



Koninkrijk
der Nederlanden



Evaluation ex-post de la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Nord- Bénin et mécanisme de généralisation de la technologie

RAPPORT D'EXECUTION TECHNIQUE FINAL

Edité par

Ir. KPADE Cokou Patrice

Ir. MENSAH Edouard Roméo C.K.D.

Dr. Ir. MENSAH Guy Apollinaire

Avril 2008

**PROJET D'APPUI A L'EVALUATION DE LA RECHERCHE SUR LA LUTTE ETAGEE CIBLEE
EN ZONES COTONNIERES AU BENIN (PROJET ERLEC)**

RAPPORT D'EXECUTION TECHNIQUE FINAL

Edité par

Ir. KPADE Cokou Patrice

Assistant de recherche, Agro économiste, Msc.

Ir. MENSAH Edouard Roméo C.K.D.

Assistant de recherche, Agro économiste

Dr. Ir. MENSAH Guy Apollinaire

Maître de recherche au CAMES, Chercheur en
exploitation rationnelle des ressources forestières
alimentaires et médicinales

Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01
Tél : (+ 229) 21 30 02 64 / 21 30 00 70
Email : inrabdg4@bow.intnet.bj / craagonkanmey@yahoo.fr

REMERCIEMENTS

Les responsables chargés de l'exécution du projet d'appui à l'évaluation de la recherche sur la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Bénin (projet ERLEC) ne sauraient jamais oublier de dire leurs remerciements les plus chaleureux et très sincères à tous ceux qui, de près ou de loin ont œuvré à la réalisation du projet. En particulier, ils expriment leur reconnaissance et toute leur gratitude :

- A Monsieur Vlaar Jan, Chef de Coopération de l'Ambassade du Royaume des Pays-Bas au Bénin, pour avoir personnellement accepté financer ce projet, apporter de nouvelles idées lors de sa conception ;
- A Monsieur Dijksterhuis Heerko, Conseiller régional coton à l'Ambassade du Royaume des Pays-Bas qui a personnellement soutenu et porté ce projet auprès de cette ambassade ;
- A Monsieur Gart Van Leersum, Attaché adjoint de Coopération et à Madame Kponou Dorcas qui ont mis rapidement les moyens financiers à leur disposition ;
- Aux Dr. Djègui Narcisse, Directeur Général de l'INRAB et Dr. Koudandé Delphin, Directeur Scientifique de l'INRAB, pour avoir vraiment compris l'enjeu, avoir reconnu qu'il faut un simple coup de pouce pour que la LEC devienne une réalité et pour leur soutien technique et administratif ;
- Au Dr. Patrick Prudent du Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres pour les commentaires pertinents qu'il leur avait formulés au moment où ils élaboraient le projet ERLEC ;
- Au Dr. Djagni Kokou de l'IFDC de Cotonou pour ses précieuses recommandations dans la finalisation du concept note du projet ;
- A Monsieur Imorou Y. Ali pour sa collaboration technique ;
- A Monsieur Sogbohossou Anatole pour sa précieuse collaboration ;
- Aux collègues Charles Pomalégni, Zolikpo Landry et Nathalie Kpéra pour leurs apports dans la réalisation de ce travail ;
- Au Dr. Coulibaly Ousmane, Madame Adétonah Sounkoura et Monsieur Denis Djègui de l'IITA pour leurs commentaires et recommandations pour l'affinement des résultats ;
- A Messieurs Jacques Sam, Abdoulaye Kora, Mamadou Sanfo, Henk Nugteren et Hans Meenink, de SNV pour les échanges fructueux qu'ils ont eu lors de leurs multiples descentes sur le terrain ;
- A tous les participants (ils sont nombreux) aux deux ateliers de restitution qu'ils ont organisés à la bibliothèque du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey de l'INRAB et à la salle de réunion du Biocontrol de l'IITA. Les commentaires et les observations recueillis lors de ces ateliers ont été intégrés dans ce rapport. Ils sont redevables à tous ceux et à toutes celles qui y ont activement pris part ;
- Aux Messieurs Déo-Gracias Hogni, Célestin Adandé, Ousmane Affo, Grégoire Agai, Cyrille Gbaguidi et Sanni Dagnon pour avoir suivi rigoureusement les parcelles expérimentales installées dans les villages et leur contribution fort précieuse dans la collecte des données socio-économiques ;
- A tous les producteurs de coton du Nord-Bénin qui ont accepté, malgré leurs nombreuses occupations liées au champ, accorder un peu de leur temps pour répondre à leurs différentes questions ;
- Aux responsables des usines d'égrenages de la SONAPRA de Banikoara, de Kandi et de Parakou I, ainsi qu'à ceux de la CCB de Kandi et d'ICB de Pehunco pour avoir accepté leur ouvrir leurs portes lors de leurs entretiens ;
- Aux importateurs et distributeurs d'intrants pour avoir accepté livrer des informations parfois confidentielles liées à leurs activités.

La liste des personnes rencontrées dans le cadre de ce projet ERLEC est longue. Tous ceux et toutes celles dont ils n'ont pas pu citer les noms ici devront les en excuser. Leur contribution a été très appréciable et ils leur en sont reconnaissants.

Les Auteurs

RESUME

L'objectif du projet d'appui à l'évaluation de la recherche sur la lutte étagée ciblée (LEC) en zones cotonnières du Bénin (projet ERLEC) est d'amener les producteurs de coton du Nord-Bénin à se dérober d'une méthode de protection phytosanitaire classique et systématique du cotonnier à celle de la lutte étagée ciblée. En effet, la LEC a été introduite au Bénin en 1993 par la recherche cotonnière pour pallier aux impacts négatifs de la méthode classique et systématique à savoir : la réduction de matières actives d'insecticides et des coûts de traitement phytosanitaire ; la préservation de l'environnement et de la santé des producteurs ; le contrôle du phénomène de résistance développé par certains ravageurs aux insecticides à base de pyréthrinoides. Après plus de dix (10) ans au Bénin, les superficies emblavées annuellement en coton LEC restent toujours en deçà des 20.000 ha comparées au 350.000 ha de coton conventionnel.

La question centrale du projet ERLEC est de déterminer les facteurs (de divers ordres) qui freinent la généralisation de la LEC dans les zones cotonnières du Nord-Bénin et de proposer des réponses scientifiques et techniques aux décideurs politiques pour l'aide à la prise de décisions objectives. Ainsi, des données socio-économiques, agronomiques et institutionnelles ont été collectées durant la campagne cotonnière 2007/2008 au niveau des différents types d'acteurs impliqués dans la production de coton LEC au Bénin.

Les collectes de données socio-économiques ont été réalisées en plusieurs étapes. Dans un premier temps, elles ont été réalisées avec 300 producteurs de coton du Nord-Bénin, subdivisés en deux groupes à savoir 150 producteurs de coton LEC et 150 producteurs de coton classique afin d'estimer un modèle d'adoption, faire une hiérachisation des raisons d'adoption et de non adoption, puis faire une analyse comparée de l'efficacité technico-économique des deux types de producteurs. Dans un second temps, elles ont concerné au total 300 producteurs tous classiques afin de révéler à travers un scénario contingent leur consentement à payer (CAP) pour la pratique de la LEC. Les données agronomiques collectées sont issues d'essais conduits en blocs aléatoires complets dans quatre (4) sites (Kouandé et Péhunco dans le département de l'Atacora ; Banikoara dans le département de l'Alibori et Bembéréké dans le département du Borgou). Enfin, des données ont été collectées à travers des entretiens structurés et semi-structurés auprès des égreneurs, des importateurs et des distributeurs d'intrants, des transports, des organismes et institutions de recherches (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres), des structures d'encadrement et de formation et de l'Association Interprofessionnelle du Coton (AIC) afin de capter l'influence des institutions dans les mécanismes de prise de décisions des acteurs. Des modèles économétriques (Logit simple, Logit multiple, Tobit, fonctions de production et de coût) ainsi que des analyses statistiques (analyse de variance, comparaison de moyennes, etc.) ont été réalisées. Diverses théories économiques (économie des innovations, théorie microéconomique du producteur et nouvelle économie institutionnelle) ont été aussi mobilisées pour l'interprétation et l'analyse des données collectées.

Les résultats montrent différents facteurs surtout institutionnels qui influencent l'adoption de la lutte étagée ciblée par les producteurs du Nord-Bénin. Les facteurs agissants de manière surdéterminée sont l'information, la formation et l'encadrement des producteurs puis la disponibilité à temps et en quantité suffisante de sherpas, l'insecticide spécifique de la LEC. Parmi, les producteurs de coton adoptant déjà la LEC, les exploitations de faible taille l'ont entièrement et totalement adoptée comparée aux exploitations de grande taille qui préfèrent la coupler à la méthode classique et systématique de protection du cotonnier. Mieux, le consentement à payer (CAP) des producteurs de coton classique du Nord-Bénin pour adopter la LEC est évalué à environ 15.000 F CFA/ha. Ce CAP des producteurs est fortement orienté par les gains de productivité et économiques qu'offre la LEC que les avantages environnementaux et de préservation de la santé humaine. L'étude révèle aussi que le rendement du cotonnier en LEC à la parcelle est variable d'une région à une autre et peut être davantage amélioré du point de vue agronomique par des pratiques paysannes privilégiant des semis précoces, des fortes densités de semis, un nombre de traitements phytosanitaires supérieur à six (6) et une dose de sherpas inférieure à 1 l/ha. Toutefois, les analyses institutionnelles dévoilent que la LEC s'est développée au Bénin dans un réseau d'acteurs dont les logiques de comportements n'assurent ou n'encouragent pas encore une bonne diffusion de la technologie. Il existe une pluralité d'acteurs autour de la LEC. Entre type et même à l'intérieur d'un même type d'acteurs, les logiques de comportements diffèrent et sont guidées par la nature des institutions (efficaces ou inefficaces). Enfin, trois scénarii sont proposés pour l'aide à la prise de décisions des pouvoirs publics pour la généralisation de la LEC dans les zones cotonnières du Bénin.

Mots clés : Bénin, coton, lutte étagée ciblée, adoption, institutions, acteurs, consentement à payer, rendement, efficacité technico-économique.

ABSTRACT

The objective of the evaluation of research on the “lutte étagée ciblée” (LEC) project in cotton zones of Bénin (project ERLEC) is to lead the cotton producers of Northern Bénin to pass from the traditional and systematic plant health protection method of the cotton plant to the “lutte étagée ciblée”. Indeed, the LEC has been introduced in Benin since 1993 by cotton research to mitigate the negative impacts of the traditional and systematic method: the reduction of insecticides active matter and the costs of plant health treatment, the protection of the environment and the producers health, the control of the phenomenon of resistance developed by certain insects species of the cotton plant to insecticides containing pyrethrinoids. After more than ten (10) years in Bénin, the surfaces annually out of cotton LEC always remain on 20.000 ha compared to 350.000 ha of conventional cotton.

The central question of project ERLEC is to determine the factors (various orders) which slow down the generalization of the LEC in the cotton zones of Northern Bénin and to propose scientific and technical answers to the political decision makers for the assistance with the objective decision-making.

Thus, the socio-economic, agronomic and institutional data were collected during the cotton program 2007/2008 on various types of actors implied in producing cotton LEC in Bénin. The socio-economic data acquisitions were carried out in several periods. Initially, they were carried out with 300 cotton producers of Northern Bénin, subdivided in two groups of 150 producers of cotton LEC and 150 traditional cotton producers in order to estimate an adoption model, to make a hierarchisation of the adoption and non-adoption reasons, and also to make a compared analysis on technico-economic effectiveness for the two types of producers. In a second time, they concerned 300 traditional producers in order to reveal through a contingent scenario their consent to pay to adopt or to practice the LEC. The agronomic data collected result from tests carried out in randomised complete blocks in four (4) sites (Kouandé and Péhunco in the department of Atacora, Banikoara in the department of Alibori and Bembéréké in the department of Borgou. Lastly, the data were collected through talks structured and semi-structured from the ginners, the importators and distributors of inputs, the transporters, the organizations and institutions of research (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres), structures of training and extension and Association Interprofessionnelle du Coton (AIC) in order to analyze the influence of institutions (as rules of game of the actors) on the mechanisms of decision-making of the actors.

Econometric models (simple Logit, multiple Logit, Tobit, production and cost functions) and statistical analysis (variance analysis, comparison of averages, etc.) were realized. Various economic theories (innovations economics, microeconomic theory of producer and new institutional economics) were also mobilized for the data interpretation and analysis.

The results showed various especially institutional factors which influence strongly the LEC adoption by the producers in Northern Bénin. The main factors are information, formation of the producers and the availability in time and in sufficient quantity of shephos, the specific insecticide of the LEC. Among the cotton producers adopting already the LEC, the low size exploitations are entirely and completely adopted it compared to the big size exploitations which prefer to couple it with the traditional and systematic method of protection of the cotton plant. Better, the consent to pay for the traditional cotton producers of Northern Bénin to adopt the LEC is estimated approximately at 15,000 F CFA/ha. This consent to pay of the producers is strongly influenced by the productivity and economic profits of the LEC than the environmental advantages and the human health protection. The study also reveals that the cotton plant yield in LEC is variable from area to another and can be more improved of the point of considering agronomic by farmers practices privileging early sowings, strong densities of sowing, a number of plant health treatments higher than six (6) and one the quantity of shephos lower than 1 l/ha. However, the institutional analyses reveal that the LEC was developed in Benin in a network of actors whose logics of behaviors do not ensure or do not encourage yet a good diffusion of technology. There is a plurality of actors around the LEC. Between type and even inside the same type of actors, logics of behaviors differ and are guided by the nature of the institutions (effective or ineffective). Lastly, three scenarii are proposed for the assistance to the decision-making of the authorities for the generalization of the LEC in the cotton zones of Benin.

Key words: Bénin, cotton, lutte étagée ciblée, adoption, institutions, actors, consent to pay, yield, technical and economical effectiveness.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AFD	: Agence Française de Développement
AGROPE	: Association des Groupements de Producteurs et Opérateurs Economiques
AIC	: Association Interprofessionnelle du Coton
CAF	: Côté Assurance Fret
CAGIA	: Coopérative d'Approvisionnement et de Gestion des Intrants Agricoles
CAP	: Consentement à payer
CARDER	: Centre d'Action Régionale et de Développement Rural
CB	: Coton Biologique
CBE	: Coton Bio-Equitable
CCB	: Compagnie Cotonnière du Bénin
CeCPA	: Centre Communal pour la Promotion Agricole
CeRPA	: Centre Régional pour la Promotion Agricole
CFDT	: Compagnie Française pour le Développement des Fibres Textiles
CIC	: Commission Intrants Coton
CIRAD	: Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
CmiA	: Cotton made in Africa
CRA-CF	: Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres
CSI	: Contract Supplies Industries
CSPR	: Centrale de Sécurisation et de Recouvrement des Paiements
DICAF	: Direction du Conseil Agricole et de la Formation Opérationnelle
ERLEC	: Evaluation de la Recherche sur la Lutte Etagée Ciblée
FENAGROP	: Fédération Nationale des Groupements des Producteurs
FRUITEX	: Fruits et Textiles
FUPRO	: Fédération des Unions des Producteurs
GIFS	: Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
GIPD	: Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs
GV	: Groupement Villageois
GVPC	: Groupement Villageois des Producteurs de Coton
ha	: Hectare
IBECO	: Industrie Béninoise de Coton
ICB	: Industrie Cotonnière du Bénin
IDI	: Importateurs et Distributeurs d'Intrants
IFDC	: An International Center for Soil Fertility and Agricultural Development
IITA	: Institut International d'Agriculture Tropicale
INRAB	: Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
IPPM	: Integrated Production and Pest Management
IRCT	: Institut de Recherches sur le Coton et les Textiles Exotiques
kg	: Kilogramme
LCB	: Label Coton Bénin
LEC	: Lutte Etagée Ciblée
LS	: Lutte sur Seuil
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MARI	: Marge Après Remboursement des Intrants
MCAB	: Millenium Challenge Account Bénin
MCI	: Marlen's Cotton Industries
OBEPAB	: Organisme Béninois pour la Promotion de l'Agriculture Biologique
OP	: Organisation Paysanne
PACOGE	: Promotion Agricole et Commerce Général
PADSE	: Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation
PIB	: Produit Intérieur Brut
PIBA	: Produit Intérieur Brut Agricole
ProCGRN	: Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles
R&D	: Recherche & Développement
SAMAC	: Société Africaine pour le Management, d'Affrètement et de Commerce

SDI	:	Société de Distribution Intercontinentale
SEICB	:	Société d'Egrenage Industriel du Coton du Bénin
SNV	:	Netherlands Development Organisation
SOCOBE	:	Société Cotonnière du Bénin
SODICOT	:	Société des Industries Cotonnières du Bénin
SOGICOM	:	Société Générale pour l'industrie et le Commerce
SONAPRA	:	Société Nationale pour la Promotion Agricole
SOTICO	:	Société de Transport Intercontinentale pour l'Industrie et le Commerce
SPCM	:	Sous Programme Cultures Maraîchères
t	:	Tonne
TS	:	Traitement sur Seuil
U-AVIGREF	:	Union des Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune
UCPC	:	Union Communale des Producteurs de Coton
UDPC	:	Union Départementale des Producteurs de Coton
PNP	:	Parc National de la Pendjari
UNDP	:	United Nations for Development Population

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Evolution des superficies de 2006 à 2008.....	3
Tableau 2. Communes d'intervention du projet ERLEC.....	9
Tableau 3. Echantillonnage des producteurs de coton pour l'adoption de la LEC et analyse d'efficacité technico-économique.....	11
Tableau 4. Echantillonnage des producteurs pour la détermination de la valeur d'option de la LEC.....	12
Tableau 5. Facteurs de variabilité du rendement du cotonnier étudiés.....	12
Tableau 6. Facteurs déterminant l'adoption de la LEC : résultats du modèle Logit.....	15
Tableau 7. Hiérarchisation des raisons d'adoption de la LEC.....	18
Tableau 8. Hiérarchisation des raisons de non adoption de la LEC.....	19
Tableau 9. Degré de motivation des producteurs pour l'adoption de la technologie.....	22
Tableau 10. Diverses maladies et affections énumérées par les producteurs de coton suite à l'utilisation des produits phytosanitaires.....	23
Tableau 11. Répartition des réponses par rapport aux valeurs offertes.....	25
Tableau 12. Distribution des CAP selon la double enchère.....	26
Tableau 13. Résultats du modèle Logit simple.....	26
Tableau 14. Résultats du modèle Logit multiple.....	27
Tableau 15. Facteurs influençant la probabilité dans le modèle Logit ajusté.....	28
Tableau 16. Résultat de l'estimation du modèle Tobit général.....	29
Tableau 17. Résultat de l'estimation du modèle Tobit ajusté.....	30
Tableau 18. Résultats de l'analyse de variance des rendements du cotonnier au Nord-Bénin.....	35
Tableau 19. Analyse de variance des rendements de coton graine dans les blocs complets....	36
Tableau 20. Statistiques descriptives sur les rendements de coton graine (kg/ha) des blocs complets.....	36
Tableau 21. Statistiques du rendement du cotonnier LEC selon la densité de semis.....	37
Tableau 22. Statistiques descriptives des rendements de coton graine des combinaisons (A C).....	39
Tableau 23. Effet des facteurs date de semis et nombre de traitements sur le rendement du cotonnier.....	39
Tableau 24. Classement des meilleures combinaisons des facteurs étudiés.....	41
Tableau 25. Modèle de la fonction de production du coton graine.....	42
Tableau 26. Modèle de la fonction de coût production du coton graine.....	43
Tableau 27. Matériels de formations et d'encadrement de la LEC.....	51
Tableau 28. Comportements de type de producteurs face à la LEC.....	53
Tableau 29. Répartition de la production cotonnière entre égreneurs en 2007/2008.....	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Evolution de la superficie en coton LEC de 2000 à 2008.....	3
Figure 2. Répartition selon la superficie cotonnière des 110 exploitations ayant totalement adopté la LEC.....	20
Figure 3. Répartition selon la superficie cotonnière des 40 exploitations ayant partiellement adopté la LEC.....	21
Figure 4. Comparaison des moyennes de rendement avec différentes doses de sherphos.....	38
Figure 5. Comparaison des coûts moyens (CM) et marginaux (Cm) aux prix d'achat du coton classé 1 ^{er} choix (P1) et du coton classé 2 ^{ème} choix (P2).....	44
Figure 6. Courbes de profit du producteur selon les prix d'achat du coton.....	45
Figure 7. Acteurs impliqués dans la LEC au Bénin.....	49

LISTE DES PHOTOS ET CARTES

Carte 1. Carte du Bénin.....	10
Photo 1. Effet de la faible densité de semis sur le rendement du cotonnier (inférieure à 50.000 pieds/ha).....	37
Photo 2. Effet de la forte densité sur le rendement du cotonnier (supérieure à 51.000 pieds/ha).....	37
Photo 3. Cotonnier en semis précoce et normalement traité (6 traitements phytosanitaires).....	40
Photo 4. Cotonnier en semis tardif et moins traité (4 traitements phytosanitaires).....	40

TABLE DES MATIERES

1. PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES.....	4
2. STRUCTURE DU DOCUMENT.....	8
3. METHODOLOGIE D'APPROCHE.....	9
3. Zones d'étude	9
4. Source de données et échantillonnage.....	11
5. Traitement et analyse des données collectées.....	13
6. Structures partenaires du projet ERLEC.....	14
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	15
4.1. Facteurs d'adoption de la LEC par les cotonculteurs du Nord-Bénin.....	15
4.1.1. Déterminants d'adoption de la LEC dans la culture cotonnière.....	15
4.1.2. Raisons d'adoption et de non adoption de la LEC	18
4.1.3. Analyse du processus de diffusion de la LEC au sein des communautés de producteurs adoptants.....	19
4.2. Valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée.....	22
4.2.1. Degré de motivation, rôle de l'information et préférences des producteurs de coton	22
4.2.2. Production cotonnière et biodiversité	24
4.2.3. Consentement à payer des producteurs de coton	25
Le consentement à payer (CAP) des producteurs de coton pour l'adoption de la LEC dans leur exploitation cotonnière en remplacement de la méthode classique et systématique contre les nombreux ravageurs du cotonnier va servir à l'estimation implicite de la demande potentielle des producteurs vis-à-vis de la technologie. Le CAP estimé ici prend en considération les avantages économiques, environnementaux et de préservation de la santé humaine de la LEC.	25
4.2.3.2. Modèle Logistique simple.....	26
4.2.3.3. Modèle Logistique multiple.....	27
4.2.3.4. Réponses à la question ouverte	29
4.2.4. Analyse des réponses du consentement à payer des producteurs de coton.....	30
4.2.4.1. Analyse des résultats du modèle Logit	31
4.2.4.2. Analyse des résultats du modèle Tobit	34
4.3. Amélioration du rendement du cotonnier en lutte étagée ciblée au Nord-Bénin.....	34
4.3.1. Effet « bloc » sur le rendement du cotonnier LEC	35
4.3.2. Effet densité de semis sur le rendement du cotonnier LEC.....	36
4.3.3. Effet dose de sherpas sur le rendement du cotonnier LEC	37
4.3.4. Effet de l'interaction date de semis et nombre total de traitements phytosanitaires sur le rendement du cotonnier LEC.....	38
4.3.5. Combinaison optimale des facteurs étudiés pour un meilleur rendement du cotonnier	40
4.4. Efficacité technico-économique comparée des exploitations LEC et classiques des zones cotonnières du Nord-Bénin.....	41
Il est question de faire une analyse comparée des exploitations cotonnières qui pratiquent la méthode de protection phytosanitaire classique et systématique du cotonnier et celles utilisant la lutte étagée ciblée du point de vue avantages techniques et économiques, toutes choses égales par ailleurs.	41
4.4.1. Résultats du modèle de fonction de production du coton graine.....	41
4.4.2. Résultats des modèles de fonctions de coûts de production du coton graine et de profit	43
4.5. Institutions et logiques de comportements des acteurs impliqués dans la production de coton en lutte étagée ciblée au Bénin.....	48

4.5.1. Acteurs impliqués dans la production de coton LEC : rôles et comportements.....	49
4.5.2. Analyse des logiques de comportement des acteurs.....	61
CONCLUSION GENERALE	64
SUGGESTIONS.....	66
BIBLIOGRAPHIE.....	70

INTRODUCTION GENERALE

Le coton ou "or blanc" constitue, pour une majorité de pays de l'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Togo, Mali) et du Centre (Centrafrique, Cameroun) qui le cultivent, une base vitale de richesse, d'emplois et de développement. En effet, le coton représente pour ces pays 5 à 10 % du Produit Intérieur Brut (PIB) et plus de 50 % des recettes d'exportation (Akplogan et al., 2005). La contribution de la filière cotonnière paraît plus importante pour certains pays. Elle contribue pour 50 à 80 % des recettes d'exportation du Mali, du Bénin, du Togo et du Burkina Faso. De nos jours et de plus en plus, la compétitivité et la grande qualité du coton font vivre entre 10 à 15 millions de personnes en Afrique et près de 20 millions dans 33 pays africains (Hazard, 2006) ; jouant ainsi un rôle important dans la lutte contre la pauvreté, dans la croissance économique et dans le développement des zones rurales. Le Bénin, pays à vocation agricole, a une économie qui repose largement sur la production cotonnière. En effet, le coton contribue à hauteur de 39 % au Produit intérieur Brut Agricole (PIBA) et est responsable de plus de 70 % des recettes d'exportation du pays (MAEP, 2005).

La culture cotonnière a connu une évolution notable ces dernières années en terme de superficie et de production et une régression voire une stagnation des rendements. En effet, les rendements sont passés de 1.580 kg/ha au cours de la campagne cotonnière 1984/1985 à 1.258 kg/ha en 2006/2007 (AIC, 2007a). Ce déclin de la productivité est le résultat (i) des dysfonctionnements nés de la mise en œuvre des réformes qui ont induit entre autre un relâchement de l'encadrement technique des producteurs, (ii) des aléas climatiques, (iii) de la baisse de la fertilité des sols en zones cotonnières et (iv) surtout de l'apparition du phénomène de résistance de certains ravageurs notamment celui de *Helicoverpa armigera* aux insecticides à base de pyréthrinoides. En payant un lourd tribut aux ravageurs, la culture cotonnière est soumise à des pressions parasitaires plus ou moins intenses selon les zones agro-écologiques où elle est pratiquée (CRA-CF, 2006). En effet, les pertes de rendement dues aux ravageurs sont estimées en moyenne à 40-60 % mais peuvent atteindre 90-100 % dans les zones à deux saisons des pluies (Follin et Deat, 2004). Elle nécessite ainsi des traitements phytosanitaires rigoureux et une utilisation accrue de pesticides chimiques par les cotonculteurs pour son entretien [(les gains de rendement qui en résultent se situent entre 35 à 50 %, Follin et Deat, (2004)], qui parallèlement peuvent affecter la santé humaine et être responsables de plusieurs dégâts environnementaux. Des études ont révélé l'existence de problèmes d'intoxication alimentaire, de maladies, de pollution des cours d'eau, des sols et des nappes phréatiques, un déséquilibre de l'écosystème, une destruction des organismes et des cas de décès dans les cas extrêmes (OBEPAB, 2002).

Ces dernières années, la protection de l'environnement s'impose de plus en plus comme une préoccupation majeure. La méthode classique de lutte chimique contre les ravageurs et des mauvaises herbes, jadis considérée comme une panacée, fait de plus en plus place à la lutte intégrée et à la lutte biologique par l'utilisation de micro-organismes, de prédateurs, de parasitoïdes et de méthodes dites physiques. Il est admis maintenant par tous que la lutte chimique a des conséquences

néfastes sur l'environnement ; entre autres, par la toxicité dans la chaîne trophique, la pollution des eaux de surface et souterraine, sur la santé humaine par les résidus de pesticides sur les aliments et les intoxications par inhalation et surtout la résistance acquise par les insectes ravageurs et les vecteurs de maladies infectieuses chez les humains, suite à l'utilisation intempestive, inconditionnelle et irrationnelle des pesticides chimiques (De Kouassi, 2002) . Ainsi, l'importance économique de la culture cotonnière dans les zones de production impose de repenser la manière de production cotonnière pour une meilleure protection de l'environnement. Des réflexions ont été menées contre la méthode conventionnelle de protection phytosanitaire du cotonnier (méthode classique) qui est caractérisée par un traitement calendaire et une utilisation intensive de produits phytosanitaires pour développer d'autres modes de protection plus respectueuse de l'environnement. Plusieurs modes de production ou bonnes pratiques agricoles ont été mis au point. Les modes alternatifs de production du coton développés sont : la lutte étagée ciblée (LEC), le traitement sur seuil (TS), le coton biologique (CB), la gestion intégrée de la production et des déprédateurs (GIPD) ou *Integrated Production and Pest Management (IPPM)* des anglo-saxons, le coton bio-équitable (CBE) et autres. Ces modes optent pour une agriculture plus durable et protectrice de l'environnement (Ton, 2006). Néanmoins, ils se limitent au Bénin à la LEC, au CB, à la GIPD, avec une part plus importante de la LEC par rapport aux autres méthodes de production (OBEPAB, 2002).

La lutte étagée ciblée est une méthode de lutte semi-raisonnée assurant une protection de fond avec des doses réduites d'insecticides appliquées de façon calendaire, auxquelles sont associées des interventions complémentaires décidées en fonction des seuils des ravageurs (CRA-CF, 2006). Le système de production cotonnière LEC se différencie ainsi du système de culture conventionnel par le programme appliqué pour le traitement phytosanitaire ; la fertilisation et les autres pratiques culturales ne changent pas. Deux types de LEC existent en fonction de la dynamique des ravageurs. Dans la partie Nord, zone exocarpique, la LEC complète est appliquée alors que, dans le Centre, zone endocarpique, la LEC partielle est réalisée où seul l'acaricide est appliquée à la dose réduite. La LEC n'est pas testée dans le Sud. La LEC a été développée en Afrique francophone dans les années 1980 et y a pris différentes formes (Silvie et *al.*, 2001). Elle part du principe que les traitements par les insecticides synthétiques, nocifs et chers doivent s'aligner à l'incidence des ravageurs sur le champ de coton. La LEC offre ainsi des avantages tangibles aux producteurs de coton en permettant la réduction des coûts de traitements phytosanitaires et une différence moyenne des marges après remboursement des intrants (MARI) de 20.000 FCFA/ha/an par rapport à celles de la méthode classique. Elle procure également une meilleure qualité de coton (Breman *et al.*, 2004). L'avantage aussi de la LEC est que le système est relativement simple à appliquer une fois que les producteurs ont appris à identifier les ravageurs du cotonnier et à suivre leur incidence. Le soin du champ est favorisé par le suivi régulier et par les traitements complémentaires. Le désavantage en est, cependant, que l'on effectue toujours des traitements (chaque 15 jours) même si l'incidence des ravageurs est faible. Cependant, sa généralisation dans les zones cotonnières du Bénin est encore à l'étape embryonnaire. Sur 305.236 ha de superficie cotonnière au titre de la campagne 2002/2003, la LEC n'a couvert que 10.605 ha (Figure 1), soit 2,3 % (Matthess *et al.*, 2005) avec une variabilité au

sein des différents départements. La figure 1 montre que la superficie cotonnière LEC (totale et partielle) au Bénin depuis huit (8) ans n'a jamais dépassé la barre de 20.000 ha malgré les bonnes intentions qui animent les acteurs de la filière cotonnière au Bénin et plus particulièrement la recherche cotonnière qui a mis au point cette technologie au profit des producteurs.

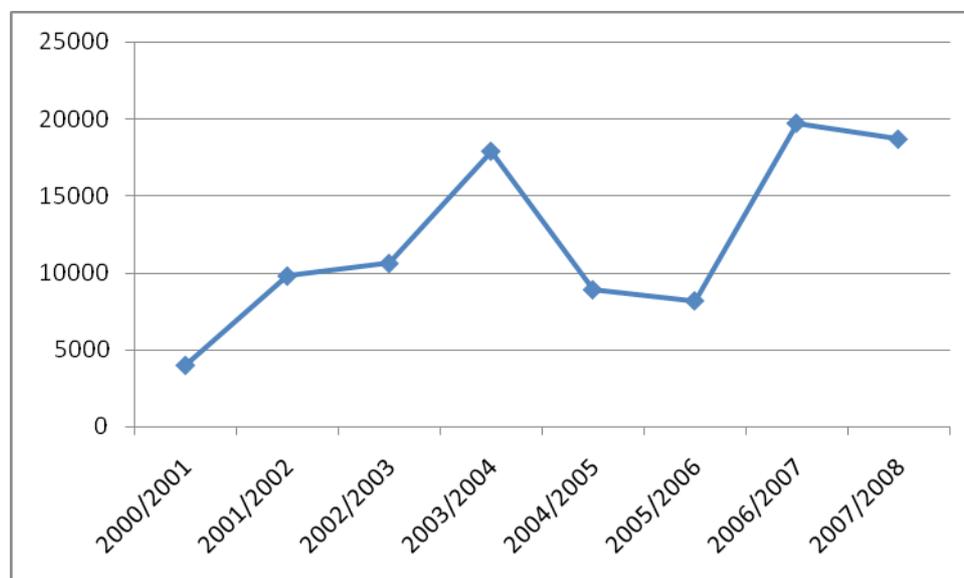


Figure 1. Evolution de la superficie en coton LEC de 2000 à 2008

Plus généralement, depuis 1993 où la LEC se pratique sur la culture cotonnière au Bénin, les superficies réalisées en coton LEC n'ont jamais atteint la moitié des superficies prévues. La progression de la superficie cotonnière LEC constatée à partir de la campagne cotonnière 2005/2006 est due à l'introduction de nouveaux programmes et projet de développement de la lutte étagée ciblée dans certaines régions du Nord-Bénin. Il s'agit du programme Cotton made in Africa (CmiA) qui a introduit un paquet technologique incluant la LEC dans la commune de Djougou dans le département de la Donga, des communes de Kouandé, de Péhunco et de Kérou dans le département de l'Atacora ; puis du projet 1000 s+ du Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole (IFDC) qui combine la LEC à la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) dans la commune de Banikoara dans le département de l'Alibori. Malgré, les bonnes volontés affichées depuis 2006 qui tendent à l'accélération de l'adoption de la LEC, les taux de réalisation annuels sont toujours en deçà des 40 % (Tableau 1).

Tableau 1. Evolution des superficies de 2006 à 2008

Campagnes	Départements	Superficies prévues (ha)	Superficies réalisées (ha)	Taux de réalisation (%)
2006/2007	Borgou/Alibori	19.167	5.319,00	27,75
	Atacora/Donga	11.500	4.230,25	36,70
	Zou/Collines	3.910	1130,00	28,00
	Total	34.577	10.679,25	30,89
2007/2008	Borgou/Alibori	26.262	7.814	29,00
	Atacora/Donga	17.000	5.618	33,00
	Zou/Collines	9.600	4.736	49,00
	Total	42.862	18.667	43,55

Source : AIC (2008)

Cette lenteur dans l'adoption de la technologie serait due au cadre institutionnel autour duquel la LEC pivote chez les producteurs de coton (AIC, 2007a ; IFDC, 2007) et il est d'ores et déjà indispensable d'évaluer l'adoption de la LEC au Bénin puis d'envisager des solutions pratiques imminentes mais durables et impliquant tous les acteurs de la filière cotonnière pour une meilleure généralisation de la technologie.

1. PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES

Le coton fait vivre des milliers de producteurs et leurs familles, puis représente une part importante dans l'économie du Bénin. Les revenus monétaires issus de cette culture contribuent pleinement au développement socio-économique des régions productrices (OBEPAB, 2002). Cependant, malgré les externalités positives qu'elle génère aussi bien sur le plan économique que social, sa culture nécessite une forte consommation en engrais et en produits phytosanitaires, la classant ainsi parmi les cultures les plus exigeantes en pesticides (Raymond et Beauval, 1995). La méthode de traitement phytosanitaire dominant dans les exploitations cotonnières est la méthode classique et calendaire de traitement qui consiste à appliquer de façon systématique six (6) traitements phytosanitaires espacés entre eux de quatorze (14) jours, et ce indépendamment du seuil d'infestation. Cette méthode de protection phytosanitaire du cotonnier génère des externalités négatives comme la pollution des écosystèmes, la destruction de la faune utile et la dégradation de la santé humaine (IFDC, 2007). Le coton dégrade de ce fait l'environnement de manière jointe à sa production. En effet, toute augmentation de la production est le résultat d'une utilisation plus importante en pesticides.

Dans l'environnement socio-économique des zones dites « cotonnières » du Bénin, les cultures pratiquées sont peu diversifiées, se limitant essentiellement au coton (seule culture de rente) et aux cultures vivrières (maïs, mil, sorgho, igname, niébé, etc.). Ce coton, en dehors de sa rentabilité est beaucoup convoité par les agriculteurs à cause des facilités de crédit qu'il offre pour l'acquisition des intrants. De plus, il véhicule une certaine valeur identitaire pour les producteurs des grandes zones productrices comme Banikoara. Par sa culture, le producteur s'affirme et représente un modèle dans son entourage : la culture cotonnière est un prestige, une manière pour le producteur de se faire respecter. Les solutions visant à interdire la production cotonnière dans ces zones en raison des impacts négatifs sur l'environnement, ne peuvent donc se faire. Les solutions préconisées par la recherche cotonnière visent à atténuer ou limiter les externalités négatives de la production cotonnière, par l'introduction d'une nouvelle méthode de protection appelée la lutte étagée ciblée (LEC), conçue par le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) en 1993 (CIRAD, 2006). Cette dernière consiste à traiter de façon semi-raisonnée la culture cotonnière en tenant compte des seuils de parasitisme. Depuis son introduction au Bénin en 1993, elle n'a pas fait l'objet d'une adoption totale par les exploitations agricoles. Suite à la baisse constante des cours mondiaux ces dernières années qui entache l'avenir, la durabilité et la compétitivité des exploitations cotonnières, la LEC en permettant la diminution des coûts de production par une réduction de la dose de matière active et une augmentation des rendements, améliore de ce fait les performances technico-économiques des exploitations LEC, devenant ainsi un

facteur d'avantage concurrentiel. Cependant, malgré ces avantages concurrentiels, il coexiste dans les zones cotonnières au Bénin, deux catégories d'exploitations : celles qui adoptent l'innovation technologique LEC et celles recourant toujours au système conventionnel. Les premières en l'adoptant maximisent leur productivité et donc le revenu tout en préservant l'environnement, considéré comme un bien collectif non marchand, et leur santé par la diminution du nombre de traitements phytosanitaires et de la dose de matière active ; et les dernières considérées comme des exploitations plus polluées produisent le coton sans prendre en considération les dangers environnementaux, réduisant ainsi les efforts des exploitations cotonnières pratiquant la LEC et le bien-être collectif ou l'avantage collectif. Les producteurs de coton classique produisent ainsi des externalités négatives plus importantes sur la biodiversité, les animaux, la population riveraine de leur champ et sur leur propre santé, pendant que les adoptants produisent toujours du coton tout en étant moins pollueur. Il se crée de ce fait une situation de sous-optimalité collective qu'il convient de solutionner.

La question fondamentale qui se pose alors est de savoir comment amener les producteurs de coton qui ne l'adoptent pas encore, à le faire pour améliorer le bien-être collectif au regard des avantages concurrentiels qu'offre une innovation technologique comme la lutte étagée ciblée ? Cette question tant bien que simple est d'une certaine complexité et mérite qu'on y apporte un certain nombre d'éléments de réponse. Plusieurs mécanismes peuvent être envisagés dans les efforts d'extension de la LEC auprès des producteurs de coton.

Premièrement, on pourrait penser à un système de réglementation imposé par l'Etat et basé sur le paiement d'une taxe aux exploitations cotonnières non LEC (plus polluées) pour les contraindre à adopter la technologie ou les décourager à continuer le système conventionnel ; ce qui ressemble à la solution préconisée par le père de l'économie du bien-être, Arthur Cécile Pigou en 1920 dans *Economics of Welfare* pour l'internalisation des effets externes négatifs. Toutefois, ce mécanisme poserait des difficultés dans la fixation du montant de la taxe tout comme dans la distribution ou l'utilisation de ces nouvelles recettes.

Deuxièmement, on pourrait penser à des mécanismes de négociation bilatérale qui définissent clairement les droits de propriété des différents types de producteurs (LEC et classique) qui devraient de commun accord mettre en place des solutions qui arrangent chacun d'eux. Les exploitations de coton classique pourraient de ce fait payer une caution aux exploitations LEC pour continuer à pratiquer la méthode classique de protection phytosanitaire. Cette approche arrime avec celle du célèbre économiste britannique Ronald Coase, qui en 1960 dans *The problem of social cost*, opposa une réaction très hostile à l'approche Pigouvienne, qui ne serait pas d'une grande utilité car l'ambition est de généraliser la LEC à toutes les exploitations cotonnières du Bénin et non d'encourager une cohabitation entre les deux méthodes.

Troisièmement, on pourrait enfin penser à un mécanisme de subvention aux producteurs LEC, fondé sur les gains de productivité de plus de 300 kg/ha de coton graine résultant de la pratique de la technologie LEC par rapport au système conventionnel (Floquet et Mongbo, 2003). Cet apport additionnel issu de la LEC peut être assimilé à une subvention ou une prime pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement, justifiant ainsi la méthode d'évaluation contingente qui à travers la subvention implicite dégagée du surplus monétaire issu de la LEC permettra d'estimer le consentement à payer (CAP) des producteurs pour l'adoption de la technologie.

Se rabattre juste aux réponses apportées supra serait une erreur, d'où les interrogations suivantes :

- ✓ Quelles sont la nature et les caractéristiques socio-économiques et techniques des exploitations cotonnières qui adoptent déjà la technologie LEC et de celles qui ne le font pas encore ?
- ✓ Quels sont les facteurs agronomiques de variabilité du rendement du cotonnier LEC et sur lesquels on pourrait jouer pour améliorer davantage l'efficacité technique et économique des exploitations cotonnières LEC ?
- ✓ La LEC est-elle réellement avantageuse en termes de coûts et de profit ?
- ✓ Quels sont les facteurs institutionnels de blocage à la généralisation de la LEC et comment les résorber?

L'originalité de cette étude est qu'en dehors des considérations technico-économiques et institutionnelles, elle intègre la notion de préservation de l'environnement. Son objectif principal est d'amener les producteurs de coton, ainsi que les autres acteurs de la filière cotonnière béninoise à passer d'une méthode de protection phytosanitaire classique et systématique (plus coûteuse et polluante) du cotonnier à une méthode semi-raisonnée qui s'adapte mieux aux conditions économiques et réduit l'utilisation des produits phytosanitaires. La LEC devrait garantir la durabilité environnementale et la santé humaine par :

- la réduction des risques d'empoisonnement direct des populations par la réduction du nombre de traitements phytosanitaires et la dose de matière active de pesticides chimiques ;
- la réduction de la pollution des eaux par les pesticides chimiques ;
- la gestion durable des espaces cultivés par le contrôle de la pression parasitaire en limitant le nombre de traitements phytosanitaires et les doses d'insecticides et en utilisant une combinaison de méthodes de protection, l'utilisation des bons produits aux bons moments et à l'échelle du bassin de production, le contrôle de la qualité des insecticides utilisés.

La question de recherche posée par le projet d'évaluation de la recherche sur la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Bénin (projet ERLEC) est : Quels sont les divers facteurs qui freinent la généralisation de la LEC en tant que nouvelle méthode de protection phytosanitaire dans les exploitations cotonnières du Nord-Bénin et quelles réponses peut-on proposer ?

En clair, les objectifs spécifiques qui définissent d'ailleurs les composantes du projet sont :

- d'analyser les facteurs et le processus d'adoption de la LEC par les exploitations cotonnières du Nord-Bénin ;
- de déterminer à travers un scénario contingent le consentement à payer (CAP) des producteurs de coton pour accepter la LEC ;
- de contribuer à l'amélioration du rendement du cotonnier conduit en LEC par l'analyse des facteurs agronomiques;
- d'établir la relation entre le niveau de production et chacun des facteurs de production puis faire une analyse comparée des performances technico-économiques des exploitations cotonnières LEC et classiques ;
- d'analyser les institutions et les logiques de comportements des acteurs impliqués dans la production cotonnière suivant la démarche de la lutte étagée ciblée (LEC) au Bénin puis déboucher sur des propositions de politiques pouvant servir de levier à sa généralisation dans les exploitations cotonnières au Bénin.

L'hypothèse générale de l'étude repose sur le fait que les producteurs de coton acceptent la technologie LEC car les avantages concurrentiels agronomiques, économiques et environnementaux sont perçus et quantifiables.

Cinq (5) hypothèses spécifiques ont été formulées :

Hypothèse H1 : divers facteurs d'ordre institutionnels, socio-économiques et techniques affectent l'adoption de la LEC par les cotonculteurs.

Hypothèse H2 : le consentement à payer (CAP) des producteurs de coton pour opter pour la LEC est positif.

Hypothèse H3 : le rendement du cotonnier en LEC est améliorée suite à une meilleure maîtrise de certains facteurs agronomiques.

Hypothèse H4 : les performances technico-économiques des exploitations cotonnières LEC sont meilleures à celles des exploitations classiques.

Hypothèse H5 : les institutions déterminent des logiques de comportements des acteurs de la filière cotonnière LEC au Bénin.

2. STRUCTURE DU DOCUMENT

Le présent rapport d'exécution technique final du projet est structuré en trois (3) grandes parties.

La première partie traite de la méthodologie générale adoptée pour répondre aux objectifs spécifiques du projet. Elle présente d'une manière globale sans toutefois aller en détail, la démarche méthodologique du projet pour répondre aux questions déterminant les composantes du projet.

La deuxième partie du document est focalisée sur les résultats obtenus au niveau des différentes composantes du projet. Le premier résultat concerne l'analyse des facteurs et processus d'adoption de la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Nord-Bénin. Le deuxième résultat est relatif à la détermination de la valeur d'option pour la pratique de la LEC dans lesdites zones. Le troisième résultat aborde l'amélioration du rendement du cotonnier en lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Nord-Bénin. Le quatrième résultat regroupe tout ce qui est relatif à l'analyse de l'efficacité technico-économique des exploitations cotonnières LEC et classiques. Le cinquième et dernier résultat est relatif aux institutions et logiques de comportements des acteurs impliqués dans la production de coton en lutte étagée ciblée au Bénin.

Enfin, la troisième partie du rapport comporte en annexes les cinq (5) articles issus de l'étude et intitulés :

1. Facteurs et processus d'adoption de la lutte étagée ciblée (LEC) en zones cotonnières du Nord-Bénin ;
2. Valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée (LEC) zones cotonnières du Nord-Bénin ;
3. Amélioration du rendement du cotonnier en lutte étagée ciblée (LEC) en zones cotonnières du Nord-Bénin ;
4. Efficacité technico-économique comparée des exploitations cotonnières LEC et classiques en zones cotonnières du Nord-Bénin ;
5. Institutions et logiques de comportements des acteurs impliqués dans la production de coton en lutte étagée ciblée (LEC) au Bénin.

3. METHODOLOGIE D'APPROCHE

La démarche méthodologique du projet ERLEC relève d'une approche Recherche & Développement fondée sur l'interprétation et l'analyse de données collectées en milieu réel sous gestion chercheur.

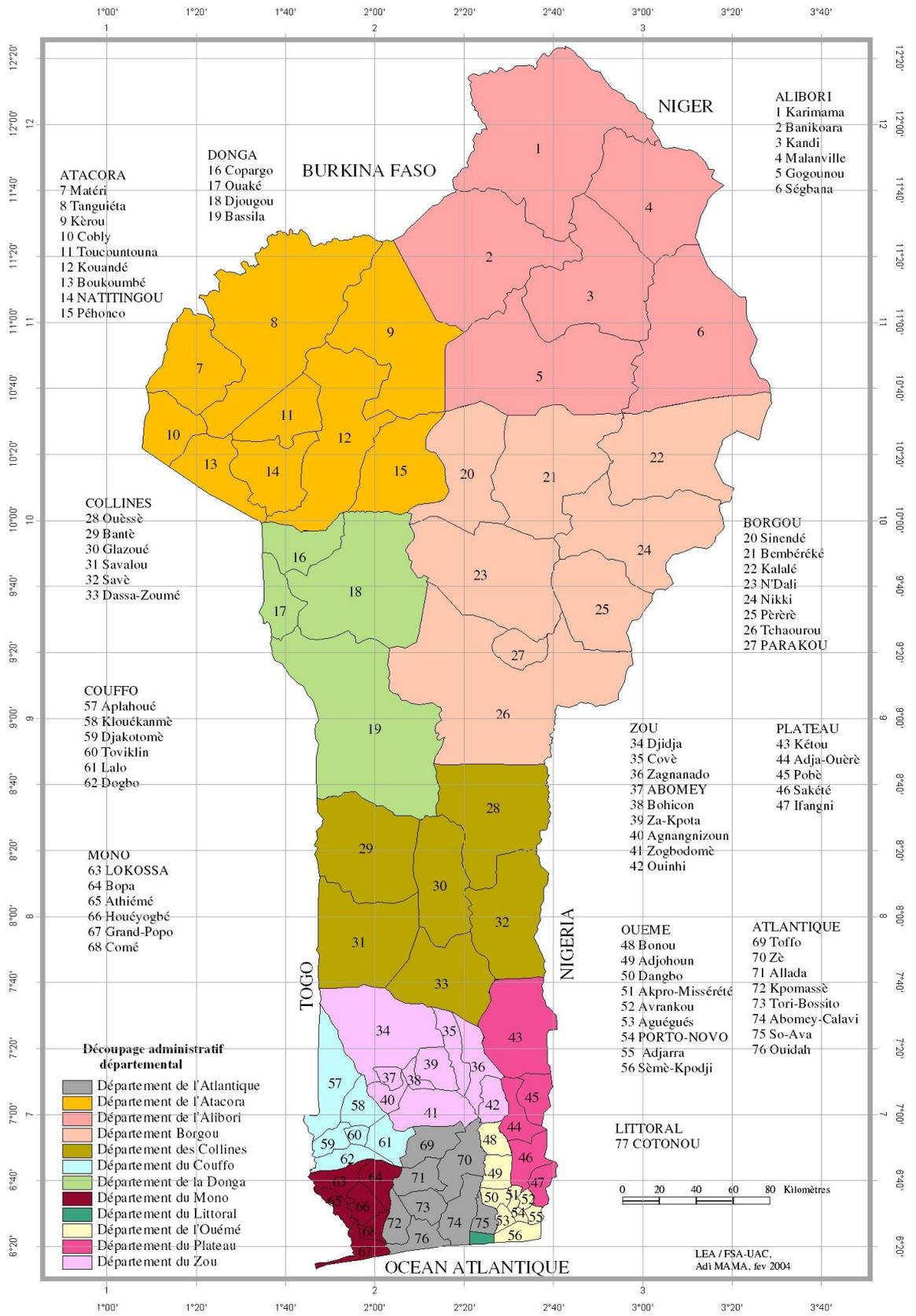
3. Zones d'étude

Le Nord-Bénin regroupant quatre (4) départements du Bénin (Carte 1) à savoir l'Atacora, la Donga, le Borgou et l'Alibori constitue la zone d'étude du projet ERLEC. Son choix se justifie par le fait que cette zone concentre à elle seule annuellement plus de 80 % de la production cotonnière au Bénin et les cotonculteurs appliquent la lutte étagée ciblée complète (CRA-CF, 2007 ; PADSE, 2003). Sur l'ensemble des communes de chaque département, seules celles dans lesquelles les cotonculteurs appliquent la LEC comme méthode de protection phytosanitaire du cotonnier sont retenues (Tableau 2). Il s'agit de la commune de Djougou dans le département de la Donga ; des communes de Kérou, de Cobly, de Kouandé et de Pehunco dans le département de l'Atacora ; des communes de Banikoara, de Kandi et de Gogounou dans le département de l'Alibori ; des communes de Bembèrèkè, de N'dali et de Nikki dans le département du Borgou. Dans cette région du Nord-Bénin, le coton occupe une place prépondérante dans les exploitations agricoles, 90 % d'entre elles cultivent le coton et y tirent l'essentiel de leur revenu monétaire. Ces éléments amènent à considérer cette zone de zones cotonnières, considérées comme des zones de moindre pauvreté que les zones rurales voisines (Dévèze et Halley, 2005).

Tableau 2. Communes d'intervention du projet ERLEC

Départements	Communes
ATACORA	Kérou Cobly Kouandé Pehunco
DONGA	Djougou
ALIBORI	Banikoara Kandi Gogounou
BORGOU	Bembèrèkè N'dali Nikki

La notion de zones cotonnières demande une clarification. Il s'agit de zones où le coton occupe une place prépondérante : 75 % au moins des exploitations y cultivent du coton qui occupe une place notable dans l'assolement (autour du tiers de la surface cultivée). Ce qui conduit à définir les zones cotonnières comme celles où la culture cotonnière atteint environ le quart des surfaces cultivées. Des zones deviennent ainsi cotonnières quand le coton y devient une production attractive alors que d'autres perdent ce caractère à la suite de divers problèmes comme des phénomènes climatiques défavorables (inondation, sécheresse, etc.), un endettement critique des producteurs et de leurs organisations, des dysfonctionnements de la filière, comme le cas de plusieurs communes dans les départements des Collines et du Zou qui ont perdu leur vocation pour le coton au détriment des départements de l'Atacora et de la Donga (Dévèze et Halley, 2005).



Carte 2. Carte du Bénin

4. Source de données et échantillonnage

Plusieurs types de données (agronomiques, économiques et institutionnelles) ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Elles ont été collectées à travers des enquêtes avec les producteurs de coton LEC comme classiques, des entretiens structurés et semi-structurés avec les divers acteurs impliqués dans la production de coton LEC comme classique, des essais agronomiques installés sur des parcelles expérimentales, des résultats de recherches antérieures sur la LEC et enfin des communications issues de différents ateliers et séminaires sur la LEC au Bénin.

Les fiches d'enquêtes ont été confectionnées. Trois séries d'enquêtes ont été effectuées auprès des producteurs de coton dans la zone d'étude. Chaque type d'enquête s'est réalisée en deux étapes : une enquête préliminaire pour vérifier la pertinence des variables retenues et porter les corrections nécessaires et une enquête principale pour la collecte des données proprement dites. Ainsi, une première enquête a été réalisée pour connaître les déterminants de l'adoption de la LEC auprès des cotonculteurs. Elle s'est déroulée d'octobre à novembre 2007. Une seconde enquête sur l'efficacité technico-économique des exploitations cotonnières LEC et classiques s'est déroulée de juillet 2007 à février 2008. Ces deux enquêtes ont porté sur un total de 300 producteurs dont 150 producteurs de coton LEC et 150 producteurs de coton classique suivant un échantillonnage stratifié et raisonné. Le tableau 3 présente la répartition de l'échantillon entre les différentes communes du projet (pour plus de détails, se référer aux annexes 1 et 4 du document).

Tableau 3. Echantillonnage des producteurs de coton pour l'adoption de la LEC et analyse d'efficacité technico-économique

Départements	Communes	Effectif du sous-échantillon de producteur coton LEC	Effectif du sous-échantillon producteur de coton conventionnel	Effectif total
ATACORA	Kérou	5	5	10
	Cobly	3	3	6
	Kouandé	1	1	2
	Pehunco	2	2	4
	Sous-total	11	11	22
DONGA	Djougou	2	2	4
	Sous-total	2	2	4
ALIBORI	Banikoara	15	15	30
	Kandi	44	44	88
	Gogounou	25	25	50
	Sous-total	84	84	168
BORGOU	Bembèrèkè	15	15	30
	N'dali	9	9	18
	Nikki	29	29	58
	Sous-total	53	53	106
Total		150	150	300

Enfin, une troisième et dernière enquête a été réalisée dans la même zone d'étude pour la détermination de la valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée et s'est déroulée en décembre 2007 et en janvier 2008. Ces enquêtes ont été entièrement réalisées avec 300 producteurs de coton classiques suivant également un échantillon stratifié et raisonné. La répartition du nombre de

producteurs enquêtés par commune est consignée dans le tableau 4 (pour plus de détails, se référer à l'annexe 2 du document) :

Tableau 4. Echantillonnage des producteurs pour la détermination de la valeur d'option de la LEC

Départements	Communes	Effectif de l'échantillon
ATACORA	Kérou	27
	Cobly	24
	Kouandé	12
	Pehunco	20
	Sous-total	83
DONGA	Djougou	19
	Sous-total	19
ALIBORI	Banikoara	32
	Kandi	35
	Gogounou	34
	Sous-total	101
BORGOU	Bembèrèkè	33
	N'dali	30
	Nikki	34
	Sous-total	97
TOTAL		300

Les entretiens structurés et semi-structurés avec les égreneurs, les transporteurs et les importateurs et distributeurs d'intrants se sont déroulés en janvier 2008 dans les communes de Banikoara, de Kandi, de Pehunco et de Parakou (pour plus de détails, se référer à l'annexe 5 du document).

Les essais agronomiques ont été installés dans quatre (4) blocs suivant un dispositif en blocs aléatoires complets à Pehunco (département de l'Atacora), Kouandé (département de l'Atacora), Banikoara (département de l'Alibori) et Bembèrèkè (département du Borgou) pour étudier l'effet de quatre (4) facteurs agronomiques sur le rendement du cotonnier conduit en lutte étagée ciblée. Les facteurs étudiés et les niveaux des facteurs sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5. Facteurs de variabilité du rendement du cotonnier étudiés

Facteurs étudiés	Niveaux de facteurs
A (date de semis)	A1 : 15 mai – 30 juin A2 : 1 ^{er} juillet – 15 août
B (densité de semis)	B1: 20 – 50 pieds/10 m ² B2: 51 – 80 pieds /10 m ²
C (nombre de traitements phytosanitaires)	C1 : 2 – 3 traitements C2 : 4 – 6 traitements C3 : plus de 6 traitements
D (dose de sherphos)	D1 : 0 – ½ ml/10 m ² D2 : ½ - 1 ml/10 m ² D3 : plus de 1 ml/10 m ²

Un total de 144 parcelles expérimentales de 10 m² chacune, soit 36 parcelles par bloc, ont été installées et suivies de mai 2007 à février 2008. Le coton graine des 144 parcelles expérimentales a été récolté et pesé (pour plus de détails, se référer à l'annexe 3 du document).

Enfin, l'équipe technique du projet ERLEC a participé à deux (2) ateliers sur le coton. Un premier atelier a porté sur le bilan de la lutte étagée ciblée au titre des campagnes cotonnières 2006/2007 et 2007/2008, organisé par l'Association Interprofessionnelle de Coton (AIC) du 28 au 31 janvier 2008 à Bohicon. Un second atelier a trait à la planification du Projet Alafia coton bio- équitable qui s'est tenu à Natitingou du 28 janvier au 1^{er} février 2008 et organisé par l'Union des Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune (U-AVIGREF). Ces participations aux ateliers ont permis non seulement de rencontrer les différents acteurs de la filière cotonnière du Bénin, mais aussi et surtout de collecter des données secondaires sur les problèmes qui freinent la généralisation de la LEC au Bénin.

5. Traitement et analyse des données collectées

Les différentes données collectées ont été codifiées, dépouillées et saisies pour constituer une base de données sous format ACCESS dont la maquette a été initialement préparée. Elles ont été ensuite analysées par des logiciels économétriques à savoir SPSS.16.0, STATA 9.0 et Eviews 4.1.

Différents instruments d'analyses économiques ont été choisis pour répondre de manière satisfaisante aux questions soulevées et aux hypothèses qui les sous-tendent (pour plus de détails, se référer aux cinq (5) articles présentés en annexes du document) :

- ✓ les modèles économétriques (logit, tobit, fonctions de coût et de production, etc.) : en particulier le logit simple a été utilisé pour établir le modèle d'adoption de la LEC par les producteurs et estimer la probabilité d'accepter les enchères proposées par les producteurs en fonction uniquement de leur revenu et la détermination du consentement à payer moyen (CAP moyen). Quant au modèle logit multiple, il a été utilisé pour établir la relation entre la probabilité d'accepter les enchères proposées et les caractéristiques socio-économiques du producteur en dehors de son revenu. Le modèle tobit a été utilisé pour le traitement des questions ouvertes pour révéler la valeur d'option pour la pratique de la LEC. Enfin, les fonctions de production et de coût ont été utilisées pour l'analyse de l'efficacité technico-économique des exploitations cotonnières LEC et classiques.
- ✓ les outils statistiques (comparaison de moyennes, analyse de variance, etc.) : en effet, ces outils statistiques ont été surtout mobilisés pour le traitement et l'analyse des données agronomiques issus des essais.
- ✓ les théories économiques (économie des innovations, économie néo institutionnelle, microéconomie, etc.) : elles ont permis surtout d'interpréter les résultats dégagés par les modèles économétriques. L'économie des innovations a été mobilisée pour comprendre le processus de diffusion de la technologie LEC au sein des producteurs de coton qui appliquent déjà la technologie. La théorie microéconomique a été utilisée pour analyser le comportement

du producteur du coton en étant qu'offreur de produits agricoles qui cherchera à maximiser son profit en prenant le prix du coton comme une donnée exogène, les seuls facteurs sur lesquels ce dernier pourra agir sont les quantités de coton produites et les quantités de facteurs de production utilisés (doses de semences, d'engrais et de produits phytosanitaires, main d'œuvre). Enfin, l'économie néo-institutionnelle quant à elle a permis de faire une interprétation dialectique des logiques de comportements des acteurs impliqués dans la LEC en fonction non seulement des institutions mais aussi et surtout de leur nature.

6. Structures partenaires du projet ERLEC

Le projet ERLEC s'est réalisé dans le cadre d'une approche multi-institutions. Ainsi, plusieurs partenaires sont intervenus dans l'exécution des activités du projet ERLEC, notamment :

- ✓ Le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF/INRAB) ;
- ✓ Le Programme Cotton made in Africa (CmiA/ProCGRN);
- ✓ La Netherlands Development Organisation (SNV) ;
- ✓ L'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès du Maroc (ENAM) ;
- ✓ L'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) ;
- ✓ Le Programme Analyse de la Politique Agricole (PAPA/INRAB) ;
- ✓ An International Center for soil Fertility and Agricultural Development (IFDC);
- ✓ L'Agence Française de Développement (AFD) ;
- ✓ L'Association Interprofessionnelle de Coton (AIC) ;
- ✓ La Direction du Conseil Agricole et de la Formation Opérationnelle (DICAF) ;
- ✓ Le Centre Régional de Promotion Agricole (CeRPA) de l'Alibori et du Borgou ;
- ✓ Le Centre Régional de Promotion Agricole (CeRPA) de la Donga et de l'Atacora ;
- ✓ Les Centres Communaux de Promotion Agricole (CeCPA) des communes de N'dali, de Nikki, de Bembérékè, de Gogounou, de Kandi, de Banikoara, de Kérou, de Péhunco, de Kouandé, de Coby et de Djougou.

Cette pluralité de partenaires a permis de collecter diverses informations sur la pratique et la diffusion de la lutte étagée ciblée (LEC) comme nouvelle méthode de protection phytosanitaire du cotonnier.

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Facteurs d'adoption de la LEC par les cotonculteurs du Nord-Bénin

4.1.1. Déterminants d'adoption de la LEC dans la culture cotonnière

Les résultats du modèle économétrique sont présentés au tableau 6. Des 21 variables potentielles explicatives de l'adoption de la LEC, seules 11 sont retenues dans le meilleur modèle obtenu, en expliquant 88 % de la variation des probabilités d'adoption observées. Le taux de prédiction exacte est d'environ 94 %, indiquant que les données ont permis de faire une bonne prédiction d'adoption de la LEC dans les exploitations cotonnières du Nord-Bénin. Ainsi, l'adoption de la LEC par les producteurs de coton dans la région septentrionale du Bénin n'est pas du tout un concours de circonstance mais plutôt une bonne prise de conscience pour cultiver rationnellement cette spéculacion tout en respectant l'environnement à travers des pratiques agricoles pouvant réduire ses effets négatifs. Pourtant, si l'adoption des bonnes pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement et plus économiquement durables, en particulier la LEC n'est pas encore totale et généralisée dans la zone cotonnière du Bénin, plusieurs facteurs en sont à la base.

Tableau 6. Facteurs déterminant l'adoption de la LEC : résultats du modèle Logit

Variables	Coefficients (B)	Erreur Standard	Wald	ddl	Probabilité (p)	Exp(B)	Propension (%) = (Exp(B) - 1)*100	Intervalle de Confiance pour Exp(B) à 95,0%	
								Inférieur	Supérieur
CEXLEC(1)*	5,621	1,159	23,509	1	0,000	276,191	27519,1	28,470	2679,384
EXPROJ(1)*	1,568	0,723	4,704	1	0,030	4,799	379,9	1,163	19,797
DISPINT(1)*	2,184	0,700	9,725	1	0,002	8,885	788,5	2,251	35,063
AGE	-0,044	0,029	2,388	1	0,122	0,957	-4,3	0,905	1,012
FORLEC(1)*	5,324	0,915	33,874	1	0,000	205,263	20426,3	34,168	1233,093
POBS(1)*	1,720	0,745	5,328	1	0,021	5,585	458,5	1,296	24,063
KLITINT(1)*	2,112	0,676	9,760	1	0,002	8,263	726,3	2,197	31,082
PRIXINT(1)*	0,275	0,646	0,182	1	0,670	1,317	31,7	0,372	4,667
RDTCOT	1,268	0,703	3,253	1	0,071	3,553	255,3	0,896	14,090
SUPCOT	-0,125	0,061	4,219	1	0,040	0,883	-11,7	0,784	0,994
PARTCOT	-0,573	0,191	8,971	1	0,003	0,564	-43,6	0,387	0,820
Constante	-7,035	2,235	9,908	1	0,002	0,001			

* Ce sont les variables qualitatives et donc insérées dans le modèle sous SPSS en tant que des variables catégorielles avec comme modalité de référence (0). Ainsi, les propensions sont interprétées par rapport à cette modalité de référence.

Test du Khi-deux = 325,616 avec 11 dl, Probabilité = 0,000 ; -2log-vraisemblance = 90,273; R² de Cox & Snell = 0,662; R² de Nagelkerke = 0,883; Pourcentage de prédiction correcte = 94,3

Les variables âge (AGE) et prix des insecticides (PRIXINT) ne sont pas significatives tant au seuil de 5 % qu'à celui de 10 %. Il en découle que l'âge du producteur et le prix des insecticides n'influent pas sur la probabilité d'adoption de la LEC. Ainsi, contrairement à la théorie de l'innovation développée par certains auteurs (Bodiguel, 1975 et Rogers 1983 cités par Nkamleu et Coulibaly, 2000) qui postule une influence significative de l'âge sur la probabilité d'adoption des technologies, l'adoption de la LEC ne dépend pas de l'âge du producteur. En effet, les analyses descriptives signalent déjà qu'en moyenne l'âge des producteurs adoptants est pratiquement le même que celui des producteurs de coton conventionnel. De même, l'adoption de la LEC ne dépend non plus du prix des insecticides qui est une donnée exogène au producteur (price taker). Ce qui insinue aussi que les producteurs adoptent la LEC indépendamment des prix des insecticides LEC, étant donnés les avantages

comparatifs de celle-ci, renforçant ainsi l'effet négligeable de la discrimination des prix des produits sur l'adoption de la LEC (IFDC, 2007a). Ce qui confirme le fait que tous les producteurs de coton, ayant adopté la LEC ont plutôt compris et pris conscience de l'enjeu de ne traiter leurs champs de coton qu'en cas de nécessité mais plus de façon classique en ignorant les conséquences et méfaits de l'activité cotonnière sur l'environnement.

Cependant, les variables connaissance de l'existence de la LEC (CEXLEC), disponibilité à temps des produits (DISPINT), formation en LEC (FORLEC), qualité des insecticides (KLITINT), part du revenu de coton dans le revenu global de l'exploitation (PARTCOT), existence d'un projet ou d'ONG de promotion de la LEC (EXPROJ), présence d'observateurs endogènes (POBS) et superficie cotonnière (SUPCOT) et rendement en coton graine (RDTCOT) sont les principales variables déterminants l'adoption de la technologie LEC par les producteurs de coton dans le Nord-Bénin. Ces variables influent positivement ou négativement sur la probabilité d'adoption de la LEC. Les signes des coefficients des paramètres du modèle d'adoption permettent de connaître les sept (7) variables qui ont une influence positive sur la probabilité d'adoption de la LEC. Il s'agit de : CEXLEC, EXPROJ, DISPINT, FORLEC, POBS, KLITINT et RDTCOT. Par contre, les variables SUPCOT et PARTCOT ont une influence négative sur la probabilité d'adoption de la LEC. Pourtant, toutes ces influences n'ont pas la même ampleur. Ainsi, certaines variables (CEXLEC, EXPROJ, DISPINT, FORLEC, POBS, KLITINT et RDTCOT), sur lesquelles il convient de mettre un accent particulier pour la promotion de la LEC auprès des producteurs de coton, agissent positivement sur la probabilité d'accepter et de pratiquer la LEC et d'autres (SUPCOT et PARTCOT) agissent en diminuant cette probabilité.

Pour chaque tonne supplémentaire de coton graine récoltée à l'hectare, la propension à adopter la LEC augmente de 255,3 %. Quant à la superficie cotonnière, pour 1 ha supplémentaire semé en coton, la propension à adopter la LEC diminue de 11,7 %. En effet, cette propension négative obtenue dans les résultats du modèle ne pourrait surgir que d'une différence de comportement au sein même des producteurs LEC. L'analyse du processus de diffusion éclaircira ce résultat. D'ailleurs plus le revenu issu du coton représente une part importante dans le revenu global, moins le producteur adopte la LEC (propension = - 43,6 %). Ceci révèle que les producteurs qui sont les plus financièrement dépendants du coton et n'adoptent pas la LEC ont en moyenne, comme valeur de PARTCOT, 8,69 contre 6,95 pour les producteurs LEC. Or, la grande importance du revenu cotonnier dans celui global devrait beaucoup plus inciter le producteur à adopter une technologie qui augmentera encore ce revenu issu du coton (Burton et *al.*, 1999). Ainsi, deux constats par rapport aux avantages économiques de la LEC et aux comportements des producteurs de coton sont révélés :

1. Les grands producteurs de coton n'adoptent pas la LEC et de ce fait, réalisent une production cotonnière en deçà de leur potentiel ;
2. Les producteurs pour lequel le coton est le moteur de subsistance n'adoptent pas la LEC et par voie de conséquence, ont un manque à gagner sur leur revenu issu de la culture cotonnière et donc sur leur revenu global.

Ces problèmes ont plus d'acuité lorsqu'il faut ajouter que parmi les 150 producteurs de coton conventionnel, 102 ont une superficie cotonnière supérieure ou égale à 2 ha et que pour 98 producteurs de ces derniers (soit 96 % des 102 producteurs et 65 % des 150 producteurs), le revenu issu de la culture cotonnière représente au moins la moitié du revenu global.

Par ailleurs, les variables CEXLEC, EXPROJ, DISPINT, FORLEC, POBS et KLITINT ont une propension positive et extrêmement forte à l'adoption de la LEC, comparée à leur modalité de référence. En effet, par rapport aux producteurs caractérisés par l'inexistence d'un projet, d'une ONG ou d'une institution de promotion de la LEC dans leur zone, la disposition d'adopter la LEC par les producteurs pour lesquels il existe une telle opportunité est 379,9 % plus grande. De même, par rapport aux producteurs caractérisés par la non disponibilité à temps des produits phytosanitaires, la tendance des producteurs à adopter la LEC lorsque ces insecticides sont disponibles à temps est 788,5 % plus grande. Ce dernier résultat cadre bien avec les analyses de l'AIC (2007a) qui recommande entre autres, l'approvisionnement à temps en insecticides spécifiques de la LEC pour une meilleure adoption de la technologie. Par rapport aux producteurs qui ne disposent pas d'observateurs endogènes dans le village ou à proximité pour le suivi de leurs champs de coton et l'aide à la décision de traitement, la propension des producteurs disposant de tels observateurs endogènes est 458,5 % plus grande. Dans le même sens, la disposition des producteurs à adopter la LEC en cas de satisfaction vis-à-vis de la qualité des insecticides est 726,8 % plus grande que celle des producteurs à l'adopter en cas d'insatisfaction. A propos de la connaissance de l'existence de la LEC par le producteur (rôle de l'information) et de sa formation sur l'innovation technologique, la propension d'adoption est plus de 20.000 fois plus élevée que celle des producteurs qui ne sont ni informés ou ni formés sur la LEC. Ce résultat est conforme à l'effet positif du contact avec la vulgarisation, voire celui de l'information sur l'adoption des innovations (Burton et *al.*, 1999 ; Nkamleu et Coulibaly, 2000 ; Adetonah et *al.*, 2005). Le degré d'accès à l'information se caractérise par des visites d'agents de vulgarisation et de recherche, par des démonstrations en milieu réel ou par des contacts avec les supports médiatiques.

Les différentes propensions donnent un ordre d'importance aux 9 variables significatives retenues dans le modèle Logit établi. Toutefois, une sélection de variables par la *stepwise method* (sélection pas à pas) afin d'identifier les variables qui ont plus d'influence sur la probabilité d'adoption de la LEC au Nord-Bénin a montré que les facteurs les plus déterminants de cette adoption sont : la connaissance de l'existence de la LEC (CEXLEC), la formation sur le paquet technologique LEC (FORLEC), la disponibilité à temps des intrants (DISPINT), la qualité des insecticides (KLITINT), la superficie cotonnière (SUPCOT) et la part du revenu issu du coton dans le revenu global (PARTCOT). Ainsi, l'objectif relatif à l'analyse des déterminants d'adoption de la LEC est atteint avec la vérification de l'hypothèse H1 axée sur les variables socio-économiques, techniques et institutionnelles pouvant affecter cette adoption. Les déterminants de l'adoption de la LEC par les producteurs de coton au Nord-Bénin sont d'ordre socio-économiques (la variable PARTCOT notamment) et d'ordre techniques (la variable SUPCOT notamment) mais surtout d'ordre institutionnels à travers les variables CEXLEC, FORLEC, DISPINT et KLITINT. Mieux, cette conclusion partielle peut être encore lue ici par la suite au niveau des différentes raisons d'adoption (réduction des coûts de protection phytosanitaire, recherche

d'une meilleure qualité du coton graine, limitation des impacts environnementaux de la culture cotonnière, recherche d'un surplus de production, etc.), et de non adoption (non disponibilité des produits spécifiques LEC, faible ou non maîtrise de la LEC, absence d'informations et de sensibilisation sur la LEC, etc.) avancées respectivement par les producteurs de coton LEC et ceux de coton conventionnel ou classique.

4.1.2. Raisons d'adoption et de non adoption de la LEC

Les 150 producteurs de coton LEC enquêtés ont classé par ordre décroissant d'importance les raisons personnelles de motivation à l'adoption de la LEC. Ces principales raisons d'adoption sont de divers ordres et pour mieux connaître leur importance, une hiérarchisation a été faite pour vérifier la concordance des classements effectués par les producteurs adoptant cette nouvelle technologie. Les résultats de ce classement sont consignés dans le tableau 7 et indiquent que les hiérarchisations faites par les cotonculteurs LEC, loin d'être indépendantes les unes des autres, sont dans l'ensemble cohérentes.

Tableau 7. Hiérarchisation des raisons d'adoption de la LEC

Raison	Rang moyen	Ordre
Réduction des coûts de traitement	1,794	1
Meilleure qualité de coton	3,117	2
Efficacité des pesticides LEC	3,852	3
Faibles dégâts sur l'environnement	3,970	4
Meilleur rendement en coton	4,029	5
Distribution des pesticides LEC par un projet de promotion de la LEC	4,235	6
Autres raisons	7	7

$N = 17$; W de Kendall = 0,52 ; Khi -deux = 53,97 avec 6 dl, Probabilité = 0,000 ;

Le classement effectué par les enquêtés peut donc être accepté et on peut retenir que les principales raisons d'adoption de la technologie par ordre d'importance sont les suivantes :

1. *Réduction des coûts de traitement* : La LEC permet aux producteurs de réduire les coûts de traitements phytosanitaires par la diminution de la dose sherphos, d'où l'adoption d'une telle technologie est vraiment en cohérence avec la logique de rationalité économique de tout agent économique qu'est la maximisation de son profit.

2. *Meilleure qualité de coton graine* : Plus le coton est de bonne qualité, plus forte est la probabilité qu'il soit classé en premier choix et plus le revenu du producteur est consistant à cause de la différentielle de prix de vente en faveur du coton graine de 1^{er} choix par rapport au coton graine 2^{ème} choix. D'ailleurs, le coton LEC est souvent du coton graine 1^{er} choix, ce qui justifie l'adoption de la technologie.

3. *Efficacité des pesticides LEC* : Les pesticides LEC assurent la destruction immédiate des ravageurs du cotonnier et incitent à l'adoption de la LEC. Cet avantage des produits spécifiques LEC (sherphos et les produits sur seuils) tend à les préférer par rapport aux produits de traitements classiques.

4. *Faibles dégâts sur l'environnement* : Avec la réduction de la dose de matière active et du nombre de traitements, la LEC préserve la biodiversité et surtout la santé humaine pour des agriculteurs en général analphabètes, vues la proximité de certaines habitations aux champs et les pratiques

paysannes associant la culture cotonnière et certaines cultures vivrières. Le producteur étant de plus en plus soucieux de son bien-être, de celui de sa famille et des voisins puis de la préservation de la nature et des générations futures, est incité à adopter la technologie LEC.

5. *Meilleur rendement en coton graine* : La LEC assure un bon rendement et la réduction des coûts des traitements phytosanitaires génère un meilleur revenu, ce qui pousse plusieurs producteurs de coton à son adoption.

6. *La distribution des produits par un projet de promotion de la LEC* : L'approvisionnement ou l'appui à l'approvisionnement en produits LEC par des structures de promotion ou d'appui est l'une des raisons d'adoption de la technologie par les producteurs. Cependant, il se classe en dernière position, vu que certains de ces projets¹ de promotion de la LEC n'interviennent plus dans certaines zones temporairement ou définitivement.

En dehors de ces raisons qui restent globales, d'autres ont été évoquées par les adoptants. Ainsi, « *l'effet de voisinage* » est aussi une raison d'adoption. En effet, certains producteurs ont affirmé avoir adopté la technologie car le voisin l'a fait et a obtenu de bons résultats. D'autres par contre l'ont adopté car les leaders de leur réseau professionnel l'ont déjà adopté. Ces comportements soulignent l'importance de la formation des formateurs et de la restitution des résultats de formation des producteurs sans oublier l'impact positif de l'approche champ école paysan (farmer field school).

Les 150 producteurs de coton conventionnel enquêtés ont aussi classé par ordre décroissant d'importance les raisons personnelles de la non-motivation à l'adoption de la LEC. Les résultats du test de Kendall sont résumés dans le tableau 8.

Tableau 8. Hiérarchisation des raisons de non adoption de la LEC

Raison	Rang moyen	Ordre
Absence de formation sur la conduite du coton selon la LEC	2,790	1
Indisponibilité des insecticides LEC	2,820	2
Ignorance de la technologie LEC	2,880	3
Réfractaire à l'adoption d'une innovation technologique	3,240	4
Autres raisons	3,270	5

$N = 78$; W de Kendall = 0,036 ; Khi -deux = 11,104 avec 4 dl, Probabilité = 0,025.

A la lumière du tableau 8, il y a une cohérence entre les classements effectués par les producteurs de coton conventionnel sur leurs raisons de non adoption de la technologie. Ainsi, sans pour encore rentrer dans les détails de chaque raison, il faut souligner que les trois premières raisons de non adoption de la LEC cadrent effectivement avec les déterminants élucidés ci-dessus, notamment ceux d'ordre institutionnel : l'information sur la technologie, la formation sur son application pratique et la disponibilité des produits phytosanitaires à utiliser. Ces résultats confirment ceux de AIC (2007a) qui a identifié les mêmes facteurs comme les principales contraintes à la généralisation de la LEC au Bénin.

4.1.3. Analyse du processus de diffusion de la LEC au sein des communautés de producteurs adoptants

¹ PADSE (Projet d'Amélioration et Diversification des Systèmes d'Exploitation) et CmiA (Cotton made in Africa).

Cette partie est destinée à comprendre davantage le processus de diffusion de la LEC au sein des communautés de producteurs qui ont adopté la LEC comme nouvelle méthode de protection phytosanitaire du cotonnier et établir le lien entre les caractéristiques des exploitations et leur comportement face à l'adoption de la LEC. Sur l'ensemble des 150 producteurs adoptant la LEC, 73,33 % l'ont totalement adoptée, tandis que 26,67 % l'ont couplée au traitement classique. Ainsi, le mécanisme et la vitesse d'adoption de cette technologie diffèrent d'une exploitation cotonnière à une autre et d'un département à un autre voire d'une localité à une autre.

Certaines exploitations ont entièrement adopté la LEC en délaissant la méthode classique et ancienne de protection du cotonnier : une nouvelle innovation vient éliminer une ancienne. Ces exploitations sont caractérisées par une superficie minimale de 0,25 ha, une superficie maximale de 13 ha et une superficie moyenne de 2,42 ha. La figure 2 montre que 72 % de ces exploitations ont une superficie de moins de 3 ha.

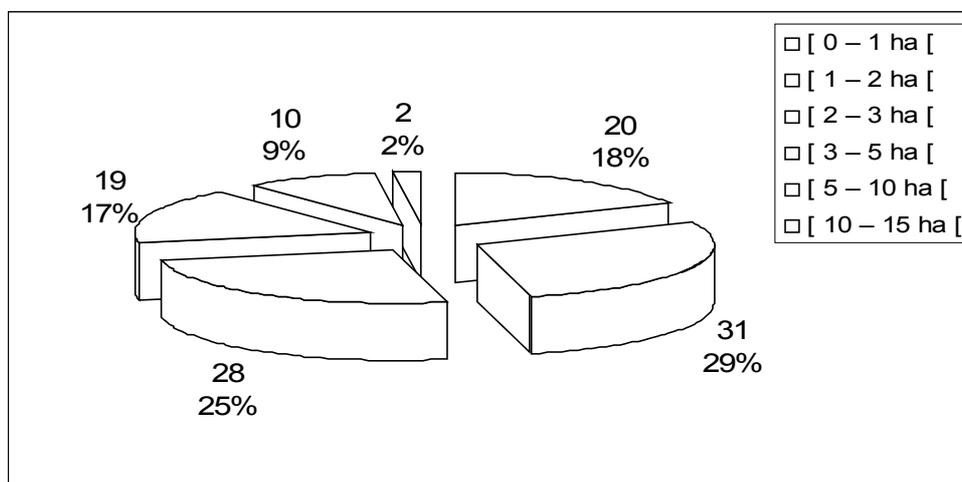


Figure 2. Répartition selon la superficie cotonnière des 110 exploitations ayant totalement adopté la LEC

D'autres exploitations par contre sont caractérisées par une adoption partielle combinant la technologie LEC à la méthode classique de protection du cotonnier. Ces comportements qui répondent à une logique de rationalité économique méritent les réflexions suivantes : le producteur de coton en adoptant un comportement en situation d'incertitude et de risque freine l'élan d'adoption de la technologie. Aussi, le fait que la nouvelle technologie qu'on lui propose n'a pas de passé et que le producteur lui-même n'a ni l'expérience ni l'expertise nécessaire, il tente de minimiser les risques à travers son comportement prudentiel. Ces exploitations sont caractérisées par une superficie minimale de 1 ha, une superficie maximale de 45 ha et une superficie moyenne de 6,92 ha. La figure 3 indique que 77 % de ces exploitations ont une superficie d'au moins 3 ha.

Il y a une différence entre la superficie moyenne des exploitations ayant totalement adopté la LEC et celle des exploitations l'ayant partiellement adoptée. Ce résultat, en plus de renforcer la place de la superficie cotonnière en tant qu'un déterminant de l'adoption de la LEC dans les zones cotonnières du Nord-Bénin indique que ce sont les petites exploitations cotonnières qui adoptent le plus souvent la

LEC contrairement aux grandes exploitations cotonnières. Ceci ne veut pourtant pas dire que la LEC est une innovation plus adaptée pour les petites exploitations mais plutôt que les grandes exploitations prennent moins de risque vis-à-vis de l'adoption de la LEC ou mieux expérimentent graduellement la LEC sur l'étendue de leurs champs de coton. Ainsi, pour ces producteurs, le manque à gagner est réduit graduellement avec l'adoption de la LEC. Toutefois, il faut préciser qu'en dehors de 14 exploitations de Banikoara qui sont des champs écoles paysans du projet 1000s+ de promotion de la LEC qui ne conduisent qu'un hectare de coton LEC, 77 % des 26 autres exploitations ayant partiellement adoptée la LEC l'ont fait à hauteur de plus de la moitié de la LEC dans leurs champs.

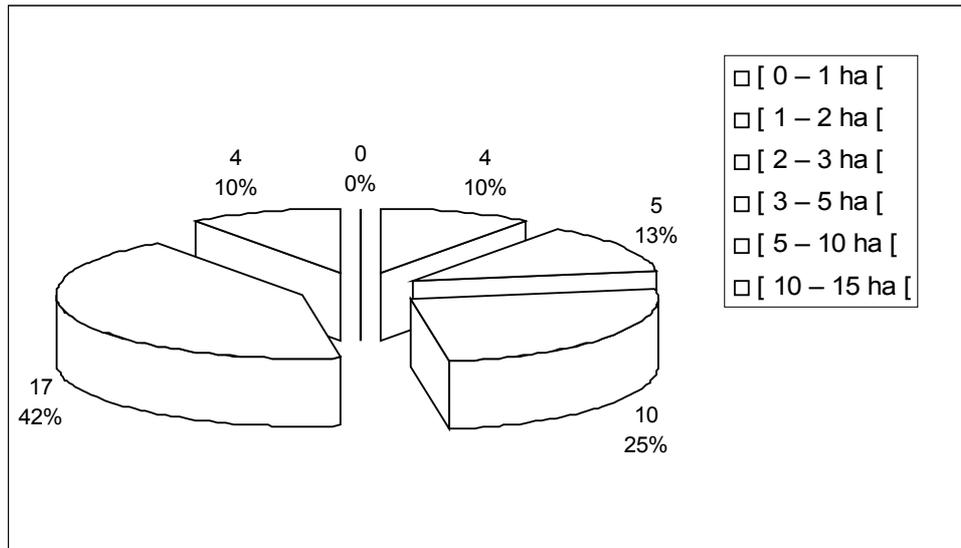


Figure 3. Répartition selon la superficie cotonnière des 40 exploitations ayant partiellement adopté la LEC

L'analyse du processus de diffusion de la LEC au sein des adoptants exprime que l'adoption entière de la technologie n'est pas systématique dès que les producteurs décident de l'appliquer. La méfiance, le processus d'apprentissage, la complexité de la technologie et la minimisation du risque sont des facteurs explicatifs des comportements développés surtout par les grands exploitants par rapport à l'adoption de la LEC. Ces comportements trouvent encore leur explication dans la fragilité des institutions autour de la LEC à savoir le manque de sensibilisation pour démontrer, informer et assurer le producteur sur les avantages tangibles de la LEC ; l'absence de formation généralisée sur les pratiques inhérentes à la LEC ; les problèmes d'approvisionnement en insecticides LEC.

En somme, les variables qui influencent de manière déterminée l'adoption de la lutte étagée ciblée dans les zones cotonnières du Nord-Bénin sont d'ordre institutionnel à savoir : la connaissance de la LEC ; l'existence d'un projet de promotion de la LEC ; la disponibilité à temps des produits spécifiques LEC ; la présence d'un observateur endogène dans la zone ; la formation du producteur en LEC. Si ces résultats sont conformes à ceux de l'AIC (2007a), mieux la vitesse d'adoption de la LEC est plus élevée chez les petits cotonculteurs que les grands producteurs.

Quelle est la disposition à payer pour les producteurs qui ne pratiquent pas encore la LEC au vu des avantages qu'elle offre par rapport à la méthode classique de protection du cotonnier ?

4.2. Valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée

La détermination de la valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée va exprimer les attentes des producteurs par rapport à la LEC.

4.2.1. Degré de motivation, rôle de l'information et préférences des producteurs de coton

Les producteurs sont pour la plupart motivés pour l'introduction de la LEC dans leurs exploitations. Plus des 3/4 des producteurs sont intéressés pour l'adoption de la LEC contre 3,82 % qui ne le sont pas. Ce fort taux de motivation rencontré renseigne sur l'importance de cette technologie aux producteurs de coton. Il s'agit d'une technologie bénéfique que les cotonculteurs espèrent adopter à l'avenir dans leurs exploitations pour mieux produire à moindre coût tout en préservant au mieux l'environnement et la santé humaine.

L'ignorance de l'existence de la LEC caractérise les producteurs avec moins des 3/4 des cotonculteurs qui déclarent n'avoir jamais eu l'information sur la LEC. Ce fort taux observé interpelle sur le rôle central de l'information et de la vulgarisation dans la généralisation d'une innovation technologique surtout en milieu rural. Pour tout agent économique, l'information est un élément déterminant dans le processus de prise de décision et on ne saurait prétendre généraliser une technologie non connue des bénéficiaires potentiels. En matière d'expérience en LEC, il y a 85,12 % des interviewés qui n'ont jamais pratiqué la LEC contre 14,88 % qui en ont déjà une certaine expérience en la matière. En dépit des avantages économiques de la LEC et qui reposent sur les gains de productivité de coton graine, sur l'économie d'au moins un (1) litre de produits phytosanitaires par hectare en absence d'intervention sur seuil puis des avantages liés à la préservation de la santé humaine et de l'environnement, il a été remarqué que 4,19 % des producteurs préfèrent continuer avec l'ancienne méthode (ce qui est conforme à la proportion des producteurs peu motivés). Plusieurs raisons militent en faveur du maintien de la méthode classique de protection phytosanitaire du cotonnier par les producteurs du Nord-Bénin : l'existence de doute sur l'efficacité des produits LEC ; l'absence de résultats concrets ; la non sensibilisation des producteurs sur la LEC.

Tableau 9. Degré de motivation des producteurs pour l'adoption de la technologie

Degré de motivation	Nombre de producteurs de coton	Proportion (%)
Motivé	237	88,17
Moyennement motivé	22	8,01
Peu motivé	11	3,82
Total	270	100,00

En dehors des avantages tangibles de la LEC, c'est 95,8 % des producteurs qui sont motivés uniquement pour des raisons de préservation de la santé humaine. En effet, la LEC, par limitation comparée de la dose de produits phytosanitaires contribue à réduire les impacts négatifs liés à l'utilisation des pesticides pour le traitement du cotonnier sur la santé humaine. La grande majorité

des producteurs n'utilisant pas de protection sanitaire lors de l'application des traitements dans la zone cotonnière du Nord-Bénin sont exposés à diverses maladies et affections telles que : les démangeaisons ; les intoxications ; les vertiges ; les maux de tête ; les rhumes ; les toux ; etc. (Tableau 10). Plus des 3/4 des producteurs ont connu des problèmes sanitaires suite à l'utilisation des produits phytosanitaires.

Tableau 10. Diverses maladies et affections énumérées par les producteurs de coton suite à l'utilisation des produits phytosanitaires

Type de maux	Effectifs	%
Rhumes	58	26,85
Maux de têtes	42	19,44
Brûlures de la peau	41	18,98
Intoxications	28	12,96
Vertiges	20	9,25
Maux d'yeux	17	7,87
Démangeaison	4	1,85
Vomissements	2	0,92
Diarrhées	2	0,92
Toux	2	0,92

Les rhumes viennent en première position, suivis des maux de têtes et des brûlures cutanées. Les cotonculteurs affirment être réellement conscients que les maladies et les affections citées proviennent des traitements phytosanitaires. Les autres maladies et affections rencontrées sont plus ou moins faiblement énumérées. De même, il y a 91,98 % des producteurs qui sont motivés uniquement pour la préservation de l'environnement en adoptant la LEC qui limite les effets pervers de l'utilisation abusive et non raisonnée des produits de traitement du cotonnier. Cependant, seulement 77,86 % des producteurs optent pour l'adoption de la technologie pour des raisons double de protection sanitaires et environnementales. Néanmoins, ce sont les résultats ultérieurs qui renseigneront sur la significativité de ces facteurs pour la formation du CAP. Faut-il ajouter que 8,4 % des producteurs sont insensibles à la dégradation de l'environnement et de la santé humaine par l'utilisation des produits phytosanitaires en culture cotonnière.

En effet, les pesticides chimiques de synthèse se sont imposés aujourd'hui comme des auxiliaires sans lesquels certaines spéculations telles que le coton et le niébé ne pourraient être cultivées et que certains vivriers ne sauraient être conservés selon les producteurs (Babadankpodji *et al.*, 2006). Ainsi, malgré l'existence de méthodes de lutte biologique efficaces sur le niébé, certains producteurs persistent dans l'utilisation de produits phytosanitaires très toxiques (Adetonah *et al.*, 2005), avec évidemment d'énormes risques pour eux, les membres de leur ménage et leur environnement et sont à l'origine de nombreuses intoxications aiguës et chroniques, ainsi que de la pollution de l'environnement. Mieux, ces divers maux ont des incidences économiques. Chez les producteurs de Djidja, les coûts de traitement des intoxications aiguës représentent 7 % de la marge brute à l'hectare sur les exploitations de coton conventionnel sans tenir compte du coût d'opportunité des jours passés sans pouvoir aller travailler au champ (Babadankpodji *et al.*, 2006). De ce fait, en vue de restreindre la gamme des troubles aigus engendrés par l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse, la LEC, par la réduction de doses de produits phytosanitaires, devrait être encouragée aussi bien en culture

cotonnière que sur les vivriers. D'ailleurs, des produits LEC peu toxiques, agissant à de faibles doses contrairement aux produits traditionnels (décis, malathion, etc.) et moins chers ont montré leur efficacité sur les ravageurs des cultures maraîchères dans plusieurs pays européens et africains dont le Bénin (SPCM, 2007).

4.2.2. Production cotonnière et biodiversité

Les exigences de la culture cotonnière et le besoin en argent des producteurs ont exacerbé au fil des années, la pression sur les ressources naturelles. Il est question ici de savoir si le producteur de coton dans sa recherche de maximisation du profit, intègre la dimension écologique et surtout la diversité biologique dans ses choix. Ainsi, il est apparu que 91,22 % des cotonculteurs jugent indispensable la conservation de la diversité biologique non nuisible aux cultures pratiquées dans les exploitations agricoles. Parmi les raisons évoquées justifiant cet intérêt, 23,66 % se démarquent par la sensibilité émotive vis-à-vis des êtres vivants (insectes, plantes). Ne concevant pas que des plantes et des animaux inoffensifs aux cultures soient détruits sans raison aucune, leur comportement vis-à-vis de la biodiversité est humain et sans intérêt ultérieur. Par contre, plus des 3/4 des producteurs de coton interviewés accordent un intérêt à la biodiversité pour des avantages qu'ils y retirent ou espèrent retirer (valeur d'usage direct et indirect). Le recensement des raisons qui justifient leurs préférences pour la biodiversité permet aussi de distinguer le rôle pollinisateur que jouent certains insectes comme les abeilles. L'extinction de ces espèces, par les produits phytosanitaires constitue un handicap pour la réussite des cultures nécessitant le transport des grains de pollen vers les organes femelles par les insectes (pollinisation entomophile). Il en est de même pour les oiseaux, les chauves souris et autres animaux qui jouent un rôle important dans la pollinisation des végétaux et autres dispersion des semences (zoochorie). D'autres par contre, accordent de la valeur à la biodiversité pour la satisfaction des besoins de leurs bétails. Les insectes et les plantes constituent des aliments pour les animaux d'élevage. La conservation des mollusques, des vers de terre et autres invertébrés est évoquée en raison de leur rôle crucial dans l'ameublissement du sol.

Le taux élevé de producteurs n'ayant jamais pratiqué la LEC est expliqué par le manque d'information. En effet, les producteurs ayant l'information sur la LEC, l'ont au moins déjà essayé. L'objectif pour la conservation de la biodiversité ou la variabilité de la vie sur terre est essentiel afin de garantir la durabilité de toute activité humaine, y compris les activités des entreprises (Nicolas, 2002). De la même manière, si la survie de l'exploitation cotonnière dépend de sa capacité à générer des profits, la nécessité d'une bonne performance environnementale est souhaitable. Il ressort de l'étude que le producteur de coton attribue une valeur intrinsèque aux biens environnementaux du simple fait de savoir qu'ils existent (valeur d'existence), concordant ainsi avec les comportements des écologistes qui sont par exemple heureux du fait même de l'existence de certains animaux rares ou de certains processus de biodiversité quand bien même ils n'auraient pas un bénéfice direct de leur existence. Ils accordent à ces biens une valeur d'existence qui, dans certains cas, est très importante (Zonon, 1997). Les producteurs de coton accordent un grand intérêt aux diverses plantes (herbes, arbres,

arbustes, etc.) en raison de leurs vertus médicinales, d'où le comportement de conservation de la biodiversité qui anime bon nombre de producteurs (OBEPAB, 2002).

4.2.3. Consentement à payer des producteurs de coton

Le consentement à payer (CAP) des producteurs de coton pour l'adoption de la LEC dans leur exploitation cotonnière en remplacement de la méthode classique et systématique contre les nombreux ravageurs du cotonnier va servir à l'estimation implicite de la demande potentielle des producteurs vis-à-vis de la technologie. Le CAP estimé ici prend en considération les avantages économiques, environnementaux et de préservation de la santé humaine de la LEC.

4.2.3.1. Analyse descriptive des réponses

Après s'être assuré du degré de connaissance de l'interlocuteur sur la LEC, une présentation détaillée de la méthode de traitement phytosanitaire LEC a été faite avec un accent sur les avantages potentiels qu'offre cette nouvelle technologie encore non adoptée par la majorité des exploitations cotonnières. Ceci a été fait à tous les producteurs rencontrés pour faciliter l'exercice du scénario contingent. Cette explication de la LEC est suivie d'une question fermée dans laquelle il est demandé au producteur s'il acceptait le principe de paiement d'un montant pour adopter cette technologie. Dans le cas contraire, il est tenu de justifier son choix. Ainsi, sur les 300 individus de l'échantillon global, la question fermée a permis de discriminer 270 individus qui acceptent le principe de paiement pour l'introduction de la LEC dans leur exploitation et 30 qui refusent ce principe (Tableau 11). La question fermée de justification permet de déceler des protestations en raison du principe de paiement proposé. Huit (8) producteurs, ne percevant aucune variation du bien-être et d'utilité et n'accordant aucune valeur à la technologie avec l'apport de la LEC ont un consentement à payer nul. Les producteurs ayant refusé le principe de paiement fustigent principalement la destination et l'usage futur de la somme à payer. Ainsi, le CAP nul ne peut donc pas être considéré comme un vrai zéro, mais plutôt un faux zéro. Un peu plus des 3/4 des producteurs de coton ont accepté la première enchère proposée et 12 % l'ont refusé. Les taux de protestation et de non réponse avoisinent celui des producteurs ayant refusé la première offre (Tableau 12).

Tableau 11. Répartition des réponses par rapport aux valeurs offertes

Valeurs offertes	Réponses OUI	Réponses NON	Protestation et non réponses	Total	Enquêtes exploitables
5.000	50	2	10	62	52
7.500	26	4	2	32	30
10.000	53	5	9	67	58
12.500	27	4	1	32	31
15.000	33	11	3	47	44
17.500	18	5	2	25	23
20.000	27	5	3	35	32
Total	234	36	30	300	270

Ainsi, 69 % des producteurs qui ont répondu « oui » à la première enchère ont aussi répondu « oui » à la seconde enchère. L'analyse des réponses selon la double enchère montre que le taux d'acceptation a baissé de 20 points (Tableau 12). Il est passé de 78 % pour la première enchère à 58

% pour la seconde. Un peu plus des 4/5^{ème} des producteurs de coton qui ont refusé la première enchère ont adopté le même comportement à la seconde enchère.

Tableau 12. Distribution des CAP selon la double enchère

Pourcentage des réponses		2ème enchère		Total
		OUI	NON	
1ère enchère	OUI	54%	24%	78%
		69%*	31%*	100%
	NON	4%	18%	22%
		18%*	82%*	100%
Total		58%	42%	100%

* correspondent aux pourcentages lignes.

4.2.3.2. Modèle Logistique simple

L'utilisation des modèles pour la détermination du CAP des producteurs de coton permet d'analyser la relation de causalité entre leurs caractéristiques socio-économiques et le CAP. Les paramètres estimés du modèle Logit sont présentés dans le tableau 13. La variable dépendante est dichotomique (prenant la valeur 1 si le producteur accepte l'enchère proposée et 0 si non) et celle explicative représente le montant de l'enchère proposé (M).

Tableau 13. Résultats du modèle Logit simple

Variable	Paramètre estimé (B)	Exp (B)	Signification
Constante	3,12	22,654	0,00
M	-0,000834	0,99	0,038

Log-vraisemblance : -177,94 ; % de prédiction correcte : 88,93

Le modèle Logit ainsi obtenu s'écrit : $\text{Logit} = \text{Log}(\text{Pi} / (1-\text{Pi})) = 3,12 - 0,000834\text{XM}$.

Le modèle estimé permet une bonne prédiction de la probabilité d'accepter l'enchère avec environ 89 % de taux de prédiction correcte. Les paramètres estimés de la constante et de l'enchère sont hautement significatifs et le modèle donne les résultats escomptés. En effet, bien que l'analyse descriptive n'ait pu déceler l'effet enchère sur l'acceptation ou non d'adoption de la technologie ; le modèle Logit simple indique que l'enchère intervient dans le processus décisionnel du producteur de coton. Ainsi, si le montant de l'enchère augmente de 2.500 F CFA/ha, la probabilité d'accepter cette enchère baisse de 0,0834 %. Sur la base des résultats du modèle Logit simple, une première approximation de la valeur du consentement moyen à payer à partir de l'estimateur du maximum de vraisemblance a été faite à travers la méthode de Hanneman (1984). Ainsi, la valeur moyenne du CAP estimée est de 15.160 F CFA/ha avec une erreur standard de 306 F CFA. En partant de l'hypothèse que cette moyenne suit une loi normale, l'intervalle de confiance du CAP est [14.560,24 ; 15.759,76] au seuil de 5 %. Par conséquent, avec une superficie cotonnière non encore LEC d'environ 215.919 ha, la valeur mobilisable pour une contribution à la généralisation de la technologie à l'échelle nationale est de 3.273.332.040 F CFA.

4.2.3.3. Modèle Logistique multiple

Le modèle Logistique multiple par opposé au modèle Logistique simple permet de connaître les facteurs, hormis le montant de l'enchère proposée, qui influencent la décision du producteur de coton d'accepter ou non le montant proposé. Le tableau 14 présente les résultats du modèle estimé.

Tableau 14. Résultats du modèle Logit multiple

Variables	Paramètres estimés	Exp. (B)	Signification
Constante	22,63	6756,89	0,945
M	-0,000138	0,99	0,042*
AGE	-0,0157	0,043	0,718
REVGLO	-3,64e-007	0,99	0,205
PROFPRI	1,712	0,94	0,069**
ETHNIE	-5,35	0,0047	0,046*
NAEXPE	0,140	0,06	0,0287*
RESEAU	2,341	1,83	0,20
STEX	-0,280	0,75	0,076**
STCNLEC	0,276	0,23	0,238
EXPLEC	0,145	1,37	0,915
PROTBIO	9,501	48,71	0,840
DEGRENV	-1,722	1,35	0,20
CONLEC	-1,656	0,19	0,089**
DEGMOT	-7,273	119,33	0,951
MSANTE	3,180	24,05	0,089**
ENVFUTUR	8,53	46,76	0,855

Log vraisemblance : -87,92 ; % prédiction correcte : 91,02

En intégrant toutes les variables potentiellement explicatives des réponses discrètes du CAP, le pourcentage de prédiction correcte s'est amélioré en passant de 90 à 91 % par rapport au Logit simple. Les variables significatives au seuil de 5 % et 10 % qui influencent la probabilité d'accepter ou non le montant proposé sont la valeur proposée de l'enchère, la profession principale, le groupe socioculturel, le nombre d'années d'expérience dans la culture cotonnière, la superficie totale de l'exploitation et la motivation pour la réduction des risques de santé. Comme on pouvait le prévoir, le revenu de l'agriculteur n'influence nullement cette probabilité. En effet, l'agriculteur, indépendamment de son revenu raisonne en fonction des avantages économiques potentiels de la LEC. Les variables qui influencent positivement le consentement à payer sont la profession principale, le nombre d'années d'expérience dans la culture cotonnière et la motivation pour des raisons de santé. Celles qui influencent négativement la probabilité d'accepter le montant proposé pour l'adoption de la LEC sont la connaissance de la LEC et le groupe socioculturel.

L'analyse de la relation de causalité entre la superficie totale de l'exploitation et la probabilité d'accepter le montant proposé montre que cette probabilité diminue au fur et à mesure que la superficie totale de l'exploitation augmente. Cette relation est inversée pour la superficie cotonnière conventionnelle. Quand cette dernière augmente, la probabilité d'accepter payer pour adopter la technologie augmente. Les individus pratiquant uniquement l'agriculture ont une probabilité 0,998 fois plus importante d'adopter la technologie que ceux qui ont des activités connexes. Le groupe socioculturel influence négativement la probabilité d'accepter l'enchère. Le consentement à payer pour adopter la technologie est plus important chez les Baribas que chez les autres groupes socio-culturel (Somba, Mokolé, Gnindé, Lopka). Une augmentation d'une unité du degré de motivation,

induit une augmentation de 24 unités de la probabilité d'accepter payer pour l'adoption de la technologie. Le facteur santé est aussi une variable clé expliquant le consentement à payer du producteur de coton et influence négativement ce consentement. Ainsi, en dehors des avantages monétaires procurés par la technologie, l'agriculteur est soucieux de son état de santé. La connaissance de l'existence de la LEC agit négativement sur la probabilité d'accepter l'enchère proposée. En effet, la probabilité est 0,79 fois plus petite chez les producteurs de coton qui n'ont aucune information sur la technologie ou n'en ont jamais entendu parler. Lorsque le nombre d'années en expériences cotonnières augmente d'une unité (année), la probabilité d'accepter payer pour disposer de la technologie augmente de 0,064 fois. En éliminant les autres variables non significatives une à une, on aboutit au modèle Logit ajusté, dont les résultats sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15. Facteurs influençant la probabilité dans le modèle Logit ajusté

Variables	Paramètres estimés	Exp(B)	Signification
Constante	1,979	7,234	0,003
M	-0,00009624	1,00	0,024*
PROFPRI	0,938	2,556	0,0046*
NAEXPE	0,045	1,046	0,079**

Log vraisemblance : -164,624 ; % prédiction correcte : 88,9

** significativité au seuil de 5 %, * significativité au seuil de 10 %

La variable (M) est significative aussi bien dans le modèle Logit ajusté que dans le modèle Logit long. La valeur proposée influe négativement sur la probabilité d'accepter le montant proposé, qui diminue d'une unité quand le montant proposé augmente de 2.500 F CFA. En effet, cette augmentation d'une unité est faible pour toucher réellement cette diminution de la probabilité d'accepter l'enchère. La variable profession principale est significative au seuil de 5 %. Cependant cette signification est principalement due à la modalité des groupes de producteurs de coton qui n'ont que l'agriculture comme profession principale. En dehors de l'agriculture, ils ne disposent d'aucune autre source de revenus. La probabilité pour accepter payer pour adopter la technologie est 2,5 fois plus importante pour les producteurs qui pratiquent l'agriculture par rapport aux autres (commerçants, menuisiers, coiffeurs, etc.). Le fait est qu'un agriculteur, qui n'a comme unique source de revenus que son exploitation, s'investit pleinement dans son exploitation en mettant toutes les conditions nécessaires pour une bonne valorisation des efforts fournis. Le nombre d'années d'expérience en culture cotonnière est une variable qui influe positivement sur le CAP du producteur. Pour chaque année d'âge supplémentaire d'expérience en culture cotonnière, la probabilité d'accepter l'enchère proposée est 1,047 fois plus grande. Le nombre d'années d'expérience constitue une variable importante et significative pour la validation du consentement à payer. Le modèle Logit général estimé s'écrit :

$$\text{Logit} = \log \left(\frac{P_i}{1-P_i} \right) = 1,979 - 0,00009624 M + 0,938 \text{ PROFPRI} + 0,045 \text{ NAEXPE} .$$

En fixant les variables explicatives à leurs moyennes pour ne garder que dans le modèle Logit ajusté que le montant proposé, on obtient le modèle Logit suivant :

$$\text{Logit} = \log \left(\frac{P_i}{1-P_i} \right) = 3,664 - 0,00009624 M .$$

D'après la méthode de Hanneman (1984) et suite à l'introduction des variables explicatives autres que le montant proposé, la valeur résultante du bien-être conditionnel est de 15.836 FCFA/ha. La valeur monétaire mobilisable pour la contribution à la généralisation de la technologie est de 3.419.293.284 F CFA.

4.2.3.4. Réponses à la question ouverte

L'analyse des réponses à la question ouverte permet de dégager les déterminants du CAP. Du point de vue théorique, la procédure suivie pour la révélation du CAP des individus semble bien justifiée : poser la question ouverte après la question fermée ne peut qu'améliorer cette révélation. En effet, pour les 18 % des producteurs ayant refusé les deux offres, la question ouverte offre la possibilité d'avoir une information exacte sur leurs CAP. Environ 68 % d'entre eux ont reformulé un CAP strictement positif et le reste (2,96 %) étant de vrais zéros. Ce dernier cas correspond à une absence de variation du surplus, autrement dit l'adoption de la technologie n'occasionnera pas une variation du bien-être de l'agriculteur. Pour l'ensemble des réponses, le consentement à payer moyen est de 15.115,74 F CFA/ha alors que la valeur médiane est de 12.500 F CFA/ha. En écartant la valeur nulle du CAP, plus de la moitié des CAP sont compris entre 5.000 et 17.500 F CFA/ha. La classe du CAP la plus rencontrée est celle des plus de 20.000 F CFA/ha, justifiant ainsi jusqu'à quel point les producteurs sont prêts à payer pour disposer de la technologie dans leurs exploitations cotonnières.

Sur l'ensemble des réponses retenues pour l'analyse contingente, 31 valeurs du CAP ont été avancées par les producteurs de coton. Certaines valeurs se présentent avec des fréquences importantes : 5.000 F CFA, 10.000 F CFA, 12.500 F CFA, 15.000 F CFA et 20.000 F CFA avec respectivement 12,9 %, 14,4 %, 8,1 %, 8,1% et 15,1 %. Le modèle Tobit a été retenu en raison de l'absence de consentement à recevoir. La variable dépendante est le CAP alors que les variables explicatives sont les mêmes que précédemment, excepté le montant proposé. Les résultats du modèle Tobit général, avec toutes les variables potentiellement explicatives, sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16. Résultat de l'estimation du modèle Tobit général

Variabes	Paramètres estimés	Erreur standard	Signification
LOGREV	674.015	678.5871	0.322
ETHNIE	96.81378	175.5102	0.582
STEX	-848.3637	301.4125	0.005*
STCNLEC	1193.036	474.0854	0.013*
AGE	-92.69772	81.38653	0.256
NINST	-818.2129	562.4003	0.147
PROFPRI	370.6507	313.4262	0.238
NAEXPE	104.3831	103.2648	0.313
RESEAU	367.8658	354.9697	0.313
PROTBIO	1331.779	2326.582	0.301
EXPLEC	120.8788	2466.421	0.568
CONLEC	521.1348	1935.308	0.961
DMOTIV	1126.23	1455.098	0.788
MOTIVSAN	-1268.412	2023.458	0.440
MOTIVEN	4139.613	2673.303	0.123
Constante	11431.32	9519.49	0.231

Log vraisemblance : -2503.1667 ; R² : 0,59 ; % d'observation positive : 87,77

* significativité au seuil de 5 %

Sur l'ensemble des variables retenues dans ce modèle, deux (2) seulement sont significatives : la superficie totale de l'exploitation et la superficie en coton conventionnelle. En éliminant les variables une à une par la stepwise method, les paramètres du modèle Tobit ajusté dans lequel toutes les variables sont significatives sont présentés dans le tableau 17.

Tableau 17. Résultat de l'estimation du modèle Tobit ajusté

Variabes	Paramètres estimés	Erreur standard	Signification
STEX	-831.7343	267.4629	0.002
STCNLEC	1347.914	424.1062	0.002
DMOTIV	-5048.686	1024.698	0.000
Constante	22404.39	1512.621	0.000

Log vraisemblance : -2724.5216 ; R² : 0,58 ; % d'observation positive : 95,18

Les variables significatives dans le modèle Tobit général sont les mêmes retenues après réajustement en plus de la variable degré de motivation. Néanmoins, les résultats montrent que le modèle Tobit a permis un bon ajustement avec un coefficient de détermination de 58 %. La superficie totale de l'exploitation influence négativement le CAP des producteurs de coton pour la pratique de la LEC. Indépendamment des autres variables, une augmentation de la superficie totale de l'exploitation induit une baisse du CAP. La superficie cotonnière conventionnelle agit positivement sur le CAP : plus la superficie cotonnière conventionnelle est importante, plus le producteur consent payer pour adopter cette technologie. Quant au degré de motivation, il agit négativement sur le CAP. Ainsi, les producteurs peu ou non motivés consentent à payer moins que ceux qui sont effectivement motivés. Le traitement des réponses à la question ouverte du CAP permet une mesure directe du CAP moyen. Le modèle explicatif du CAP se présente comme suit :

$$\text{CAP Tobit} = - 831.7343 \text{ STEX} + 1347.914 \text{ STCNLEC} - 5048.686 \text{ DMOTIV} + 22404.39 .$$

Le CAP moyen estimé est ajusté en fonction des variables superficie totale de l'exploitation, superficie totale en coton conventionnel et degré de motivation. Il est estimé à 15.016,88 F CFA/ha. Selon Bonnieux (1998), la fonction explicative du consentement à payer moyen donne la possibilité d'élargir les résultats de l'échantillon à une population plus importante et donc de calculer la valeur agrégée. Ainsi, sur la base de ce CAP moyen, la valeur totale mobilisable pour la généralisation de la LEC est de 3.242.429.713 F CFA.

4.2.4. Analyse des réponses du consentement à payer des producteurs de coton

Les réponses de protestations représentent 12,6 % du total des enquêtes réalisées. Ce taux est inférieur à ceux observés dans la plupart des études d'évaluation contingente (Grappey, 1999) et s'explique par le type d'enquêtes réalisé : l'entretien face à face qui minimise plus les réponses de protestation contrairement à l'enquête postale où le taux peut atteindre 58 % (Grappey, 1999). De ce fait, il reste 270 enquêtes exploitables. Par ailleurs, 234 individus ont accepté la première enchère et

contrairement à ce qu'on pourrait s'attendre (la diminution du nombre d'acceptation avec l'augmentation des enchères), l'acceptation ne dépend pas de l'enchère proposée comme dans le cas des services éco-touristiques (Allali, 2003a). Le producteur de coton accepte indubitablement le montant de l'enchère proposé en raison des gains économiques espérés de la technologie et des avantages de protection de l'environnement et de la santé humaine.

En effet, 69 % des individus ayant répondu 'Oui' à la première offre ont accepté la seconde. Ainsi, la hausse de 2.500 F CFA proposé dans la deuxième valeur n'est pas significative par rapport aux avantages concurrentiels de la technologie. Près de 18 % des individus ayant refusé la première offre ont accepté la deuxième. Ce résultat montre l'intérêt de la méthode du référendum à double enchère puisque la deuxième valeur offerte permet de préciser davantage ce CAP des producteurs de coton enquêtés. Par ailleurs, plus des 3/4 des producteurs ont refusé les deux offres. Ainsi, la méthode dichotomique double permet certes d'améliorer la révélation des préférences, mais ne permet pas de capter l'ensemble des consentements à payer des producteurs interrogés, d'où la question ouverte.

4.2.4.1. Analyse des résultats du modèle Logit

Le modèle Logit simple révèle que le montant proposé joue un rôle dans le consentement à payer. L'effet prix étant négatif, la probabilité d'accepter l'enchère proposée diminue quand le montant proposé augmente mais de façon très faible. Les signes des paramètres estimés sont conformes à la théorie économique, dans la mesure où la probabilité d'accepter le montant diminue avec la valeur de l'enchère proposée (Allali, 2003b). Le consentement à payer est de 15.160 F CFA/ha dans le modèle Logit simple et de 15.836 F CFA/ha dans le modèle Logit multiple ajusté.

Les préoccupations liées à la préservation de l'environnement et de la diversité biologique ne sont pas des facteurs qui motivent prioritairement le producteur de coton pour l'acceptation du principe de paiement pour l'adoption de la LEC. En effet, ce dernier est beaucoup plus intéressé par les bénéfices et avantages économiques tangibles attendus de cette technologie (surplus de production de coton graine et économie des coûts de traitements phytosanitaires). Le producteur de coton accepte donc indubitablement le montant de l'enchère proposée en raison prioritairement des gains économiques espérés de la technologie et ensuite des avantages de protection de l'environnement et de la santé humaine.

Contrairement aux études menées sur les services éco touristiques où les individus sont prêts à payer pour la conservation de l'environnement (Allali, 2003a), les producteurs de coton ne le sont pas du tout car aucune variable environnementale n'intervient dans l'explication des CAP des modèles. Les enjeux environnementaux ne sont donc pas des préoccupations majeures pour les producteurs de coton du Bénin. L'absence des facteurs environnementaux dans les déterminants du CAP révèle que les producteurs n'accordent pas de prix aux impacts négatifs des traitements phytosanitaires du cotonnier.

L'expérience en LEC qui devrait être un facteur déterminant du consentement à payer ne l'est pas. Normalement, le producteur qui a déjà une certaine expérience en LEC et qui est satisfait des avantages potentiels en terme de diminution des coûts de traitements phytosanitaires et du surplus de production de coton graine serait prêt à payer pour disposer de l'innovation. Ainsi, certains cotonculteurs ne sont pas encore sûrs des effets bénéfiques additionnels de la LEC et même s'ils le sont, d'autres paramètres comme la non disponibilité à temps des produits spécifiques LEC, l'absence de formation (Kpadé *et al.*, 2007) les poussent à ne plus vouloir de la technologie.

La probabilité d'accepter l'enchère proposée diminue au fur et à mesure que la superficie totale de l'exploitation augmente. Les producteurs à très grande superficie sont moins intéressés par l'adoption de la technologie. Au fur et à mesure que la part des superficies vivrières augmente, le producteur est réticent pour payer. Ce résultat confirme celui de Kpadé *et al.* (2007) selon lequel les exploitations les plus grandes sont celles qui adoptent partiellement la LEC. Ce comportement prudentiel indique que le grand producteur pratique progressivement la technologie et l'étend à toute l'exploitation quand les résultats inhérents à l'adoption de ladite technologie sont perceptibles et satisfaisants. Cette méfiance du producteur peut être liée aux effets destructibles que pourraient avoir les nouveaux produits phytosanitaires sur les autres cultures de l'exploitation hormis le coton. Il est à noter que beaucoup de producteurs utilisent les mêmes produits phytosanitaires pour le traitement des cultures vivrières. L'approvisionnement garanti des produits coton constitue d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles certains producteurs s'adonnent à la production cotonnière qu'ils appliquent malheureusement sur les cultures vivrières telles que le maïs, le mil, le niébé, l'arachide, etc. (Kpadé, 2005). Ainsi, à l'opposé de la France par exemple, où les risques d'intoxication par les produits chimiques sont très faibles (Bonnieux *et al.*, 1998), ils sont encore plus importants et fréquents au Bénin. Des familles sont détruites par utilisation des produits phytosanitaires destinés aux cultures cotonnières sur les cultures vivrières (OBEPAB, 2002). Toutefois, il y a encore une seconde explication celle liée à la difficulté des grands cotonculteurs ou des producteurs de coton possédant de grandes superficies à ne pas pouvoir installer et suivre les parcelles LEC afin de décider ou non à faire les traitements sur seuil.

L'influence du groupe socioculturel sur le CAP est principalement due à la modalité représentant les Gnindé, pourrait s'expliquer par le fait que la majorité des producteurs appartenant à ce groupe socioculturel avait reçu de produits phytosanitaires de mauvaise qualité durant la campagne 2006/2007 qui ont occasionné de faible rendement de coton graine. Certains producteurs victimes ont incriminé les produits spécifiques LEC, refusé systématiquement la technologie et les enchères proposées. La connaissance de l'existence est un facteur explicatif important du CAP. Le producteur ne pourrait donner pleinement sa confiance en une technologie dont il n'a jamais entendu parlé. Cette situation met l'accent sur le rôle de l'information dans les processus de prise de décisions des agents économiques.

Le modèle Logit ajusté a permis de retenir trois (3) variables qui influencent le CAP des producteurs de coton : le montant proposé, la profession principale et le degré de motivation du producteur. Le

revenu du producteur n'intervient nullement dans le modèle ajusté final. En effet, le producteur réagit face à la proposition en faisant une différence entre l'enchère proposée à la question dichotomique et les gains potentiels ex-post de la LEC. Ainsi, quelles que soient les réponses obtenues, le producteur cherche à maximiser son profit et à rester en dessous du revenu espéré. Ce comportement rationnel du producteur infirme l'hypothèse H2 stipulant une augmentation du CAP en fonction du revenu. Le producteur ajuste son CAP en fonction des gains espérés de la technologie afin de maximiser son profit, d'où le fort taux de réponses obtenues. Le producteur de coton se retrouve facilement dans ce marché contingent grâce aux propositions concrètes offertes. De plus, le mode de paiement est un facteur ayant joué dans l'analyse décisionnelle du producteur. En effet, ces derniers proposent le paiement des montants après la commercialisation et dans les mêmes conditions de prélèvement des dettes des intrants. Il est nécessaire de mentionner qu'au Bénin, les cotonculteurs ont accès aux intrants coton à crédit et disposent de leurs revenus après une déduction des dettes intrants (Raymond et Beauval, 1995). Ainsi, le CAP ne dépend pas du revenu du producteur mais plutôt beaucoup des considérations économiques et dans une moindre mesure des préoccupations de préservation de l'environnement et de la santé. L'hypothèse selon laquelle le producteur de coton a un consentement à payer plus important quand son revenu est élevé n'est pas vérifiée. Ici, il est question d'un cas de marché contingent, mais où le producteur se retrouve face aux avantages espérés pour la proposition d'une réponse. Les résultats, bien qu'ils ne soient pas différents des nombreuses études sur l'évaluation contingente dans lesquelles le revenu intervient dans l'explication du CAP, sont fiables dans la mesure où les CAP ont un sens et ce quels que soient les résultats ; alors il est incohérent de comparer des évaluations qui résultent de comportements différents (Bonnieux, 1998). Les producteurs de coton ayant seulement l'agriculture comme profession consentent à payer plus que les autres qui ont des activités annexes. La rentabilisation des efforts apportés dans l'exploitation cotonnière constitue une préoccupation majeure pour le producteur. Contrairement aux autres agriculteurs qui s'adonnent à d'autres activités libérales et/ou publiques et ayant d'autres sources de revenus monétaires, l'adoption de la LEC n'est pas une préoccupation et/ou une nécessité.

Le nombre d'années d'expérience en culture cotonnière est un facteur déterminant du CAP des producteurs pour l'adoption de la technologie. En effet, plus le nombre d'années augmente et plus la probabilité d'accepter payer pour adopter la technologie augmente. Cette tendance du producteur à accepter l'enchère proposée pourrait s'expliquer par les difficultés rencontrées dans la production cotonnière, car maîtrisant mieux que quiconque les pénibles tâches effectuées lors des traitements phytosanitaires du cotonnier. Cette culture est harassante et onéreuse en temps, en énergie et est responsable de plusieurs maladies (OBEPAB, 2002). Ainsi, le producteur de coton qui, au fil des années se conscientise sur les pénibles travaux que nécessite cette culture et sur les innombrables maux rencontrés suite aux traitements phytosanitaires est plus disposé à payer pour l'adoption de cette technologie qui solutionne ou du moins diminue ces externalités négatives (pollution, maux, etc.) et qui de surcroît permet un surplus de production, une meilleure qualité du coton graine et la préservation de l'environnement.

4.2.4.2. Analyse des résultats du modèle Tobit

Au sens Tobit, comme Logit, le CAP est dépourvu de toute relation avec l'âge du producteur, de son réseau d'appartenance, de son groupe socio-culturel et de sa motivation pour la préservation de la santé et de l'environnement. Le CAP moyen est ainsi estimé à 15.016,88 F CFA/ha, légèrement inférieure à la moyenne arithmétique de 15.115,74 F CFA/ha et supérieure à la valeur médiane de 12.500 F CFA/ha. Ces valeurs concordent avec les résultats empiriquement obtenus dans les études d'évaluation contingente, en particulier la valeur médiane qui est inférieure au CAP moyen (Durand et Point, 2000). Le CAP Tobit est inférieur au CAP Logit car la question dichotomique a tendance à surestimer réellement ce que le producteur consent payer. Les nouvelles variables retenues dans le modèle multiple à savoir la superficie totale de l'exploitation et la superficie en coton conventionnel sont les mêmes dans le modèle ajusté en plus du degré de motivation. Souffrir des maux immédiatement après le traitement phytosanitaire du cotonnier devrait être une raison nécessaire et suffisante pour accepter payer pour adopter la technologie, mais les résultats du modèle Tobit ajusté montrent le contraire. Bien que la méthode classique, calendaire et systématique de traitement phytosanitaire du cotonnier soit néfaste pour la santé humaine, le producteur de coton ne consente pas payer pour cet objectif. L'environnement et sa dégradation ne sont pas non plus des facteurs sur lesquels le cotonculteur mise pour consentir à payer pour adopter la LEC. Ce dernier est beaucoup plus attiré par les avantages économiques ex-post qu'il espère retirer de cette technologie (réduction des coûts de traitements et gain de rendement de coton graine). La superficie en coton conventionnel, quant à elle agit positivement sur le consentement à payer des producteurs. Ainsi, un producteur ayant de grandes superficies cotonnières et ne pratiquant pas d'autres cultures est disposé à payer plus que le producteur qui possède de grandes superficies mixtes. Enfin, concernant le degré de motivation, l'intérêt porté à la technologie dépend du degré de motivation qui anime les producteurs de coton et qui intervient dans la liste des facteurs influençant le CAP. Plus le producteur est motivé, plus il accepte payer pour disposer de cette technologie dans son exploitation.

En somme, la majorité des producteurs consentent à payer pour adopter la LEC dans leurs exploitations cotonnières, sans pour autant connaître les facteurs agronomiques sur lesquels ils pourraient agir pour bénéficier totalement des avantages de la technologie. La réponse à cette préoccupation passe par l'analyse de la contribution de facteurs agronomiques sur le rendement du cotonnier conduit suivant la lutte étagée ciblée.

4.3. Amélioration du rendement du cotonnier en lutte étagée ciblée au Nord-Bénin

Les résultats du modèle expliquant la variabilité du rendement du cotonnier en fonction des quatre facteurs agronomiques étudiés (date de semis, densité de semis, nombre total de traitements phytosanitaires et doses de sherphos) et du facteur bloc sont consignés dans le tableau 18. Ils révèlent que les facteurs date de semis, densité de semis, nombre total de traitements phytosanitaires, blocs et l'interaction date de semis et nombre total de traitements phytosanitaires agissent de manière significative sur le rendement du cotonnier conduit en LEC totale dans le Nord-Bénin. En d'autres termes, le rendement du cotonnier obtenu à la parcelle varie selon les itinéraires

techniques mises en œuvre par le producteur. Les pratiques paysannes en matière de conduite technique du cotonnier sont multiples et variables. Les producteurs ne sèment pas tous à la même période, les densités de semis pratiqués sont différentes d'un producteur à un autre, de même que le nombre total de traitements phytosanitaires et la dose de sherphos utilisé en LEC pour lutter contre les ravageurs du cotonnier.

Tableau 18. Résultats de l'analyse de variance des rendements du cotonnier au Nord-Bénin

Source de variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté (ddl)	Carrés Moyens	F	Signification
DATSE	6703882,72	1	6703882,72	34,13	0,00 (s)
DENSE	1747581,43	1	1747581,43	8,89	0,00 (s)
NBTRT	1873722,84	2	936861,42	4,77	0,01 (s)
DOSTRT	354988,35	2	177494,17	0,90	0,45 (ns)
BLOC	11670562,29	3	3890187,43	19,80	0,00 (s)
DATSE x DENSE	174002,50	1	174002,50	0,88	0,35 (ns)
DATSE x NBTRT	1853237,04	2	926618,52	4,72	0,01 (s)
DATSE x DOSTRT	272837,63	2	136418,81	0,69	0,50 (ns)
DENSE x NBTRT	106783,30	2	53391,65	0,27	0,76 (ns)
DENSE x DOSTRT	193504,60	2	96752,30	0,49	0,61 (ns)
NBTRT x DOSTRT	1180800,90	4	295200,22	1,50	0,21 (ns)
DATSE x DENSE x NBTRT	9922,81	2	4961,40	0,02	0,97 (ns)
DATSE x DENSE x DOSTRT	84249,74	2	42124,87	0,21	0,80 (ns)
DENSE x NBTRT x DOSTRT	365869,55	4	91467,38	0,46	0,76 (ns)
DATSE x DENSE x NBTRT x DOSTRT	421269,09	8	52658,63	0,27	0,97 (ns)
Erreur	17678956,46	90	196432,850		

s : significatif

ns :non significatif

4.3.1. Effet « bloc » sur le rendement du cotonnier LEC

L'existence de l'effet bloc sur le rendement du cotonnier LEC exprime l'hétérogénéité agropédoclimatique qui caractérise les quatre (4) sites (Kouandé, Péhunco, Banikoara et Bembéréké). Les parcelles expérimentales sont situées dans les zones pluviométriques mono-modales du Bénin. La gamme des cumuls pluviométriques annuels varie de 800 à 1.200 mm. Ces valeurs proches masquent une grande diversité lorsqu'on considère le cumul pluviométrique depuis la date de semis du cotonnier. Ainsi, le rendement du cotonnier se produit sous la résultante de plusieurs composantes qui s'élaborent sous l'influence du climat, des états du milieu et des itinéraires techniques qui viennent modifier le milieu pour amener le peuplement vers un état souhaitable (Fadoegnon *et al.*, 2002).

Ces résultats indiquent une variabilité des rendements du cotonnier d'une région à une autre et confirment la tendance à considérer depuis 2000, la zone Nord-Bénin comme homogène du point de vue de la connaissance de la dynamique et des niveaux d'infestation des principaux ravageurs et le programme de gestion de la résistance des ravageurs aux insecticides (Katary et Djihinto, 2007). Le test d'analyse de variance à un critère (Tableau 19) confirme l'existence d'une différence hautement significative entre les moyennes de rendements de coton graine obtenus dans les quatre sites.

Tableau 19. Analyse de variance des rendements de coton graine dans les blocs complets

Variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté (ddl)	Carrés Moyens	F	Signification
Inter-groupes	14758884,89	3	4919628,30	18,55	0,00
Intra-groupes	33160695,34	125	265285,56		
Total	47919580,23	128			

Trois sous-ensembles homogènes de rendement de coton graine LEC des 144 parcelles soumises à l'expérimentation sont distingués. En effet, les rendements obtenus sur les parcelles à Péhunco constituent le premier sous-ensemble avec une moyenne de 862,42 kg/ha de coton graine. Cette moyenne est la plus faible sur l'ensemble des quatre sites (Tableau 20). Certes, les meilleures parcelles obtiennent quand même dans ce cas le rendement le plus élevé de 1.100 kg/ha, alors que les parcelles les moins bonnes enregistrent plutôt le plus faible rendement de 500 kg/ha. Les rendements obtenus à Kouandé et à Bembèrèkè constituent le deuxième sous-ensemble avec des moyennes respectives de rendement en coton graine LEC de 1.405,55 kg/ha et 1.468,38 kg/ha. Les meilleures parcelles de ce sous ensemble ont un rendement de 2.750 kg/ha et les moins bonnes enregistrent 490 kg/ha de coton graine. Enfin, le troisième sous-ensemble est constitué des parcelles de Banikoara avec une moyenne de rendement de coton graine LEC de 1.827,42 kg/ha, plus élevé que les autres rendements moyens. Dans ce sous-ensemble, les rendements en coton graine minimal et maximal des parcelles sont respectivement 1.100 kg/ha et 2.800 kg/ha. D'où le classement global suivant : [Péhunco (bloc 2)] < [Kouandé (bloc 1) = Bembèrèkè (bloc 4)] < [Banikoara (bloc 3)].

Tableau 20. Statistiques descriptives sur les rendements de coton graine (kg/ha) des blocs complets

Bloc	N	Moyenne (kg /ha)	Ecart – type (kg/ha)	Erreur standard (kg/ha)	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne (kg/ha)		Minimum (kg/ha)	Maximum (kg/ha)
					Borne inférieure	Borne supérieure		
1 (Kouandé)	36	1405,55	510,57	85,09	1232,80	1578,30	650,00	2700,00
2 (Péhunco)*	31	862,42	152,66	27,42	806,42	918,41	500,00	1100,00
3 (Banikoara)*	31	1827,42	484,74	87,06	1649,61	2005,22	1100,00	2800,00
4 (Bembèrèkè)*	31	1468,38	736,85	132,34	1198,10	1738,66	490,00	2750,00
Total	129	1391,51	611,86	53,87	1284,91	1498,10	490,00	2800,00

* 5 données manquantes dues à des combinaisons ABCD non disponibles et/ou à des aléas.

4.3.2. Effet densité de semis sur le rendement du cotonnier LEC

Les résultats des essais agronomiques indiquent un effet hautement significatif du facteur densité de semis sur le rendement du cotonnier LEC au seuil de 1 %. Les semis sont tous réalisés manuellement et en poquets alignés. Les densités de semis élevées améliorent mieux le rendement que les densités de semis faibles. Ce résultat est d'ailleurs évident car plus il y a de plants de cotonnier par hectare, plus la production cotonnière serait grande, exception faite d'un contexte de densité forte de semis avec une compétition entre les plants vis-à-vis de la lumière, de la pluviométrie ou des fertilisants. Le rendement en coton graine obtenu sur les parcelles de densité inférieure à 50.000 pieds/ha (Photo 1) est de 1.269,06 kg/ha contre 1.504,31 kg/ha sur les parcelles de densité supérieure à 51.000 pieds/ha (Photo 2), soit un surplus de rendement de 235,25 kg/ha (Tableau 21). Alors, tout producteur qui a la

possibilité d'abriter sur son champ une densité supérieure à 51.000 pieds/ha et qui ne la pratique pas perd déjà banalement plus d'une tonne de coton graine sur un champ de 5 ha.

Tableau 21. Statistiques du rendement du cotonnier LEC selon la densité de semis

Densité de semis	Moyenne (kg /ha)	Erreur standard (kg /ha)	Intervalle de confiance à 95% (kg /ha)	
			Borne inférieure	Borne supérieure
< 50000 plants/ha	1269,06	55,60	1158,59	1379,52
> 51000 plants/ha	1504,31	56,07	1392,90	1615,71



Photo 1. Effet de la faible densité de semis sur le rendement du cotonnier (inférieure à 50.000 pieds/ha)



Photo 2. Effet de la forte densité sur le rendement du cotonnier (supérieure à 51.000 pieds/ha)

4.3.3. Effet dose de sherphos sur le rendement du cotonnier LEC

Contrairement au facteur densité de semis, la dose de sherphos apportée en méthode LEC n'a pas d'effet significatif sur le rendement du cotonnier LEC dans la zone Nord-Bénin, même si la figure 4 montre que les rendements obtenus sur les parcelles ayant reçu entre ½ à 1 litre et plus d'un litre de sherphos à l'hectare sont meilleurs que ceux ayant reçu moins de ½ litre de sherphos. Les quatre sites sont situés dans la même zone exocarpique avec une dominance de *Helicoverpa armigera* et une faible pression parasitaire par rapport aux zones du Sud à deux saisons pluvieuses. La meilleure preuve de l'efficacité de l'endosulfan, suffisamment performant contre les ravageurs exocarpiques, est le succès du programme fenêtre utilisant cette molécule lors des deux (2) premiers traitements, qui est mis en place depuis la campagne 1999/2000 (Katary et Djihinto, 2007). Les 144 unités expérimentales ont reçu au moins ¼ litre de sherphos par hectare en plus des deux (2) traitements à base d'endosulfan apportés en première fenêtre à la dose de deux (2) litres par hectare par traitement et ne présentent pas de différence significative avec les différentes doses totales de sherphos. Ainsi, si

moins d'un ½ litre de sherphos par ha (niveau D1) donne une performance agronomique identique que plus d'un ½ litre de sherphos par ha (niveaux D2 et D3), les incidences environnementales et économiques de la LEC sont encore plus intéressantes. Le contrôle de *Helicoverpa armigera*, espèce redoutée dans le Nord-Bénin, dans le programme de traitement à trois (3) fenêtres utilisant l'endosulfan lors des deux (2) premiers traitements, limite la pullulation et la nuisibilité des ravageurs, les niveaux de population enregistrés et l'utilisation des produits sur seuils recommandés en méthode LEC comme l'indoxacarbe ou la Spinosyne (Spinosad) contre le même ravageur (Katary et Djihinto, 2007) puis contribue ainsi à une réduction de la dose de sherphos à apporter en traitement LEC (moins d'un litre par ha).

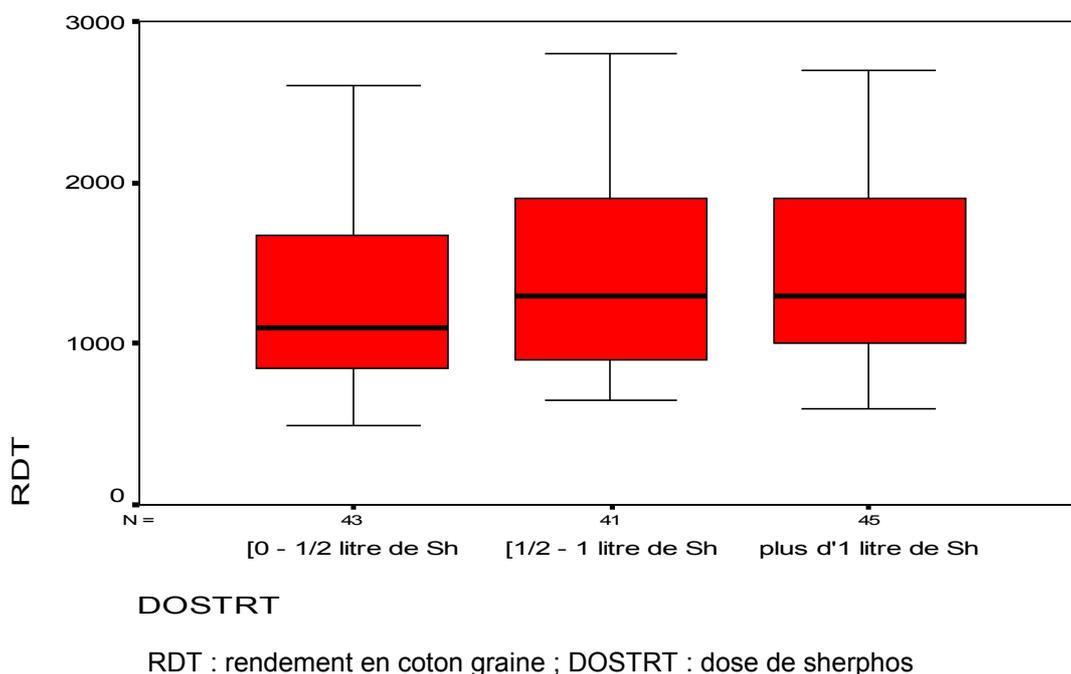


Figure 4. Comparaison des moyennes de rendement avec différentes doses de sherphos

4.3.4. Effet de l'interaction date de semis et nombre total de traitements phytosanitaires sur le rendement du cotonnier LEC

Si les facteurs densité de semis et dose de sherphos s'expriment individuellement, en revanche les facteurs date de semis et nombre total de traitements phytosanitaires interagissent de manière significative sur le rendement du cotonnier. Ainsi, le fait que les producteurs respectent et appliquent les recommandations de la recherche en matière d'itinéraire technique pour la culture cotonnière sont plus salutaires et plus bénéfiques que les pratiques dites paysannes. Dans ce cas, il est plus intéressant d'analyser simultanément la contribution de ces deux facteurs dans la détermination du rendement du cotonnier conduit en LEC.

La recommandation normative en matière de lutte contre les ravageurs du cotonnier est de six (6) traitements phytosanitaires que l'on peut limiter à cinq (5) en cas de semis tardifs (Fadoegnon *et al.*,

2002). Il existe donc une corrélation entre la date de semis et le nombre de traitements phytosanitaires à apporter pour contrôler le complexe des ravageurs du cotonnier. Les semis se répartissent en moyenne sur 2,5 mois et demi du 20 mai au 10 août. Au sein d'un même village les semis s'étalent sur un à deux mois. Des essais étudiant l'influence de la date de semis sur le rendement du cotonnier ont montré en moyenne une perte pour les semis tardifs de 30 kg de coton graine/ha/j par rapport au semis précoce (Fadoegnon *et al.*, 2002).

Dans le tableau 22, les statistiques des six (6) combinaisons des facteurs date de semis et nombre total de traitements phytosanitaires sont présentées. Tandis que le tableau 23 montre une différence hautement significative entre ces moyennes. En effet, le classement des rendements donne deux sous-ensembles : [A2C3 = A2C2 = A2C1 = A1C1] < [A1C2 = A1C3]. L'apparition tardive des premières fleurs du cotonnier, une composante essentielle du rendement, est liée au semis tardif et à une forte densité (Sekloka *et al.*, 2006). Ainsi, les semis tardifs, quel que soit le nombre de traitements phytosanitaires (Photo 4), donnent en moyenne des rendements inférieurs à ceux que donnent les semis précoces avec au moins quatre (4) traitements phytosanitaires. Ainsi, les semis précoces (A1) avec au moins quatre (4) traitements phytosanitaires (C2 ou C3) donnent les meilleurs rendements en coton graine LEC (Photo 3).

Tableau 22. Statistiques descriptives des rendements de coton graine des combinaisons (A C)

Interactions	Effectif	Moyenne (kg /ha)	Ecart-type (kg /ha)	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne (kg /ha)		Minimum (kg /ha)	Maximum (kg /ha)
				Borne inférieure	Borne supérieure		
A1C1	19	1340,52	445,09	1126,03	1555,02	625,00	2000,00
A1C2	24	1670,20	683,44	1381,61	1958,80	650,00	2800,00
A1C3	21	1947,62	715,79	1621,79	2273,48	500,00	2750,00
A2C1	22	1152,27	428,03	962,49	1342,05	550,00	2300,00
A2C2	23	1118,26	399,46	945,52	1291,00	490,00	2100,00
A2C3	20	1099,00	391,40	915,81	1282,18	510,00	1900,00
Total	129	1391,51	611,86	1284,92	1498,10	490,00	2800,00

Tableau 23. Effet des facteurs date de semis et nombre de traitements sur le rendement du cotonnier

Variation	Somme des carrés	Degré de liberté (ddl)	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	13095633,78	5	2619126,75	9,25	0,00
Intra-groupes	34823946,44	123	283121,51		
Total	47919580,23	128			

Le cotonnier est plus vigoureux dans le cas de six (6) traitements et en semis précoce (Photo 3) et chétif dans en cas de semis tardif avec seulement quatre (4) traitements (Photo 4). Il est donc recommandable pour une meilleure conduite de la culture cotonnière dans la zone Nord-Bénin, des semis précoces débutant avec les premières pluies (de la mi-mai à juin). Les semis tardifs ne favorisent pas un bon développement du cotonnier dans les quatre (4) sites retenus. Le nombre de traitements phytosanitaires joue un rôle important également dans le développement du cotonnier et l'obtention d'un bon rendement. Les résultats indiquent une relation entre la date de semis et le nombre de traitements phytosanitaires que le producteur doit apporter sur le champ du cotonnier.

Ainsi, les semis précoces doivent être combinés à au moins six (6) traitements phytosanitaires pour assurer un bon comportement de la plante.



Photo 3. Cotonnier en semis précoce et normalement traité (6 traitements phytosanitaires)



Photo 4. Cotonnier en semis tardif et moins traité (4 traitements phytosanitaires)

4.3.5. Combinaison optimale des facteurs étudiés pour un meilleur rendement du cotonnier

Suite aux résultats précédents, les meilleures combinaisons possibles des facteurs étudiés sont : A1B2C2Dx (c'est-à-dire que les producteurs réalisent des semis précoces avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, un nombre de traitements phytosanitaires compris entre 4 à 6 et quelle que soit la dose de sherphos à apporter) ou A1B2C3Dx (autrement dit que les producteurs pratiquent toujours des semis précoces avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, au moins six (6) traitements phytosanitaires et quelle que soit la dose de sherphos à apporter) , avec x = 1, 2 ou 3. Le tableau 24 permet, bien qu'il n'existe aucune différence significative entre elles, un classement en ordre croissant des rendements moyens fournis par ces six (6) combinaisons de facteurs étudiés et de déterminer la combinaison la plus optimale économiquement et écologiquement par la réduction de la dose de matière active de sherphos et fournissant le meilleur rendement de coton graine : **A1B2C3D1 (4)** (semis précoce avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, au moins six (6) traitements phytosanitaires et entre 0 à ½ litre par hectare de sherphos), **A1B2C2D1 (1)** (semis précoce avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, appliquer entre 4 à 6 traitements phytosanitaires et entre 0 à ½ litre par hectare de sherphos), **A1B2C2D2 (2)** (semis précoce avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, appliquer entre 4 à 6 traitements phytosanitaires et entre ½ à 1 litre par hectare de sherphos), **A1B2C2D3 (3)** (semis précoce avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, appliquer entre 4 à 6 traitements phytosanitaires et plus d'un litre (1) de sherphos par hectare), **A1B2C3D3 (6)** (toujours par un semis précoce avec une densité de semis d'au moins 51.000 pieds/ha, appliquer plus de 6 traitements phytosanitaires et plus d'un (1) litre de sherphos par hectare) et **A1B2C3D2 (5)** (un semis précoce avec une densité de semis d'au moins

51.000 pieds/ha, appliquer plus de 6 traitements phytosanitaires et entre ½ à 1 litre de sherphos par hectare).

Tableau 24. Classement des meilleures combinaisons des facteurs étudiés

Combinaisons	Effectif	Moyenne (kg /ha)	Ecart- type (kg /ha)	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne (kg /ha)		Minimum (kg /ha)	Maximum (kg /ha)	Rang
				Borne inférieure	Borne supérieure			
A1B2C2D1 (1)	4	1725,00	742,18	544,02	2905,97	950,00	2500,00	5
A1B2C2D2 (2)	4	1888,75	746,33	701,17	3076,32	805,00	2500,00	4
A1B2C2D3 (3)	4	1907,50	591,23	966,71	2848,28	1050,00	2300,00	3
A1B2C3D1 (4)	4	1562,50	654,95	520,33	2604,67	750,00	2300,00	6
A1B2C3D2 (5)	3 *	2583,33	144,34	2224,78	2941,88	2500,00	2750,00	1
A1B2C3D3 (6)	4	2125,00	767,57	903,62	3346,38	1000,00	2700,00	2
Total	23	1938,48	661,14	1652,58	2224,37	750,00	2750,00	

* en raison de l'existence d'une donnée manquante pour cette combinaison.

Sur cette base, la combinaison optimale A1B2C3D2, soit un semis précoce avec une forte densité, plus de 6 traitements (dont les 2 traitements à l'endosulfan) et une dose totale de sherphos comprise entre ½ et 1 l/ha, donnant le rendement le plus élevé (2.583 kg/ha) pour un minimum de 2.500 kg/ha et un maximum de 2.750 kg/ha avec un écart-type 4,10 à 5,32 fois plus faible que celui obtenu avec les cinq (5) autres combinaisons peut être recommandée. L'avantage économique de gains de rendement de coton graine qui en résulterait, sans occulter l'économie maximale de ½ litre de sherphos est de plus 1,21 à 1,50 plus grande que les autres combinaisons. Les avantages environnementaux et de préservation de la santé du producteur et de sa famille qui découlent de ce choix provient d'une réduction au maximum de ½ litre de sherphos à apporter à partir du troisième jusqu'au dernier traitement phytosanitaire.

En somme, s'il est révélé des possibilités du point de vue agronomique pour améliorer davantage la production de coton en LEC, il importe de mener une analyse comparée d'efficacité technico-économique des exploitations cotonnières classiques et LEC afin d'apprécier leur rentabilité.

4.4. Efficacité technico-économique comparée des exploitations LEC et classiques des zones cotonnières du Nord-Bénin

Il est question de faire une analyse comparée des exploitations cotonnières qui pratiquent la méthode de protection phytosanitaire classique et systématique du cotonnier et celles utilisant la lutte étagée ciblée du point de vue avantages techniques et économiques, toutes choses égales par ailleurs.

4.4.1. Résultats du modèle de fonction de production du coton graine

Au terme des investigations économétriques, le meilleur modèle retenu pour la fonction de production du coton graine dans le Nord-Bénin est récapitulé dans le tableau 25.

Tableau 25. Modèle de la fonction de production du coton graine

Modèle	Coefficients	Erreur standard	t	Signification
Ln(QENG)	1,238	0,034	36,084	0,000***
Ln(QSEMU)	0,144	0,053	2,719	0,007***
TYPROD	0,219	0,049	4,429	0,000***

Variable dépendante: Ln(QPROD)

R = 0,998 ; R²aj = 0,996 ; Erreur standard de l'estimation = 0,42351 ; Durbin-Watson = 1,925

Il s'agit ainsi d'une fonction de type Cobb Douglas et qui rend facile les interprétations économiques :

$$QPROD = e^{0,219*TYPROD} * QENG^{1,238} * QSEMU^{0,144}$$

Des neuf (9) variables sujettes à l'explication des quantités produites de coton graine, seules trois (3) suffisent et prédisent correctement le rendement moyen de coton graine de l'exploitation : les quantités d'engrais, les quantités de semences utilisées et le type de producteur.

Pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 20 kg de semences et 200 kg d'engrais, la quantité de coton graine à espérer théoriquement à la récolte, toutes choses égales par ailleurs, est de 1.086,48 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 1352,49 kg en LEC totale. En effet, les cotonculteurs LEC (TYPROD=1) produisent à l'hectare exp(0,219) fois, soit 1,245 fois ce que produisent les cotonculteurs classiques (TYPROD=0), toutes choses égales par ailleurs. Ainsi, il est préférable d'être de type LEC plutôt que classique afin d'obtenir de meilleurs rendements.

➤ Les élasticité factorielles

Pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 20 kg de semences et 220 kg d'engrais, la quantité de coton graine à espérer à la récolte est de 1.222,55 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 1.521,87 kg en LEC totale. En effet, lorsque la quantité d'engrais par hectare (QENG) varie de 10 %, toutes choses égales par ailleurs, la production de coton graine varie dans le même sens de 12,38 %, pour les deux types de producteurs. Analogiquement, pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 22 kg de semences et 200 kg d'engrais, la quantité de coton graine à espérer à la récolte est de 1.101,50 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 1.371,18 kg en LEC totale. En effet, lorsque la quantité de semence utilisée par hectare (QSEMU) varie de 10 %, toutes choses égales par ailleurs, la production de coton graine varie dans le même sens de 1,44 %, pour les deux types de producteurs.

En résumé, les deux facteurs (QENG et QSEMU), retenus pour expliquer plus simplement et avec une moindre erreur la production de coton graine dans le Nord-Bénin, ont tous des élasticité positives. Cependant, les quantités d'engrais sont plus élastiques sur la production que les quantités de semences car QENG réagit plus fortement que QSEMU.

➤ **Les rendements factoriels**

Pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 20 kg de semences et 400 kg d'engrais (cas de surdose), la quantité de coton graine à espérer à la récolte est de 2.562,70 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 3.190,14 kg en LEC totale. En effet, lorsque QENG est multipliée par un nombre λ supérieur à 1 (ici $\lambda=2$), toutes choses égales par ailleurs, la production de coton graine est multipliée par un nombre supérieur à λ (ici 2,359 fois), pour les deux types de producteurs. Parallèlement, pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 40 kg de semences et 200 kg d'engrais, la quantité de coton graine à la récolte est de 1.200,53 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 1.494,45 kg en LEC totale. En effet, lorsque QSEMU est multipliée par un nombre λ supérieur à 1 (ici $\lambda=2$), toutes choses égales par ailleurs, la production de coton graine est multipliée par un nombre inférieur à λ (ici 1,105 fois), pour les deux types de producteurs.

En résumé, le rendement factoriel de QENG est croissant, contrairement à celui de QSEMU qui est plutôt décroissant. Ainsi, bien que ces deux facteurs augmentent (respectivement diminuent) tous le rendement obtenu en coton graine lorsque leurs quantités utilisées augmentent (respectivement diminuent), le rapport de cet accroissement de la production et celui de la quantité du facteur est plus élevé et plus que proportionnel dans le cas des quantités d'engrais. QENG est alors un facteur de taille dans l'élaboration du rendement en coton graine dans le Nord-Bénin.

➤ **Les rendements d'échelle**

Pour une parcelle d'un hectare de coton sur laquelle le producteur a utilisé 22 kg de semences et 220 kg d'engrais, la quantité de coton graine à espérer à la récolte est de 1.239,45 kg en méthode de protection phytosanitaire classique et de 1.542,90 kg en LEC totale. En effet, lorsque QENG et QSEMU sont augmentées dans les mêmes proportions (ici de 10 %) toutes choses égales par ailleurs, la production de coton graine augmente plus que proportionnellement (ici de 11,41 %), pour les deux types de producteurs.

En résumé, les rendements d'échelle sont croissants. Même si les effets des deux facteurs ne s'additionnent pas lorsque leurs quantités sont augmentées dans les mêmes proportions, l'effet résultant est positif et plus que proportionnel.

4.4.2. Résultats des modèles de fonctions de coûts de production du coton graine et de profit

Au terme des investigations économétriques, le meilleur modèle retenu pour la fonction de coût de production du coton graine dans le Nord-Bénin est récapitulé dans le tableau 26.

Tableau 26. Modèle de la fonction de coût production du coton graine

Modèle	Coefficients	Erreur standard	t	Signification
1/QPROD	2,8. 10 ⁷	1981259	14,380	0,000***
QPROD	132,322	7,175	18,443	0,000***

QPROD ²	- 0,063	0,006	- 10,562	0,000***
QPROD ³	9,62. 10 ⁻⁶	0,000	8,320	0,000***

Variable dépendante: CT

$R = 0,988$; $R^2_{aj} = 0,976$; Erreur standard de l'estimation = 1.7092,845 ; Durbin-Watson = 1,724

Il s'agit ainsi d'une fonction dont le type n'est pas classique (somme d'une fonction cubique et d'une fonction inverse) :

$$CT = 2,8.10^7 * \left(\frac{1}{QPROD} \right) + 132,322 * QPROD - 0,063 * QPROD^2 + 9,62.10^{-6} * QPROD^3$$

Cette fonction ne vérifie les propriétés économiques de la fonction de coût de coût de production que pour les valeurs de QPROD supérieures ou égales à 2.733,55 kg/ha. Ce qui se remarque également sur la partie encadrée de la figure 5.

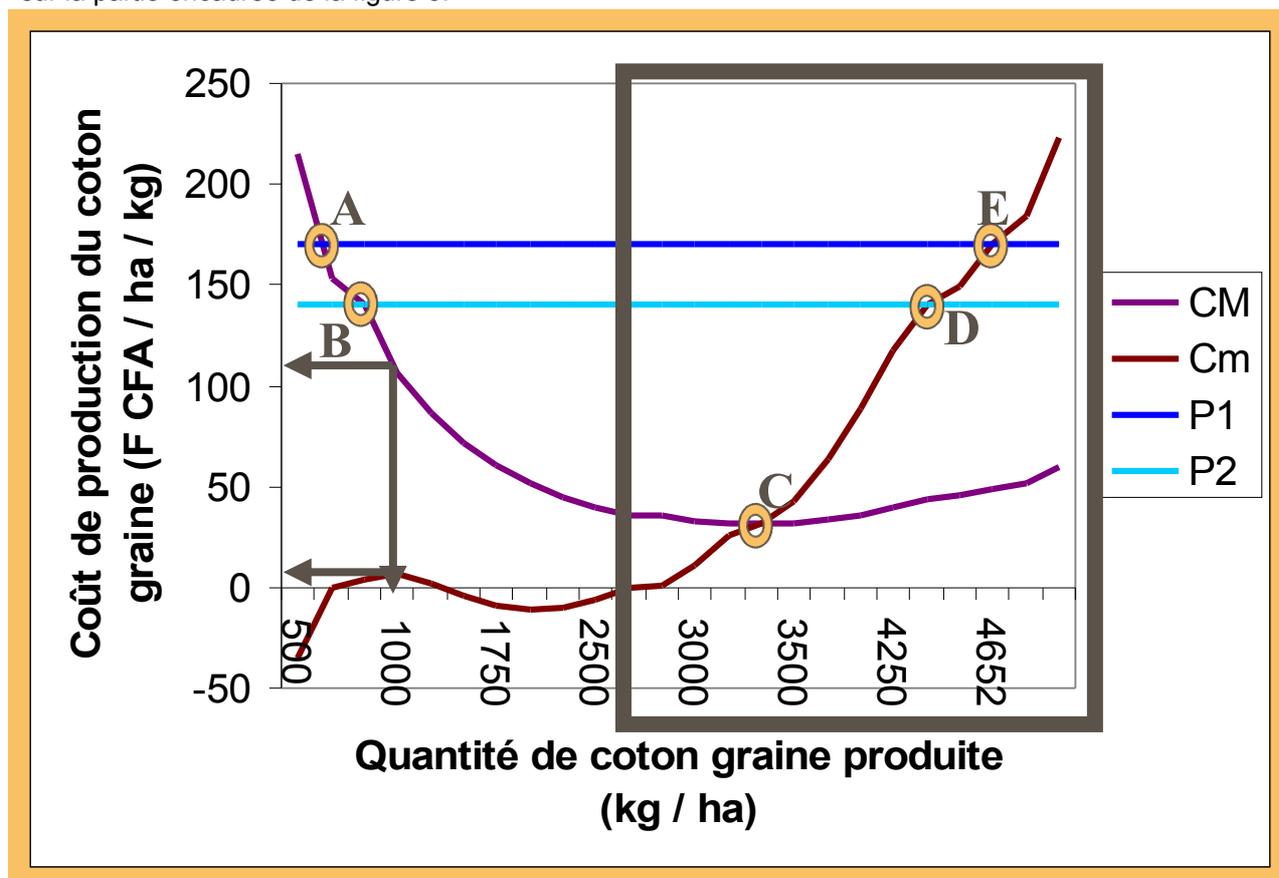


Figure 5. Comparaison des coûts moyens (CM) et marginaux (Cm) aux prix d'achat du coton classé 1^{er} choix (P1) et du coton classé 2^{ème} choix (P2)

En effet, il faut préciser que pour les niveaux de production inférieurs à 2.733,55 kg/ha, des coûts totaux presque similaires ont été constatés avec même certaines exploitations cotonnières produisant 1.000 kg/ha avec un coût total de production supérieur ou égal à d'autres exploitations cotonnières produisant par contre 1.750 kg/ha. C'est dire qu'une inefficience économique caractérise les producteurs de coton graine dont les niveaux de production sont inférieurs à 2.733,55 kg/ha, puisque la plupart d'eux ne minimisent pas leur coût de production.

Cependant, les cotonculteurs dont les niveaux de production sont supérieurs à 619,32 kg/ha sont déjà efficaces si tout leur coton graine est classé de première qualité. Sur la figure 5, le point A indique ce seuil de rentabilité économique à QPROD = 619,32 kg/ha correspondant à un coût moyen de 170 F CFA/kg/ha qui équivaut au prix d'achat du coton classé 1^{er} choix. Si plutôt, toute leur production devrait être classée de seconde qualité, les producteurs ont intérêt à produire au moins 751,47 kg/ha pour être efficaces. Sur la figure 5, le point B indique ce seuil de rentabilité économique à QPROD = 751,47 kg/ha correspondant à un coût moyen de 140 F CFA/kg/ha qui équivaut au prix d'achat du coton classé 2^{ème} choix.

Le point C sur la figure 5 représente le minimum du coût moyen (intersection du coût moyen et du coût marginal). A long terme, tous les producteurs sont appelés à produire au minimum du coût moyen qui est de 31,83 F CFA/kg/ha. Les points D et E de la figure 5 représentent les points de maximisation du profit. En effet, les producteurs peuvent être efficaces sans pour autant être optimaux s'ils ne produisent pas la quantité optimale de coton graine qui satisfait le maximum de leur profit. Cet optimum du producteur est atteint pour un rendement de 4.651,85 kg/ha en cas de coton entièrement de première qualité (point E) et pour un rendement de 4.432,95 kg/ha en cas de coton entièrement de seconde qualité (point D).

Les points A, B, D et E s'extériorisent également sur la courbe de profit (Figure 6). D'une part, pour une production de 1^{er} choix à vendre, les recettes du producteur ne couvrent pas les coûts supportés si la production est inférieure à 619,32 kg/ha. Et mieux, le profit n'est maximal (563.254,74 F CFA/ha) que pour les producteurs qui atteignent 4.651,85 kg/ha de coton graine. D'autre part pour une production de 2^{ème} choix, les recettes du producteur ne couvrent pas les coûts supportés si la production est inférieure à 751,47 kg/ha. Et le profit n'est maximal (426.933,29 F CFA/ha) que pour les producteurs qui produisent 4.432,95 kg/ha de coton graine.

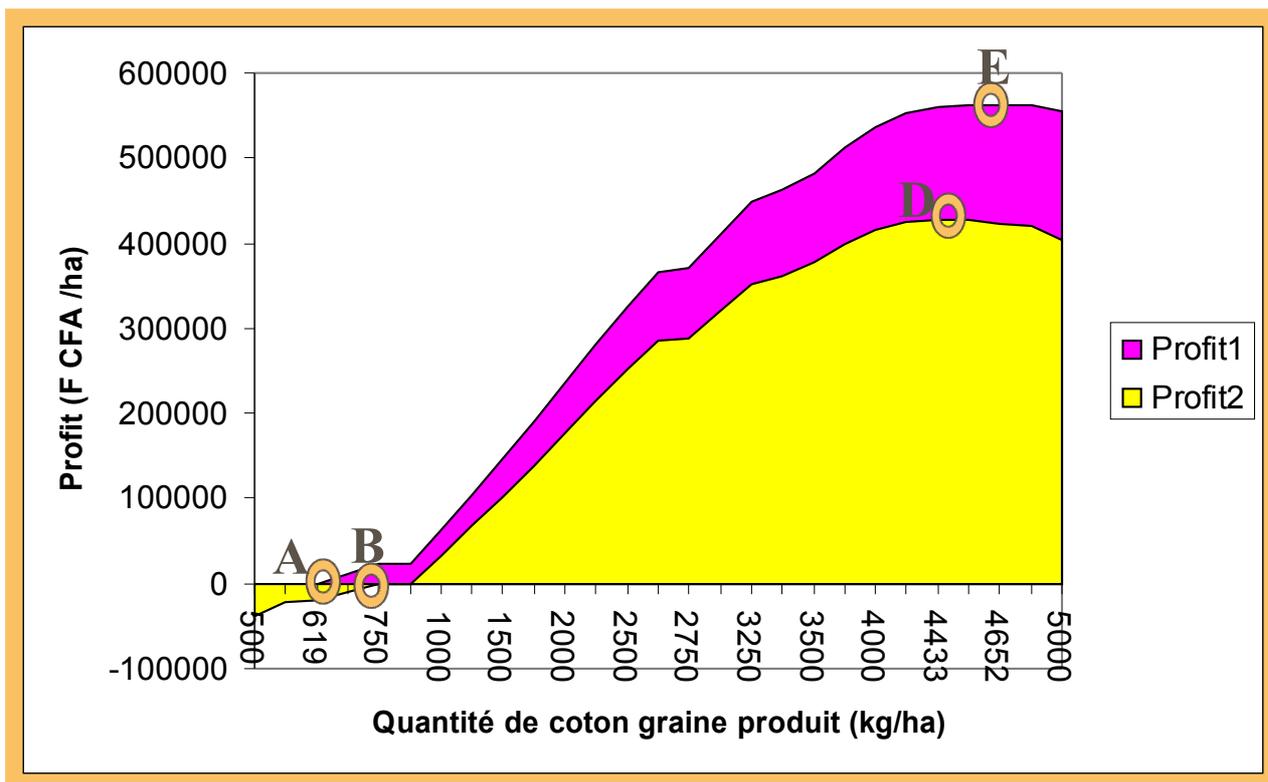


Figure 6. Courbes de profit du producteur selon les prix d'achat du coton

4.4.3. Critiques des fonctions de production et de coût de production du coton graine

Plusieurs variables agronomiques (PLUV, QPEST, PCUL, PSEM, etc.), importantes composantes du rendement (Fadoegnon *et al.*, 2002; Follin et Deat, 2004; Sekloka *et al.*, 2006; IFDC, 2007), ne se sont pas retrouvées significatives dans ce modèle d'explication de la quantité de coton graine produite à l'hectare. Cependant, la variable TYPROD traduit implicitement l'influence de la quantité de pesticide (QPEST) par le producteur. Nos résultats montrent qu'il existe une différence significative au seuil de 1 % entre QPEST des producteurs LEC (en moyenne 5,05 l/ha) et QPEST des producteurs classiques (en moyenne 6,16 l/ha), ce qui est en conformité avec les recommandations normatives de la recherche (Katary et Djihinto, 2007).

La pertinence de la variable indicatrice TYPROD dans la détermination de la quantité de coton graine produite à l'hectare s'explique par la différence significative au seuil de 1 % entre QPROD des 150 producteurs LEC (en moyenne 1.543,81 kg/ha) et QPROD des 150 producteurs classiques (en moyenne 1.187,46 kg/ha). Ainsi, la LEC améliore effectivement le rendement du cotonnier dans le Nord-Bénin (Floquet et Mongbo, 2003; Matthess *et al.*, 2005). La variable QENG ne donne pas une situation très précise de la fertilisation réalisée par le producteur car d'une part, elle n'a pas comptabilisé les engrais organiques et d'autre part, elle donne le même poids à l'urée et au NPKSB puisque leurs quantités utilisées sont simplement sommées. Alors que l'urée et le NPKSB ne sont pas apportés ni au même moment, ni pour les mêmes objectifs durant la campagne cotonnière (Fadoegnon *et al.*, 2002).

De même, le modèle de fonction de production estimé est critiquable sur les quantités de facteurs à utiliser pour de bons rendements. En effet, les recommandations sur les itinéraires techniques sont de 20 kg/ha pour les semences, de 150 kg/ha pour le NPKSB après le semis et de 50 kg/ha pour l'urée après le premier sarclage (Fadoegnon *et al.*, 2002), soit 20 kg/ha pour QSEMU et 200 kg/ha pour QENG. Avec ces valeurs normales ou recommandées pour QENG et QSEMU, QPROD espérées par le biais de notre modèle même avec la LEC vaut moins de 1,5 t/ha (1.086,48 kg en classique et 1.352,49 kg en LEC totale). De même, dans la pratique, nombreux sont les cotonculteurs, surtout ceux de Banikoara qui font plus de 1,5 t/ha. Ceci parce qu'ils améliorent la fertilité du sol avec la fumure organique dans le cadre de l'approche gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) combinée à la LEC (IFDC, 2007). C'est encore la justification que le facteur QENG est un facteur de taille et qu'ainsi devrait être mieux mesuré pour une meilleure expression du rendement espéré.

Une autre critique relative au modèle est qu'elle ne permet pas de répondre à la question suivante : si on augmente indéfiniment QENG et QSEMU, la quantité de coton graine produite (QPROD) va-t-elle toujours augmenter ? En effet, la frontière de production n'est pas définie par le modèle retenu. En quintessence, il faut retenir que le modèle de fonction de production estimé est bel et bien le résultat d'une bonne régression statistique, toutefois elle mérite d'être améliorée ultérieurement à travers un meilleur choix et une meilleure définition des variables telles que la pluviométrie, le précédent cultural, la date de semis, les doses matières actives phytosanitaires apportées, les quantités d'éléments fertilisants apportées, etc.

Les résultats de la modélisation du coût de production du coton graine ne distinguent pas le coût de production chez les cotonculteurs LEC et celui des producteurs classiques bien qu'il soit clair, d'après les résultats de la modélisation de la production, que la LEC améliore significativement 1,245 fois la quantité de coton graine produite. Certes, les producteurs classiques utilisent et supportent 1 litre d'insecticide par hectare plus que les premiers, en cas d'absence de traitement sur seuil (Katary et Djihinto, 2007). Cependant, cette différence de coût de production du coton graine en faveur des producteurs LEC n'est pas statistiquement significative, analogiquement aux résultats de AIC (2007a). Toutefois, l'effet multiplicateur de la production par la LEC favorise également le profit des producteurs LEC.

Considérons deux producteurs (classique et LEC) mobilisant les mêmes facteurs de production de sorte que le producteur classique produise une quantité Q de coton graine et tire un profit Π à l'hectare alors que le producteur LEC produise une quantité Q' de coton graine et tire un profit Π' à l'hectare. Puisque les coûts totaux de production (CT) supportés par ces deux producteurs sont révélés similaires, si P est le prix d'achat du coton graine alors :

$$\left. \begin{aligned} \Pi &= P * Q - CT \\ \Pi &= P * Q' - CT = 1,245P * Q - CT \end{aligned} \right\} \boxed{\Pi' - \Pi = 0,245P * Q}$$

Ainsi, la marge de profit des producteurs LEC par rapport aux producteurs classiques est d'autant plus grande que la quantité de coton graine produite est grande. Le seuil de rentabilité déterminé indique que la production du coton graine est une activité rentable pour la plupart des cotonculteurs du Nord-Bénin puisqu'il est rare de trouver des niveaux de production inférieurs à 619,32 kg/ha. Ceci explique bien l'attrait du coton pour les populations rurales du Nord-Bénin, surtout que la filière cotonnière est régulée au Bénin suivant une approche contractuelle. Avec une telle facile rentabilité de l'activité cotonnière, l'on peut comprendre son important rôle dans la lutte contre la pauvreté, dans la croissance économique et dans le développement des zones rurales (Hazard, 2006).

Cependant, l'optimum du producteur qui dépasse largement un rendement de 4 t/ha est en grand déphasage avec la plupart des cotonculteurs du Nord-Bénin, classiques comme LEC qui en moyenne produisent moins de 2t/ha. Il peut donc s'en conclure que la grande majorité des producteurs de coton du Nord-Bénin sont en situation de sous-optimalité économique. Si le concept profit développé dans cet article n'était pas quelque peu différent de celui de la marge après remboursement des intrants (MARI), par la rémunération de la main d'œuvre familiale et de sa comptabilisation dans le coût total de la main d'œuvre afin de mieux refléter le revenu, l'optimum du producteur dépasserait encore la valeur de 4.651,85 kg/ha et démontrerait une fois de plus que les cotonculteurs béninois ne maximisent pas encore leur profit.

En définitive, la LEC améliore les performances agronomiques et économiques des exploitations cotonnières qui l'ont adoptée comparée à celles qui sont demeurées classiques dans les méthodes de lutte contre les ravageurs du cotonnier au Bénin. Ces résultats confirment ceux d'autres auteurs (AIC, 2007 ; IFDC, 2007 ; Matthess *et al.*, 2005). La décision d'adopter la technologie LEC ne dépend pas toujours d'un processus individuel mais semble dériver du comportement des acteurs impliqués dans sa diffusion et des institutions qui guident leur interaction.

4.5. Institutions et logiques de comportements des acteurs impliqués dans la production de coton en lutte étagée ciblée au Bénin

Les résultats visant à identifier la pluralité d'acteurs intervenant dans la diffusion de la LEC au Bénin, montre qu'il existe un continuum d'acteurs qui contribuent tous à la production cotonnière (y compris du coton LEC). Ces acteurs disposent chacun des objectifs de rentabilisation et de recherche de profit de leurs activités. Le rôle des institutions et des arrangements institutionnels devient central pour assurer la coordination d'acteurs pluriels autour d'un objectif commun. Ainsi, cette coordination est assurée par des relations contractuelles entre les importateurs et distributeurs d'intrants, les producteurs de coton (producteurs de coton LEC), les égreneurs, les transporteurs, les organismes et institutions de recherche, les structures d'encadrement, les institutions bancaires, etc. Ces relations sont d'autant plus justifiées que les producteurs pour produire le coton LEC ont besoin d'intrants spécifiques que n'assurent les crédits intrants, que le coton doit être stocké et transformé, que le label de qualité est déterminant dans la compétitivité du coton fibre. Ainsi, plusieurs acteurs se coordonnent dans la production de coton LEC. C'est pour cette raison que le coton est devenu un enjeu d'alliances

4.5.1.1. Structures de recherche cotonnière : le CRA-CF

L'historique du succès ou « success story » des anglosaxons de la production cotonnière en Afrique francophone et au Bénin est indubitablement dû aux efforts réalisés par l'Institut de Recherches sur le Coton et les Textiles Exotiques (IRCT) créé en 1946 (Fok, 1993) devenu Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et le Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres (CRA-CF) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) dans les domaines de la sélection variétale, de l'agronomie et de la protection phytosanitaire qui ont permis aux producteurs d'obtenir des niveaux de rendements à la hauteur des espérances. Le Centre de Recherche Agricoles Coton et Fibres, dans la continuité des efforts des structures françaises de recherche, est à l'avant garde de la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. Il a développé en collaboration avec les chercheurs du programme coton du CIRAD le programme phytosanitaire conventionnel basé sur une succession de traitements systématiques calendaires (tous les 14 jours) à base d'endosulfan, de binaires acaricides et aphicides, puis une méthode de lutte plus intégrée contre les ravageurs, la lutte étagée ciblée, à partir de 1993. La LEC est une technologie mise au point et introduite par un acteur (un organisme de recherche qui ne participe pas directement à la production cotonnière) et mise à la disposition des producteurs pour réaliser leur activité de production. C'est une innovation dans laquelle une structure (CRA-CF) s'est investie depuis bientôt une quinzaine d'années. Ainsi, contrairement aux entreprises qui investissent en recherche et développement (R&D) pour innover afin d'améliorer leurs performances économiques, maintenir ou agrandir leur part de marché, la LEC a été introduite par une autre « entreprise » sans contrepartie financière des cotonculteurs qui l'appliquent dans la protection phytosanitaire du cotonnier.

Le Centre de Recherches Agricoles Coton Fibres a pour attributions, l'expérimentation de nouvelles molécules d'insecticide, l'élaboration des programmes techniques et de documents d'appui, l'établissement de contrats d'objectifs avec les organisations paysannes, la mise à disposition et la formation des techniciens LEC et la supervision et le suivi des dynamiques des populations d'insectes. Enfin, le CRA-CF évalue et affine annuellement la méthode en y intégrant au fur et à mesure les résultats récents issus des recherches entomologiques et le test de nouvelles molécules. Cet intérêt porté par le CRA-CF est surtout dû à l'appréciation positive accordée par les cotonculteurs à la technologie et aux avantages économiques et écologiques potentiels. D'ailleurs, comme le soulignait déjà Kpadé (2005), la recherche cotonnière est le fer de lance dans la vision néo-institutionnelle des mutations institutionnelles intervenant dans la filière cotonnière au Bénin. Mieux, le CRA-CF n'intervient pas seulement dans la recherche cotonnière. En effet, il fait partie intégrante des structures d'encadrement et de formation de divers acteurs animant les chainons de la filière cotonnière.

4.5.1.2. Structures d'encadrement et de formation : le CeRPA, le CRA-CF et la DICAF

La complexité de la LEC du fait de son exigence dans l'identification des ravageurs, le suivi régulier des parcelles de coton, la prise de décision de traiter ou de ne pas traiter et le produit chimique à utiliser intensifie les efforts de formation et d'encadrement qu'assurent deux structures publiques

relevant du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche [(les Centres Régionaux de Promotion Agricole (CeRPA) et la Direction du Conseil Agricole et de la Formation Opérationnelle (DICAF)]. Les CeRPA sont chargés du recensement des besoins auprès des Unions Communales de Producteurs de Coton (UCPC). Par contre, les UCPC centralisent les besoins individuels des cotonculteurs par les groupements villageois (GV). Le programme de diffusion de la LEC est confié à la recherche cotonnière qui met en place un réseau de techniciens formés au niveau des communes (techniciens LEC). Ces techniciens LEC se chargent de la formation d'un réseau de volontaires paysans appelés « observateurs villageois ». C'est à ces observateurs qu'il revient de visiter les parcelles pour effectuer les comptages et déclencher si nécessaire les traitements sur seuil. Un observateur est censé couvrir quelques dizaines d'hectares pour suivre les champs de 5 à 75 producteurs. Des paysans sont peu à peu formés pour opérer seuls dans leurs champs. Le choix des GV retenus pour le programme revient à l'UCPC et le choix des producteurs retenus pour participer au programme au GV. Une difficulté qui reste toujours d'actualité et non encore résolue et liée à l'encadrement des producteurs de coton sur le terrain repose sur le mécanisme de rémunération des observateurs villageois. Cette rémunération était prise en charge par des projets de vulgarisation de la LEC comme le Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation (PADSE) ou par certaines institutions comme l'AIC au cours de ces dernières années. Pour faciliter l'exécution de la LEC et le suivi des ravageurs, des documents élaborés par le CRA-CF sont mis à la disposition de certains acteurs (Tableau 27).

Tableau 27. Matériels de formations et d'encadrement de la LEC

Nature du matériel	Destinataires	Objectifs
Dépliant LEC	CeRPA, GVPC, paysans observateurs, UCPC, UDPC, techniciens LEC	Présenter les avantages de la LEC : coûts et productions
Manuel LEC simplifié	GVPC, paysans observateurs, techniciens LEC, UCPC	Informar sur les techniques de dosage des produits
Planchette	GVPC, paysans observateurs, techniciens LEC	Rappeler les seuils avec précision des insecticides à utiliser
Plaquette de ravageurs	GVPC, paysans observateurs, techniciens LEC, UCPC	Faciliter la reconnaissance des ravageurs par les paysans
Boîte de collecte des insectes	GVPC	Elargir la connaissance des paysans sur les ravageurs du cotonnier
Ensemble de piégeage	GVPC	Suivre la dynamique des ravageurs et l'impact sur la productivité

Sources : Enquêtes de terrain (2007-2008) ; Mongbo et Floquet (2003)

CeRPA : Centre Régional pour la Promotion Agricole ; **GVPC** : Groupement Villageois des Producteurs de Coton ; **UDPC** : Union Départementale des Producteurs de Coton ; **UCPC** : Union Communale des Producteurs de Coton.

Les objectifs essentiels de ces outils (sauf le matériel de piégeage) sont de mieux faire connaître la LEC et les ravageurs ciblés, ainsi que les moments et les doses des différents produits

phytosanitaires à utiliser dans chaque situation (Mongbo et Floquet, 2003). Ces objectifs permettent une formation permanente pour une meilleure application de la LEC par les paysans et limiter les dérives. Les documents sont très imagés et plastifiés pour pouvoir être utilisés sur le terrain. Le matériel de piégeage par contre permet de suivre la dynamique de certains ravageurs et leur impact sur la productivité. Selon les zones, un technicien supervise entre 10 et 60 observateurs. Les agents LEC formés sont mis à la disposition des CeRPA pour suivre les producteurs de coton LEC dans les villages où la production de coton LEC se réalise.

Les investigations ont montré l'insuffisance des techniciens (agents) LEC dans les zones où la LEC est adoptée. En effet, il n'existe en moyenne qu'un seul technicien LEC par commune (Mongbo et Floquet, 2003), excepté la commune de Gogounou qui dispose de deux agents LEC. Mieux, dans certaines communes où la LEC est en pratique, il n'existe pas d'agents LEC (cas de Bembéréké) (CRA-CF, 2007). Dans les grandes communes de production cotonnière comme Banikoara, Kandi et N'dali, la présence d'un seul agent LEC ne permet pas de former et de suivre un grand nombre de producteurs-observateurs qui accompagnent à leur tour les autres producteurs qui appliquent la technologie. En 2006/2007, dans les départements de l'Alibori, sur 13.755 ha de LEC prévu, seulement 3.543 ha ont été réalisés (soit 25,76 % de réalisation), 4 agents LEC ont été recensés, 553 observateurs-paysans et 1.058 paysans ont été formés (CRA-CF, 2007). Plus grave, la non reconduction des contrats de certains techniciens LEC avec la DICAF constitue un frein à la formation des paysans-observateurs (cas de la commune de Nikki) et au développement de la LEC dans les communes pilotes.

4.5.1.3. Association Interprofessionnelle du Coton (AIC)

Les fondements du développement de la production cotonnière reposent principalement sur deux (2) facteurs à savoir (Raymond et Fok, 1995) : financement, crédit et prix garanti ; formation, recherche, encadrement et vulgarisation. La gestion par le monopole administré de la filière cotonnière par la Société Nationale pour la Promotion Agricole (SONAPRA) pendant plus de vingt ans au Bénin, permettait à cette dernière d'approvisionner à crédit les intrants agricoles, d'apporter des financements, de commercialiser le coton graine des producteurs, de garantir le prix d'achat du coton et de financer les activités de recherche, de formation et d'encadrement des producteurs. Les activités de recherche, de formation et d'encadrement étaient déléguées à des structures compétences et spécialisées comme les CeRPA pour la formation et l'encadrement, le CRA-CF pour la recherche et la formation, etc. Toutefois, les changements institutionnels ont bouleversé la donne et le financement apporté par la SONAPRA fut supprimé, obligeant l'Association Interprofessionnelle du Coton (AIC) qui régule le fonctionnement de la filière cotonnière au Bénin depuis 1990 (Sinzogan *et al.*, 2007), à procéder à leur prise en charge grâce au financement des fonctions critiques qu'assurent les producteurs et les égreneurs. Ainsi, l'AIC créée en 1999 pour assurer la gestion et la coordination de la filière en remplacement de la SONAPRA a pris la responsabilité de certaines activités, sans lesquelles la production cotonnière ne peut exister. Les résultats des travaux de recherche sont retournés à l'AIC qui se charge aussi de la dissémination des technologies aux producteurs à travers les techniciens. Il n'y a pas de contact direct entre la recherche et les producteurs. La plupart des

innovations comme la LEC sont testées sur le terrain avec les producteurs (Sinzogan *et al.*, 2007). Ainsi, à un moment encore récent, l'AIC assurait le financement des activités de recherche, de formation et d'encadrement des producteurs relatives à la LEC sur la base de contrats signés avec le CRA-CF, les CeRPA et la DICAF.

4.5.1.4. Producteurs

Les cotonculteurs sont les premiers acteurs qui interviennent dans la production cotonnière et adoptent les innovations de production mises au point par la recherche. Avec les évolutions institutionnelles, les producteurs, surtout en tant qu'entités collectives (organisations paysannes) jouent un rôle actif dans la filière cotonnière. Ainsi avec le temps, ces organisations paysannes (OP) sont devenues des caisses de résonances des producteurs responsables, défendant les intérêts des producteurs en majorité sans voix, face aux autres acteurs « tout-puissants » intervenant dans la filière cotonnière au Bénin. Ils perçoivent l'intérêt de la LEC, mais ils font face à une asymétrie d'informations, un manque de formation et de produits spécifiques LEC qui limitent l'adoption de la LEC. Plusieurs d'entre eux adhèrent à l'emploi de la LEC après la perception des avantages comparatifs par rapport à la méthode classique. Les résultats de nos entretiens montrent que les producteurs ont, à des degrés divers une rationalité limitée ou procédurale ou adaptative en développant plusieurs types de comportements par rapport à la LEC. Les comportements varient suivant l'efficacité ou non des institutions. Dans le cas d'espèce, une institution efficace est celle qui oriente les décisions positives d'adoption de la LEC et celle dite inefficace contrecarre les incitations pour l'adoption de la LEC. Ainsi, en fonction des institutions, les producteurs de coton par rapport à la LEC font des options entre lesquelles ils choisissent en préférant une situation satisfaisante à une situation optimale (Hugon, 2005). Ce qui nous permet de distinguer différentes catégories de cotonculteurs en fonction de leurs comportements d'une part de production cotonnière et d'autre part d'application de la technologie LEC. Le tableau 28 résume les comportements des types de producteurs recensés et leurs comportements d'adoption ou de non adoption de la LEC.

Tableau 28. Comportements de type de producteurs face à la LEC

Type de cotonculteurs	Caractéristiques	Comportements développés
Producteurs entièrement LEC	Exploitations cotonnières de taille moyenne, producteurs sensibilisés, formés et informés sur la LEC.	Très réactifs à l'adoption de la LEC
Producteurs partiellement LEC	Exploitations cotonnières de moyenne à grande taille moyenne, sensibilisés, producteurs formés et informés sur la LEC.	Réactifs à l'adoption de la LEC
Producteurs en manque de produits LEC	Caractéristiques variables (superficie cotonnière grande à moyenne, producteurs formés et informés sur la LEC).	Très réactifs pour l'adoption de la LEC
Producteurs non informés et non	Caractéristiques variables	Très réactifs pour l'adoption

formés sur la LEC	(superficie cotonnière grande à moyenne, consentement à payer élevé, etc.).	de la LEC
Producteurs déçus par la LEC	Caractéristiques variables (superficie cotonnière grande à moyenne, consentement à payer faible ou nul, etc.).	Hostiles à l'adoption de la LEC
Producteurs de coton tricheurs avec la LEC	Caractéristiques variables (superficie cotonnière grande à moyenne, consentement à payer élevé, etc.).	Très réactifs pour l'adoption de la LEC

Premièrement, il y a les producteurs qui ont adopté totalement la LEC et dont les exploitations cotonnières sont LEC (Kpadé et *al.*, 2007) et profitent entièrement des avantages comparatifs de la LEC par rapport à la culture conventionnelle (réduction des doses de pesticides et des coûts de traitement phytosanitaire, préservation de la santé humaine et de l'environnement, formation des producteurs dans l'identification des ravageurs du cotonnier, etc.). Ces producteurs se rencontrent surtout dans les communes de Bembéréké (village de Bérubouay disposant d'une forte expérience en culture de coton LEC) et de Kandi (par exemple le village de Lolo). Les performances technico-économiques de ces cotonculteurs sont bonnes car ces derniers profitent pleinement des avantages offerts par la technologie. Les rendements moyens en coton graine oscillent entre 2 et 3 t/ha.

Deuxièmement, dans une perspective avec beaucoup plus de rationalité procédurale où le processus d'apprentissage trouve son importance, il y a des producteurs qui optent pour une démarche prudentielle dans l'adoption de la LEC en couplant la LEC avec la culture du coton conventionnel. Dans ce cas, la complexité de la technologie due au suivi régulier des champs et à la reconnaissance des ravageurs engendreraient des coûts d'opportunités assez significatifs. Ce qui semble être un facteur explicatif du comportement prudentiel noté chez cette catégorie de producteurs de coton. Ainsi, les grandes exploitations cotonnières préfèrent limiter leur superficie en coton LEC en y consacrant seulement une partie alors que le reste de l'exploitation est en culture conventionnelle. On retrouve le développement de ces attitudes envers la LEC surtout dans les communes de Banikoara et de Péhunco caractérisées par des exploitations cotonnières de grande taille. Ce qui ne permet pas à ces producteurs de tirer entièrement profit de la technologie LEC.

Troisièmement, il y a les producteurs informés et formés sur la LEC et convaincus des avantages mais ne la pratiquent pas en raison de l'insuffisance ou du manque de produits spécifiques LEC (Sherphos). Lors des investigations, ces producteurs ont été surtout recensés dans les communes de Djougou, de Nikki, de Kérou, de Cobly et de Kouandé. Cette insuffisance ou ce manque de produits LEC, résultant d'une inefficacité des institutions, crée le développement de comportements non favorables à l'acceptation et à l'adoption de la LEC. Il se développe ainsi une relation de réciprocité entre le comportement du producteur et la disponibilité en produits LEC. Ainsi, la disponibilité en produits LEC à temps et en quantité suffisante entraîne la pratique de la LEC par le producteur et

inversement l'information sur la LEC crée le développement d'un comportement favorable à son adoption par le cotonculteur. D'où, la régulation institutionnelle du comportement des producteurs pour la pratique ou non de la LEC avec une forte influence de l'information, de la formation et de la disponibilité des produits spécifiques LEC.

Quatrièmement, il y a des producteurs qui sont informés et formés sur la LEC mais déçus par les expériences antérieures de la LEC. Ainsi, l'expérience passée détermine le type de comportement adopté par les producteurs face à la LEC : « adopter » ou « non adopter ». Une expérience passée réussie en LEC produit une relation favorable par opposition à une expérience d'échec qui entraîne un découragement des producteurs. Les cas d'échec se révèlent lorsqu'après l'utilisation des produits spécifiques LEC, les attaques des ravageurs sont sévères et affectent au terme de la campagne cotonnière le rendement du cotonnier. Les résultats des entretiens et interviews avec les producteurs pendant cette étude ont montré une part faible de cotonculteurs se trouvant dans cette catégorie, témoignant de l'idée positive généralement admise sur l'efficacité des produits LEC. En général, les expériences passées en LEC sont réussies et la plupart des producteurs ayant connu la LEC sont attirés par la technologie.

La cinquième catégorie de producteurs, non moins importante est composée de ceux non informés et ni formés sur la LEC. Cette classe est de loin la plus importante et la plus nombreuse en terme d'effectif de producteurs de coton. Dans la zone cotonnière du Nord-Bénin, ces producteurs représentent environ les $\frac{3}{4}$ des producteurs de coton et sont beaucoup plus présents dans les communes où il n'existe pas de projets ou d'organismes de promotion de la LEC ou dans des zones n'ayant pas fait l'objet d'une attention particulière par le CRA-CF, la DICAF, l'AIC ou encore par les CeRPA dans leurs efforts de vulgarisation de la LEC. Les communes de Tanguiéta, de Toukountouna et de Matéri dans le département de l'Atacora sont dans cette configuration. Quoiqu'il puisse exister des projets et des organismes de promotion de la LEC dans certaines zones, il coexiste des producteurs informés et formés et d'autres non informés et ni formés sur la LEC. Cette situation peut se rencontrer dans des zones de grande production cotonnière et où la LEC est en promotion (communes de Banikoara, de Kandi, de Péhunco, de Kouandé et de Kérou). La détermination du consentement à payer (CAP) de ces producteurs pour l'adoption de la LEC d'environ 15.000 F CFA/ha renseigne sur leur intention face à l'innovation (Kpadé et al., 2008). Cette valeur du CAP montre qu'il existe une demande potentielle de la LEC et un comportement favorable à son adoption par les cotonculteurs. Il convient de mettre en place des institutions efficaces fondées sur l'information et la formation des producteurs concernés sur la LEC. Cette efficacité des institutions ne peut être complète que si les produits LEC sont distribués à temps et en quantité suffisante aux producteurs.

Enfin, la sixième classe est composée des producteurs de coton conventionnel non connus pour la production de coton LEC mais trichent pour pratiquer la technologie dans leur exploitation. En effet, la perception de l'efficacité du produit Sherphos par rapport aux produits classiques fait courir certains

producteurs de coton conventionnel à pratiquer la LEC, d'où une compétition dans l'utilisation de la technologie pour les producteurs convaincus des avantages de la LEC. Ainsi, le Sherphos qui ne devrait être utilisé que par les producteurs LEC est également utilisé par des producteurs classiques, créant une pénurie du Sherphos pour les producteurs déclarés LEC qui ont un droit de propriété sur le Sherphos livré par les fournisseurs. Ces comportements s'identifient à des « *passagers clandestins* » pour cette catégorie de cotonculteurs qui tentent de bénéficier des efforts collectifs consentis par les producteurs de coton LEC déclarés en terme de formation et d'obtention des produits spécifiques LEC. Ce comportement de « *passagers clandestins* » de certains cotonculteurs trouve son écho dans l'application de prix différenciés pour l'achat de l'endosulfan qui était utilisé à la fois en traitement classique qu'en LEC avec un prix légèrement plus élevé. Ce produit était vendu 3.850 F CFA le litre dans le programme classique contre 4.500 F CFA le litre pour le programme LEC chez le même fournisseur. Ainsi, il suffit de corriger cette discrimination de prix pour rallier cette catégorie de cotonculteurs à la cause commune de la LEC.

4.5.1.5. Importateurs et Distributeurs d'Intrants (IDI)

La satisfaction des besoins exprimés par les producteurs en insecticides LEC par rapport aux objectifs d'emblavures est assurée par le groupe des IDI composé suite à la libéralisation de l'approvisionnement en intrants depuis 1992, de plusieurs opérateurs privés sélectionnés chaque année par la Commission Intrants Coton (CIC) sur la base des résultats d'appel d'offre. Les IDI recensés sont composés de : SOGICOM (Société Générale pour l'Industrie et le Commerce), SDI (Société de Distribution Intercontinentale, SOTICO (Société de Transport Intercontinentale pour l'Industrie et le Commerce), SAMAC (Société Africaine de Management, d'Affrètement et de Commerce), FRUITEX-INDUSTRIE (Fruits et Textiles), CSI (Contract Supplies Industry), PACOGE (Promotion Agricole et Commerce Général), DEFIS Sarl, et DFA qui ont pour mandat la fourniture correcte et à temps des insecticides coton, inclus les insecticides LEC (sherphos, gazelle, hostathion, laser, etc.) aux producteurs sur la base des besoins exprimés en intrants. Toutefois, l'accès et la disponibilité des intrants LEC dépendent de l'environnement au sein duquel opèrent les IDI et de leur capacité à assumer efficacement leurs rôles dans un marché béninois des produits phytosanitaires du cotonnier exclusivement d'importation. D'ailleurs, non seulement ce marché est dominé par trois fournisseurs DOW AGROSCIENCES et AVENTIS, ALM et BAYER mais aussi et surtout il est distribué par un seul représentant qu'est la SDI. Le fournisseur SYNGENTRA est représenté par SAMAC. Ces trois fournisseurs couvrent plus de 80 % du marché avec un net leadership de DOW AGROSCIENCES (IFDC, 2005). Deux catégories d'IDI sont distinguées :

- les importateurs d'intrants qui importent et cèdent les intrants aux distributeurs retenus aux prix coût assurance fret (CAF) sous palan (débarquement au port de Cotonou puis embarquement) Cotonou. Dans le contexte actuel, seule la SDI a pu jouer ce rôle durant plusieurs campagnes cotonnières précédant la période de libéralisation.

- les distributeurs d'intrants dont les rôles sont de distribuer les intrants importés par les importateurs retenus aux producteurs dans les zones géographiques qui leur sont affectées sur la base des résultats des appels d'offre réalisés au début de chaque campagne cotonnière par la CIC dont la règle d'or est que la vente des intrants coton, au prix unique par nature d'intrants soit assurée par un et un seul distributeur par commune. Plusieurs distributeurs se retrouvent dans cette catégorie, à savoir PACOGE, DEFIS, SOGICOM, SAMAC, DFA, SOTICO, SDI, FRUITEX-INDUSTRIE et CSI.

Dans cette liste, la SDI joue doublement. En effet, elle est à la fois importatrice et distributrice d'intrants coton et les résultats des entretiens et interviews eus avec les cotonculteurs au cours de cette étude montrent qu'elle assure la fourniture du Sherphos dans les grandes zones de production cotonnière (Banikoara, Kandi et Péhunco) avec une couverture depuis de nombreuses campagnes cotonnières d'environ 40 % des besoins nationaux en intrants coton. Elle est également l'intermédiaire incontournable pour la fourniture des insecticides y compris les produits LEC à toutes les sociétés agréées soit parce qu'elle représente les firmes qui les produisent, soit parce qu'elle les commercialise elle-même au Bénin (IFDC, 2005). De même, les quantités d'intrants (engrais et insecticides) livrés au cours d'une même campagne cotonnière varient d'une IDI à une autre. La SDI a fourni respectivement 43,27 fois et 32,76 fois plus d'engrais et d'insecticides que la SAMAC durant la campagne cotonnière 2007/2008. Ainsi, les volumes d'intrants distribués par les IDI ne sont pas partagés équitablement et concourent à une course contre la montre pour disposer d'une part de marché importante. D'ailleurs, cette part de marché est dominée par la SDI depuis l'ouverture de l'approvisionnement en intrants coton aux opérateurs privés. Les trois distributeurs SDI, SAMAC et SOTICO sont toujours présents sur le marché et totalisent d'année en année 55 à 70 % du marché (IFDC, 2005). Les problèmes les plus épineux des IDI pivotent autour de la fourniture du produit capital LEC (sherphos) qui dans l'étude d'adoption de la LEC par les cotonculteurs est une variable très déterminante (Kpadé et *al.*, 2007) et la gestion des stocks résiduels. Les IDI ont développé plusieurs comportements par rapport à la fourniture des intrants LEC et des travaux incriminent ces comportements pour justifier les échecs du programme LEC (Sinzogan et *al.*, 2007). En effet, le même importateur ou distributeur d'intrants doit vendre et des produits classiques et des produits LEC, mais ces derniers ne sont pas très rentables car il y a peu de producteurs LEC. Ainsi, l'objectif commercial ou de profit amène certains distributeurs à ne pas vouloir servir du sherphos. Ce qui permet de dire qu'ils ne s'inscrivent guère dans une vision de développement agricole durable et ne soucient pas du tout des innovations technologiques respectueuses de l'environnement et de la santé publique. De même, les distributeurs d'intrants de différentes zones de distribution ne se communiquent pas, ni se partagent pas leurs stocks de sherphos, de sorte que certains distributeurs se retrouvent sans sherphos dans une zone fortement LEC et d'autres distributeurs se retrouvent avec du sherphos dans une zone purement classique. De ce fait, plusieurs cotonculteurs LEC se retrouvent sans produits ou avec des quantités insuffisantes pour emblaver les superficies déclarées.

Aussi, l'existence d'un traitement sur seuil dans l'application de la LEC sur le cotonnier crée-t-elle à la fois un avantage raisonné d'utilisation de produits phytosanitaires et un inconvénient de gestion de stock qui n'incite pas les IDI à la fourniture des intrants spécifiques LEC. A titre d'exemple, des

produits LEC sur seuil achetés en 1998 existent encore en stock jusqu'en 2008. Le plus souvent, les produits sur seuil sont utilisés pour d'autres fins que celle de la lutte contre les ravageurs du cotonnier. En effet, le laser 480 SC, le cypercal 87,5EC et l'hostathion 400EC sont les produits les plus utilisés parmi les produits sur seuils. Cependant, les quantités de ces produits utilisés ne sont nullement à mettre en relation avec l'atteinte des seuils des ravageurs correspondants dans les localités concernées. En effet, le laser 480 SC dont la consommation est importante dans les communes de Gogounou et de Péhunco est utilisé pour substituer à l'endosulfan vu l'insuffisance de ce dernier pour couvrir les deux premiers traitements. Le cypercal 87,5EC est utilisé dans la commune de Kandi par les producteurs non LEC en lieu et place de l'endosulfan (CRA-CF, 2007). La quantité d'hostathion 400EC consommée dans la commune de Gogounou est utilisée pour les cas d'atteinte de seuil du ravageur acarien rencontré par les observateurs et sur d'autres cultures autres que le cotonnier. En clair, les produits sur seuil ne sont pas utilisés uniquement contre des ravageurs dont les seuils sont atteints lors des observations, ils sont aussi utilisés en remplacement de l'endosulfan en première fenêtre et pour lutter contre les ravageurs d'autres cultures. Aussi, les produits LEC homologués varient d'une année à une autre et ne facilitent pas la gestion des stocks résiduels. Ainsi, le marché des intrants coton et l'analyse du comportement des IDI montrent qu'ils investissent peu voire très peu dans la LEC ou du moins sont limités par les mécanismes institutionnels. Certes, les avantages économiques dégagés par cette catégorie d'acteurs sont énormes et les risques encourus sont minimes. Toutefois, le problème posé reste entier et pour aboutir à la généralisation de la LEC, il faut que chaque acteur stratégique impliqué dans la production de coton LEC et notamment les IDI jouent pleinement leur rôle tout en respectant les institutions dont la nature détermine des logiques de comportements favorables ou non à la LEC.

4.5.1.6. Egreneurs

La spécificité du coton graine due principalement au fait qu'il n'est pas une culture vivrière à laquelle la révolution verte fait habituellement référence, oblige le producteur à vendre le coton graine aux égreneurs pour être transformé en coton fibre. En effet, les égreneurs s'occupent de l'exportation du coton fibre à défaut d'une transformation locale selon un plan d'évacuation défini chaque année par l'AIC. Le plan d'évacuation répartit la production cotonnière annuelle entre les diverses usines d'égrenage ayant manifesté leurs intentions d'achat et payé l'acompte de 40 % de la valeur totale du coton attribuée. Pour la campagne cotonnière 2007/2008, la répartition de la production cotonnière (LEC et classique) est répartie entre huit (8) égreneurs (Tableau 29) : SOCOBE (Société Cotonnière du Bénin, 4,93 %); ICB (Industrie Cotonnière du Bénin, 4,93 %) ; CCB (Compagnie Cotonnière du Bénin, 4,93 %) ; LCB (Label Coton du Bénin, 9 %) ; IBECO (Industrie Béninoise de Coton, 4,93 %) ; MCI (Marlen's Cotton Industries, 10 %) ; SONAPRA (Société pour la Promotion Agricole, 54,26 %) et SODICOT (Société des Industries Cotonnières du Bénin, 7 %). De l'analyse des résultats du tableau 29, il apparaît clairement qu'à deux (2) mois de la fin de la campagne cotonnière 2007/2008, le taux de coton reçu est à peine un peu plus du quart du quota total attribué. Mieux, tandis que les usines privées SOCOBE, ICB, CCB et LCB ont déjà réceptionné entre 47 et 63 % des quotas qui leur sont attribués, la SONAPRA est encore autour de 23 % comme taux de réception de son quota. Ceci

souligne toujours le malaise au sein de la filière cotonnière et qu'il est temps d'y mettre un frein (Aklamavo, 2007).

Tableau 29. Répartition de la production cotonnière entre égreneurs en 2007/2008

Egreneurs	Quotas attribués (t)	Réception (t)	%	Valeur (F CFA)	Acompte versé (10 ³ F CFA)
SOCOBE	14.800	7.576,96	51,2	1.363.852.800	1.065.600
ICB	14.800	7.342,70	49,6	1.321.401.500	1.065.600
CCB	14.800	9.294,71	62,8	1.673.047.800	1.065.600
LCB	27.000	12.856,78	47,6	2.314.220.400	1.944.000
IBECO	14.800	3.901,54	26,4	702.277.200	1.065.600
MCI	30.000	1.086,90	3,6	195.642.000	2.160.000
SONAPRA	162.800	37.219,05	22,9	6.699.425.400	13.479.840
SODICOT	21.000	1.291,80	6,2	232.524.000	1.512.000
Total	300.000	80.570,44	26,9	14.502.391.100	23.358.240

Source: AIC (2007b)

Le coton fibre est un produit qui se différencie par son exploitation industrielle très élaborée. D'où, l'importance qui est accordée à la qualité du coton pour déterminer son usage. L'instauration de prix différenciés entre le coton graine 1^{er} choix qui garantit plus de qualité et le coton graine 2^{ème} choix moins apprécié pour ses qualités industrielles participent de l'intégration de la qualité. En amont, cette qualité est appréciée par les égreneurs au moment de la livraison du coton graine provenant des champs des producteurs. Le dispositif d'égrenage est constitué aujourd'hui de huit (8) usines privées [IBECO avec 25.000 t comme capacité d'égrenage, MCI avec 60.000 t comme capacité d'égrenage, SOCOBE avec 25.000 t comme capacité d'égrenage, LCB avec 50.000 t comme capacité d'égrenage, SODICOT avec 40.000 t comme capacité d'égrenage, CCB avec 25.000 t comme capacité d'égrenage, ICB avec 25.000 t comme capacité d'égrenage, SEICB (Société d'Egrenage Industriel de Coton du Bénin avec 25.000 t comme capacité d'égrenage)] et les dix (10) usines de la SONAPRA dont cinq (5) sont implantées dans le Nord (Banikoara, Kandi, Bembérékè, Parakou I et Parakou II) et cinq (5) dans le Centre et le Sud (Savalou, Glazoué, Hagoumè, Bohicon I et Bohicon II). La capacité totale d'égrenage du Bénin de l'ensemble des usines est d'environ 587.500 t dont 275.000 t pour les usines privées pour une production annuelle dépassant rarement 350.000 t, d'où la sous offre de coton graine par rapport à la capacité d'égrenage totale des usines qui recourent à une répartition de la production annuelle.

L'application de quotas aux usines d'égrenage crée un climat de méfiance voire de défiance entre les égreneurs (sociétés privées et les usines de la SONAPRA). Ainsi, les dissensions s'expriment entre les catégories d'acteurs mais aussi au sein de la même catégorie. La course effrénée des égreneurs pour réquisitionner les camions chargés de coton au moment de la commercialisation fait penser que ces derniers ne respectent pas toujours les plans d'évacuations établis en début de campagne cotonnière par l'AIC. D'où, des cas de contournement des institutions qui créent des confusions dans la gestion des flux physiques et financiers par la centrale de sécurisation et de recouvrement des paiements (CSPR). Lors des entretiens et interviews avec les égreneurs durant cette étude, il est souvent dénoncé l'établissement de barrages pour détourner les camions chargés de coton graine des usines de destination initiale, révélant l'atmosphère de Far West qui règne au sein des égreneurs.

Mieux, la non-organisation autour du coton LEC ne valorise pas encore la qualité du coton LEC. En effet, les responsables des usines d'égrenage rencontrés sur le terrain ne font pas encore la distinction entre le coton conventionnel et le coton LEC à l'usine. Pourtant, il est reconnu que le coton provenant de la technologie LEC améliore le degré de collage qui est un déterminant des standards Afrique du coton. Le standard Std. 0 où se trouve le coton fibre de bonne qualité ou supérieure (KABA/S et KABA) représente plus de 50 % de la production nationale annuelle. Le standard Std. 1 où se trouve le coton fibre de qualité moyenne (BELA, BELA/C et BELA/t) représente environ 45 % de la production cotonnière nationale annuelle et enfin la dernière catégorie Std. 2 - Std. 4 où se loge le coton fibre de qualité basse (ZANA, ZANA/C, ZANA/t, KENE et BATI) représente moins de 5 % de la production cotonnière annuelle du Bénin (AIC, 2006).

4.5.1.7. Transporteurs

Souvent oubliés comme acteurs importants dans la chaîne de valeur du coton, les transporteurs en jouant un rôle déterminant dans le transport du coton graine du champ ou du magasin de stockage ou encore des marchés auto-gérés où est effectuée la vente du coton graine vers les usines d'égrenage, sont des acteurs stratégiques à prendre en ligne de compte et à mettre toujours dans le champ de mire. On distingue dans cette catégorie d'acteurs, deux types de transporteurs : les transporteurs spécialisés dont l'activité principale est la conduite des camions et réquisitionnés par les producteurs lors de la commercialisation du coton graine sur la base d'un contrat de transport signé entre le cotonculteur et le transporteur ; et les producteurs-transporteurs qui disposent de camions privés et utilisés pour le transport de leur coton graine et de celui d'autres cotonculteurs. Dans ce dernier cas, ces transporteurs sont le plus souvent de gros producteurs et localisés dans les grandes zones de production cotonnières telles que Banikoara, Kandi et Gogounou dans le département de l'Alibori.

Sur le plan comportemental des transporteurs en relation avec les institutions, certains d'entre eux en fonction des informations reçues développent des stratégies comme le non respect du plan de commercialisation. En effet, lors des investigations sur le terrain pendant la présente étude, beaucoup de transporteurs ont été déviés de leur trajectoire initiale en complicité avec certains égreneurs pour d'autres destinations. Ainsi, que ce soient les transporteurs ou les égreneurs, les règles instituées ne sont pas toujours respectées lorsque des intérêts sont en jeu. Dans des communes comme Péhunco, où la production cotonnière LEC est en promotion, certains transporteurs trichent avec les règles de jeu lorsqu'il s'agit de transporter en premier le coton conventionnel par rapport au coton LEC. Ainsi, la volonté des responsables de l'usine d'égrenage de Péhunco (ICB) d'égrener séparément le coton CmiA du coton conventionnel et en réceptionnant premièrement le coton conventionnel pour la campagne 2007/2008 a amené des transporteurs qui transportent le coton CmiA à le déclarer coton conventionnel pour pouvoir vite décharger leur camion. Ainsi, le non respect des institutions caractérise certains acteurs qui cherchent à dévier pour sauvegarder des intérêts financiers. Ces logiques de comportements ne favorisent pas le développement de spécificités de coton (LEC par exemple) avec des règles jugées parfois contraignantes. C'est vraiment dommage que le développement durable soit obligé de payer un tel lourd tribut et ce tant que l'impunité sera de règle dans un pays comme le Bénin.

4.5.2. Analyse des logiques de comportement des acteurs

L'analyse des comportements des différents acteurs impliqués dans la promotion de la LEC (CRA-CF, AIC, producteurs, IDI, égreneurs, etc.) montre divers comportements qui tendent à contourner les règles établies pour une bonne coordination. Ces comportements varient d'un type à un autre et à l'intérieur d'un même type d'acteur. Ainsi, les comportements des producteurs varient d'un individu à un autre en fonction des informations reçus sur la technologie, de la formation sur la LEC, de la disponibilité des produits spécifiques LEC qui relèvent tous des mécanismes institutionnels, de la taille des exploitations et des expériences passées des producteurs dans la LEC et dans la culture cotonnière. De même, les comportements changent à l'intérieur du groupe des IDI qui jouent un rôle de premier plan dans la dissémination et l'adoption de la LEC par les producteurs. Un fait certain est que la disponibilité correcte et à temps du sherphos et des produits sur seuil conditionne la pratique de la LEC par les cotonculteurs. Dans la catégorie des égreneurs, les dissensions sont notées dans le quota et la répartition du coton graine, avec toutefois des relations semblables dans l'appréciation de la qualité du coton graine. Pour l'instant, aucun mécanisme de valorisation du coton LEC n'est en vigueur pour différencier le coton LEC du coton graine conventionnel. Les deux types de coton sont vendus dans les mêmes conditions et aux mêmes prix selon la catégorisation (coton 1^{er} choix, coton 2^{ème} choix). Il est temps de renverser cette tendance afin que le cotonculteur LEC puisse pleinement jouir du fruit de son labeur et que la filière cotonnière retrouve ses notes de noblesses au Bénin.

4.5.2.1. Logiques de comportements entre les producteurs de coton

Il est noté l'absence d'une organisation de producteurs de coton spécifique LEC qui sont intégrés dans les réseaux des producteurs de coton conventionnel. D'où, la difficulté à distinguer les producteurs de coton LEC de ceux de coton conventionnel. Au sein d'un même réseau de cotonculteurs, des problèmes d'asymétrie d'informations sont recensés. Ce phénomène est beaucoup plus accentué chez les producteurs et leurs groupements. Les leaders ou les responsables des organisations paysannes sont le plus souvent mieux informés que des producteurs simples, ce qui affecte leur comportement. Mieux, dans le même groupement de producteurs, certains sont informés et formés sur la LEC, sont approvisionnés en produits LEC et pratiquent la LEC et dans le même temps, d'autres cotonculteurs appartenant au même groupement ne sont ni informés et encore moins formés sur la LEC. Ces comportements révèlent des imperfections institutionnelles liées au manque de formation et de sensibilisation de l'ensemble des producteurs sur la nouvelle technologie de protection phytosanitaire du cotonnier. En conséquence, les institutions jouent un rôle déterminant dans l'adoption de la LEC. De même, pour certains producteurs, ils ne peuvent adopter une nouvelle technologie de protection phytosanitaire du cotonnier que si leurs leaders de réseau l'ont acceptée, adoptée et validée et les ont sensibilisés pour opérer le changement technique. Ce phénomène traduit le fait qu'un vrai changement technique ne peut valoir sans un changement institutionnel voire organisationnel au niveau des acteurs de la filière cotonnière au Bénin. D'ailleurs, c'est le changement institutionnel qui ouvre la voie à tout changement technique afin qu'il puisse s'exprimer et produire ses effets.

4.5.2.2. Logiques de comportements entre importateurs et distributeurs d'intrants

L'ensemble des IDI rencontrés lors des investigations montrent qu'ils sont bien informés sur la LEC même si leurs comportements diffèrent d'un IDI à un autre. Parmi les IDI, c'est surtout la Société de Distribution Intercontinentale (SDI) qui est le fournisseur privé le plus impliqué et approvisionne les grands producteurs de coton en produits spécifiques LEC (cas des communes de Banikoara et de Kandi). Le marché d'approvisionnement en produits phytosanitaires y compris les insecticides LEC pour chaque campagne cotonnière est réparti entre les IDI sélectionnés et retenus par la commission intrants coton (CIC) suite à l'appel d'offre, qui comporte deux volets à savoir : le volet relatif à l'attribution des communes de production cotonnière aux distributeurs d'intrants coton ; le volet relatif aux conditions de sélection des importateurs d'intrants coton. Au plan de la distribution des intrants, le principe retenu est d'attribuer à une commune de production de coton un seul distributeur en fonction du choix des producteurs sur la base des intentions d'achats. Il disposera de 21 jours pour approvisionner les groupements villageois (GV) à compter de la date de réception des bons de commande ferme. Malheureusement, dans la pratique et mieux sur le terrain, c'est tout une autre réalité avec une autre procédure de mise en place des intrants. En effet, avec les changements institutionnels, le marché des intrants coton et LEC est en concurrence imparfaite et contrôlé par une minorité d'IDI avec un modèle leader-suiveur qui détient la grande majorité des parts de marché. Il est bien noté une forme de cartellisation caractérisée par une entente implicite entre les IDI dans la fixation du prix des intrants et n'encourage pas la concurrence entre les IDI, aboutissant alors à l'instauration d'un oligopole ou d'un monopole privé en théorie, peu favorable aux petits paysans (Fok, 1999). Ainsi, l'idée générale que « *plus il y a de concurrence, mieux c'est* » à travers le jeu du marché pour l'approvisionnement en intrants ne correspond pas à la réalité des comportements individuels des IDI. En terme de prix, la protection insecticide du cotonnier coûte plus cher au Bénin que dans les autres pays comme le Burkina Faso et le Mali, tant en valeur absolue (quantité totale d'insecticides valorisée au prix de cession) qu'en termes de quantité de coton pour rembourser le crédit insecticide octroyé au cotonculteur. Le producteur béninois doit produire un peu plus de 189 kg de coton graine contre 150 kg au Burkina Faso pour rembourser le crédit insecticide (IFDC, 2005). Le Bénin remplit pourtant les conditions qui devraient permettre d'obtenir les prix des intrants les plus bas parmi les pays cotonniers : son ouverture sur la mer ; l'exonération des insecticides du paiement des droits d'entrée et des quantités plus élevées d'insecticides consommés (IFDC, 2005).

En d'autres termes, le marché de produits phytosanitaires au Bénin souffre d'un manque de concurrence effective dans le temps et dans l'espace (IFDC, 2005), en raison des règles et des conditions de l'AIC à savoir : le système de reconduction du distributeur d'une campagne à l'autre ; l'attribution de chaque commune à une et une seule société de distribution ; le nombre limité et la composition des formulations insecticides inscrites au cahier de charges. Des refus et rejets des résultats des appels d'offre pour la sélection des importateurs et distributeurs d'intrants au titre de certaines campagnes cotonnières sont enregistrés au cours de ces dernières campagnes cotonnières. C'est le cas des résultats de consultation de la campagne cotonnière 2006/2007 où les producteurs des réseaux AGROPE (Association des Groupements de Producteurs et Opérateurs Economiques) et FENAGROP (Fédération Nationale des Groupements des Producteurs) ont rejeté les résultats des appels d'offre qui ont sélectionné la SDI pour importer les intrants, obligeant l'AIC à l'annulation du

processus. En somme, les jeux de concurrence pure et parfaite qui devraient caractérisés l'approvisionnement en intrants coton au Bénin suite au changement institutionnel ne s'appliquent pas en réalité. Les acteurs de la sous filière intrant ont développé des comportements qui transgressent les institutions qui ne cadrent pas leurs actions. Ces derniers ont une mainmise totale sur l'approvisionnement en intrants et dictant parfois leur loi. Il est temps de prendre le taureau par les cornes pour tout remettre en ordre dans la filière cotonnière et y appliquer effectivement la vraie et bonne gouvernance tant prônée (Aklamavo, 2007).

4.5.2.3. Logiques de comportements entre les égreneurs

Dans le groupement des égreneurs deux constats ont été révélés. D'abord, tous les égreneurs, privés comme publics, ne font pas encore la distinction entre le coton LEC et celui conventionnel. Ce qui ne valorise pas la production cotonnière LEC. La non séparation des deux types de coton s'expliquerait par l'absence ou l'insuffisance de mécanismes institutionnels qui puisse rémunérer le coton LEC tant pour sa qualité industrielle pour les égreneurs, tant pour la réduction des coûts de protection phytosanitaire et de préservation de la santé des producteurs de l'environnement.

Ensuite, la faiblesse de l'offre nationale de coton graine, y compris la quantité de coton graine issu de la LEC par rapport à la capacité totale d'égrenage de l'ensemble des usines (587.500 t) amène les égreneurs durant certaines campagnes cotonnières comme celle de 2007/2008, à ne pas respecter les règles établies dans le cadre du plan d'évacuation du coton graine établi par l'AIC. Ainsi, la course des égreneurs au coton durant la commercialisation, aggravée par l'instauration des barrages pour détourner des transporteurs participe d'un comportement de triche. Toutefois, mettre des barrages et impliquer les forces de l'ordre afin d'empêcher d'autres à se dérober aux règles fixées mais plutôt les contraindre à les respecter est vraiment salubre. Les comportements tendant au non-respect des institutions bouleversent l'arrangement institutionnel mis en place pour assurer la coordination des différents acteurs. C'est le moment de souligner ici que le détournement des camions chargés de coton graine par les égreneurs et la mise en place de barrages pour détourner les transporteurs rendent difficile le contrôle et la maîtrise par la centrale de sécurisation et de recouvrement des paiements (CSPR) des volumes de coton reçus effectivement par les usines.

En définitive, les institutions qui guident la production de coton LEC influencent de manière surdéterminée les logiques de comportements des acteurs qui sont comme il a été montré ici pluriels avec différentes logiques. Deux types d'institutions sont distingués en fonction des logiques des comportements des acteurs. Les institutions efficaces comprenant la formation, l'encadrement et l'information puis l'approvisionnement correct et à temps des producteurs de coton orientent positivement les processus collectifs de décisions des cotonculteurs et les incitent à l'adoption de la LEC. Les institutions inefficaces qui sont celles qui contrecarrent les motivations des producteurs à l'adoption et à la généralisation de la LEC totale dans les zones cotonnières du Nord-Bénin. Il est alors suggéré ici trois (3) scénarii qui peuvent aider au développement de comportements favorables à la généralisation de la LEC au Bénin.

CONCLUSION GENERALE

L'ambition du projet d'appui à l'évaluation de la recherche sur la lutte étagée ciblée en zones cotonnières du Bénin (projet ERLEC) est de ressortir les avantages intrinsèques (agronomiques, écologiques et économiques) de la lutte étagée ciblée (LEC) comme une nouvelle méthode de protection du cotonnier au Bénin puis de proposer des solutions pour favoriser sa généralisation. Les analyses des résultats obtenus au cours des investigations sur le terrain et de l'exécution du projet ont confirmé les meilleures performances agronomiques et économiques des exploitations cotonnières qui pratiquent la LEC par rapport à celles classiques. Toutefois, le comportement des exploitations qui sont demeurées classiques, en n'adoptant pas encore la LEC, malgré son introduction depuis 1993 ne s'explique pas par des raisons délibérées de refus. Ainsi, plusieurs facteurs expliquent l'adoption ou non de la lutte étagée ciblée dans le Nord-Bénin comme l'information, la formation et l'encadrement des producteurs sur la LEC et surtout la disponibilité des produits spécifiques LEC (sherphos et les produits sur seuils). Aussi, parmi les producteurs de coton qui ont déjà adopté la LEC, deux types de comportements sont notés.

Premièrement, il y a les producteurs qui ont entièrement adopté la LEC en délaissant totalement la méthode de protection classique (ce sont en grande majorité les exploitations cotonnières de faible et moyenne taille) ; ce a qui confirmé *le processus de destruction créatrice de Schumpeter par rapport par aux innovations technologiques*.

Deuxièmement, il y a les producteurs qui pratiquent la LEC sur certaines parcelles et la méthode de protection classique sur d'autres parcelles (ce sont en moyenne les exploitations de grande taille).

Les raisons qui expliquent ces types de comportements vis-à-vis de la LEC trouvent leur écho dans les exigences de suivi hebdomadaire des parcelles et l'expertise qu'exigent la reconnaissance, l'identification des nombreux ravageurs du cotonnier et d'une notion de rationalité procédurale développée par ces types de producteurs. Toutefois, cette complexité de la LEC ne semble pas désintéresser les producteurs.

Le consentement à payer (CAP) par les producteurs de coton pour son adoption de l'ordre de 15.000 F CFA/ha exprime une forte demande de la technologie LEC par les producteurs dans le Nord-Bénin. Ce CAP tient beaucoup plus sa raison d'être dans la recherche d'un meilleur profit qu'assure la LEC par rapport à la méthode classique que d'une nécessité de préserver l'environnement et la santé humaine. Sur la base du CAP, la valeur mobilisable pour la généralisation de la LEC au Bénin est d'environ trois (3) milliards de FCFA pour prendre en charge certains coûts comme la rémunération des observateurs endogènes pour le suivi des parcelles, l'identification des ravageurs du cotonnier pour rendre la LEC moins complexe.

Sur le plan agronomique, les pratiques paysannes déterminent le niveau de performance technique des producteurs de coton LEC. Les facteurs agronomiques influençant de manière déterminée le niveau de rendement du cotonnier conduit en LEC sont notamment la densité de semis, la date de semis et l'interaction date de semis et nombre de traitements phytosanitaires apportés par le producteurs sur la parcelle. Les niveaux de rendements sont aussi variables en fonction de la zone.

Les meilleures performances agronomiques sont enregistrées dans la commune de Banikoara, une commune qui fournit annuellement près du tiers de la production cotonnière annuelle du Bénin.

Les zones cotonnières du Nord-Bénin sont sensibles aux attaques de *Helicoverpa armigera* dont le contrôle est assuré par l'endosulfan apporté en première fenêtre. Les traitements à base de sherphos n'influencent pas significativement le niveau de rendement obtenu sur les parcelles soumises aux expérimentations. Il est encore possible de rendre davantage la LEC plus écologiquement et économiquement intéressante pour les producteurs en préconisant moins d'un (1) litre à l'hectare de sherphos pour les producteurs du Nord-Bénin.

Mieux, les avantages technico-économiques des exploitations cotonnières LEC ont été quantifiés : les rendements en coton graine sont plus importants en LEC qu'en classique, les coûts de protection phytosanitaire en LEC en absence d'intervention sur seuil sont inférieurs à ceux supportés par les producteurs classiques. Ces deux facteurs concourent à générer un meilleur profit aux producteurs LEC. Cependant, beaucoup de producteurs ne profitent pas encore de cette technologie par leur non adoption en raison de plusieurs facteurs d'ordre institutionnel.

L'analyse institutionnelle montre qu'il existe non seulement une diversité de logiques de comportements des acteurs impliqués dans la LEC mais que la nature des institutions orientent les décisions des acteurs. Ainsi, l'information, la formation et l'encadrement des producteurs, la disponibilité à temps et en quantité suffisante déterminent l'adoption de la LEC par les producteurs. Cette adoption est aussi conditionnée par les expériences antérieures du producteur dans la pratique de la LEC. Les autres acteurs (IDI, égreneurs, transporteurs, organismes de recherches, structures de formation et d'encadrement et l'Etat) ont des rôles déterminés dans la diffusion et la généralisation de la LEC au Bénin.

La multifonctionnalité du coton dans les zones du Nord-Bénin (construction d'écoles, de centres de santé, de magasins, etc.) montre que le caractère marchand du coton ne doit pas primer sur les dimensions sociales et écologiques. La LEC est une bonne opportunité pour préserver cette dimension écologique du coton, dont la culture permanente et annuelle dégrade de plus en plus la fertilité des sols et fragilise les écosystèmes. C'est pourquoi, à l'issue de ce projet ERLEC, il est formulé quelques suggestions et donné des conseils pratiques pour aider à la généralisation de la LEC dans les zones cotonnières du Nord-Bénin.

SUGGESTIONS

Le projet ERLEC qui a duré une année (2007/2008) a tenté de quantifier les avantages explicites et implicites de la LEC surtout pour les producteurs mais aussi pour les autres acteurs (égreneurs, transporteurs et IDI) qui interviennent dans la filière cotonnière au Bénin. Malgré, la libéralisation et la privatisation de cette filière cotonnière, l'Etat assure toujours ses fonctions régaliennes tout en favorisant le libre jeu des divers acteurs. Toutefois, le désengagement de l'Etat ne doit pas entacher son devoir d'encadrement et de formation des producteurs et il doit veiller au respect des règles de jeu par les nouveaux acteurs. Ainsi, trois (3) scénarii reposant sur des mécanismes « *prix* » et « *non prix* » sont ici envisagés et reposent sur les réponses possibles des acteurs composant le " triangle fertile " pour la généralisation de la LEC au Bénin. Ils relèvent beaucoup plus d'une approche normative que positive à savoir : la valorisation du coton LEC par les égreneurs ; le financement de la LEC par les producteurs ; la prise de risques par les importateurs et distributeurs d'intrants.

1. Premier scénario : valorisation du coton LEC par les égreneurs

Les mécanismes prix reposent sur l'idée que les producteurs de coton sont sensibles et réagissent positivement aux prix. Une politique d'orientation de l'agriculture par les prix suppose que les cotonculteurs ont une rationalité économique et peut produire des effets positifs chez les producteurs béninois de coton LEC. Dans cette perspective d'une réaction des producteurs de coton aux prix et dans l'objectif d'étendre la production du coton LEC au vu de ses avantages et la valorisation de la LEC, le premier scénario envisagé repose sur l'instauration d'une prime de qualité pour le coton LEC payé par les égreneurs au profit des producteurs. En effet, la reconnaissance de la qualité du coton graine issu de la technologie LEC par les égreneurs est un élément de taille dans la différenciation du coton LEC par rapport au coton conventionnel. Ainsi, les résultats des entretiens et interviews avec les égreneurs, les transporteurs et divers autres acteurs ont montré que le coton LEC est toujours mélangé au coton classique. Alors que, la non différenciation et la non reconnaissance de la qualité du coton LEC actuellement par les égreneurs constituent une faille dans la promotion du coton LEC. Si le coton LEC est toujours mélangé dès le transport au coton classique bien que le système de production et la qualité du coton graine soient différents, alors les cotonculteurs LEC ne sont récompensés que par les rendements élevés et les coûts de traitement faibles et mieux les égreneurs perdent en qualité du coton fibre par le non triage des deux types de coton graine aux qualités industrielles différentes. D'ailleurs, cet état de choses conforte la position des IDI à ne pas favoriser la LEC avec les pertes potentielles dues aux stocks résiduels de produits phytosanitaires sur seuil, de même n'encourage pas les producteurs de coton LEC pour le travail harassant abattu et le risque d'existence de traitement sur seuil, ni n'incite à l'adoption de la technologie par les cotonculteurs classiques. Ainsi, les égreneurs ont tout intérêt à différencier le coton LEC du coton conventionnel ou classique. En se plaçant dans une perspective et étant donné la réactivité des producteurs de coton au prix, cette prime de qualité du coton LEC induira un effet « boule de neige » sur les cotonculteurs qui encouragera la production de coton LEC. Cette politique a l'avantage d'avoir des effets rétroactifs puisqu'elle incitera les producteurs à la production de coton LEC qui à leur tour exigeront des IDI les

pesticides LEC pour la production cotonnière. Par ailleurs, une situation de généralisation de la production de coton LEC accroîtra la production individuelle des cotonculteurs et leur revenu, aura un effet d'entraînement positif sur la production cotonnière nationale et la croissance économique du Bénin. Certes, il y a encore deux questions fondamentales qui méritent des réponses claires et nettes :

- i- D'où proviendra le financement de cette prime de qualité de coton LEC qui sera accordée aux producteurs par les égreneurs ?
- ii- Quel sera son montant (p) et quelle en sera la répartition?

Il apparaît clairement que le coton fibre issu de la transformation du coton graine est vendu par les égreneurs sur le marché international. Le prix payé qui dépend de la cotation de l'indice A (l'indice A est la moyenne des prix proposés des cinq (5) origines de coton aux prix les plus faibles à partir d'un ensemble de 15 origines de coton Middling de longueur 1"3/32) est tributaire des caractéristiques de la fibre qui déterminent sa qualité. Ainsi, si le coton LEC garantit cette qualité de la fibre en donnant un degré de collage correspondant aux exigences des industriels de textiles, il bénéficierait d'un avantage prix sur le marché mondial qui représentera en réalité le surplus économique des égreneurs dont une partie sera redistribuée aux producteurs de coton LEC sous forme de prime de qualité ou de bonus. Cette politique nécessite un engagement des égreneurs. Les résultats des entretiens et interviews avec les égreneurs qu'ils soient publics ou privés (usines de SONAPRA de Banikoara, de Parakou I et de Kandi, CCB à Kandi et ICB à Péhunco) montrent qu'ils adhèrent dans leur majorité à l'instauration d'une prime de qualité pour le coton LEC. Le montant (p) de cette prime de qualité au profit du coton LEC et la clé de répartition pourront être déterminés après sur la base de simulations économétriques.

2. Deuxième scénario : financement de la LEC par les producteurs

Les problèmes relatifs à l'information, la sensibilisation et la formation des producteurs et des faitières sur la LEC sont considérables, vu leur propension fort positive à l'adoption et l'extension de la LEC (Kpadé et *al.*, 2007). Ainsi, les messages radiophoniques² et autres interventions médiatiques de la LEC puis l'encadrement (par les agents étatiques et les observateurs villageois) constituent des solutions obligatoires pour la vulgarisation, l'extension et la réussite de la LEC. Toutefois, de telles actions exigent des coûts et un fonds important à mobiliser. Les résultats de la valeur d'option pour la pratique de la LEC ont eu le mérite de démontrer l'attachement des producteurs à une méthode de protection phytosanitaire aux avantages économiques et écologiques. Mieux, les cotonculteurs consentent à payer pour l'adoption de la LEC un montant de 15.115,74 F CFA/ha, soit une valeur totale mobilisable d'environ 3.242.429.716 F CFA pour une superficie cotonnière non LEC de 215.919 ha (Kpadé et *al.*, 2008). Ce montant est un indicateur d'une demande potentielle et d'une acceptation de financement de la LEC par les producteurs eux-mêmes. La question qui se pose est de savoir comment rendre effectif et explicite ce consentement à payer (CAP) révélé implicitement ?

² Dans les zones rurales enclavées ou non, la radio nationale et les radios locales constituent les principaux véhicules d'information accessibles à tous les habitants.

L'inexistence d'un mécanisme d'encouragement à la LEC selon les producteurs explique que dans un cadre réel de paiement, contraire au cadre théorique de l'évaluation contingente, les producteurs trouveront des difficultés à payer 15.115,74 F CFA/ha, bien qu'ils soient conscients du meilleur surplus économique que permet l'adoption de la LEC. Ne serait-il pas à payer en début de campagne pour effectivement permettre le financement aux fins assignées et ainsi nécessiterait un préfinancement de la centrale de sécurisation et de recouvrement des paiements (CSPR) pour un remboursement par les producteurs en fin de campagne ? D'ailleurs, si la production cotonnière garantit des revenus assez substantiels aux producteurs, on devrait s'attendre à ce que ces derniers soient à même capables de dégager une partie de ce revenu pour financer la mise au point de nouvelles technologies comme la LEC.

3. Troisième scénario : prise de risques par les IDI

Ce dernier scénario repose sur un mécanisme «*non prix*» qui part de l'idée que les IDI devraient prendre aussi des risques pour l'approvisionnement en insecticides LEC, surtout les produits sur seuil. Le souci de minimiser la perte économique éventuelle des IDI pousse à minimiser l'importation et la distribution des produits LEC et surtout des produits sur seuil (hostathion, gazelle, laser, cypercal, etc.). En plus, la faiblesse de la superficie emblavée en coton LEC annuellement, ne dépassant pas chaque année 20.000 ha par rapport à la superficie en coton conventionnel et des quantités demandées en produits LEC n'incitent pas les IDI à s'engager dans la technologie qui limiterait leurs chiffres d'affaires ou à prendre le risque afférent. Ainsi, l'objectif de la maximisation du profit des IDI prime et l'aversion élevée aux risques ont un effet négatif sur les quantités de produits phytosanitaires LEC fournies annuellement.

Le comportement marchand des IDI et les conséquences de la gestion des stocks résiduels des produits LEC sont deux (2) facteurs qui orientent leurs décisions et poussent aux comportements d'aversion aux risques qui participent de la rationalité économique, mais limitent néanmoins l'engagement effectif et volontariste des IDI à mettre au profit des producteurs les insecticides LEC. *Le raisonnement mené ici repose principalement sur l'idée que les risques doivent être partagés par tous les acteurs de la filière cotonnière.* Plusieurs travaux mentionnent qu'avec les changements institutionnels et l'évolution des règles de jeu, ce sont les producteurs qui supportent la totalité des risques (Kpadé, 2005). Ils sont obligés de vendre le coton graine au prix fixé en début de campagne (absence de mécanisme de soutien et de stabilisation des prix), d'acheter les intrants et de rembourser les prix fixés en début de campagne sans prendre en compte l'évolution future des prix qui déterminera la rentabilité de l'activité du producteur. *Étant donné que la production cotonnière se réalise dans le cadre d'une agriculture contractuelle, l'activité d'un individu A dépend de celle d'un individu B. Si l'individu B décide d'arrêter son activité parce qu'il ne trouve plus d'intérêt, l'individu A est obligé de fermer son entreprise.* Caricaturant ainsi les relations d'approvisionnement en intrants et de production cotonnière qui lient les IDI et les producteurs de coton au Bénin, il y a la possibilité que les deux acteurs établissent des règles qui préservent leurs activités et leurs profits.

Avec la baisse des cours mondiaux du coton fibre conjugué au renchérissement des prix des intrants coton, les marges bénéficiaires des producteurs sont réduits. D'où, les cas d'abandon de la culture cotonnière par certains producteurs ou la réduction de manière substantielle des superficies allouées (Kpadé, 2005). Mettre en place des méthodes ou des techniques durables de production qui réduisent les coûts de production et préservent les marges bénéficiaires des cotonculteurs ou que les IDI investissent en recherche et développement est une alternative salubre. La technique de la LEC se place dans cette perspective. Autour de la fourniture des insecticides LEC, les risques peuvent être portés par les IDI. Ces derniers ont la possibilité d'investir dans la promotion de la LEC ou d'autres techniques de production plus durables. Ainsi, les IDI, en occultant quelque peu le caractère marchand de leur activité peuvent s'engager de façon volontaire au côté des producteurs à la promotion et l'adoption de la LEC par la décision d'apporter en quantité suffisante les intrants LEC. Les producteurs recourent rarement à l'utilisation des produits sur seuil dans la zone cotonnière du Nord-Bénin, ce qui limite leurs besoins en produits sur seuil qui créent souvent des pertes aux IDI. La solution à ce niveau revient à ce que les IDI s'engagent volontairement à comprendre l'enjeu lié à la fourniture des intrants LEC surtout le sherphe qui pourra être totalement consommé par les producteurs et en quantité limitée les produits sur seuil dont les demandes sont faibles par rapport aux demandes en produits classiques. Cette politique nécessite au préalable une sensibilisation et une formation des producteurs de coton.

En définitif, les trois scénarii sont testés comme des politiques d'incitation pour la production de coton LEC au Bénin. Les deux premiers scénarii (instauration d'une prime de qualité du coton LEC et le financement de la LEC par les producteurs eux-mêmes) fondent leur existence dans la sensibilité positive des cotonculteurs aux mécanismes de prix. Le troisième scénario repose sur un mécanisme non prix (prise de risques par les IDI) qu'une analyse micro économique fondée sur l'efficacité d'une coordination marchande (argument mobilisé par la Banque Mondiale pour justifier les politiques de libéralisation des filières cotonnières africaines) ne permet pas d'anticiper correctement. Chacun des trois scénarii peut servir de levier pour encourager la production cotonnière LEC à court terme. L'option à choisir dépendra non seulement de l'adhésion et de l'engagement des types d'acteurs de la filière cotonnière au Bénin mais également des décisions des pouvoirs publics. C'est à ce niveau que le rôle régalién de l'Etat dans la filière cotonnière au Bénin est important dans le choix et la mise en œuvre de décisions collectives.

BIBLIOGRAPHIE

- Adetonah S., Atachi P., Coulibaly O. et Tamo O. 2005.** Perceptions paysannes et protection de l'environnement : gestion intégrée de lutte contre le foreur des fleurs et gousses du niébé *Maruca vitrata* au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* 7 (2) : 139-157.
- AIC (Association Interprofessionnelle de Coton) 2006.** Coton, Magazine trimestriel d'information et de communication de la filière coton au Bénin, N° 03/2006, p. 20
- AIC (Association Interprofessionnelle de Coton) 2007a.** Etude sur la rentabilité et la pérennisation de la lutte étagée ciblée (LEC). Projet d'Appui à la Réforme de la Filière Coton (PARFC), février 2007, 59 p.
- AIC (Association Interprofessionnelle de Coton) 2007b.** Bulletin mensuel d'information et de communication de la filière coton au Bénin, N° 23/2007, 4 p.
- AIC (Association Interprofessionnelle de Coton) 2008.** Rapport général sur l'atelier bilan sur la mise en œuvre de la LEC et perspectives pour la campagne 2008/2009. Projet d'Appui à la Réforme de la Filière Coton, 11 p.
- Aklamavo M. 2007.** La gouvernance, principal défi du coton béninois, *Coco New Tech*, 17 avril 2007, 198 p.
- Akplogan F., Diallo S., Ouatarra B. et Traoré S. 2005.** Déclaration de Bamako sur le développement de la filière cotonnière en Afrique de l'Ouest et du Centre, 13 janvier 2005, Bamako, Mali. 3 p.
- Allagnon I. 2002.** Document de stratégie de réduction de la pauvreté au Bénin ; Cotonou, 20 décembre, 22 p.
- Allali K. 2003a.** Valeur sociale de la conservation du paysage agricole au Maroc : Application de la méthode d'évaluation contingente au paysage agricole de la Chaouia. Rome, Italy, 26 p.
- Allali K. 2003b.** Evaluation économique des externalités environnementales de l'agriculture, In : publication de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, Maroc, n°3, 89 p.
- Babadankpodji P., Vodohouè D.S. et Labo Gombil K. 2006.** Incidences économiques de l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse sur les ménages producteurs de coton dans la commune de Djidja. In Programme et Résumés de la 3^e édition de l'atelier scientifique national de la recherche agricole, 19 – 22 décembre 2006, pp. 85 – 86
- Banque Mondiale 2007.** World Development Indicators 2007. www.deza.ch/fr/accueil/Afriqueoccidentale/Benin
- Burton M., Rigby D. and Young T. 1999.** Analysis of the determinants of adoption of organic horticultural techniques in the UK, *Journal of Agricultural Economics*, volume 50, number 1, january 199, pp. 47 - 63
- Bio Sabi T. C. 2003.** Analyse des déterminants de l'offre de coton au Bénin. Mémoire de fin d'étude. Paris, France. 72 p.
- Bonnieux F. 1998.** Principe, mise en œuvre et limites de l'évaluation contingente. *Economie publique* 1(1) : pp. 47-90.
- Bonnieux F., Carpentier A. et Brigitte D. 1999.** Comportement des Français face à la protection de l'environnement. In : Méthode d'évaluation contingente et décision publique, INRA, Rennes, France, pp. 11-12.
- Bourbonnais R. 2004.** *Econométrie Manuel et Exercices corrigés*. Dunod 5^{ème} édition, Paris, France. 329 p.
- Breman H., Gaborel C., Vaissayre M. et Vogelsperger R. 2004.** Coton durable : vers une gestion améliorée de la fertilité et des nuisances, le cas de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Paris, France, pp 1- 4.
- Burton M., Rigby D. and Young T. 1999.** Analysis of the determinants of adoption of organic horticultural techniques in the UK, *Journal of Agricultural Economics*, volume 50, number 1, january 199, pp. 47 - 63
- Chanaron J. J. et Metcafe S.J. 1990.** L'économie Schumpéterienne, pp.73-91.

- Coriat B. et Weinstein O. 1995.** Les nouvelles théories de l'entreprise, références, livre de Poche.
- CIRAD (Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement) 2006.** Valorisation et Innovations en partenariat. Paris, France. 4 p.
- CRA-CF (Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres) 2007.** Rapport d'activité sur la LEC. INRAB/MAEP/Bénin, 34 p.
- Dagbénonbakin G., Sokpon N., Igué M. et Ouinsavi C. 2003.** Aptitudes des sols et leur répartition au Bénin : état des lieux et perspectives d'aménagement à l'horizon 2025. Etude n°12. Rapport final. Direction de l'Aménagement du Territoire/Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme/ République du Bénin
- Dagnelie P. 1986.** Théorie et méthodes statistiques. Vol. 2. Les presses agronomiques de Gembloux. 463 p.
- Dagnelie P. 1998.** Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et deux dimensions. De Boek et Larcier, Bruxelles (Belgique), 508 p.
- De Kouassi M. 2002.** La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides ? Québec, Canada, 3 p.
- Desaigues B. 1993.** La méthode d'évaluation contingente, In : Actes du séminaire hydro systèmes et sociétés, INRA, France, pp. 12-17.
- Desaigues B. et Point P. 2000.** Economie du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement. Paris, Economica, 317 p.
- Devèze J.C. et Halley des Fontaine D. 2005.** Le devenir des agricultures familiales des zones cotonnières africaines : une mutation à conduire avec tous les acteurs, à partir des cas du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun et du Mali, pp. 35-85
- Djagni K. K. 2007.** Capacité d'ajustement des exploitations agricoles aux processus de libéralisation de la filière cotonnière au Togo, Centre for development studies, University of Groningen, Pays-Bas, 306 p.
- Durand S. et Point P. 2000.** Approche théorique et économique de la valeur d'existence. Applications aux espèces animales protégées. In : Méthode d'évaluation contingente et décision publique, INRA, Rennes, France, pp. 8-9.
- Fadoegonon B., Gérardeaux E. et Okry F. 2002.** Etude des pratiques paysannes et diagnostic des facteurs de variation du rendement des cotonniers au Bénin. Année 2002, PARCOB composante 1, Bénin, 101 p.
- Floquet A. et Mongbo R. 2003.** Etude des effets et des impacts de la lutte étagée ciblée sur les producteurs. Résultats d'une enquête socio-économique conduite à la demande du PADSE en octobre et novembre 2003 dans 4 communes du Centre et Nord Bénin, version amendée, Abomey-Calavi, Bénin, décembre 2003, 98 p.
- Fok . M. 1999.** "Politique d'intensification de l'utilisation des intrants agricoles en Afrique au Sud Sahara: Les conditions et limites de la libéralisation." Cirad-Amis, France, 16 p.
- Fok A. C. M. 2006.** "Ajustements nationaux de mécanismes prix face aux fluctuations du prix mondial : les leçons du coton en Afrique Zone Franc." A paraître dans ouvrage collectif édité par le CERI des Sciences Politiques: 19 p.
- Fok M. 1993.** Le développement du coton au Mali par analyse des contradictions. Les acteurs et les crises de 1895 à 1993. Montpellier, France, CIRAD. N° 8, unité de recherche économie des filières: 207 p.
- Fok M. 1995.** Le coton en Afrique francophone : révolution verte ou évolution institutionnelle? In séminaire CIRAD: succès et limites des révolutions vertes, 6 septembre 1995 (CIRAD éd.), Montpellier, France, pp. 80-92.
- Follin J.C. et Deat M. 2004.** Le rôle des facteurs techniques. CIRAD, Montpellier, France 4 p.
- Fontaine J.-M. 1987.** "Les projets de libéralisation des agricultures africaines: un point de vue critique appuyé sur les cas Kenyan et Tanzanien." Eco. soc, n°7/ 1987 éditions : 185-208.

Goreux L. M. 2003. Le coton en zone franc et les subventions américaines et européennes : avant et après Cancun. In : "Afrique contemporaine", 59p.

www.ictsd.org/africodev/analyse/coton/TexteGoreux.pdf consulté le 11 février 2008

Grappey C. 1999. Fiabilité des résultats de la méthode d'évaluation contingente et modes d'interrogation, une application à la ressource en eau souterraine. *Economie Rurale* 254/novembre-décembre, pp.45-53.

Hanneman M. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 66, pp. 332-341.

Hazard E. 2006. Négociations commerciales internationales et réduction de la pauvreté; le livre blanc sur le coton, Enda Editions, Dakar, Sénégal, pp 7-12.

Heyer E., Pelgrin F. et Sylvain A. 2002. Le rôle des durées d'utilisation des facteurs dans l'estimation d'une fonction de production. 30p.

www.banquefrance.fr/fr/publications/telechar/observatoire/role.pdf consulté le 23 février

Heyer E., Pelgrin F. et Sylvain A. 2004. Translog ou Cobb Douglas? Le rôle des durées d'utilisations des facteurs. In : Document de travail 2004-19 de la banque du Canada. 45 p.

Hugon P. 2005. Les filières cotonnières africaines au regard des enjeux nationaux et internationaux. *Notes et études économiques*, N°23, septembre 2005, pp. 87-112.

Hyle M. et Bosio J.L. 2002 : L'enseignement technique agricole au Bénin : histoire, actualités et perspectives. In *Agridoc*. 3 p.

IFDC (An International Center for Soil Fertility and Agriculture Development) 2005. L'Etat des marchés des intrants agricoles au Bénin. Alabama, USA, 85 p.

IFDC (An International Center for Soil Fertility and Agriculture Development) 2007. Projet d'amélioration de la compétitivité du secteur coton à partir des zones pilotes de Banikoara et de Klouékamé-Bénin. Rapport d'activité, campagne 2006-2007, avril 2007, 27 p.

Katary A. et Djihinto A.C. 2007. Programmes fenêtrés et gestion de *Helicoverpa armigera* aux pyrèthrinoides en cultures cotonnières au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, N°56, juin 2007, pp. 24-35.

Kpadé C. P. 2005. Mutations institutionnelles dans la filière cotonnière au Bénin : Une vision néo institutionnelle. Mémoire de Master de recherche 2 en agro économie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier / Université Montpellier 1, France, septembre 2005. 132 p.

Kpadé C.P., Mensah E.R.C.K.D., Allali K., Mensah G.A. et Souleymane A. 2007. Analyse des facteurs et du processus d'adoption de la lutte étagée ciblée en zones cotonnières au Bénin. In : résumés des contributions, 4^e édition de l'atelier scientifique national de la recherche agricole, Dassa-Zoumè, 11-14 décembre 2007, INRAB/MAEP/ProCGRN/DANIDA/FSA. p.32.

Kpadé C.P., Mensah E.R.C.K.D., Allali K., Mensah G.A. et Souleymane A. 2008. Valeur d'option pour la pratique de la lutte étagée ciblée (LEC) en culture cotonnière au Nord-Bénin, Cotonou, INRAB/MAEP/Bénin, 25 p.

Le Goff M. et Nassiri N. 2005. Deux approches nouvelles dans l'évaluation de la télémédecine : l'évaluation contingente et l'analyse multicritère. In : *Cahier de recherche*, numéro 8, Morsoin, 24 p.

Lebart L., Morineau A., Piron M. 2000. Statistique exploratoire multidimensionnelle, 3^e édition, Dunod, Paris, France, 440 p.

Lelogeais L. 2004. Le rôle des variables qualitatives dans la détection précoce du risque de défaillance. In : 13^e conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique. 26 p. www.strategie-aims.com/Normandie04/sessions/Lelogeais.pdf, consulté le 25 février 2008.

Little M.T. and Hills F.J. 1978. *Agricultural experimentation: Design and analysis*. John Wiley and Sons, New York, 350 p.

Luchini S. 2002 . De la singularité de la méthode d'évaluation contingente. *Economie et statistiques* N°357-358. 12 p.

- Maatman A. 2005.** Strengthening of the cotton industry in Central and west Africa in a context of liberalization and globalization: a grassroots'approach. In : actes Conférence Coton de l'Afrique de l'Ouest et du Centre sur les évolutions en cours dans les filières cotonnières : conséquences pour la recherche agronomique et l'acquisition des intrants par les agriculteurs, Cotonou, Bénin, CORAF/IFDC/INRAB. pp. 150-158.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) 2005.** Publi-information, Direction de la Cellule de Communication, 4 p.
- Matthess A., Van den Akker E., Chougourou D. et Midingoyi J. S. 2005.** Le coton au Bénin : Compétitivité et durabilité de cinq systèmes cultureux cotonniers dans le cadre de la filière. 206 p.
- MCAB (Millenium Challenge Account Bénin) 2008.** Art, culture, et tourisme. Cotonou, Bénin, MCAB. 2 p.
- Mémento de l'Agronome 2002.** Coédition CIRAD, GRET & Ministère des Affaires Etrangères, 1964 p.
- Montaigne E. 1996.** L'étude des innovations technologiques : réflexions méthodologiques, In : Economica Agro-alimentaire, pp. 27-55.
- Montaigne E. 1997.** Théorie évolutionniste, dynamique technologique et système d'approvisionnement alimentaires. In : Communication au séminaire sous régional de la FAO (Dakar, 1997) : « Approvisionnement et distribution alimentaires des villes de l'Afrique francophone » : FAO, « Aliments dans les villes », 21 p.
- Montaigne E. 1999.** Normes, qualités des vins et mutations de la viticulture du Languedoc, Contributed paper presented at the workshop: « Market, right and equity: Rethinking food and agricultural Grades and Standards in a Shrinking World”, October 31 – November 3, 1999, IFAS, Institute for Food and Agricultural Standards, Michigan State University, 22 p.
- Nicolas B. 2002.** L'entreprise et la biodiversité. In : Bulletin d'information du Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest 31 octobre 2002, 3 p.
- Nkamleu G. et Coulibaly O. 2000.** Le choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et de café au Cameroun. In: Economie Rurale 259, pp 75-84.
- North C. D. 1994.** "Institutions, organisations and market competition." 13 p.
- North C. D. 1990.** Institutions, Institutional change and economic performance. Washington, USA, Cambridge University Press. 152 p.
- OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion d'Agriculture Biologique) 2002.** Le coton au Bénin. Rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin, août 2002, pp. 10-15
- Ozanne A. 1994.** Modelizacion Econometrica de Los Mercados Agrarios. In : Curso Avanzado. 7-18 Novembre. 40 p
- PADSE (Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation) 2003.** Rapport trimestriel d'activités, avril – juin 2002, mai 2003, 26 p.
- Picard P. 2007.** Eléments de microéconomie. Tome 1, Théorie et applications, 7^e édition, Montchrestien, 587 p.
- PNP (Parc National de la Pendjari) 2007.** Sur les pistes des pratiques ancestrales de la Pendjari. In : Newsletter, 1 p.
- Raymond G. et Beauval V. 1995.** Le coton au Bénin en 1995, situation actuelle et production à l'horizon 2000 de la production de coton graine. Cotonou, Bénin, Ministère du Développement Rural, 118 p.
- Raymond G. et Fok M. 1995.** Relations entre coton et vivriers en Afrique de l'Ouest et du Centre. Le coton affame les populations : une fausse affirmation ? In : économies et sociétés, série développement agro-alimentaire, A.G. n° 22, 3-4/ 1995, pp. 221-234.
- Ronde P. et Hussler C. 2003.** Innovation through networking? An empirical study on French data. Strasbourg, France. 23 p
- Sadoulet E. and de Janvry A., 1995.** Quantitative Development Policy Analysis. London & Baltimore : The Johns Hopkins University Press, pp.303-340.

- Schumpeter J.A. (1942).** Capitalism, Socialism and Democracy, London : Unwin Paperback, Counterpoint, Sixth edition, 1987 (1st edition, 1942).
- Sekloka E., Hau B., Gozé E., Lewicki S., Thomas G and Lançon J. 2006.** Effective flowering time variations in upland cotton (*Gossypium Hirsutum*) at different planting dates and stand densities in Benin, Expl Agric. (2007), volume 43, Cambridge University Press, pp. 173-182.
- Silvie P., Deguine J-P., Nibouche S., Michel B. and M. Vaissayre 2001.** Potential of thresholdbased interventions for cotton pest control by small farmers in West Africa. Crop Protection 20, pp. 297-301.
- Sinzogan A.A.C., Jiggins J., Vodouhè S., Kossou D., Totin E. and Van Huis A. 2007.** An analysis of the organizational linkages in the cotton industry in Benin. International Journal of Agricultural Sustainability 5 (2&3) 2007, pp. 213-231.
- Sinzogan A.AC. 2006.** Facilitating learning toward sustainable cotton pest management in Benin: The interactive design of research for development. Tropical resource management papers, 82, 2006, Wageningen University; 185 p.
- SPCM (Sous Programme Cultures Maraichères) 2007.** Projet Lagune. Contribution à l'amélioration des pratiques phytosanitaires maraichères dans les zones lagunaires de Ouidah, Kpomassè et Grand Popo. Rapport d'activités : Phase II, 14 p.
- Ton P. 2006.** Promouvoir la production plus durable du coton : Possibilités au Burkina Faso et au Mali. Rapport final d'étude, mars 2006, 70 p.
- UNDP (United Nation for Development Population) 2005.** Innovation: applying knowledge in development. UN Millennium Project Task Force on science, technology and innovation 2005, 194 p.
- Vaissayre M. 2005.** Durabilité de la protection phytosanitaire : innovations et recherches en cours dans une gestion intégrée de la culture du cotonnier en Afrique. In : Actes Conférence Coton de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, Cotonou, Bénin, CORAF/IFDC/INRAB, pp. 213-220.
- Varian H. R. 1997.** Introduction à la microéconomie. De Boeck Université, 4è édition, 22 octobre 1997, 758 p.
- Veron J.B. 1992.** La crise des filières coton en Afrique sub-saharienne et leur redressement. Paris CCCE, France.
- Zonon A. 1997.** Réforme agraire et valeur économique de la terre. In : Bulletin d'information du Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest, 4 p.