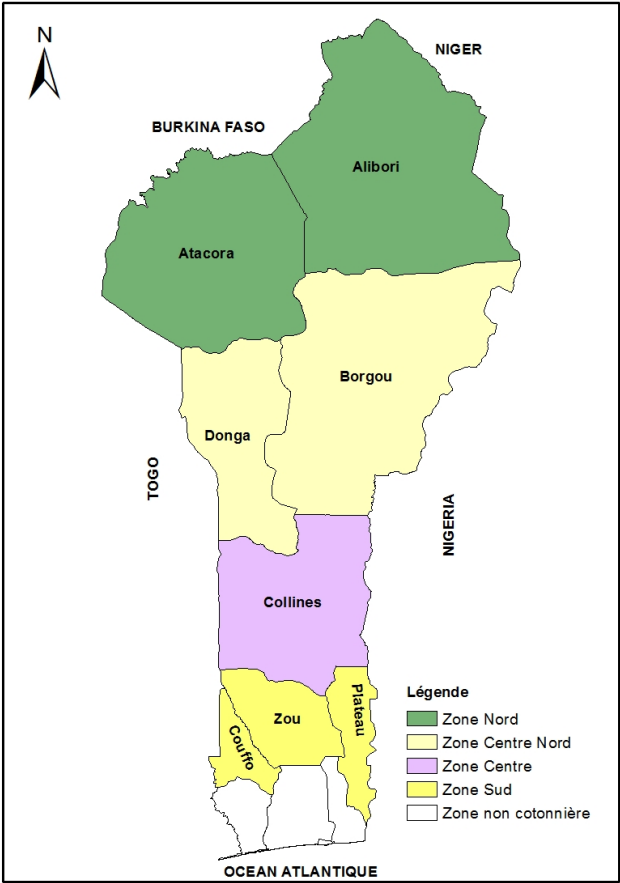


Figure 30 : Carte des différentes zones de production cotonnière au Bénin

Données collectées et méthodes d’analyses des données

Les données collectées ont été saisies à l’aide du logiciel ACCESS, puis les différentes analyses (descriptives, multivariées) ont été faites avec le logiciel SPSS 18.0.

Afin de réaliser une analyse fiable qui a réflété les réalités du milieu réel, une combinaison d’approches qualitative et statistique a été adoptée selon l’objectif et l’hypothèse de recherche (tableau 179).

Tableau 179 : Synthèse des données collectées et outils d'analyse en fonction des hypothèses de recherches

N°	Objectifs spécifiques	Hypothèses	Outils d'analyse	Données nécessaires
1.	Evaluer la rentabilité économique et financière de conduite du cotonnier en milieu paysan dans les différents types d'exploitations cotonnières identifiées par zone de production.	L'itinéraire technique recommandé par recherche est plus rentable que la pratique paysanne courante dans les différents types d'exploitation cotonnières	- Compte d'exploitation - Comparaison de moyennes	Quantité et prix unitaire du coton graine vendu au cours de la campagne 2017-2018, éléments des coûts variables (semences, engrais, herbicides, insecticides, quantité et coûts de la main-d'œuvre salariée relative à la production cotonnière pour la campagne 2017-2018, éléments des coûts fixes (amortissement ou frais de location des équipements de production cotonnière).

∞ Estimation des indicateurs de rentabilité

Les paramètres économiques et financiers ont été calculés en utilisant les formules de Norman adaptées par (Yabi *et al.*, 2008) :

▪ **Le Produit Brut ou PVB**

Cet indicateur a représenté la quantité physique (PB) de coton graine obtenue à la fin de la commercialisation. Il a été exprimé en valeur à partir des prix unitaires P_Q selon la qualité du coton obtenue. Il est alors donné par la formule suivante :

$$PBV = PB * P_Q$$

▪ **Revenu Net ou RN de production**

Le revenu net de production est obtenu en déduisant du produit brut les coûts totaux ou en déduisant du revenu brut les coûts fixes. Il est exprimé en FCFA par la formule suivante :

$$RN = PB - CT = PB - CV - CF = RB - CF$$

▪ **Le Taux de Rentabilité Interne**

Le Taux de Rentabilité Interne ou TRI exprime le Revenu Net par unité de capital total investi. Dans ce cas, le capital total investi n'est rien d'autre que la somme des coûts totaux de production et la valeur de la main-d'œuvre familiale. Il est mathématiquement exprimé par :

$$TRI = \frac{RN}{(CT + VMO)}$$

Avec RN le revenu net de l'activité de production cotonnière (en FCFA) et CT les Coûts Totaux de production (en FCFA) et VMO la Valeur de la Main-d'œuvre familiale (en FCFA).

VMO est obtenu en multipliant la quantité physique de main d'œuvre familiale totale par le prix moyen p de la main d'œuvre salariée dans la zone de l'étude. De ce fait, le Taux de Rentabilité Interne est exprimé en pourcentage (%).

Il est aussi possible pour une plus grande rigueur d'analyse financière de déduire de la marge nette la valeur de la main-d'œuvre familiale VMO (salaire du producteur). Il en vient que :

$$TRI = \frac{(RN - VMO)}{(CT + VMO)}$$

▪ **Ratio Bénéfice/Coût (B/C)**

C'est un indicateur d'analyse financière par excellence. Il exprime le gain financier total obtenu par l'investissement d'une unité monétaire (1 franc CFA par exemple). Soit B l'ensemble des bénéfices obtenus après un investissement total C pour la production de coton. Il vient alors que :

$$B / C = \frac{B}{C}$$

Dans le cas de notre étude, B désigne le produit brut obtenu en valeur et C l'ensemble de tous les coûts exprimés en valeur, y compris la main d'œuvre familiale. Ainsi, si PBV est le Produit Brut en Valeur, CT les coûts totaux qui ne prennent pas en compte la valeur de la main d'œuvre familiale et MOV la valeur totale de la main d'œuvre familiale utilisée, on a :

$$B / C = \frac{PBV}{(CT + MOV)}$$

Dans la pratique, MOV est obtenue en multipliant la quantité physique de main d'œuvre familiale totale par le prix moyen p de la main d'œuvre salariée dans la zone de l'étude.

∞ **Test d'hypothèse des principaux indicateurs de rentabilité**

Après le calcul des principaux indicateurs de rentabilité économique et financière tels que la marge nette, le taux de rentabilité interne et le ratio bénéfice-coût, les deux pratiques ont été comparées.

Résultats

∞ **Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés**

▪ **Age des chefs d'exploitations**

Les chefs d'exploitations ont été en moyenne âgés de 41 ans (± 11 ans) (tableau 181). Cette moyenne a caché de grande disparité entre les enquêtés. En effet, le plus jeune des enquêtés n'avait que 19 ans tandis que le plus âgé avait 75 ans.

Au niveau des quatre (4) zones, une prévalence des chefs d'exploitations âgés de 35 ans à 75 ans a été constatée contre une minorité des chefs d'exploitations âgés de 19 ans à 35 ans. Ceci a montré une certaine maturité par rapport à la gestion de l'exploitation et aussi le caractère homogène de la structure sociale avec un seul niveau de prise de décision (Tableau 180).

Tableau 180: Répartition des chefs d’exploitation par âge, classe d’âge et par zone de production

Zone de production cotonnière	Age			Classe d’âge		Total
	Moyenne	Minimal	Maximal	Minimal à 35	35 à Maximal	
Nord	40(±9)	20	64	23	57	80
Centre Nord	40(±10)	20	70	30	53	83
Centre	36(±11)	19	65	28	52	80
Sud	46(±12)	20	75	19	61	80
Total	41(±11)	19	75	100	223	323

▪ **Niveau d’instruction des chefs d’exploitations enquêtés.**

Le niveau d’instruction des chefs d’exploitations dans les différentes zones de production restait relativement faible avec 23,227% de la population ayant atteint le niveau secondaire et 1,25% seulement ayant fait des études supérieures, la majorité s’arrêtant au primaire.

Le pourcentage n’ayant reçu aucune instruction dans les zones cotonnières du Centre Nord (55,42%) et du Sud (60%) restait préoccupant (figure 31).

Près de 41% de l’échantillon sont alphabétisés avec des proportions différentes en fonction des zones de production. Ceci a témoigné le rôle prépondérant que jouaient les projets et programmes d’éducation des adultes dans ce sens (figure 32).

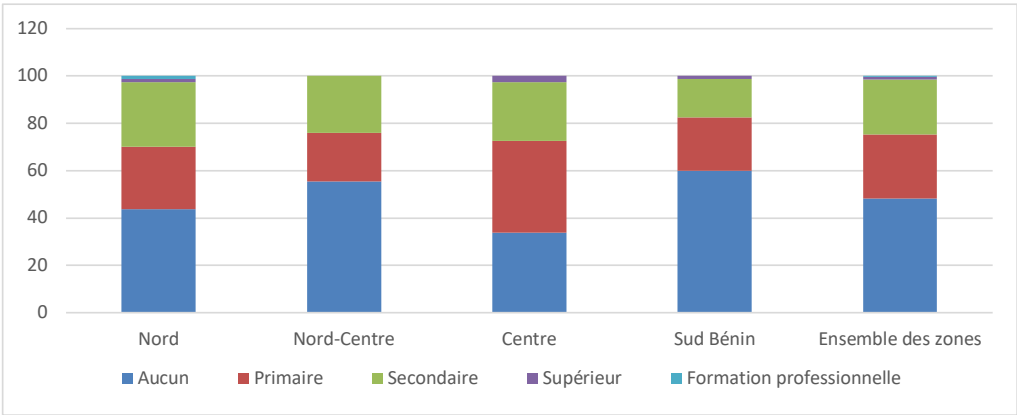


Figure 31 : Répartition des chefs d’exploitation en fonction du niveau d’instruction

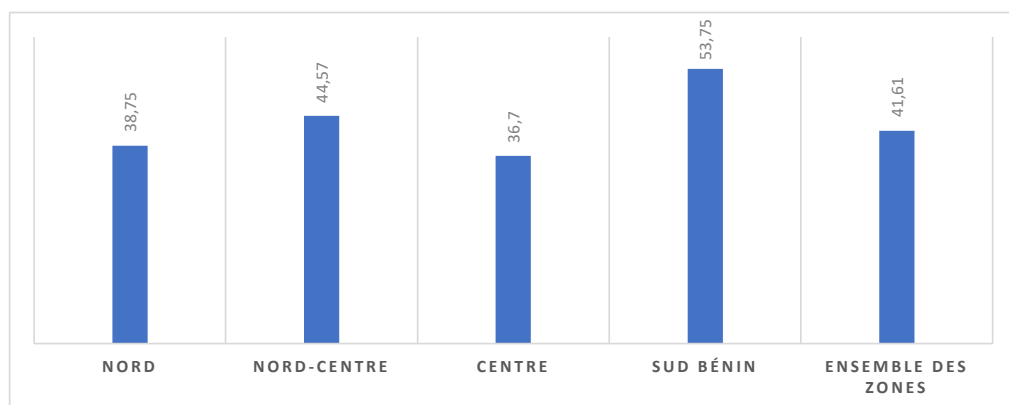


Figure 32 : Taux d'alphabétisation des chefs d'exploitations par zone de production

▪ ***Activités pratiquées par les chefs d'exploitations dans les différentes zones de production***

Sur la figure 33 ont été renseignées les principales activités pratiquées par les chefs d'exploitations dans les différentes zones cotonnières. La quasi-totalité de l'échantillon était composée d'agriculteurs. En effet, environ 92,88% des personnes ayant fait l'objet de l'enquête affirmaient que leur activité principale est l'agriculture. L'élevage n'était pratiqué que par environ 0,31% de l'échantillon et cette proportion était plus accentuée dans la zone cotonnière Nord. Les 6,86% de personnes restantes s'adonnaient à la pratique du commerce, la transformation des produits agricoles et autres.

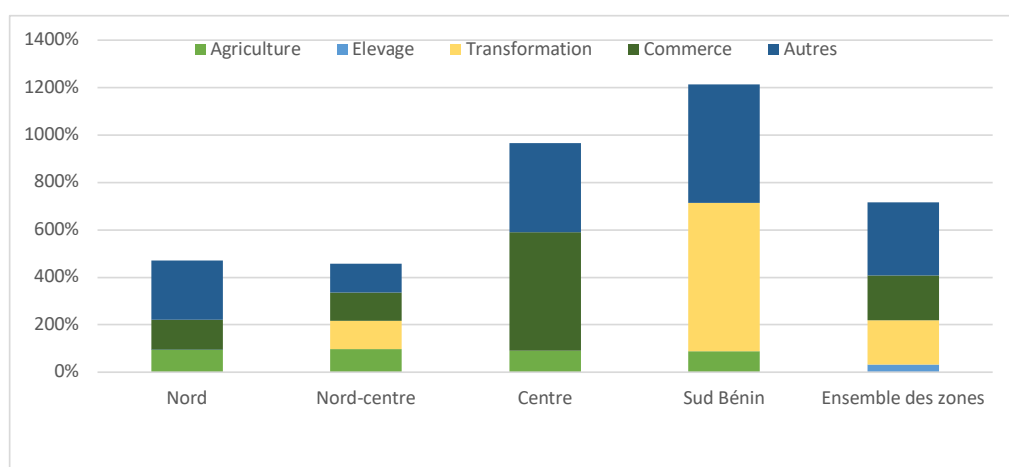


Figure 33 : Activités principales pratiquées par les chefs d'exploitations

Sur la figure 34 ont été renseignées les activités secondaires pratiquées par les chefs d'exploitations dans les différentes zones cotonnières. 28,7% des personnes enquêtées pratiquaient l'élevage comme activité secondaire et 44,2% faisaient entre autre, le commerce, l'agriculture, l'artisanat et la transformation des produits agricoles. Les 27,6% restant s'adonnaient à d'autres activités génératrices de revenus telles la pêche, le mareyage, le taxi moto, l'exploitation forestière, la chasse, la couture, la maçonnerie, la forgerie, la menuiserie, etc. La pratique des activités secondaires dans ces zones était beaucoup plus fréquente durant les périodes de saison sèche et cela était dû au fait que la majeure partie d'entre eux étant principalement des agriculteurs, leurs activités agricoles se limitaient à la saison des pluies.

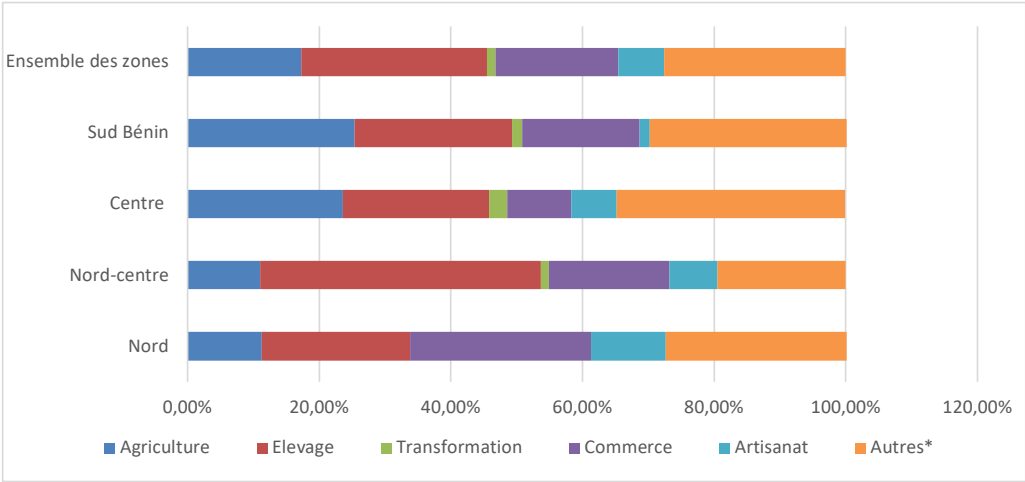


Figure 34 : Activités secondaires pratiquées par les chefs d'exploitations

- ***Accès au crédit et au conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018***

Sur la figure 35 a été renseigné l'accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d'exploitation au cours de la campagne 2017-2018. Au niveau de l'ensemble des zones de production cotonnière, la majorité des exploitations cotonnières avait bénéficié de crédits au cours de la campagne 2017-2018 (65,32% en moyenne) avec des disparités d'une zone à une autre. De la même façon, la quasi-totalité des exploitations a bénéficié des services du conseil agricole au cours de la campagne 2017-2018 (95,04% en général). Cette situation se faisait plus remarquer dans les zones Centre et Sud qui totalisent respectivement 98,75% et 97,5% comme taux d'accès au conseil agricole contre 90% et 93,97% respectivement au Nord et au Centre Nord. Cette situation s'expliquait par le fait que le ratio nombre d'encadrements et du nombre de

producteurs de coton était plus élevé dans les zones cotonnières Sud et Centre que dans les zones cotonnières Nord et Centre Nord.

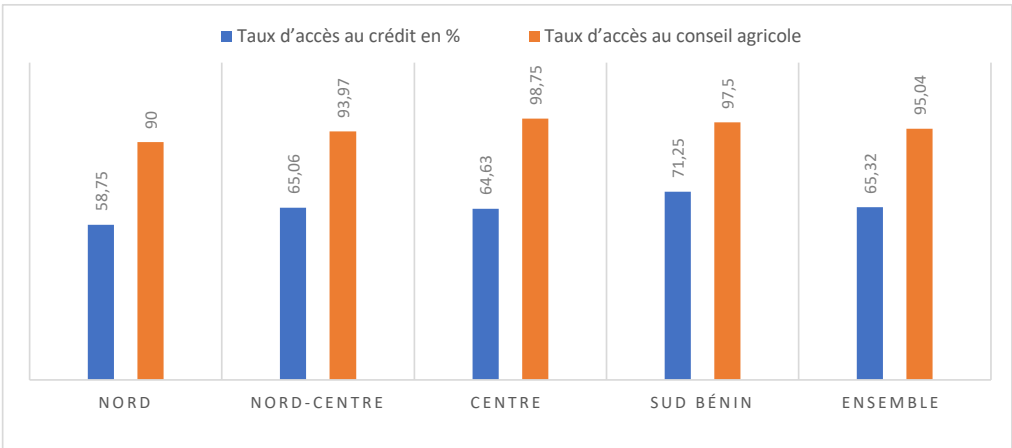


Figure 35: Accès au crédit et au conseil agricole par les chefs d’exploitations enquêtés au cours de la campagne 2017-2018

- **Types d’exploitations pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés**
 - *Types d’exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Nord*

L’analyse des résultats de l’ACP dans la zone cotonnière Nord a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d’expliquer 72,31% des variations observées. Les 27,69% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l’accès au crédit, l’accès au conseil agricole, l’utilisation de la main d’œuvre salariée, l’appartenance à une organisation, etc. qui ne sont pas pris en compte dans l’analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenaient à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l’âge, la superficie totale emblavée, l’expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d’actifs agricoles. Sur la figure 36 a été présenté le diagramme de composantes dans l’espace après la rotation.

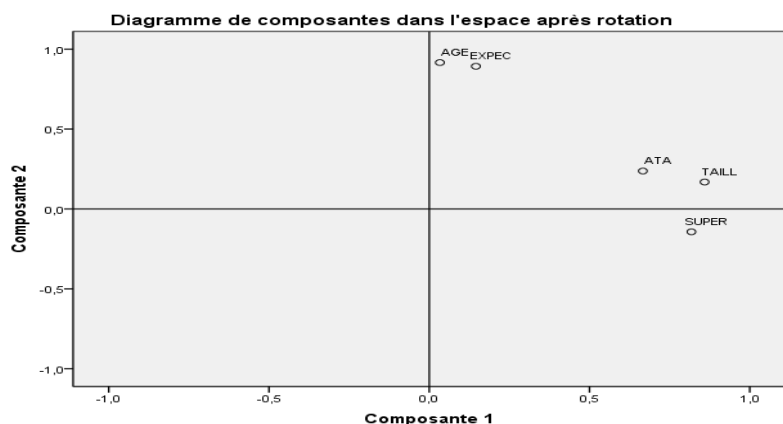


Figure 36: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Nord

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, trois catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 181, ont été identifiées dans la zone Nord.

Tableau 181 : Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans le Nord

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3
Superficie totale emblavée	12-23 ha	1,5-12 ha	0,75-12 ha
Nombre d'actif agricole	15-21 personnes	1-15 personnes	1-7 personnes
Taille du ménage	13-35 personnes	13-23 personnes	1-13 personnes
Age	36-55 ans	36-64 ans	20-36 ans
Nombre d'années d'expérience dans la production de coton	10-30 ans	10-37 ans	2-10 ans

Caractéristique de la catégorie 1 dans la zone cotonnière Nord

Emblavant de grandes superficies (12-23 ha), les producteurs possédaient un nombre important d'actifs agricoles (15-21 personnes) et leur expérience en production cotonnière était comprise entre 10 et 30 ans. Ils étaient âgés de 36 à 55 ans et la taille de leur ménage a varié entre 13 et 35 personnes.

Caractéristique de la catégorie 2 dans la zone cotonnière Nord

Emblavant de moyennes superficies (1,5-12 ha), les producteurs possédaient très peu d'actifs agricoles (1 et 7 personnes). Leur expérience en production cotonnière était comprise entre 2 et 10 ans. Ils étaient très jeunes (âgé de 20 à 36 ans). La taille de leur ménage a varié de 1 à 13 personnes.

Caractéristique de la catégorie 3 dans la zone cotonnière Nord

Emblavant de moyennes superficies (0,75-12 ha), les producteurs possédaient un nombre important d'actif agricole (15-21 personnes). Leur expérience en production cotonnière était comprise entre 10 et 30 ans. Ils étaient âgés de 36 à 55 ans et la taille de leur ménage a varié entre 13 à 35 personnes.

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Centre Nord*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone cotonnière Centre Nord a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 73,23% des variations observées. Les 26,77% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation, etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actifs agricoles. Sur la figure 37 a été présenté le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation.

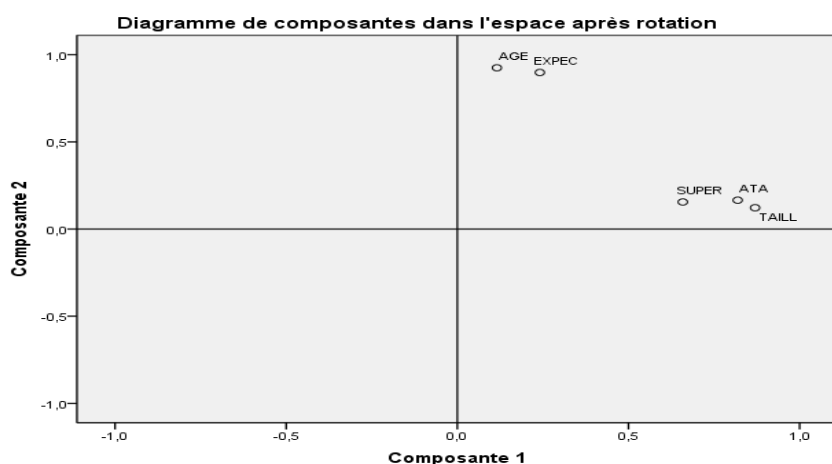


Figure 37: Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone cotonnière Centre Nord

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 182, ont été identifiées dans la zone cotonnière Centre Nord.

Tableau 182 : Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Nord-Centre

Critère de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Taille du ménage	6-51 personnes	4-30 personnes
Age	20-36 ans	46-70 ans
Nombre d'années d'expérience dans la production de coton	1-10 ans	10-40 ans

Caractéristique de la catégorie 1 dans la zone cotonnière Centre Nord

Les producteurs étaient âgés de 20 à 36 ans. Leur expérience en production cotonnière était comprise entre 1 et 10 ans. La taille de leur ménage a varié de 4 à 35 personnes.

Caractéristique de la catégorie 2 dans la zone cotonnière Centre Nord

Les producteurs étaient âgés de 46 à 70 ans. Leur expérience en production cotonnière était comprise entre 10 et 40 ans. La taille de leur ménage a varié de 6 à 51 personnes.

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Centre*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone cotonnière Centre a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 72,3% des variations observées. Les 27,7% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation, etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs étaient l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actifs agricoles. Le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation a été présenté par la figure 38.

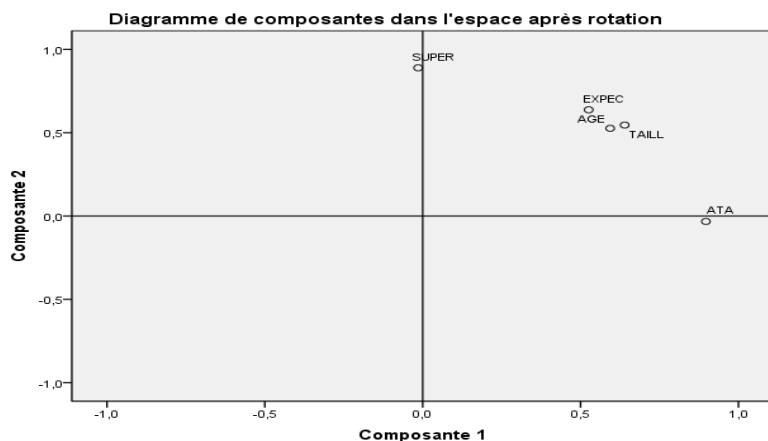


Figure 38 : Diagramme de composante dans l'espace après rotation dans la zone Centre

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l'ACP et après validation des différentes classes à travers l'analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs, dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 183, ont été identifiées dans la zone cotonnière Centre.

Tableau 183: Caractéristiques des catégories d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Centre

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Age	34-65 ans	19 -57 ans
Nombre d'années d'expérience dans la production de coton	15-35 ans	1-15 ans

Caractéristique de la catégorie 1 dans la zone cotonnière Centre

Les producteurs étaient âgés de 34 à 65 ans ; leur expérience en production cotonnière était comprise entre 15 et 35 ans.

Caractéristique de la catégorie 2 dans la zone cotonnière Centre

Les producteurs étaient âgés de 19 à 57 ans et leur expérience en production cotonnière était comprise entre 10 à 40 ans.

- *Types d'exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Sud*

L'analyse des résultats de l'ACP dans la zone cotonnière Sud a révélé que les deux composantes factorielles retenues permettaient d'expliquer 69,32% des variations

observées. Les 30,68% non expliquées étaient dues à des facteurs tels que l'accès au crédit, l'accès au conseil agricole, l'utilisation de la main d'œuvre salariée, l'appartenance à une organisation, etc. qui n'étaient pas pris en compte dans l'analyse. Vu que la majorité des enquêtés appartenait à une organisation, les critères ayant servi réellement à différencier les producteurs ont été l'âge, la superficie totale emblavée, l'expérience en production cotonnière, la taille du ménage et le nombre d'actifs agricoles. Sur le graphique de la figure 39 a été présenté le diagramme de composantes dans l'espace après la rotation.

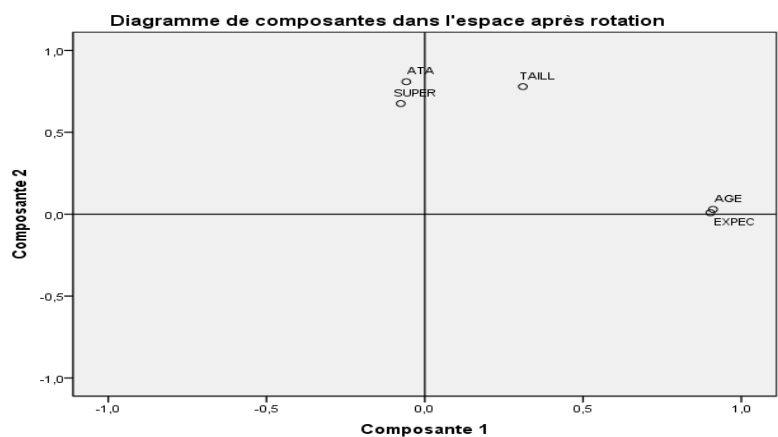


Figure 39: Diagramme de composante dans l’espace après rotation dans la zone Sud-Bénin

Faisant suite à la classification basée sur les critères retenus au terme de l’ACP et après validation des différentes classes à travers l’analyse discriminante, deux catégories homogènes de producteurs dont les caractéristiques ont été résumées dans le tableau 184, ont été identifiées dans la zone cotonnière Sud.

Tableau 184: Caractéristiques des catégories d’exploitation pratiquant les différents itinéraires techniques étudiés dans la zone cotonnière Sud

Critères de classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Age	20-62 ans	42 -75 ans
Nombre d’années d’expérience dans la production de coton	2-20 ans	20-50 ans

Caractéristique de la Catégorie 1 dans la zone cotonnière Sud

Les producteurs étaient âgés de 20 à 62 ans et leur expérience en production cotonnière était comprise entre 2 et 20 ans.

Caractéristique de la catégorie 2 dans la zone cotonnière Sud

Les producteurs étaient âgés de 42 à 75 ans et leur expérience en production cotonnière était comprise entre 20 et 50 ans.

▪ Rentabilité économique et financière des différentes pratiques de conduite du cotonnier dans les différentes zones cotonnières au Bénin

L'analyse comparative de la rentabilité économique et financière des deux pratiques de conduite du cotonnier pré-identifiées a été faite par zone de production et par catégorie d'exploitation. Les différents outils utilisés à cet effet ont été le budget partiel, le compte d'exploitation des principaux indicateurs de rentabilité et le test T pour échantillons indépendants des principaux indicateurs de rentabilité.

○ Analyse basée sur les indicateurs du budget partiel

Analyse basée sur les indicateurs du budget partiel dans la zone cotonnière Nord

Sur les figures 40 et 41 ont été illustrés respectivement le bénéfice net par type d'exploitation et par pratique et les coûts additionnels, les bénéfices additionnels et les gains nets par type d'exploitation dans la zone cotonnière Nord.

En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des bénéfices additionnels à l'hectare de 47.607,83 FCFA, de 36.929,69 FCFA et de 36.689,46 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1, la catégorie 2 et la catégorie 3. Ceci s'explique par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présente des bénéfices nets d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des coûts additionnels à l'hectare de 23.742,89 FCFA, de 36.452,54 FCFA et de 55.866,45 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1, la catégorie 2 et la catégorie 3. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des coûts totaux variables d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord. Ceci est imputable aux coûts supplémentaires induits par le paquet technologique. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des gains nets à l'hectare de 23.864,94 FCFA et de 477,15 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2 et une perte de 19.176,99 FCFA au niveau de la catégorie 3 dans la zone cotonnière Nord.

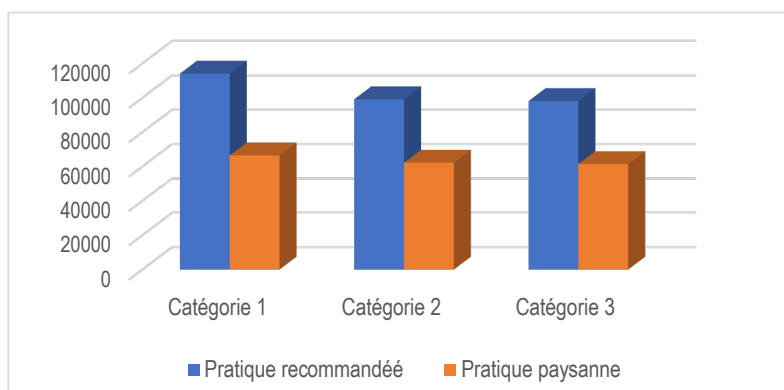


Figure 40 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord

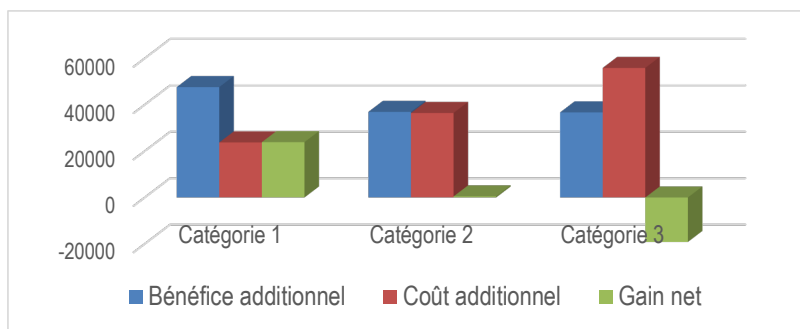


Figure 41 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone cotonnière Nord

Analyse basée sur les indicateurs du budget partiel dans la zone cotonnière Centre Nord

Sur les figures 42 et 43 ont été illustrés respectivement le bénéfice net par type d'exploitation et par pratique et les coûts additionnels, les bénéfices additionnels et les gains nets par type d'exploitation dans la zone cotonnière Centre Nord. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des bénéfices additionnels à l'hectare de 57.170,33 FCFA et de 62.647,85 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des bénéfices nets d'exploitation à l'hectare, supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des coûts additionnels à l'hectare de 48.059,36 FCFA et de 49.254,75 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche

présentait des coûts totaux variables d’exploitation à l’hectare, supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d’exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. Ceci était imputable aux coûts supplémentaires induits par le paquet technologique. En allant de la pratique paysanne à l’itinéraire technique recommandé par la recherche, des gains nets à l’hectare de 9.110,97 FCFA et 13.393,10 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie1 et la catégorie 2.

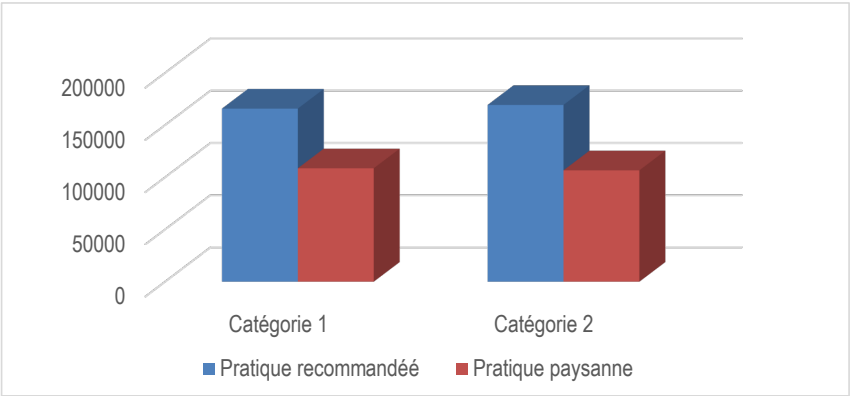


Figure 42 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord

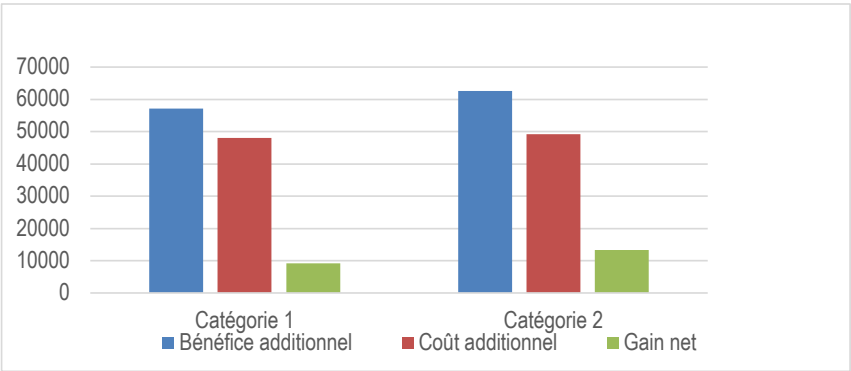


Figure 43 : Coût additionnel, bénéfice additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone cotonnière Centre Nord

Analyse basée sur les indicateurs du budget partiel dans la zone cotonnière Centre

Sur les figures 44 et 45 ont été illustrées respectivement le bénéfice net par type d’exploitation et par pratique et les coûts additionnels, les bénéfices additionnels et les gains nets par type d’exploitation dans la zone cotonnière Centre. En allant de la pratique paysanne à l’itinéraire technique recommandé par la recherche, des bénéfices

additionnels à l'hectare de 60.072,75 FCFA et de 63.272,16 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des bénéfices nets d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des coûts additionnels à l'hectare de 60.099,80 FCFA et de 51.470,88 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des coûts totaux variables d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone Centre. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, une perte nette à l'hectare de 27,05 FCFA a été enregistrée pour la catégorie 1 et un gain net de 11.801,28 FCFA a été enregistré pour la catégorie 2.

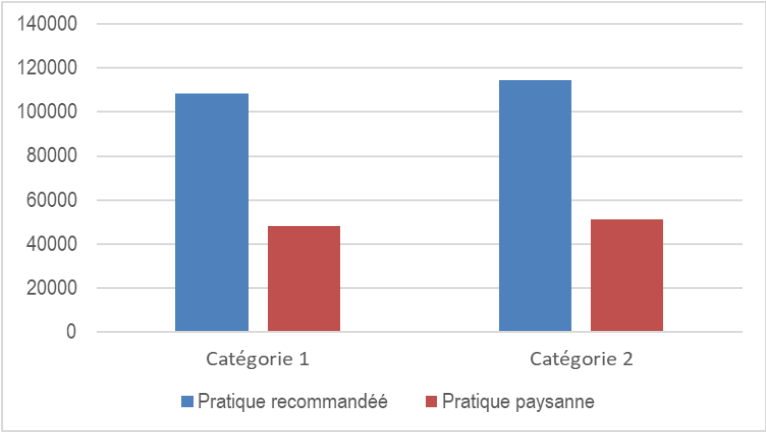


Figure 44 : Bénéfice net par type d'exploitation par pratique dans la zone cotonnière Centre

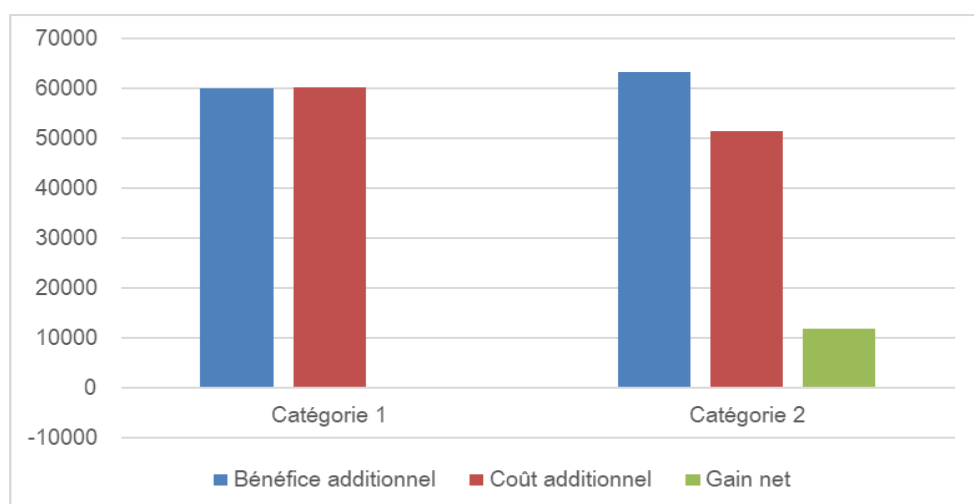


Figure 45 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net part type d'exploitation dans la zone cotonnière Centre

Analyse basée sur les indicateurs du budget partiel dans la zone cotonnière Sud

Sur les figures 46 et 47 ont été illustrés respectivement le bénéfice net par type d'exploitation et par pratique et les coûts additionnels, les bénéfices additionnels et les gains nets par type d'exploitation dans la zone cotonnière Sud. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des charges variables non monétaires d'exploitation à l'hectare (valorisation de la main d'œuvre familiale pour les différentes opérations culturales) supérieures à celles de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. Cette situation pouvait s'expliquer par le fait que l'itinéraire technique recommandé occupait beaucoup plus les membres au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait un produit brut en valeur à l'hectare (rendement à l'hectare multiplié par le prix unitaire du coton graine) supérieur à celui de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. Cette situation pouvait s'expliquer par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des rendements supérieurs à ceux de la pratique paysanne. Ainsi, elle confirmait les résultats des travaux de recherche relatifs aux essais agronomiques en milieu paysans dans la zone cotonnière Sud. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des bénéfices additionnels à l'hectare de 104.350,13 FCFA et de 69.798,88 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie

2. Ceci s'expliquait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des bénéfices nets d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des coûts additionnels à l'hectare de 44.966,85 FCFA et de 66.988,04 FCFA, ont été obtenus respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2. Ceci se justifiait par le fait que l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des coûts totaux variables d'exploitation à l'hectare supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. En allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, des gains nets à l'hectare de 59.383,28 FCFA et de 2.810,83 FCFA ont été enregistrés respectivement pour la catégorie 1 et la catégorie 2.

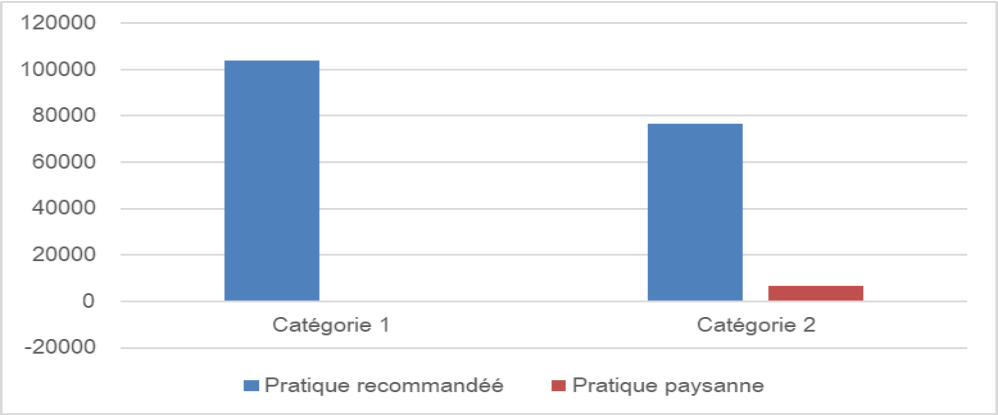


Figure 46 : Bénéfice net par type d'exploitation et par pratique dans la zone Sud

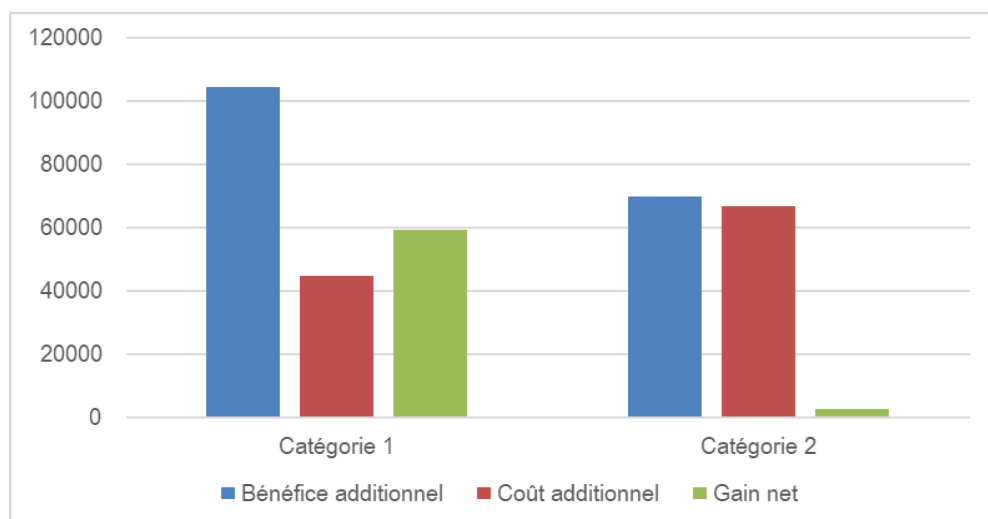


Figure 47 : Bénéfice additionnel, coût additionnel et gain net par type d'exploitation dans la zone Sud

Quelle que soit la catégorie, le bénéfice net par hectare des exploitations ayant respecté l'itinéraire technique recommandé par la recherche était égal à 1,6 fois, 1,5 fois, 2,2 fois et 9 fois le bénéfice net des exploitations ayant utilisé la pratique paysanne courante respectivement dans les zones cotonnières Nord, Centre Nord, Centre et Sud. Quel que soit le type de pratique, le bénéfice net le plus élevé s'observait dans la zone cotonnière Centre Nord (250.510 FCFA/ha pour la pratique recommandée et 162.016 FCFA/ha pour la pratique paysanne) et le plus bas était enregistré dans la zone cotonnière Sud (2.854 FCFA/ha pour la pratique paysanne et 142.103 FCFA/ha pour la pratique recommandée).

Quelle que soit la catégorie, en allant de la pratique paysanne à l'itinéraire technique recommandé par la recherche, le gain net (la différence entre le bénéfice net additionnel et le coût additionnel) le plus élevé s'observait dans la zone cotonnière Sud (60.789 FCFA/ha) et le plus bas était enregistré dans la zone cotonnière Centre (5.874 FCFA/ha). Ceci s'expliquait par le fait que les performances de l'itinéraire technique recommandé par la recherche ont été plus ou moins remarquables dans la zone cotonnière Sud en raison de la grande différence observée entre les deux pratiques en termes de bénéfice net.

- *Analyse basée sur des principaux indicateurs*

Analyse basée sur des principaux indicateurs dans la zone cotonnière Nord

Sur les figures 48, 49 et 50 ont été illustrés les principaux indicateurs de rentabilité économique et financière au sein des différentes catégories d'exploitations cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord.

Les marges nettes obtenues pour chacune des catégories étaient toutes positives. Ainsi, la production du coton était donc rentable pour l'ensemble des producteurs enquêtés. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des marges nettes à l'hectare supérieures à celles de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord. Par conséquent, la pratique paysanne dans cette zone du point de vue de cet indicateur était plus rentable économiquement. Comme dans le cas de la marge nette, les taux de rentabilité obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 24%, taux appliqué par la CLCAM, la seule institution de micro finance qui appuyait les producteurs de cette zone. De ce fait, la production du coton était économiquement rentable du point de vue rémunération du capital investi. Les producteurs, quelle que soit leur catégorie, s'ils avaient contracté de prêt auprès de la CLCAM, pouvaient rembourser l'intérêt à partir de leur marge nette. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des taux de rentabilité supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord. Ainsi, il a rémunéré plus le capital investi que la pratique paysanne dans cette zone. Comme dans les deux cas précédents, les ratios bénéfice-coût obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 1. De ce fait, la production du coton était financièrement rentable du point de vue investissement, c'est-à-dire que 1 FCFA investi dans la production du coton rapportait plus de 1 FCFA dans cette zone. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des ratios bénéfice-coût supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Nord. Ainsi, la pratique paysanne dans cette zone était rentable financièrement.

Toutefois, le test T pour égalité des moyennes des principaux indicateurs de rentabilité économique et financière fait pour les trois types d'exploitation, a révélé des différences significatives à 5% (signification bilatérale) pour les indicateurs tels que la marge nette et le taux de rentabilité interne et non significatives à 5% pour le ratio bénéfice-coût. Dans le premier cas, nous avons accepté l'hypothèse H2 et nous avons

tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Nord et pour tous les types d'exploitation, l'itinéraire technique recommandé était économiquement plus rentable que la pratique paysanne. Dans le second cas, nous avons rejeté H2 et nous avons tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Nord et pour tous les types d'exploitation, aucune différence n'a existé entre l'itinéraire technique recommandé et la pratique paysanne du point de vue rentabilité financière.

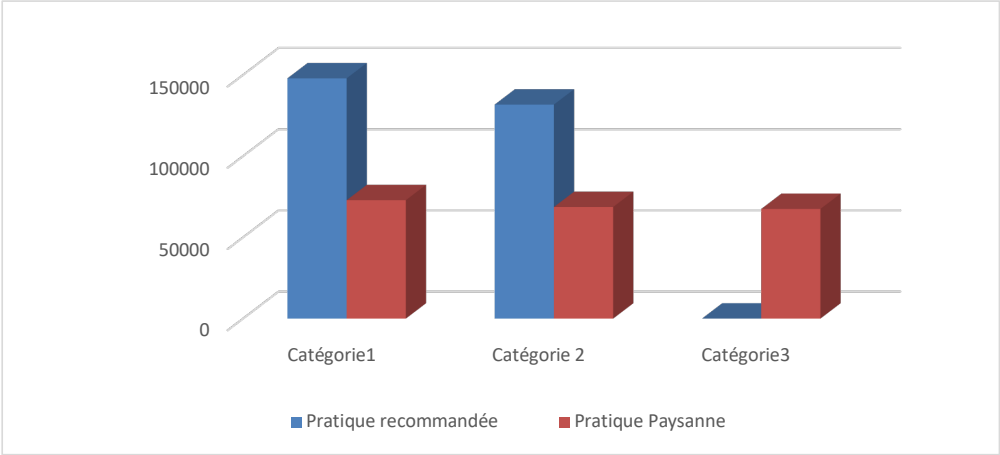


Figure 48 : Marge Nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord

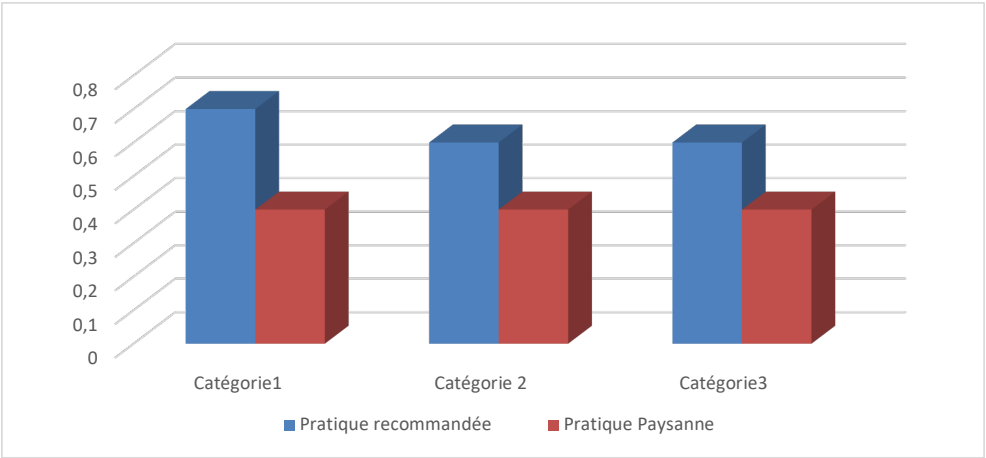


Figure 49 : Taux de rentabilité interne en % par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord

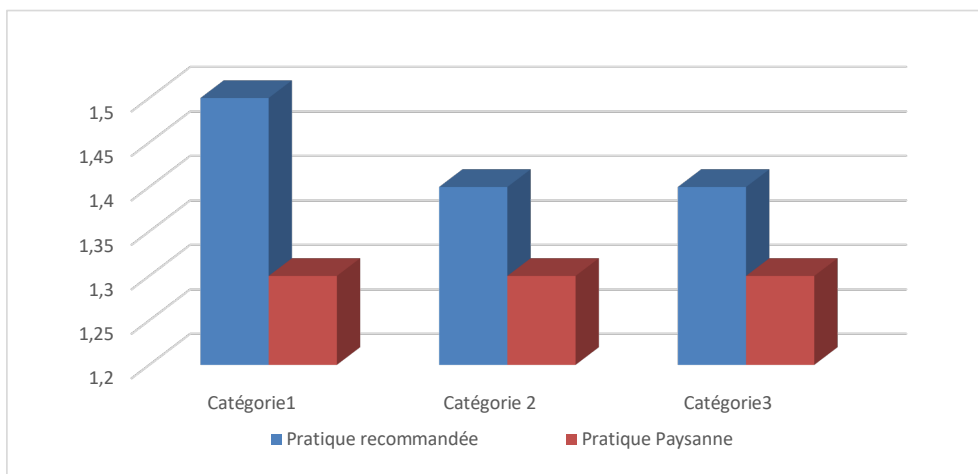


Figure 50 : Ratio Bénéfice-Coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Nord

Analyse basée sur des principaux indicateurs dans la zone cotonnière Centre Nord

Sur les figures 51, 52 et 53 ont été illustrés les principaux indicateurs de rentabilité économique et financière au sein des différentes catégories d'exploitations cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. Les marges nettes obtenues pour chacune des catégories étaient toutes positives. Ainsi, la production du coton était rentable pour l'ensemble des producteurs enquêtés. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des marges nettes à l'hectare supérieures à celles de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. Ainsi, il semblait être plus rentable économiquement que la pratique paysanne dans cette zone du point de vue de cet indicateur. Comme dans le cas de la marge nette, les taux de rentabilité obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 24%, taux appliqué par la CLCAM, la seule institution de micro finance qui appuyait les producteurs de cette zone. De ce fait, la production du coton était économiquement rentable du point de vue rémunération du capital investi. Les producteurs, quelle que soit leur catégorie, s'ils avaient contracté de prêt auprès de la CLCAM, pouvaient rembourser l'intérêt à partir de leur marge nette. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des taux de rentabilité supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. Ainsi, il semblait rémunérer plus le capital investi que la pratique paysanne dans cette zone. Comme dans les deux cas précédents, les ratios bénéfice-coût obtenus pour chacune des

catégories étaient tous supérieurs à 1. De ce fait, la production du coton était financièrement rentable du point de vue investissement, c'est dire que 1 FCFA investi dans la production du coton rapportait plus de 1 FCFA dans cette zone. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des ratios bénéfice-coût supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre Nord. Ainsi, il semblait être plus rentable financièrement que la pratique paysanne dans cette zone.

Toutefois, le test T pour égalité des moyennes des principaux indicateurs de rentabilité économique et financière fait pour les deux types d'exploitation a révélé des différences significatives à 5% (signification bilatérale) pour les indicateurs tels que la marge nette et le taux de rentabilité interne et non significatives à 5% pour le ratio bénéfice-coût. Dans le premier cas, nous avons accepté l'hypothèse H2 et nous avons tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Centre Nord et pour tous les types d'exploitation, l'itinéraire technique recommandé était économiquement plus rentable que la pratique paysanne. Dans le second cas, nous avons rejeté H2 et nous avons tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Centre Nord et pour tous les types d'exploitation, aucune différence n'a existé entre l'itinéraire technique recommandé et la pratique paysanne du point de vue rentabilité financière.

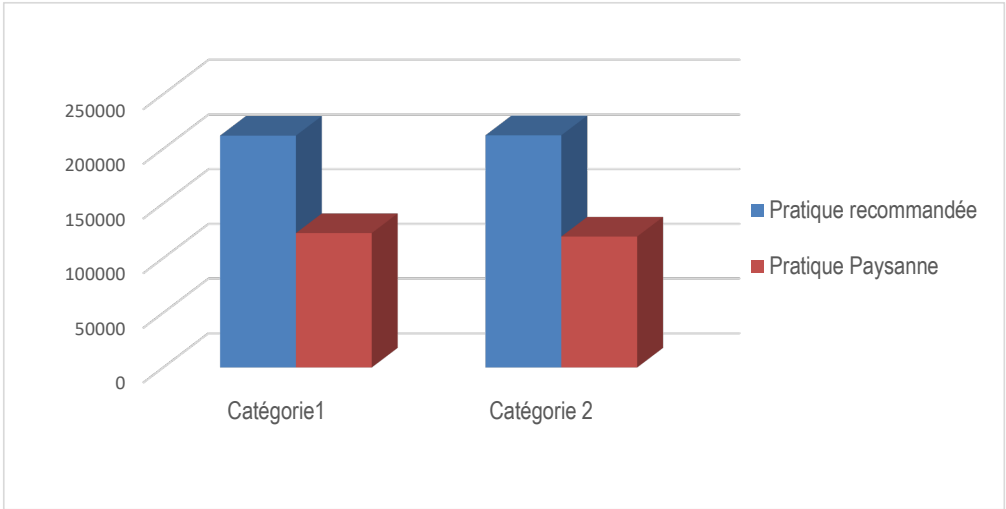


Figure 51 : Marge nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord

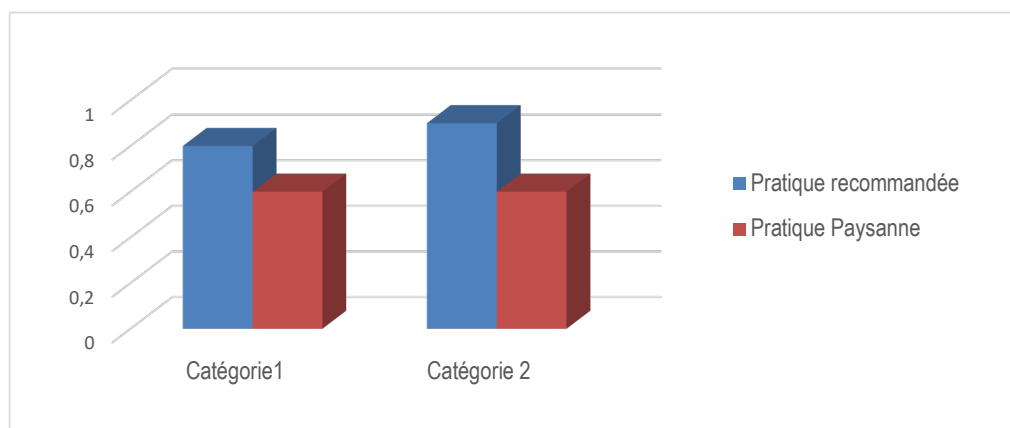


Figure 52 : Taux de rentabilité interne (%) par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord

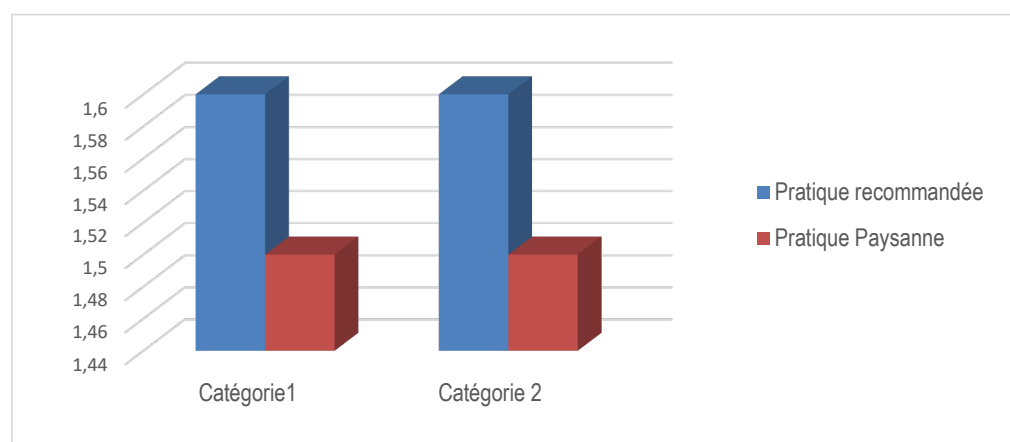


Figure 53: Ratio bénéfice-coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre Nord

Analyse basée sur des principaux indicateurs dans la zone cotonnière Centre

Sur les figures 54, 55 et 56 ont été illustrés les principaux indicateurs de rentabilité économique et financière au sein des différentes catégories d'exploitations cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre.

Les marges nettes obtenues pour chacune des catégories étaient toutes positives. Ainsi, la production du coton était rentable pour l'ensemble des producteurs enquêtés. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des marges nettes à l'hectare supérieures à celles de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre. Ainsi, il semblait être plus rentable économiquement que la pratique paysanne dans cette zone du point

de vue de cet indicateur. Comme dans le cas de la marge nette, les taux de rentabilité obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 24% ; taux appliqué par la CLCAM, la seule institution de micro finance qui appuyait les producteurs de cette zone. De ce fait, la production du coton était économiquement rentable du point de vue rémunération du capital investi. Les producteurs, quelle que soit leur catégorie, s'ils avaient contracté de prêt auprès de la CLCAM, pouvaient rembourser l'intérêt à partir de leur marge nette. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des taux de rentabilité supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre. Ainsi, il semblait rémunérer plus le capital investi que la pratique paysanne dans cette zone. Comme dans les deux cas précédents, les ratios bénéfice-coût obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 1. De ce fait, la production du coton était financièrement rentable du point de vue investissement, c'est dire que 1 FCFA investi dans la production du coton rapportait plus de 1 FCFA dans cette zone. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des ratios bénéfice-coût supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Centre. Ainsi, il semblait être plus rentable financièrement que la pratique paysanne dans cette zone.

Toutefois, le test T pour égalité des moyennes des principaux indicateurs de rentabilité économique et financière fait pour les deux types d'exploitation a révélé des différences significatives à 5% (signification bilatérale) pour tous les indicateurs. Nous avons accepté l'hypothèse H2 et nous avons tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Centre et pour tous les types d'exploitation, l'itinéraire technique recommandé était économiquement et financièrement plus rentable que la pratique paysanne.

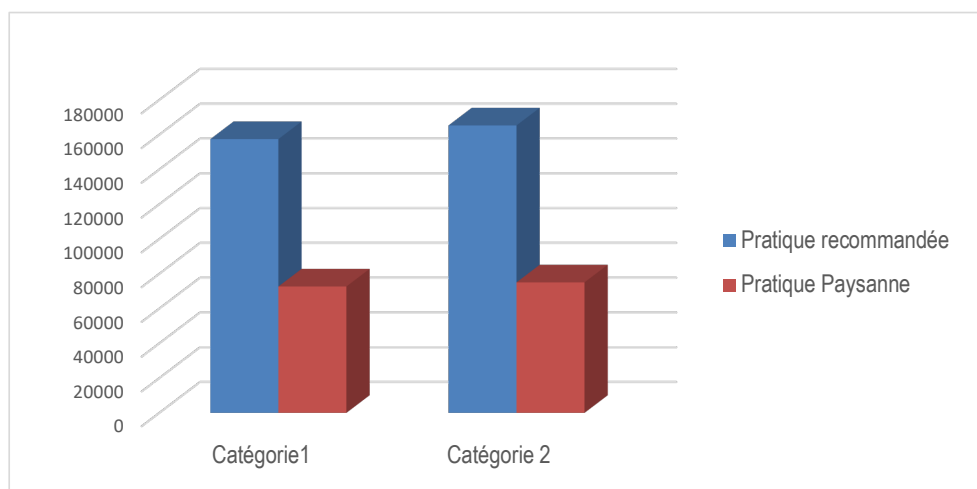


Figure 54 : Marge nette en FCFA/ha par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre

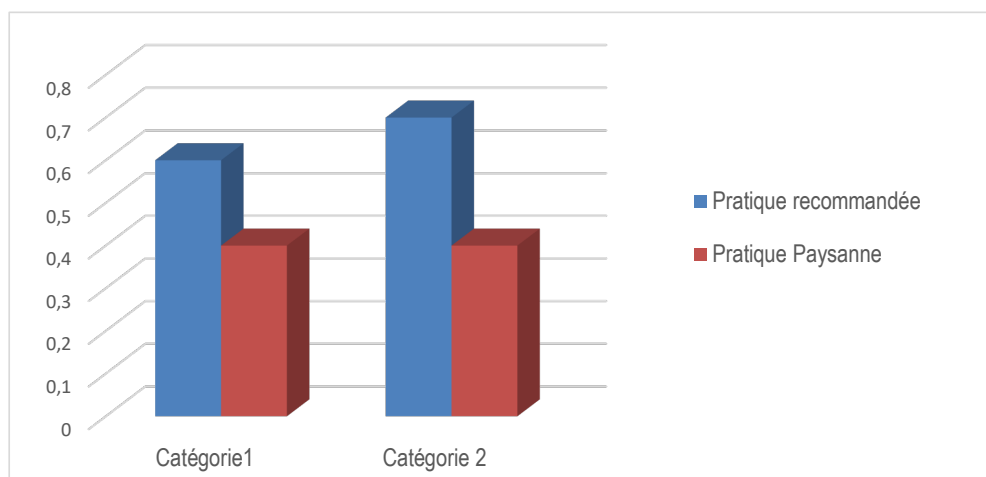


Figure 55 : Taux de rentabilité (%) par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre

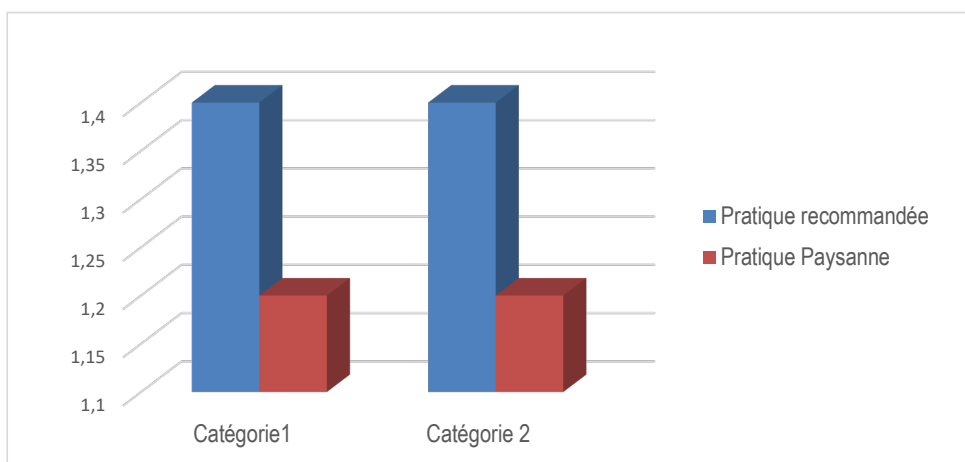


Figure 56 : Ratio bénéfice-coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Centre

Analyse basée sur des principaux indicateurs dans la zone cotonnière Sud

Sur les figures 57, 58 et 59 ont été illustrés les principaux indicateurs de rentabilité économique et financière au sein des différentes catégories d'exploitations cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud.

Les marges nettes obtenues pour chacune des catégories, étaient toutes positives. La production du coton était rentable pour l'ensemble des producteurs enquêtés. L'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des marges nettes à l'hectare supérieures à celles de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. Ainsi, il semblait être plus rentable économiquement que la pratique paysanne dans cette zone du point de vue de cet indicateur. Comme dans le cas de la marge nette, les taux de rentabilité obtenus pour chacune des catégories étaient tous supérieurs à 24%, taux appliqué par la CLCAM, la seule institution de micro finance qui appuyait les producteurs de cette zone. De ce fait, la production du coton était économiquement rentable du point de vue rémunération du capital investi. Les producteurs, quelle que soit leur catégorie, s'ils avaient contracté de prêt auprès de la CLCAM, pouvaient rembourser l'intérêt à partir de leur marge nette. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des taux de rentabilité supérieurs à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. Ainsi, il semblait rémunérer plus le capital investi que la pratique paysanne dans cette zone. Comme dans les deux cas précédents, les ratios bénéfice-coût obtenus pour chacune des catégories étaient tous

supérieurs ou égaux à 1. De ce fait, la production du coton était financièrement rentable du point de vue investissement, c'est dire que 1 FCFA investi dans la production du coton rapporte plus de 1 FCFA dans cette zone. Par ailleurs, quelle que soit la catégorie, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présentait des ratios bénéfice-coût supérieurs ou égaux à ceux de la pratique paysanne au sein de toutes les catégories d'exploitation cotonnières rencontrées dans la zone cotonnière Sud. Ainsi, il semblait être plus rentable financièrement que la pratique paysanne dans cette zone.

Toutefois, le test T pour égalité des moyennes des principaux indicateurs de rentabilité économique et financière fait pour les deux types d'exploitation a révélé des différences significatives à 5% (signification bilatérale) pour tous les indicateurs. Nous avons accepté l'hypothèse H2 et nous avons tiré la conclusion selon laquelle dans la zone cotonnière Sud et pour tous les types d'exploitation, l'itinéraire technique recommandé était économiquement et financièrement plus rentable que la pratique paysanne.

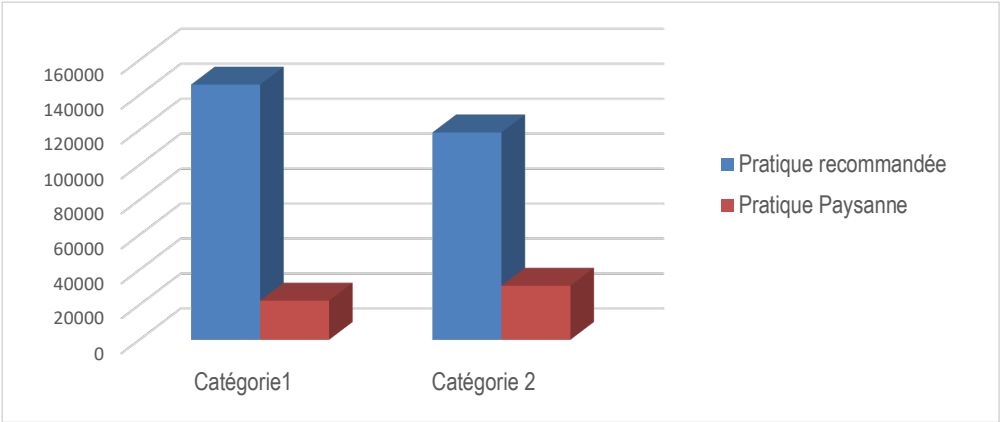


Figure 57 : Marge nette par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud

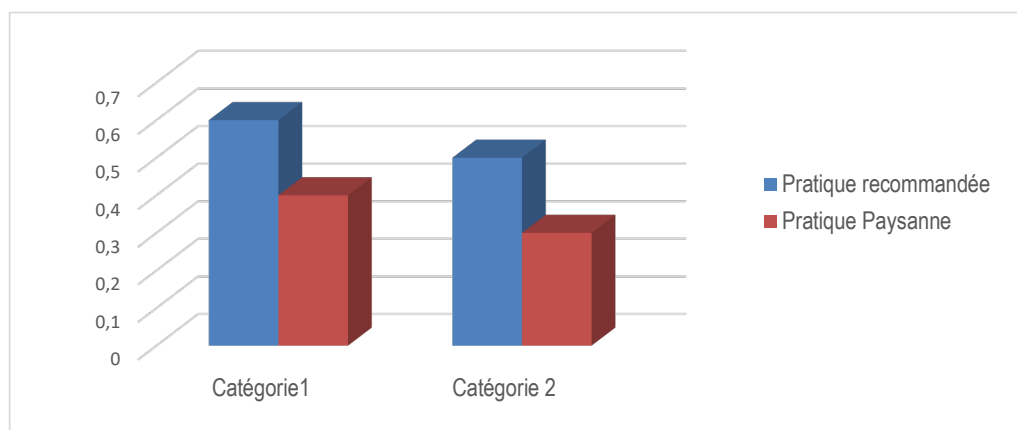


Figure 58 : Taux de rentabilité interne par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud

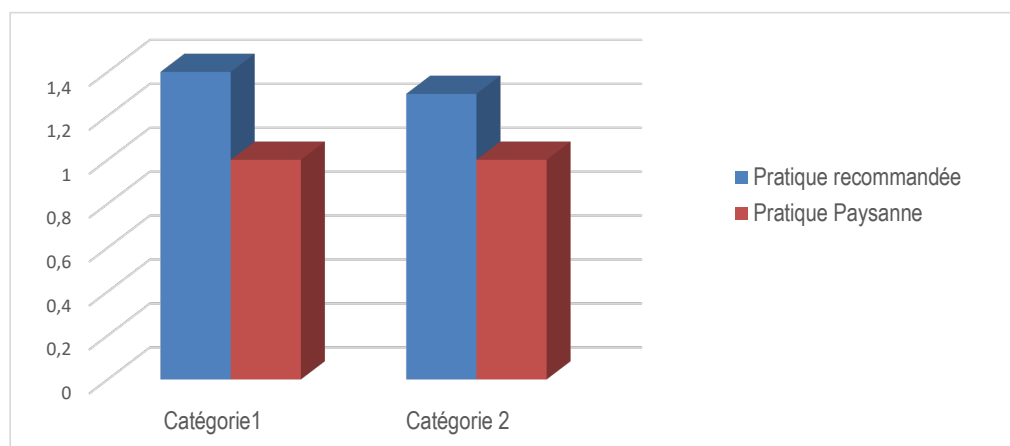


Figure 59 : Ratio bénéfice coût par type d'exploitation et par pratique dans la zone cotonnière Sud

Discussion

Hormis le cas de la catégorie 3 des producteurs de coton de la zone cotonnière Nord, l'analyse basée sur le budget partiel a révélé que, quel que soit le type d'exploitation cotonnière identifié et la zone de production, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présente un bénéfice net supérieur à celui de la pratique paysanne courante.

L'analyse des principaux indicateurs de rentabilité (la marge nette, le taux de rentabilité interne et le ratio bénéfice-coût) a montré que, quel que soit le type d'exploitation cotonnière identifié et quelle que soit la zone de production, l'itinéraire technique recommandé par la recherche présente des indicateurs de performances économique et financière à l'hectare supérieurs à celles de la pratique paysanne. Il

semble donc être plus rentable économiquement et financièrement que la pratique paysanne dans cette zone du point de vue de ces principaux indicateurs.

Le Test T pour les échantillons indépendants des principaux indicateurs de rentabilité a montré que, quel que soit le type d'exploitation identifié, il existe une différence significative entre les deux pratiques du point de vue des indicateurs de rentabilité économique tels que la marge nette et le taux de rentabilité interne dans toutes les zones de production. Cette différence est à l'actif de l'itinéraire technique recommandé par la recherche. L'itinéraire technique recommandé par la recherche est donc économiquement plus rentable que la pratique paysanne courante dans toutes les zones de production.

Le Test T pour échantillons indépendants pour le ratio bénéfice coût a révélé que quel que soit le type d'exploitation identifié, il existe une différence significative entre les deux pratiques dans la zone cotonnière Centre et non significative dans les zones cotonnières Nord, Centre Nord et Sud. L'itinéraire technique recommandé par la recherche n'est financièrement plus rentable que la pratique paysanne courante que dans la zone cotonnière Centre.

Conclusion

De tout ce qui précède, nous acceptons partiellement, au seuil de 5%, l'hypothèse H2 dans les zones cotonnières Nord, Centre Nord et Sud et nous tirons la conclusion selon laquelle l'itinéraire technique recommandé par la recherche est économiquement plus rentable que la pratique paysanne courante. Dans la zone cotonnière Centre, nous acceptons totalement au seuil de 5% l'hypothèse H2 et nous tirons la conclusion selon laquelle l'itinéraire technique recommandé par la recherche est économiquement et financièrement plus rentable que la pratique paysanne courante. Ces résultats viennent valider les résultats des travaux de recherche du CRA-CF (2015) qui ont montré que l'Itinéraire Technique (ITK) recommandé par la recherche présente des performances techniques (augmentation additionnelle du rendement et de la qualité du coton graine au niveau producteur) supérieures à celles de la pratique paysanne courante en milieu paysan.

Références bibliographiques

Adegbola P. Y., Saloufou M. R., Adekambi S. A., Coulibaly O., Adetonah S. & Huat J. (2012). Analyse de la fonction du profit dans les bas-fonds de Houéyogbé et Dogbo. 24 p.

- Adégbola P.Y., Sodjinou E., Singbo A. (2002). Etude de la compétitivité de la riziculture Béninoise. Programme d'Analyse de Politique Agricole (PAPA/INRAB/MAEP), République du Bénin. 46 p.
- Adégbola Y. P., Oloukoï L. & Sossou H. C. (2005). Analyse de la compétitivité de la filière Anacarde au Bénin. Rapport technique final PAPA/INRAB, Cotonou, Bénin. 35 p.
- Aldenderfer M. F. & Blashfield R. K., 1984. Cluster analysis. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Science no. 07-044. Newbury Park, California: Sage Publications.
- Allagbe M., Adegbola P.Y., Ahoyo Adjovi N.R., Komlan-Ahihou M.C., Crinot G. F. D. J. C. E., Hessavi P. M., djenontin A. J. P. et Mensah G. A. (2014). Evaluation socio-économique des systèmes de cultures à base de cotonculture au Bénin. Dépôt légal N° 7516 du 15 octobre 2014, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin ISBN : 978-99919-0-138-1, 44p.
- CAPE (2005), Évaluation des réformes de la filière coton et leurs impacts sur les acteurs. Version provisoire. Décembre 2003, 88p.
- Carpillon A. (1993). Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Thèse de doctorat : INA P-G, Paris. 301 p.
- Chenoune R. (2011). Quelle approche pour représenter et évaluer la diversité agricole à l'échelle de l'exploitation et de la région. Thèse requise pour l'obtention du titre Master of Science, numéro 114, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 59 p.
- CIRAD-GRET (2002). Mémento de l'Agronome, 1691 p.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres. 2017. Point de la recherche cotonnière en 2015. CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 182 p. Dépôt légal N°10 006 du 22/12/2017, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4^{ème} trimestre. ISBN : 978-99919-840-1-8
- CRA-CF (2017). Fiche technique de la culture du cotonnier : campagne 2017-2018.11p.
- Crawford E., et Kamuanga M. (1991). L'analyse économique des essais agronomiques pour la formulation des recommandations aux paysans. Etudes et documents .30 p.
- Crinot F. (2013). Compétitivité des systèmes de cultures d'anacarde au BENIN : Application d'une méthode dynamique de la matrice d'analyse des politiques

- (MAP). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques, Université Catholique de l'Afrique de l'Ouest (UCAO), 85 p.
- Dantsisa T., Doumaa C., Giourgaa C., Loumoub A. & Polychronakia E.A. (2010). A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. *Ecological Indicator*, March, vol.10 n°2, pp. 256-263.
- Déguénon C. (2008). Rentabilité financière et économique des systèmes de transformation de la mangue au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome FSA option ESAC, 87 p.
- D'Hainaut, L. (1975). Concepts et méthodes de la statistique (Vol. 1). Bruxelles: Labor.
- Dillon J. & Hardaker B. (1980). Farm management research for small farmer development. *FAO AGRICULTURAL SERVICES BULLETIN* Numéro 41, 153 p.
- Dimara, E., Petrou, A. and Skuras, D. (2003). The socio-economics of niche market creation. *International Journal of Social Economics*, 30, 3: pp 219-235.
- Djiba B. (2014). L'échantillonnage et l'extrapolation de données d'un échantillon. 9p.
- Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B. & Roger-Estrade J. (2006). L'agronomie aujourd'hui. Versailles. Editions Quae, 313 p.
- Escobar G. & Berdegué J. (1990). Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de fincas : la experiencia de RIMSP. In *Tipificación de sistemas de Producción Agrícola*. German Escobar/Julio Berdegué (Eds). Red Internacional de Metodología de Investigación en sistemas de Producción, Santiago, Chile, pp.13-43. ISBN : 956.7110-01-07.
- Hougni A., Zoumarou-Wallis N., Imorou L., Amonmidé I., et Sinha M.G. (2016). « Caractérisation de variétés cotonnier éprouvées sous différentes doses d'engrais dans les grands bassins cotonniers du Bénin, actes de la 9ieme édition de l'atelier scientifique national, INRAB, Novembre 2016 ».
- Hougni A., Sêkloka E., Djaboutou M., Lançon J. (2001). Au Bénin, la qualité du coton graine varie suivant les quatre zones agro-écologiques : Seed index, rendement à l'égrenage, longueur, micronaire et couleur. In : *Actes des journées coton du Cirad* : Montpellier, 23 et 24 juillet 2001. Montpellier : CIRAD-CA, pp. 81-86.
- Houndékon V. A. (1996). Analyse économique des systèmes de production du riz dans le Nord-Bénin. Thèse de Doctorat de troisième cycle en Sciences économiques. FASEG/ Côte d'Ivoire, 160 p.

- Imorou L. (2013). Caractérisation régionale de lignées de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) éprouvées sous différentes doses d'engrais au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome FA /UP/P. 62 p.
- INSAE (2013). Résultats définitifs des principaux indicateurs plus projection au Bénin. 7 p.
- Kpenavoun S. (2003). Itinéraires techniques et pratiques paysannes dans les zones cotonnières du nord du Bénin. Actes du colloque international Umr Sagert, 25-27 février 2003, Montpellier, France. 8 p.
- Lacroix S. (2003). Quatre méthodes d'échantillonnage. 2 p.
- Lambert A.D., 2008. Women in engineering: the gendered effects of program changes. Dissertation Doctor of Philosophy. The Pennsylvania State University. Proquest (Eds). 240 p.
- Latruffe L. (2010). Compétitivité, productivité et efficacité dans les secteurs agricole et agroalimentaire, Éditions OCDE ?
- Midingoyi G. S. K. (2008). Analyse des déterminants de l'efficacité de la production cotonnière au Bénin : Cas des départements de l'Alibori et de l'Atacora. Mémoire de master complémentaire en économie et sociologie rurales, Université de Gembloux. 90 p.
- Peter T., et Wanpko, E. (2004). La production du coton au Bénin. 118 p.
- Sebillotte M., Soler L.G. (1990). Les processus de décision des agriculteurs. Première partie : acquis et questions vives. In Brossier et al. (éd.), pp. 93-101.
- Vaillant J. (2005). Initiation à la théorie de l'échantillonnage. 18 p.
- Yabi A. J., Ahouandogbo G., et Bawa R. (2008). Mission de formation des agents sur l'analyse technique, financière et économique d'une exploitation agricole. Manuel du participant. 79P.
- Yabi, A.J., Paraïso A., Ayena R.L., Yegbemey R. (2012). Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, 16 (2) : 229-242.
- Yegbemey R.N. (2010) Analyse économique des exploitations rizicoles de la Commune de Malanville. Thèse d'ingénieur agronome, Fac. d'Agro., Univ. de Parakou, Parakou, Bénin . 75 p.

VI. APPUI À LA PRODUCTION DES SEMENCES DE COTON DE DIFFÉRENTES CATÉGORIES EN 2017



Des semences de qualité pour garantir une production en quantité et en qualité de coton graine

6.1. Chaînes semencières et rôles du CRA-CF dans la production des semences du coton

Alexis HOUGNI, Charlemagne ABOUA, Marius SINHA, Godonou YAVOEDJI, Eric ARAYE

Résumé

Pour assurer la disponibilité des semences coton aux producteurs, le dispositif de multiplication des semences est mis en place à chaque campagne agricole. Depuis la mise en œuvre de la régionalisation variétale traduisant par la vulgarisation de 3 nouvelles variétés (ANG 956, OKP 768 et KET 782), 3 chaînes semencières ont été opérationnelles avec une implication prépondérante du CRA-CF, permettant un suivi rigoureux de la production des semences des nouvelles variétés. Les différentes étapes de ces chaînes semencières sont effectuées dans les zones de vulgarisation des nouvelles variétés pour respecter le concept de régionalisation variétale.

Mots clés : nouvelles variétés ; semences ; production ; régionalisation

Introduction

Parmi les intrants les plus importants qui justifient la bonne performance de la filière cotonnière au Bénin, les semences occupent une place primordiale. En effet, les semences à elles seules contribuent à 40% dans l'amélioration de la production cotonnière. La qualité de la semence permet une expression maximale du potentiel génétique de la plante. La production de semences a un double objectif : maintenir la variété à l'identique dans toutes ses caractéristiques (par la sélection conservatrice) et diffuser la variété auprès des producteurs qui souhaitent la cultiver par la multiplication de semences. Dans les conditions actuelles du Bénin, seul le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) est responsable du matériel génétique utilisé par les cotonculteurs.

Catégories de semences cotonnières

Dans le dispositif de production de semences mis en œuvre au cours de cette campagne agricole 2017-2018, trois (03) chaînes semencières correspondant aux trois variétés vulgarisées (ANG 956, OKP 768 et KET 782) ont été mises en place. Chacune de ces chaînes, basée sur la variété de la zone cotonnière, comprenait trois étapes essentielles de production de différentes catégories de semences (tableau 185).

Dans le cadre de sa participation à ce dispositif national, le CRA-CF est chargé de créer les variétés et d'assurer la production des semences de prébase qui étaient fournies aux producteurs multiplicateurs de la zone 0.

Tableau 185: Chaînes et catégories de semences du coton au Bénin

Chaîne semencière	Variété	Zone	Catégorie de semence correspondante
1	ANG 956	"000"	Prébase
		"00"	
		0	Base
		1	Certifiées ou commerciales
		2	
2	OKP 768	"000"	Prébase
		"00"	
		0	Base
		1	Certifiées ou commerciales
		2	
3	KET 782	"000"	Prébase
		"00"	
		0	Base
		1	Certifiées ou commerciales

Organisation de la production de différentes catégories de semences cotonnières

En vue d'assurer la production qualitative et quantitative des différentes catégories de semences des trois variétés qu'étaient ANG 956, OKP 768 et KET 782, une organisation définie et retenue au cours de la première réunion du comité semences coton était mise en place (tableau 186). De la lecture de ce tableau, il ressort que la production des semences de prébase ("000" et "00") relève de la responsabilité du CRA-CF et la production des autres catégories de semences (0, 1 et 2) était confiée aux producteurs à travers les Coopératives Villageoises de Producteurs de Coton (CVPC) sous la responsabilité de l'Association Interprofessionnelle du Coton (AIC) et avec l'appui technique de la Direction de la Production Végétale (DPV) à travers son service Promotion de la qualité et du conditionnement et du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF).

Tableau 186 : Chaînes semencières coton durant la campagne agricole 2017-2018 au Bénin

Chaîne semencière	Variété	Zone	Lieux de multiplication	Structures responsables
1	ANG 956	"000"	Ferme Angaradébou	CRA-CF
		"00"	CPE Angaradébou, CPE Gogounou	CRA-CF
		0	CVPC Serkalé (Kandi)	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
		1	CVPC de l'Arrondissement d'Angaradébou (Kandi)	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
		2	Gogounou	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
2	OKP 768	"000"	Ferme Alafiarou CPE Okpara	CRA-CF
		"00"	CPE Alafiarou CPE Okpara	CRA-CF
		0	Ferme semencière Alafiarou et producteurs semenciers Parakou	DPV, UComCVPC, AIC
		1	CVPC Arrondissement Bori (N'dali)	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
		2	Sinendé	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
3	KET 782	"000"	Ferme Alafiarou	CRA-CF
		"00"	Ferme Avocanzoun	CRA-CF
		0	CVPC Fonkpodji (Djidja)	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
		1	CVPC Arrondissement de Monsourou (Djidja)	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC
		2	CVPC restant de Djidja	UComCVPC, DPV, CRA-CF, AIC

Rôles du CRA-CF dans le dispositif

Dans ce dispositif de production de semences, le CRA-CF a pour rôle principal de contribuer à assurer une production qualitative et quantitative des semences des 3 variétés. De façon spécifique, le CRA-CF :

- assure l'alimentation des zones Z0 en semences de qualité ;
- suit la mise en place des différentes catégories de semences dans leurs zones respectives de multiplication ;
- appuie techniquement les producteurs dans la production de semences des zones 0 (semences de base), 1 et 2 (semences certifiées ou commerciales) en participant aux activités d'inspection des champs semenciers ;
- participe à l'égrenage des semences de base (Z0) des 3 variétés.

6.2. Activités semencières réalisées par le CRA-CF durant la campagne 2017-2018

Alexis HOUGNI, Charlemagne ABOUA, Marius SINHA, Godonou YAVOEDJI, Eric ARAYE

Résumé

Les semences des 3 nouvelles variétés (ANG 956, OKP 768 et KET 782) ont été produites dans leurs zones respectives grâce à l'appui technique de diverses structures dont le CRA-CF. Les quantités produites ont permis de couvrir intégralement les zones cotonnières respectives en satisfaisant les besoins des producteurs.

Mots clés : régionalisation ; production ; variétés ; appui technique

Introduction

La production de semences est une étape très importante dans la réussite de la campagne cotonnière. Cette activité implique plusieurs acteurs, dont le CRA-CF, menant des activités bien déterminées au niveau de la chaîne semencière. Au cours de cette campagne agricole 2017-2018, un dispositif de traçabilité a été mis en place par l'AIC avec l'appui du CRA-CF et de la DPV pour assurer la qualité des semences produites. Le CRA-CF a mené plusieurs activités pour assurer la réussite du processus. Les activités menées sont relatives aux étapes de multiplication et d'égrenage.

Activités réalisées par le CRA-CF durant la campagne 2017-2018

Les activités menées par le CRA-CF dans la multiplication des semences ont été les suivantes :

- production suffisante et qualitative des catégories Z000 et Z00 des variétés ANG 956, OKP 768 et KET 782 ;
- suivi de la mise en place des catégories Z00, Z0 et Z1 dans leurs zones respectives de multiplication. A cet effet, les zones de multiplication de ces semences ont été bien délimitées de façon participative en collaboration avec les responsables de l'AIC et des producteurs pour éviter tout mélange variétal ;
- appui aux opérations d'identification du coton graine semencier dans les champs et d'égrenage dans les usines semencières : pour pallier les difficultés rencontrées dans l'inspection des champs semenciers, l'AIC en collaboration avec la DPV et le CRA-CF ont mis en place dans les communes semencières un dispositif d'identification du coton graine semencier composé des agents de conditionnement et des conseillers agricoles. Le CRA-CF a participé à plusieurs missions permettant d'évaluer l'efficacité du dispositif ;

- appui aux opérations de test de germination des semences au laboratoire de génétique du CRA-CF : Pour apprécier la qualité des semences en provenance des usines semencières, un dispositif d'évaluation de la qualité de semences a été mis en place par l'AIC avec l'appui technique du CRA-CF. Un test de germination a été réalisé sur tous les sacs de semences produites de Janvier à juin 2018 ;

- suivi de l'égrenage des différentes catégories de semences en particulier celles Z0 des 3 variétés : des missions ponctuelles ont été effectuées dans les zones et usines semencières pour s'assurer de la bonne évacuation des semences vers les usines semencières et du respect des recommandations formulées lors de la réunion de semences tenue en novembre 2017 à Dassa concernant les opérations d'égrenage et de conditionnement des semences. Ces missions ont été effectuées par une équipe mixte composée de l'AIC, de la DPV et du CRA-CF.

Point de la production des différentes catégories de semences

Au terme de cette campagne agricole 2017-2018, le point de production des différentes catégories de semences, toutes variétés confondues, est présenté dans le tableau 187. La production totale de semences produites pour la campagne est de 14.769,541 tonnes pour l'ensemble des 3 variétés. Les semences de prébase produites par le CRA-CF s'élève à 18,711 tonnes.

Tableau 187 : Point de production des catégories de semences de coton durant la campagne agricole 2017-2018

Variétés	Catégories semences	Lieux de multiplication	Structures responsables	Superficies réalisées (ha)	Production (t)	Usines d'égrenage
ANG 956	AZ000	Ferme Angaradébou	CRA-CF	0,25	0,223	20 scies CRA-CF
	AZ00	CPE Angaradébou, CPE Gogounou	CRA-CF	6,957	4,88	20 scies CRA-CF
	AZ0	CVPC Serkalé (Kandi)	UComCVPC	157,63	168,65	SODECO Kandi
	AZ1	CVPC Arrondissement d'Angaradébou (Kandi)	UComCVPC	1.615,41	1.090,96	SODECO Kandi
	AZ2	Gogounou	UComCVPC	34.755,188	6.987,55	SODECO Bembèrèkè
	OZ000	Ferme Alafiarou CPE Okpara	CRA-CF	0,81	0,601	20 scies CRA-CF
OKP 768	OZ00	CPE Alafiarou CPE Okpara	CRA-CF	9,53	9,41	20 scies CRA-CF
	OZ0	Ferme semencière Alafiarou et producteurs semenciers Parakou	DPV et UComCVPC	170,99	204,65	SODECO Parakou 1
	OZ1	CVPC Marégourou (N'dali)	UComCVPC	4.319,024	1.195,9	SODECO Parakou 1
	OZ2	Sinendé	UComCVPC	26.467,966	3.266,49	SODECO Parakou1 /Bembèrèkè
KET 782	KZ000	Ferme Alafiarou	CRA-CF	0,25	0,19	20 scies CRA-CF
	KZ00	Ferme Avocanzoun	CRA-CF	5	3,38	20 scies CRA-CF
	KZ0	CVPC Fonkpodji (Djidja)	UComCVPC	74,026	17,69	SODECO Bohicon
	KZ1	CVPC arrondissement de Monsourou (Djidja)	UComCVPC	7.064,1	1.031,42	SODECO Bohicon
	KZ2	CVPC restant de Djidja	UComCVPC	15.256,156	787,52	SODECO Bohicon
Total				89.903,287	14.769,541	

Source : Adapté des rapports réunion semence Novembre 2017 (Dassa) et Avril 2018 (Parakou).

Conclusion

Les semences produites au cours de la campagne agricole 2017-2018 s'élèvent à plus de 14.000 tonnes afin de satisfaire les besoins grandissants des producteurs. L'Association Interprofessionnelle de Coton met en place un dispositif de traçabilité pour assurer la qualité des semences depuis les champs jusqu'aux CVPC en passant par les opérations d'égrenage dans les usines semencières.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Comme les années passées, le CRA-CF met également en œuvre plusieurs protocoles de recherche et de production de semences qui ont abouti, certains à des résultats concluants transférables en milieu réel, d'autres à des résultats intermédiaires qui restent à être confirmés. De nouvelles molécules herbicides et insecticides efficaces pour gérer les adventices et les ravageurs sont identifiées et vont être proposés pour homologation. Les résultats intermédiaires obtenus en amélioration variétale, en santé du sol et en agronomie vont être confirmés par de nouvelles expérimentations en 2018. Aussi, les préoccupations des acteurs qui sont précédemment évoquées vont être également prises en compte par l'INRAB à travers le CRA-CF.

ANNEXES

Annexe 1 : Publications des chercheurs du CRA-CF en 2017

Publications scientifiques

1. Bonni G., Houndete T., Paraïso A. Hougni A. 2017. Efficacité Du Kaolin (Kalaba) Dans La Gestion Intégrée Des Chenilles Endocarpiques Du Cotonnier Dans La Zone Centre Du Bénin. European Scientific Journal July 2017 edition Vol.13, No.21 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
2. Déo-Gratias Judrita Mawugnon Hougni, D. Charlemagne Aboua, Eric Araye, Timothée Hounton, Isidore, Amonmide, Marius Sinha, and Alexis Hougni. 2017. Evaluation of The Heritability of Key Architectural Traits and Yield Components In The Beninese Cotton Breeding Program. The Journal of Cotton Science 21:306–314.

Annexe 2 : Partenaires Techniques et Financiers du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres en 2017

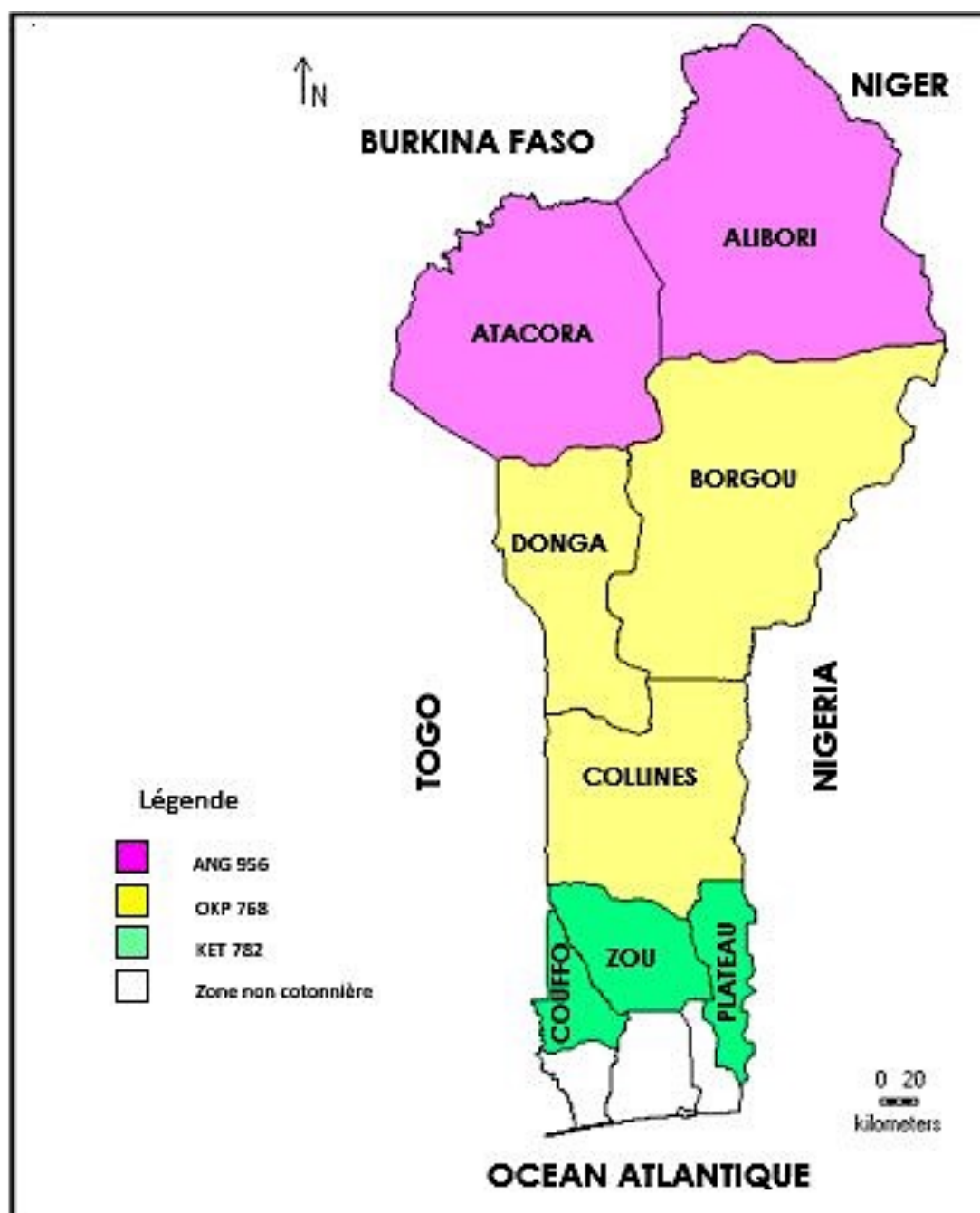
Partenaires	Cadre du partenariat
Agence Brésilienne de Coopération (ABC)/ Entreprise Brésilienne de Recherches Agricoles (EMBRAPA)	Projet de renforcement technologique et diffusion de bonnes pratiques agricoles pour le coton au sein des pays du C-4 et au Togo (C4 + Togo)
Centre International du Développement des Engrais (IFDC)/ Agence Américaine pour l'Aide au Développement International (USAID)	Programme de Partenariat pour les Pays du Coton 4 (C4CP)
Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricole (CORAF/WE CARD)/ Fonds Fiduciaire Multi bailleurs (MDTF)	Gestion Intégrée des ravageurs par les traitements seuil et le fractionnement des récoltes pour une production cotonnière durable en Afrique de l'Ouest (GIRCOT)
Agence Turque de Coopération Technique Internationale (TIKA)	Projet d'assistance à l'amélioration durable de la productivité et de la production cotonnière au Bénin
Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricole (CORAF/WE CARD) et Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)	Projet de valorisation des tiges de cotonnier pour la fabrication de panneaux à particules (VATICOP)
Central Institute for Research on Cotton Technology (CIRCOT) / IL & FS Cluster Development Initiative Limited (India)	Assessment of Cotton Technical Assistance Programme (TAP) for Africa
PAFICOT/Banque Africaine de Développement (BAD)	Projet d'Appui à la Filière Coton-Textile

Annexe 3 : Niveau de la collaboration avec le Brésil, l'Inde et la Turquie en 2017

N°	Pays	Institution coopératrice	Acquis en 2017
1.	Brésil	Agence Brésilienne de Coopération (ABC) / Entreprise Brésilienne de Recherches Agricoles (EMBRAPA)	∞ Ateliers de formation sur la diffusion des bonnes pratiques agricoles au Mali ; ∞ Formation des entomologistes sur la collecte et l'identification des parasitoïdes des œufs au Mali ; ∞ Formation sur la rédaction du manuel de bonnes pratiques agricoles au Bénin ; ∞ Missions d'échanges d'expériences sur la production du coton au Brésil ; ∞ Missions techniques des brésiliens au Bénin ; ∞ Evaluation capacité technique et matériel du CRA-CF par les brésiliens ; ∞ Participation des chercheurs du Bénin à la journée coton au Brésil ;

2.	Inde	Central Institute for Research on Cotton Technology (CIRCOT) / IL & FS Cluster Development Initiative Limited	☞ Renforcement des capacités des chercheurs en technologies de production et de gestion après récolte en Inde ; ☞ Démarrage de la construction de l'usine expérimentale d'égrenage de coton à Cana sur le site du CRA-CF pour les tests technologiques ; ☞ Don des équipements de production et de récolte de coton ; ☞ Renforcement de la capacité des chercheurs et des techniciens sur les bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la production cotonnière au Bénin.
3.	Turquie	Agence Turque de Coopération Technique Internationale (TIKA) / Institut de Recherche sur le coton de NAZZILI	☞ Introduction de sept (7) variétés de coton de la Turquie ; ☞ Essai collaboratif variétal sur le cotonnier au Bénin ; ☞ Don de dix (10) motocyclettes, d'un tracteur avec accessoires, des équipements d'irrigation et de petits matériels de production de coton ; ☞ Don des équipements de laboratoire ; ☞ Don de matériels informatiques ; ☞ Renforcement de la capacité des chercheurs et des techniciens sur les bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la production cotonnière au Bénin.

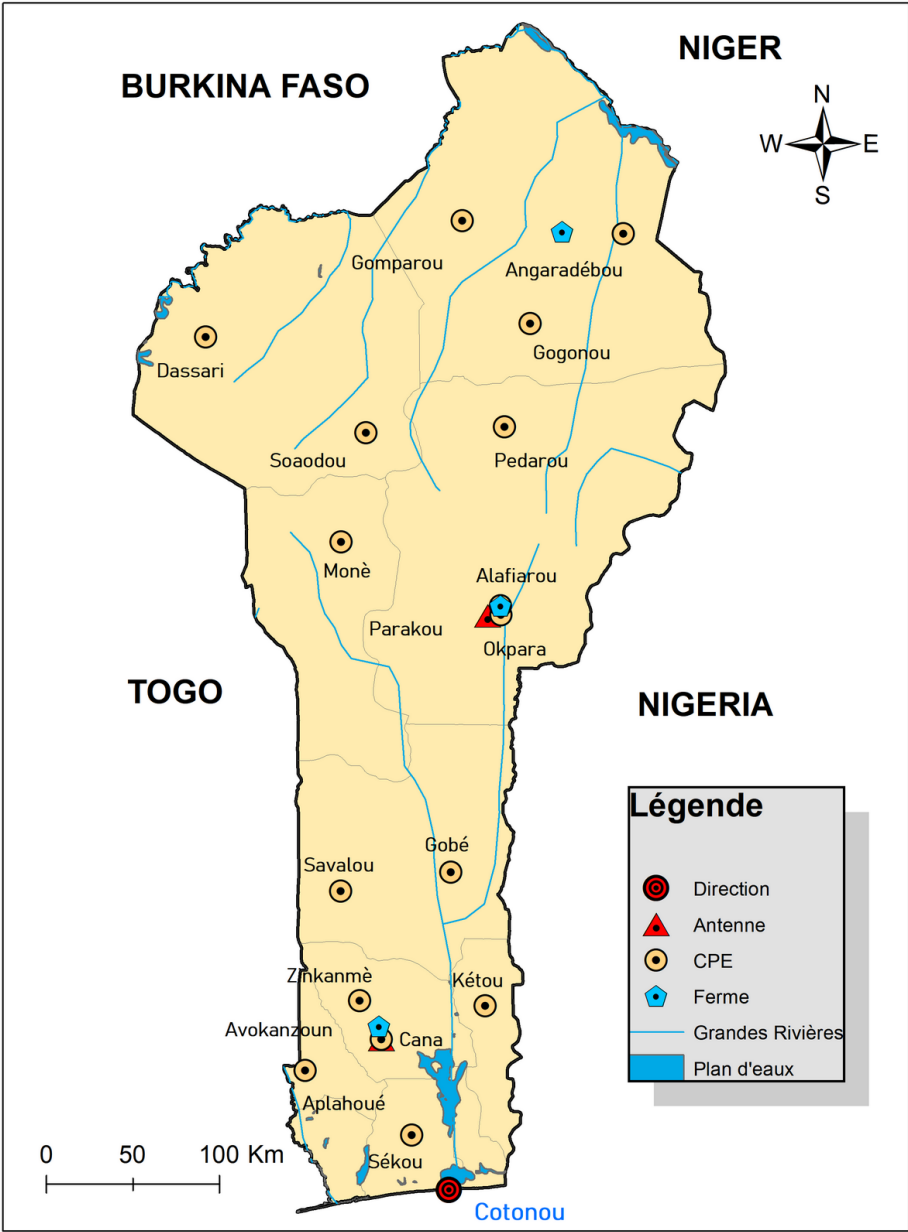
**Annexe 4 : Nouvelle carte variétale du cotonnier à partir de 2015
au Bénin**



Annexe 5 : Périodes de semis du coton recommandées par zone cotonnière par le CRA-CF

N° d'ordre	Zone cotonnière	Départements administratifs	Période de semis recommandée
1.	Zone Nord	Alibori et Atacora	Du 20 mai au 20 juin
2.	Zone Centre Nord	Borgou et Donga	Du 10 juin au 5 juillet
3.	Zone Centre	Collines	Du 25 juin au 10 juillet
4.	Zone Sud	Zou, Couffo, Plateau, Mono et Ouémé	Du 25 juin au 15 juillet

Annexe 6 : Dispositif organisationnel du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres sur le territoire national en 2017



Annexe 7 : Liste des agents du CRA-CF inscrits en doctorat, en Master ou en Licence professionnelle en 2017

N° d'ordre	Nom et prénom	Université/ Faculté / Ecole	Domaine de recherche	Diplôme préparé	Nombre d'années académiques en 2017
1.	SINHA Marius Guillaume	UAC/FAST	Génétique et biotechnologie végétale	Doctorat	4 ^{ème} année
2.	BONNI Gustave	UP/FA/Laboratoire de protection des végétaux, de pathologie et de parasitologie des abeilles (LAPPAB)	Entomologie appliquée	Doctorat	4 ^{ème} année
3.	AMMONMIDE Isidore	UP/ AGRN	Science du sol	Doctorat	3 ^{ème} année
4.	AZONKPIN Saturnin	UAC/FLASH/ Ecole doctorale pluridisciplinaire	Géographie et gestion de l'environnement	Doctorat	4 ^{ème} année

Annexe 8 : Liste du personnel scientifique, technique et administratif du CRA-CF et leurs postes respectifs en 2017

A- Direction du CRA-CF

Titre/Prénom/Nom	Profession	Fonction
Dr Ir. Alexis HOUGNI (chargé de recherche du CAMES)	Chercheur en économie qualitatif	Directeur
MSc. Ir. Marius Guillaume SINHA (doctorant)	Chercheur en génétique et amélioration des plantes	Chef du Service Administration et Technique
Mme Judith Dossi ADOKO	Attachée des Services financiers	Chef du Service Financier
M. Dossou Armand Joël AZAGBA	Assistant de Recherches Agricoles en entomologie	Chef Unité Communication et Documentation
MSc. Ir. Gustave BONNI (doctorant)	Chercheur en entomologie	Chef équipe entomologie
Mme Inès GLELE	Chercheur agroéconomiste	Collaborateur du chef transfert de technologie et valorisation des acquis de recherche
M. Deo-Gracias HOUGNI	Chercheur en sélection variétale	Collaborateur du sélectionneur
M. Thierry Roch ZINZINDOHOUE	Assistant de Recherches Agricoles en agronomie	Chef Division Exploitation
Mme Adélaïde AGBAHUNGBA	Secrétaire des services administratifs	Chef Secrétariat Administratif
Mme Amélie ALITONOU		Chef Division Administration
M. Luc MENSAH	Technicien supérieur en informatique	Chef Division Maintenance

B- Antenne Sud

Titre/Prénom/Nom	Profession	Fonction
Dr Ir. Thomas HOUNDETE (chargé de recherche du CAMES)	Chercheur en entomologie appliquée	Chef de l'Antenne Sud
MSc. Ir. Godonou YAVOEDJI	Chercheur en génétique et amélioration des plantes	Collaborateur du chef équipe sélection
MSc. Ir. Franck AKOGBETO	Chercheur en fertilité du sol	Collaborateur du chef équipe agronomie
MSc. Ir. Edouard GBEDONOU	Chercheur agroéconomiste	Collaborateur du chef transfert de technologie et valorisation des acquis de recherche
M. Ehuzu Kossi Ghislain AGOUGOU	Agent Technique de Recherche	Technicien de Laboratoire d'entomologie
M. Placide GNANVE		Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Gobè
M. Olivier SODOHOUNDE		Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Savalou
M. Philippe DOFFOE	Agent Technique de Recherche	Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Kétou
M. Bonaventure ACCALOGOUN		Chef Centre Permanent d'Expérimentations d'Aplahoué
M. Léopold DONOU-AGBI		Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Cana
M. Paul HOUENOUKPO		Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Sékou
M. Ignace BOCOVO	Contrôleur du Développement Rural	Chef de la Ferme d'Avokanzoun

C- Antenne Nord

Titre/Prénom/Nom	Profession	Fonction
MSc. Ir. Isidore AMONMIDE (doctorant)	Chercheur en agronomie et fertilité du sol	Chef Antenne Nord, Chef équipe agronomie
MSc. Ir. Dossou Germain FAYALO (doctorant)	Chercheur en agronomie et en malherbologie	Collaborateur du Chef équipe agronomie
MSc. Ir. Saturnin AZONKPIN	Chercheur Entomologie	Collaborateur du Chef équipe entomologie
MSc. Ir. Joël LAWSON	Chercheur en sélection variétale	Collaborateur du Chef équipe sélection variétale
M. Charlemagne ABOUA DEGBEDJI	Chercheur en sélection variétale	Collaborateur du Chef équipe sélection variétale
MSc. Ir. Hermione ZOUNNON	Chercheur agro-sociologue, transfert de technologie	Collaboratrice du chef transfert de technologie et valorisation des acquis de recherche
Ir. Zoulkaléni NOMA	Chercheur en entomologie	Collaborateur du Chef équipe entomologie
M. Comlan Timothée HOUNTON	Agent Technique de Recherche	Responsable Parcelle Génétique
M. Eric ARAYE	Agent Technique de Développement Rural	Chef usine expérimentale d'égrenage
M. Issifou OROU GOURA	Agent Technique de Recherche	Technicien de Laboratoire
Mme Adèle OROU YERIMA	Attachée des services administratifs	Secrétaire administratif
M. Justin KADI	Contrôleur du Développement Rural	Chef du Centre Permanent d'Expérimentations de l'Okpara
M. Gohoundjè AÏDEHOU	Agent technique de développement rural	Chef de la Ferme d'Alafiarou

M. Jérôme ADJIGNON		Chef du Centre Permanent d'Expérimentations d'Alafiarou
M. Simon AKONKPENISSO	Manœuvre Spécialisé dans les Opérations de Recherche	Chef Centre Permanent d'Expérimentations de Gogounou
M. Codjo AKOKPONHOUN	Préposé des Services Agricoles	Chef du Centre Permanent d'Expérimentations d'Angaradébou
M. Cyrile GBAGUIDI		Chef de la Ferme d'Angaradébou
M. Serge YETONGNON	Agent technique de développement rural	Chef du Centre Permanent d'Expérimentations de Gomparou
M. Dominique TONOUKOUIN	Agent technique de développement rural	Chef du Centre Permanent d'Expérimentations de Soaoudou
M. Arnaud ALLADATIN	Agent technique de développement rural	Chef du Centre Permanent d'Expérimentations de Monè



Dépôt légal N° 10830 du 27/11/2018, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4^{ème} trimestre.

ISBN : 978-99919-75-59-7



Dépôt légal N°10830 du 27/11/2018, Bibliothèque Nationale du Bénin, 4^{ème} trimestre
ISBN : 978-99919-75-59-7