

UNIVERSITÉ DE DSCHANG

THE UNIVERSITY OF DSCHANG



FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DES SCIENCES AGRICOLES

FACULTY OF AGRONOMY AND AGRICULTURAL SCIENCES

DÉPARTEMENT D'ÉCONOMIE RURALE

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ECONOMICS

**RENTABILITÉ FINANCIÈRE DES AGROFORÊTS A
BASE DE CACAO ENRICHIES PAR DES ARBRES
DOMESTIQUÉS DANS LE BASSIN DE PRODUCTION
DU CENTRE, CAMEROUN**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR
AGRONOME**

OPTION :

ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

PAR

EBOUTOU LEA YVONNE

DECEMBRE 2009

UNIVERSITÉ DE DSCHANG

THE UNIVERSITY OF DSCHANG



FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DES SCIENCES AGRICOLES
FACULTY OF AGRONOMY AND AGRICULTURAL SCIENCES

DÉPARTEMENT D'ÉCONOMIE RURALE
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ECONOMICS

**RENTABILITÉ FINANCIÈRE DES AGROFORÊTS A
BASE DE CACAO ENRICHIES PAR DES ARBRES
DOMESTIQUÉS DANS LE BASSIN DE PRODUCTION DU
CENTRE, CAMEROUN**

*MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR
AGRONOME*

OPTION : ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

PAR

EBOUTOU Léa Yvonne

Encadreur

Dr DEGRANDE Ann,
Chercheur socio-
économiste, ICRAF-
WCA/HT, Yaoundé

Co-superviseur :

Dr. JAZA FOLEFACK Achille Jean
Assistant au département
d'économie rurale/FASA

Superviseur :

KAMAJOU François, Professeur
Faculté des Sciences
Economiques et de Gestion,
Chef de département
d'économie rurale/FASA

Décembre 2009

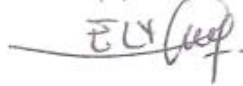
FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITÉ DU TRAVAIL

Je soussignée, EBOUTOU Léa Yvonne, atteste que le présent travail est le résultat de mes propres travaux effectués au World Agroforestry Centre-West and Central Africa/Humid Tropics (ICRAF-WCA/HT), sous la supervision de Pr KAMAJOU François, chef de département d'économie rurale à la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de Dschang ; la co-supervision de Dr. JAZA FOLEFACK Achille Jean, assistant au département d'économie rurale de la même faculté, et l'encadrement de Dr Ann DEGRANDE, socio économiste-chercheur à ICRAF.

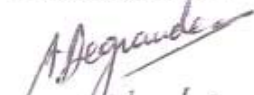
Ce mémoire est authentique et n'a jamais été antérieurement présenté pour l'obtention d'un quelconque grade universitaire.

EBOUTOU Léa Yvonne

Date. 14.1.12/09.



Visa de l'encadreur


Date... 29/12/09

Dr Ann DEGRANDE
socio-Economist

Visa du superviseur

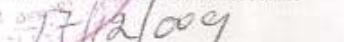

Date.....

Kamajou François
PROFESSEUR

Visa du chef de département

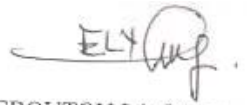


Date.....


Kamajou François
PROFESSEUR

FICHE DE CERTIFICATION DE CORRECTION APRÈS SOUTENANCE

Je soussignée, EBOUTOU Léa Yvonne, atteste que le présent mémoire a été revu et corrigé conformément aux observations des membres du jury


EBOUTOU Léa Yvonne

Date... 24/02/2010

Visa du président du jury

Date.....*Professor*
25 FEB 2010

Visa du superviseur

Date.....*PROFESSEUR*

Visa du chef de département

Date.....*NADI*
25/02/2010



DEDICACE

*A toi mon aînée Nathalie Marguerite Ngono,
A ta façon, tu m'as emmenée à persévérer dans mes études malgré les embûches.
Je sais que tu avais des ambitions meilleures que celles qui ont été atteintes, mais je te
remercie pour la source d'inspiration que tu as été pour moi.*

REMERCIEMENTS

Cette étude s'inscrit dans le cadre du mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome à la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang. Elle s'inscrit aussi dans le cadre de travaux de recherche conduits au World Agroforestry Centre.

Ces travaux de recherche et la rédaction du mémoire ont été rendus possibles grâce au soutien, à l'implication, et la mobilisation de plusieurs personnes. C'est l'occasion pour moi de les remercier.

«Je dis constamment à mon Dieu toute ma reconnaissance en faisant mention de vous dans mes prières [...]» (La Bible).

Je pense principalement à :

- Pr. Kamajou François pour avoir accepté de superviser ce travail en dépit de ses multiples occupations, pour les conseils, l'encouragement et la patience dans les lectures et les corrections;
- Dr. Degrande Ann pour avoir suivi ce stage, pour les entretiens édifiants, pour les lectures et la pertinence des corrections apportées à ce mémoire. Pour avoir déployé le nécessaire pour que ce travail avance au point de me céder son bureau et ses ordinateurs... Merci encore Ann ;
- Dr Jaza Folefack Achille Jean, qui a co-supervisé ce travail dans la patience, l'abnégation totale et la rigueur. Merci encore pour tout ce que vous avez mis à ma disposition pour que le travail soit effectué dans les délais ;
- Dr Moulende Fouda Thérèse pour les lectures et la pertinence des corrections apportées à ce document malgré ses occupations nombreuses ;
- Dr Tchoundjeu Zac pour l'opportunité de stage offerte au World Agroforestry Centre (ICRAF) ;
- Tout le personnel du World Agroforestry Centre et particulièrement Dr. Tabuna Honoré, Mbosso Charlie, Mbile Peter, Facheux Charly, Sado Thaddée, Tsobeng Alain, Nzuibontane Cosmas et Atia Julius Iseli pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé et leur disponibilité qui a toujours été d'un grand secours ;
- Kani Lyliane, Tankam Landry, Ngondjou Crose, Olu Ttibi, Jacky, Caroline, Eloi, pour leur immense assistance tout au long du stage.

Mes homologues stagiaires en l'occurrence Nakuna Arlette, Mandeng Mary, Nguenaye Blandine, Moukend Marcel, Kenfack Christiane, Emou Serge et Babe Serge. Nos réunions du vendredi m'ont aidée à m'appliquer dans mon travail ;

Ma reconnaissance s'adresse aussi à tous ceux qui m'ont soutenue sans relâche. Je pense particulièrement à :

- La Famille Tsala qui m'a hébergée pendant tout le déroulement de mon stage à Yaoundé. Roger, Monique, Arlette, Larissa, Léonce, Josiane, merci pour votre présence ;
- Mes parents, Abena Abe Aloys et Eliette Didine. Mes mots sont faibles devant la grandeur de votre soutien et de votre amour ;
- Mes frères et sœurs : Nathalie, Dany, Christian, Genevoix, Armand, Merveille, Franck, Majolie, Willy, sans oublier mes cousins et mes cousines ;

Je ne saurais omettre des personnes qui ont travaillé à l'ombre, sans éclats mais dont les actes et les paroles ont contribué à « booster » ce travail. Je pense ainsi exprimer ma gratitude et ma profonde reconnaissance à :

- La famille Onana Essomba. Emmanuel et Béatrice, Dieu seul saura vous récompenser dans le secret...
- La famille Essomba II, la famille Ondoua Essomba, la famille Fofie, la famille Meutchieye;
- La grande famille du groupe biblique des élèves et étudiants du Cameroun (GBEEC), et particulièrement mes frères et sœurs du GBEEC de Dschang.

A tous ceux que je n'ai pas pu mentionner et qui ont apporté une pierre à l'édifice de ce mémoire, je réitère ma profonde gratitude : que le Seigneur vous bénisse abondamment!

TABLE DES MATIERES

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITÉ DU TRAVAIL	i
FICHE DE CERTIFICATION DE CORRECTION APRÈS SOUTENANCE	ii
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iv
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES ANNEXES	xi
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	xii
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	xii
RESUMÉ	xiii
ABSTRACT	xiv
CHAPITRE 1: INTRODUCTION	1
1.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION	1
1.2 PROBLÉMATIQUE	3
1.3 OBJECTIFS DE L'ETUDE	4
1.4 IMPORTANCE DE L'ÉTUDE	4
1.5 ORGANISATION DU MEMOIRE	5
CHAPITRE 2 : DÉFINITIONS, REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE	
THÉORIQUE	6
2.1 DEFINITIONS ET CLARIFICATIONS CONCEPTUELLES	6
2.1.1 Analyse financière	6
2.1.2 Agroforesterie/Agroforêts	6
2.1.3 Arbres domestiqués/Domestication des arbres	7
2.1.4 Cultures pérennes	7
2.1.5 Notion de rentabilité.....	7
2.2 CADRE THEORIQUE	8
2.2.1 Théorie de l'entreprise	8
2.2.2 Fonction de production des cultures pérennes	9
2.2.3 Analyse financière : méthodes de détermination de la rentabilité d'un investissement en cultures pérennes.....	11
2.2.3.1 Les méthodes non actualisées	12
2.2.3.2 Les méthodes actualisées	12
2.2.3.2.1 La valeur actuelle nette (VAN)	12
2.2.3.2.2 Le taux de rentabilité interne (TRI).....	13
2.2.3.2.3 Le ratio bénéfice - coûts	14
2.3 REVUE DE LITTERATURE	14
2.3.1 Valeur et rentabilité des AFC.....	14
2.3.1.1 Les plantes compagnes du cacao dans les AFC	14
2.3.1.2 Sur le plan social	16
2.3.1.3 Sur le plan écologique	16
2.3.1.4 Sur le plan économique : La rentabilité des agroforêts à base de cacao	17
CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE	20
3.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	20

3.1.1	Le milieu physique	20
3.1.2	Le milieu humain	21
3.1.3	Choix de la zone d'étude et des spéculations	22
3.1.3.1	Le choix de la zone	22
3.1.3.2	Le choix des spéculations	22
3.2	LES TYPES DE DONNEES ET LEURS SOURCES	26
3.2.1	Les données de sources secondaires.....	26
3.2.2	Les données de sources primaires	28
3.3	TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES	29
3.3.1	Les données qualitatives.....	29
3.3.2	Les données quantitatives.....	29
3.3.2.1	Les calculs de rentabilité	30
3.3.2.1.1	Estimation des charges d'exploitation.....	30
3.3.2.1.2	Estimation de la production annuelle des différentes espèces.....	32
3.3.2.1.3	Estimation des recettes	33
3.3.2.2	Optimisation et analyses de sensibilité	35
3.3.2.2.1	Formulation du problème	36
3.3.2.2.2	Fonction de l'objectif	37
3.3.2.2.3	Contraintes	38
3.3.2.2.4	Activités	39
3.3.2.2.5	Hypothèses et paramètres (ressources).....	39
3.3.2.2.6	Validation du modèle	41
3.3.2.2.7	Formulation mathématique du problème.....	43
3.4	LIMITES DE L'ETUDE	44
CHAPITRE 4	: RESULTATS ET DISCUSSIONS	45
4.1	CARACTERISATION DES AGROFORETS DU CENTRE	45
4.1.1	La diversité/ composition	45
4.1.2	Stratification/ structure	46
4.2	ESTIMATION DES PRODUCTIONS ANNUELLES DES AFC DANS LE	
	CENTRE	47
4.2.1	Production par arbre et par culture	47
4.2.2	Production par hectare pour les différents systèmes	48
4.3	ESTIMATION DE LA RENTABILITE DES DIFFERENTS SYSTEMES	50
4.3.1	Eléments de coûts	50
4.3.1.1	Les coûts d'installation et de développement	50
4.3.1.1.1	Les coûts d'installation.....	50
4.3.1.1.2	Les coûts de développement.....	53
4.3.1.2	Les coûts d'exploitation	53
4.3.1.2.1	Entretien et traitements phytosanitaires.....	54
4.3.1.2.2	Les coûts de concassage.....	55
4.3.1.2.3	La préparation pour la vente.....	55
4.3.1.3	L'amortissement de l'investissement initial	56
4.3.1.4	Coûts totaux de production	56
4.3.2	Les recettes	57
4.3.3	Les comptes d'exploitation.....	59

4.3.4 La VAN	60
4.3.5 Le TRI	61
4.3.6 Le délai de récupération	62
4.4 OPTIMISATIONS ET ANALYSES DE SENSIBILITE	63
4.4.1 La fonction de l'objectif	64
4.4.2 Les contraintes.....	64
4.4.3 Validation du modèle.....	64
4.4.6 Analyses de sensibilité	67
<i>4.4.6.1 Impact de la variation de la production du cacao sur la rentabilité.....</i>	<i>67</i>
<i>4.4.6.2 Impact du changement des types des propagules sur le profit.....</i>	<i>68</i>
<i>4.4.6.3 Impact du changement des prix de vente sur le profit</i>	<i>69</i>
4.5 DISCUSSIONS SUR LES CONDITIONS IDEALES DE RENTABILITE.....	70
CHAPITRE 5 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	72
BIBLIOGRAPHIE	75
ANNEXES	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Espèces prioritaires en matière de domestication dans les zones forestières humides d'Afrique centrale et de l'ouest suivant les préférences paysannes	15
Tableau 2: Récapitulatif des variables et méthodes par objectif	29
Tableau 3: Coûts unitaires des plants.....	31
Tableau 4: les prix de vente unitaires des produits de l'AFC	33
Tableau 5 : modèle de compte d'exploitation	34
Tableau 6: variables endogènes du modèle	40
Tableau 7: Résumé du problème.....	42
Tableau 8: Evolution des rendements.....	48
Tableau 9: Systèmes considérés avec densité des arbres et production	49
Tableau 10: Outillage de la cacaoyère	51
Tableau 11: Quantités et coût des plants.....	52
Tableau 12: Les activités impliquant une main d'œuvre dans l'agroforêt	53
Tableau 13: Entretien et traitements phytosanitaires.....	54
Tableau 14: Eléments entrant dans les coûts de préparation pour la vente	55
Tableau 15: Eléments entrant dans les recettes.....	57
Tableau 16: Distribution des activités selon le modèle.....	65
Tableau 17: Utilisation des ressources selon le modèle	65
Tableau 18: Impact des changements des prix de vente sur le profit.....	69

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fonction de production des cultures pérennes.....	11
Figure 2 : Carte de la zone d'étude.....	20
Figure 3 : Présentation analytique du cadre d'étude du modèle.....	41
Figure 4 : Représentation schématique d'une agroforêt à trois strates.....	48
Figure 5 : Coûts de production annuels moyens des systèmes.....	57
Figure 6 : Recettes annuelles moyennes des systèmes.....	59
Figure 7 : Résultats nets des systèmes.....	60
Figure 8 : Valeur actuelle nette des systèmes	62
Figure 9 : TRI des différents systèmes.....	63
Figure 10 : Délai de récupération de l'investissement des systèmes.....	65
Figure 11 : Variation de la marge brute en fonction de la variation de la production du cacao.....	70
Figure 12 : Valeur de la marge brute en fonction des scénarios.....	72

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire adressé aux chercheurs.....	82
Annexe 2 : Questionnaire adressé aux vendeurs des produits phytosanitaires.....	84
Annexe 3 : Compte d'exploitation 1.....	87
Annexe 4 : Compte d'exploitation 2.....	90
Annexe 5 : Compte d'exploitation 3.....	93
Annexe 6 : Compte d'exploitation 4.....	96
Annexe 7 : Compte d'exploitation 5.....	99
Annexe 8 : Compte d'exploitation 6.....	102
Annexe 9 : Compte d'exploitation 7.....	105
Annexe 10 : Compte d'exploitation 8.....	106
Annexe 11 : Syntaxe de GAMS pour le problème d'optimisation.....	109
Annexe 12 : Table d'actualisation.....	112

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AFC	Agroforêt à base de Cacao
ACP	Afrique, Caraïbes et Pacifique
BICEC	Banque Internationale du Cameroun pour l'Épargne et le Crédit
BM	Banque Mondiale
CBC	Commercial Bank of Cameroon
CIFOR	Center For International Forestry Research
CNUCED	Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement
FASA	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles
FAO	Food and Agriculture Organization
FMI	Fonds Monétaire International
GAMS	General Algebraic Modelling System
ICRAF	International Centre for Research in Agroforestry
IITA	International Institute for Tropical Agriculture
IRAD	Institut de Recherche Agricole pour le Développement
ONCPB	Office National de Commercialisation des Produits de Base
ONCC	Office National du Cacao et du Café
PAFs	Produits Agroforestiers
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
PIB	Produit Intérieur Brut
PPVC	Programme d'appui à la Protection du Verger Cacao/Café
SAILD	Service d'Appui aux Initiatives Locales de Développement
SCB	Société Camerounaise de Banque
SGBC	Société Générale de Banques au Cameroun
SCUC	Southampton Centre for Underutilised Crops
TRI	Taux de Rentabilité Interne
VAN	Valeur Actuelle Nette

RESUMÉ

De nombreuses espèces d'arbres poussent de façon spontanée dans les cacaoyères ou peuvent y être introduites délibérément. Ces arbres introduits dans les cacaoyères permettent la création des écosystèmes appelés agroforêts qui procurent des revenus aux producteurs. Mais la rentabilité de ces systèmes n'est pas connue, ce qui peut rendre timide leur adoption par les planteurs pourtant principaux bénéficiaires.

La présente étude concernant le bassin de production de cacao du Centre Cameroun s'est déroulée d'Avril à Octobre 2009 au Centre Mondial pour l'Agroforesterie. Le thème a porté sur la rentabilité financière des agroforêts à base de cacao enrichies par des arbres domestiqués. L'objectif principal consistait à évaluer la rentabilité financière de huit systèmes agroforestiers à base de cacao pouvant exister dans le bassin de production du Centre et de les comparer entre eux. Plus spécifiquement, l'étude a consisté à estimer la rentabilité des différentes agroforêts traditionnelles et enrichies, déterminer la combinaison optimale des arbres qui permet d'avoir la rentabilité maximale dans l'agroforêt la plus diversifiée, faire des simulations de rentabilité de l'agroforêt la plus enrichie en fonction de la variation de la production du cacao, des prix des inputs, et des prix des produits.

Pour réaliser ces objectifs, nous avons dressé huit comptes d'exploitation à partir des éléments de coûts et de recettes recensés. Les coûts et les recettes actualisés ont permis le calcul des valeurs actuelles nettes qui à leur tour ont été le tremplin pour le calcul des TRI de chacun des systèmes ; l'optimisation et les simulations ont été faites avec le GAMS.

Ainsi, nous nous sommes rendus compte que le système traditionnel n'était pas rentable (VAN = -267.808 FCFA) et que seuls les systèmes enrichis sont profitables. Toutefois, comme on pouvait s'y attendre, ces systèmes n'ont pas la même rentabilité et c'est ainsi que le système enrichi avec le safou, le mango et le ndjansang a la VAN la plus élevée avec 12.724.252 FCFA. Tandis que le système enrichi par un seul élément et ayant la VAN la plus faible (876.578 FCFA) est « cacao+ndjansang ».

Le calcul des TRI des différents systèmes rentables a montré que « cacao+safou+mango » a le TRI le plus élevé avec 49,4 % tandis que « cacao+ndjansang » a le TRI le plus faible avec 21 %. La valeur moyenne des TRI dans les systèmes enrichis est de 44,9%. Mais le recours au délai de récupération propulse le système 8 en première position de rentabilité puisque le capital investi dans cette agroforêt se récupère après cinq ans. L'utilisation optimale des ressources de cette agroforêt montre que 713 plants des cacaoyers, 35 plants de safoutiers, 35 plants de manguiers sauvages et 10 plants de ndjansang permettent d'atteindre un profit annuel maximum de 1.769.671 FCFA. L'analyse de sensibilité a montré qu'une augmentation de la production du cacao de 23 % induirait une augmentation du profit de 14,5 %, tous les autres facteurs étant constants.

A la lumière des résultats obtenus et pour qu'ils puissent être utiles, il est proposé aux producteurs de diversifier leurs cacaoyères avec les arbres domestiqués de safou, de mango et de ndjansang; aux organismes de recherche de tester ces résultats en milieu paysan et de faire des recherches avec d'autres espèces pour avoir une idée de leur rentabilité.

Mots clés : Rentabilité, Agroforêt, diversification, cacaoyère, domestication, optimisation.

ABSTRACT

Many trees species grow spontaneously in the cocoa plantation or can be introduced deliberately by the farmer. These introduced trees in the cocoa plantation can create ecosystems called agroforests that provide income to producers. But the profitability of these systems is not known, which may limit their adoption by farmers who are the main beneficiaries.

The present study aiming at determining the financial profitability of cocoa agroforests enriched with domesticated trees was carried out from April to October 2009 at the World Agroforestry Centre. Its main objective was to evaluate the financial profitability of eight agroforestry systems from cocoa and to compare them each other. More specifically, the study aimed to estimate the profitability of various traditional and enriched agroforests, determine the optimal mixture of trees that allows maximum profitability in the most diversified agroforest, to simulate the profitability of the most enriched agroforest in terms of changes in cocoa production, prices of inputs and prices of outputs.

In order to achieve these objectives, eight profit and loss accounts were elaborated, using the elements of cost and revenues previously identified. The discounted costs and revenues allowed the calculation of Net Present Values (NPV), which in turn have been the basis for calculating the Internal Rate of Return (IRR) of each system; the optimization and simulations were done with the GAMS software.

In the results, it was noticed that the traditional system was not profitable (NPV = -267,808 CFA) and that only the enriched systems had an acceptable NPV. However, as expected, these different systems do not have the same level of profitability. The system enriched with safou, mango and ndjansang is having the highest NPV with FCFA 12,724,252. While the system enriched by a single element and having the lowest NPV (876,578 FCFA) is "Cocoa + ndjansang.

The calculation of the IRR of the different systems showed that "Cocoa + safou + mango" has the highest IRR value of 49.4 % while "Cocoa + ndjansang" has the lowest IRR value of 21%. The average value of IRR in the enriched systems is close to 44.9 %, so are all profitable. Nevertheless, the use of the payback period places the system 8 in the first position since capital invested in this agroforest was recovered after five years. The optimal use of resources in this agroforest shows that 713 seedlings of cocoa, 35 safou, 35 mango and 10 ndjansang trees are sufficient to obtain a maximum annual profit of 1,769,671 FCFA. The sensitivity analysis showed that a 23 % increase in cocoa production would drive up profits by 14.5 %, all other factors being constant.

Based on the results of this study to be useful, it is recommended to producers to diversify their cocoa farms with domesticated safou, mango and ndjansang; to research organizations to test these results on-farm and to do similar studies with other species in order to determine their profitability as well.

Keywords: Profitability, agroforests, diversification, cocoa, domestication, optimization.

CHAPITRE 1: INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Le secteur rural est l'un des plus gros moteurs de la croissance économique camerounaise. En fait, malgré le poids des produits pétroliers (3% des exportations), le secteur rural continue d'être la première source de devises, contribuant pour environ 55% aux exportations totales aussi bien en produits agricoles que sylvicoles (Kamgnia *et al.*, 2006).

Dans les pays en voie de développement en général et au Cameroun en particulier, les cultures d'exportation ont longtemps occupé une place de choix dans la rentrée de devises, et comme source principale de revenus directs des paysans. Les finances des paysans sont particulièrement florissantes jusqu'à la survenue de la crise. Leplaideur (1985) affirme que la cacaoculture contribue pour 50-75% du budget de 90% des ménages du Centre en 1985. Les prix aux producteurs étaient fixés par décret présidentiel. Avec la crise économique et financière des années 80, l'Etat est obligé de prendre des mesures particulières pour restreindre les dépenses publiques en vue de la relance de l'économie (Programmes d'ajustements structurels négociés avec le Fonds Monétaire International (FMI) et la Banque Mondiale en 1989). La libéralisation des filières cacao et café a été l'une de ces mesures adoptées. Loin d'apporter les solutions envisagées, ces orientations ont plutôt plongé les producteurs dans la déroute et la pauvreté totale car cette libéralisation de la filière cacao s'est faite sans mesures d'accompagnement. En effet, en l'absence de traitements phytosanitaires des vergers d'une part, et avec la disparition de la caisse de stabilisation des prix (logée à l'ex-ONCPB) d'autre part, la situation s'aggrave. Il fallait en plus compter avec la chute vertigineuse des cours de matières premières sur les marchés mondiaux. Les producteurs ont vu leurs revenus décroître sans la moindre garantie d'un changement de situation (Varlet, 1991). D'après Jagoret *et al.* (2006), cette chute du revenu des producteurs se traduit socialement par la diminution de leur niveau de vie et de leur capacité d'épargne, conduisant ainsi à la réduction de leur accès à la santé et à l'éducation.

La conséquence majeure de cette situation, perceptible surtout dans les régions où la dynamique de la cacaoculture s'est essoufflée, est un appauvrissement des cacaoculteurs et plus globalement une paupérisation des populations des zones dont l'économie repose sur cette spéculation (Jagoret *et al.*, 2006).

En réponse à cette situation, elles ont alors adopté une attitude d'expectative par l'exploitation à moindre frais de leurs plantations dans un contexte d'accès limité au crédit et aux intrants (Varlet, 1991). Une autre mesure d'adaptation des producteurs face à cette situation, et corroborée par plusieurs études menées sur le sujet (Sonwa, 2002 ; Hietet, 2005 ; Todem, 2005), a été la diversification agricole en général et plus particulièrement l'intensification de la diversification à l'intérieur des cacaoyères. Les paysans introduisent des arbres fruitiers et autres espèces qui leur permettent de stabiliser leurs revenus. Le concept de la diversification agricole et sa définition sont complexes. Appliquée à l'agriculture, la diversification est définie comme l'introduction ou le développement de spéculations additionnelles aux spéculations existantes (Malézieux, 2005). Et lors de la réunion du comité de pilotage du « Programme tous ACP¹ » relatif aux produits de base agricoles (1^{er} février 2008)², un représentant de la Banque Mondiale a défini la diversification agricole comme étant un développement de spéculation d'exportation non conventionnelle à plus forte valeur ajoutée que celle apportée par le ou un petit nombre de produits de base agricoles actuellement exportés.

Au niveau des paysans, cette diversification se traduit par l'extension des cultures vivrières au détriment de la forêt, mais surtout par l'intensification de la diversification à l'intérieur des cacaoyères et des caféières (Sonwa *et al*, 2000). Les produits de base (cacao, café) sont négligés voire supprimés dans certaines parcelles pour faire place aux cultures vivrières de plus en plus marchandes. La diversification s'intensifie peu à peu donnant de plus en plus de la place à l'agroforêt.

Ainsi donc, face aux contraintes de production mentionnées plus haut (instabilité des prix, disparition de l'appui aux planteurs), des stratégies innovatrices de gestion rationnelle des ressources naturelles ont été développées afin d'améliorer les conditions de vie des populations tout en protégeant l'environnement. Parmi ces stratégies, on mentionne le

¹ La FAO participe, aux côtés de la Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED), du Centre du commerce international (CCI), de la Banque mondiale et du Fonds commun pour les produits de base, au *Programme Tous ACP relatif aux produits de base agricoles* financé par l'Union européenne, qui a été lancé en septembre 2007. L'objectif de ce programme est de renforcer les capacités en matière d'élaboration et d'application de stratégies durables relatives aux produits de base dans les pays du Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP).

² Cette réunion portait sur des réflexions et des propositions sur la définition de la « diversification » dans le cadre du volet coton du programme tous ACP relatif aux produits de base agricoles (http://www.coton-acp.org/docs/D0C4_Diversification_final.pdf)

programme de domestication des arbres fruitiers locaux et des espèces médicinales vers lequel s'est orienté le Centre Mondial pour l'Agroforesterie (ICRAF). L'objectif majeur de ce programme est de stabiliser et de diversifier les revenus des paysans et d'améliorer les soins de santé en milieu rural, tout en encourageant le développement des pratiques agroforestières durables pouvant restaurer les terres agricoles dégradées ainsi que préserver la biodiversité (Degrande *et al.*, 2007).

1.2 PROBLÉMATIQUE

Le principal outil pour le développement de l'agroforesterie par l'ICRAF en Afrique de l'Ouest et du Centre est la domestication participative des arbres, c'est à dire une domestication qui tient compte des besoins des populations et de leurs priorités en ce qui concerne la nutrition, la santé, et l'augmentation du revenu. Le Centre a donc mis sur pied des technologies qui répondent aux contraintes économiques et écologiques à travers la promotion de l'agroforesterie en question et des outils qui l'accompagnent. Mais peu de recherches se sont intéressées jusqu'ici à la rentabilité financière des agroforêts à base de cacao mises sur pied ou enrichies avec des arbres domestiqués.

En d'autres termes, c'est dire qu'alors que les recherches avancent promptement dans le sens de l'amélioration des germoplasmes pour des arbres domestiqués de meilleure qualité, sans compter le marketing qui va avec, il n'existe pas de base documentaire qui puisse nous fournir des informations sur la rentabilité d'un tel investissement pour les paysans qui en sont les principaux acteurs et bénéficiaires. Persister dans cette lancée contribue à faire une navigation à vue et à ne pas être au courant des implications financières d'une agroforêt à base de cacao pour les acteurs qui s'y investissent et ceux qui sont encouragés à le faire. L'étude sur l'analyse de la rentabilité financière des agroforêts à base de cacao enrichies par des arbres domestiqués dans le bassin de production du Centre, contribuera donc pleinement à donner des informations sur la rentabilité de cet investissement. En effet, il sera question de faire une comparaison de rentabilité financière entre les agroforêts à base de cacao dites conventionnelles et celles qui sont enrichies par des arbres domestiqués. Comment caractériser une agroforêt conventionnelle par rapport à une agroforêt enrichie par des arbres domestiqués ? Les agroforêts à base de cacao enrichies sont-elles rentables ? Sont-elles plus rentables que les agroforêts traditionnelles ? Si oui, dans quelles conditions ? La présente étude se propose d'apporter quelques éléments de réponse à ces différentes questions.

1.3 OBJECTIFS DE L'ETUDE

De façon générale, il s'agira d'évaluer la rentabilité financière de huit systèmes agroforestiers à base de cacao existant dans le bassin de production du Centre et de les comparer entre eux.

La réalisation de cet objectif global conduira plus spécifiquement à :

- décrire les agroforêts conventionnelles à base de cacao du bassin de production du Centre en terme de leur diversité et de leur structure;
- estimer la rentabilité des différentes agroforêts traditionnelles et enrichies;
- déterminer la combinaison optimale des arbres qui permet d'avoir la rentabilité maximale dans l'agroforêt la plus diversifiée ;
- faire des simulations de rentabilité de l'agroforêt la plus enrichie en fonction du nombre et des types d'arbres domestiqués intégrés ;
- comparer la rentabilité des agroforêts enrichies avec celle des agroforêts traditionnelles.

1.4 IMPORTANCE DE L'ÉTUDE

La conduite de cette étude a une portée certaine et non négligeable sur plusieurs plans :

- Au plan scientifique, cette étude fournira des connaissances supplémentaires sur la gestion des agroforêts et les résultats de la domestication dans le contexte de l'étude.
- Cette étude aussi permettra d'orienter les paysans dans les projets d'enrichissement de leurs exploitations afin de leur permettre de faire les meilleures combinaisons possibles ; c'est-à-dire les combinaisons qui leur fourniront un meilleur retour en terme de bénéfices financiers. Ceci leur permettra également de déterminer les combinaisons qui présentent un meilleur potentiel de marché pour augmenter leur revenu en accroissant la rentabilité de la terre, lors de la création de nouvelles cacaoyères, d'aménagement et/ou renouvellement de celles qui existent déjà.
- Elle pourra par ailleurs permettre aux producteurs de connaître le potentiel en biens et services de leurs agroforêts pour disposer d'une indication sur le revenu réel et le

potentiel de leurs exploitations afin d'opter pour une diversification qui serait plus rentable.

- Enfin, cette étude permettra aussi aux décideurs politiques et économiques de prendre connaissance du potentiel en produits forestiers et produits fruitiers des agroforêts et de prendre des mesures pour la protection de ces systèmes d'utilisation des terres et de l'amélioration du revenu des producteurs.

1.5 ORGANISATION DU MEMOIRE

Après ce chapitre introductif qui a présenté tour à tour le contexte de l'étude, sa problématique, ses objectifs, son importance, le mémoire est structuré en quatre autres chapitres présentés ainsi qu'il suit :

- Chapitre 2 : Définitions, revue de littérature et cadre théorique. Il sera d'abord question de donner les définitions des termes-clés en précisant les explications dont nous tenons compte dans le cadre de cette étude. Il sera ensuite approprié de faire une prospection dans la littérature existante sur le sujet et les éléments corollaires ; et enfin nous définirons le cadre d'analyse qui nous a servi de support pour l'étude ;
- Chapitre 3 : Méthodologie. Ce chapitre présente les détails de la méthode et la logique employée pour avoir les résultats ;
- Chapitre 4 : Résultats et discussions montrera les principaux résultats obtenus et leurs interprétations à la lumière des réalités du terrain et des études antérieures ;

Chapitre 5 : Conclusions et recommandations. Ce dernier chapitre exposera les déductions auxquelles nous parvenons au terme de cette étude et les suggestions proposées.

CHAPITRE 2 : DÉFINITIONS, REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE THÉORIQUE

2.1 DÉFINITIONS ET CLARIFICATIONS CONCEPTUELLES

Dans cette partie, nous donnons la signification des mots et expressions clés employés dans le thème, tout en précisant les définitions que nous retiendrons dans le cadre de cette étude.

2.1.1 Analyse financière

L'analyse financière se rapporte à l'évaluation méthodique de la situation financière d'une entreprise, d'une personne ou d'un projet. Le but de cette analyse est de fournir, à partir d'informations chiffrées d'origines diverses, une vision synthétique qui fait ressortir la réalité de la situation et qui doit aider le dirigeant, l'investisseur ou le prêteur dans sa prise de décision. Les aspects les plus souvent étudiés sont : la profitabilité, la solvabilité, et la liquidité (Greenfinch, 2000).

2.1.2 Agroforesterie/Agroforêts

De la multitude de définitions qui existent concernant le terme agroforesterie, nous retiendrons celle de Baumer (1987) et celle de Lundgren et Raintree (1982).

Pour Lundgren et Raintree (1982) cité par Dondjang (2006), l'agroforesterie réfère à tout système d'utilisation des terres où les ligneux pérennes ou les espèces végétales arborescentes sont délibérément associés aux cultures agricoles et/ou aux animaux sur une même unité de gestion de terre de manière simultanée ou séquentielle dans l'espace ou dans le temps afin d'induire des interactions écologiques et économiques dont la gestion aide à optimiser la production de chacune des composantes associées.

D'après Baumer (1987), un système agroforestier ou tout simplement agroforêt désigne les techniques et les modes de mise en valeur des terres dans lesquelles les végétaux ligneux (arbres, arbustes, bambou, etc.) sont volontairement associés dans une même parcelle à des cultures ou l'élevage, soit simultanément (selon un certain agencement dans l'espace), soit de manière séquentielle (selon un certain agencement dans le temps).

Dans le cadre de cette étude nous nous inspirerons de la définition de Lundgren et Raintree (1982) en considérant que l'agroforêt est un mode de mise en valeur de la terre dans lequel les ligneux pérennes (safoutier, manguiers sauvage, ndjansang), sont délibérément associés

à une culture agricole (en l'occurrence le cacaoyer) ; simultanément sur une même parcelle afin d'induire des interactions dont la gestion aide à optimiser le profit du producteur.

2.1.3 Arbres domestiqués/Domestication des arbres

Simplement, on peut dire que les arbres domestiqués sont des arbres issus du processus de domestication.

La domestication des arbres en agroforesterie est définie comme un processus piloté par les paysans, qui permet d'exploiter la variabilité intra-spécifique des arbres localement importants pour satisfaire les besoins des petits agriculteurs, répondre à la demande du marché en produits des arbres et accroître la diversité de l'environnement agricole (Simons et Leakey, 2004). Ce processus comprend plusieurs étapes qui sont : l'identification des espèces prioritaires et leur caractérisation socio-économique et écologique ; l'exploration, la collecte et la conservation du germoplasme; le développement des techniques de multiplication végétative ; la sélection et l'amélioration génétique de l'espèce; l'intégration des cultivars améliorés dans les systèmes agroforestiers (Leakey et Simons, 1998).

La domestication est le processus par lequel les espèces sauvages sont sélectionnées et adoptées par l'Homme dans le but de les cultiver hors de leur milieu naturel. Cette domestication est participative lorsque les communautés rurales sélectionnent, propagent et gèrent les arbres par rapport à leurs besoins en partenariat avec les scientifiques, les autorités civiles et le secteur privé. Elle est de ce fait orientée vers les marchés locaux spécifiques et englobe aussi bien l'utilisation des connaissances indigènes que celle de la sélection génétique basée sur des principes scientifiques (Tchoundjeu *et al*, 2006).

2.1.4 Cultures pérennes

Ce sont des cultures qui ont une durée de vie de plusieurs années et donnent plusieurs fructifications. En d'autres termes, ce sont des plantes dont la croissance et le développement se déroulent sur plusieurs années, contrairement aux plantes annuelles.

2.1.5 Notion de rentabilité

Le dictionnaire Larousse 2009 définit la rentabilité comme étant la capacité d'un capital à procurer des revenus, soit par placement (dans une logique purement financière), soit par investissement en intégrant dans un système productif dont on attend un bénéfice supérieur au capital investi.

Dans le lexique d'économie, Silem et Albertini (1999) ont défini la rentabilité comme étant la capacité d'un capital investi à procurer des revenus exprimés en termes financiers.

Pour cette étude relative aux systèmes agroforestiers, un système rentable est donc un système dont les frais de réalisation sont moins coûteux que les recettes qu'il pourrait générer. La rentabilité traduit alors la capacité à produire un bénéfice net satisfaisant.

2.2 CADRE THEORIQUE

La présente étude a pour objectif d'évaluer la rentabilité financière des systèmes agroforestiers enrichis par des arbres domestiqués. Comme cadre théorique, nous retenons la démarche méthodologique de la théorie de l'entreprise qui considère l'analyse financière résumée ici au compte d'exploitation, à l'analyse de la Valeur Actuelle Nette (VAN), et au Taux de Rentabilité Interne (TRI).

2.2.1 Théorie de l'entreprise

L'entreprise est définie comme étant une unité économique qui combine des facteurs de production pour produire des biens ou des services destinés à être vendus sur le marché en vue de réaliser un profit (Coriat et Weinstein 1995; Abraham-Frois, 1998 ;Cohen, 2000 ; Beitone et Hemdane, 2005).

La théorie de l'entreprise est utilisée pour mesurer l'effet économique de la variation d'un facteur sur les performances de l'exploitation et aussi pour viser l'optimum économique pour l'exploitation.

L'objectif des exploitants agricoles comme de tout producteur est de maximiser le profit donc, une production à coût minimum et un revenu monétaire maximum. Mais la contrainte liée à l'aboutissement de ces objectifs est la limitation des ressources.

Pour Schumpeter (1942), l'entrepreneur est un innovateur, et le profit est la légitime rémunération du risque. La théorie néoclassique perçoit alors la firme comme une « boîte noire » « assimilée à une fonction de production soumise à la contrainte de maximisation de l'efficacité dans l'emploi des ressources ».

Pour Schumpeter (1942), le profit est la sanction de l'initiative créatrice des risques pris par l'entrepreneur. Cette conception est contraire aux théories des économistes classiques qui

faisaient du profit la contrepartie des efforts productifs (capital et travail) de l'entrepreneur, alors qu'elle est plutôt du ressort du chef d'entreprise.

L'exploitation agroforestière est considérée comme une entreprise, et le planteur chef d'exploitation comme un entrepreneur qui doit utiliser les ressources dont il dispose pour maximiser son profit. L'exploitation est composée de cultures pérennes que sont le cacao, le safou, le mango et le njansang. Les ressources à tenir en compte sont la terre, le travail, le capital et les différents intrants de la production.

2.2.2 Fonction de production des cultures pérennes

Les spéculations introduites dans l'agroforêt ont des durées de vie économique qui vont jusqu'à vingt cinq ans et plus. Pour connaître leurs évolutions et leurs productions moyennes année après année, on fait appel à la fonction de production des cultures pérennes telle que développée par Nerlove (1958).

Il s'inspire de la fonction de production classique, mais avec des particularités propres aux cultures pérennes en général. La théorie de production stipule que la production d'un bien Y augmente avec l'accroissement de la quantité d'un facteur X jusqu'à un maximum, puis elle décroît. D'après le modèle de Nerlove (1958), la fonction de production des cultures pérennes est multi périodique ; le facteur temps ayant une influence significative sur l'évolution de la production.

Le cycle de production de Nerlove (1958) comporte ainsi quatre phases ou périodes interdépendantes illustrées dans la figure 1 (ci-contre) ainsi qu'il suit:

- une phase de gestation ou d'accroissement (I);
- une phase de croissance de la production (II);
- une phase de stabilité de la production (III);
- une phase de décroissance ou déclin de la production (IV)

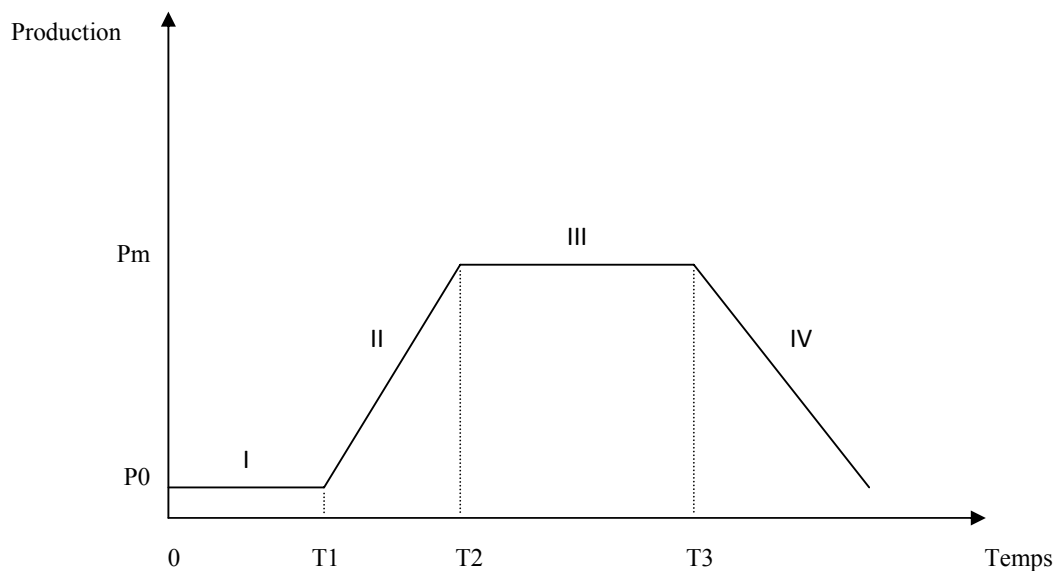


Figure 1 : Fonction de production des cultures pérennes

Source : adapté de Nerlove, 1958

La phase de gestation est la période de temps qui sépare la plantation de la première production. Sa durée dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels les caractères génétiques de l'espèce végétale choisie, le mode de multiplication des plants, le climat, la nature du sol, etc. Cette phase est donc déterminante pour l'évolution ultérieure de la plante. Pour le cacaoyer, cette phase va de zéro à trois ans.

La phase de croissance est la période de temps qui sépare la première production de la pleine production (début de la phase de croisière). Pendant cette phase, la production une fois amorcée croît de façon presque linéaire jusqu'à la phase de croisière, toutes choses étant égales par ailleurs. C'est la phase de production au cours de laquelle les recettes équilibrent les charges d'exploitation et peuvent commencer à rembourser les dépenses d'investissement. Pour le cacaoyer en particulier, cette phase va de trois ans à six ans.

La phase de stabilité ou phase de croisière ou encore phase de pleine production est la période du cycle de production qui se caractérise par une stabilité du volume de la production (rendement). C'est la phase au cours de laquelle la production est maximale et les bénéfices financiers réels se réalisent. La fin de cette phase marque la fin de la vie

économique de l'exploitation et le début de la décroissance où l'exploitant doit penser à renouveler son verger. Pour le cacaoyer, cette phase va de six ans à vingt cinq ans.

La phase de décroissance ou phase de déclin est la phase au cours de laquelle l'âge économique de l'arbre fruitier est terminé et qu'il s'avère rentable de l'abattre et de le remplacer par un arbre nouveau. Cet âge dépend de l'entretien dont a bénéficié la plantation au cours du temps, du climat, de la variété, de l'espèce, etc. Pour le cacaoyer et les espèces qui lui sont associées dans le cadre de notre étude, cette phase débute à partir de 25 ans.

Dans le cadre de notre étude, nous supposons la mise en place des cultures pérennes dont on peut surveiller l'évolution selon la courbe de production et le remplacement au moment opportun.

La fonction de production est importante dans l'étude de la rentabilité financière dans un investissement de cultures pérennes, car elle permet à l'investisseur d'établir un échéancier des dépenses et des recettes.

2.2.3 Analyse financière : méthodes de détermination de la rentabilité d'un investissement en cultures pérennes

La détermination de la rentabilité de l'investissement est importante car la mise en place de l'agroforêt représente un investissement consenti sur vingt cinq années selon la fonction de production des cultures pérennes précédemment présentée.

L'analyse financière réalisée dans le cadre de cette étude est de type commercial. Elle ne prendra donc en compte que les coûts et les bénéfices directs découlant de l'activité. Elle s'appuiera sur les étapes 1 et 3 de l'analyse financière, décrite par Herbel *et al.* (2003) ainsi qu'il suit :

1. L'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation
2. Le plan de financement
3. L'estimation des bénéfices quantifiables
4. L'estimation des effets financiers sur les bénéfices
5. L'estimation des effets financiers sur les intermédiaires financiers

Investir dans les spéculations pérennes implique un raisonnement financier dans le moyen et/ou le long terme. Il s'agit en effet de faire des dépenses aujourd'hui pour avoir des

recettes demain. Dans ce cas, les méthodes de comparaison des dépenses du présent aux recettes du futur sont fondées sur les méthodes d'actualisation. Il faut rappeler en effet que l'analyse financière peut se faire selon les méthodes actualisées ou les méthodes non actualisées (Herbel *et al.*, 2003).

2.2.3.1 Les méthodes non actualisées

- Le délai de récupération
- Le rendement sur investissement
- La méthode par inspection

Ces méthodes non actualisées ne sont pas employées dans le cadre des calculs de rentabilité dans notre étude car nous parlons d'un investissement qui se fait sur plusieurs années, or ces méthodes ne tiennent pas compte de la valeur temporelle de l'argent.

2.2.3.2 Les méthodes actualisées

Elles prennent en compte la valeur temporelle de l'argent.

2.2.3.2.1 La valeur actuelle nette (VAN)

La **valeur actuelle nette** (VAN) est utilisée pour déterminer si un investissement est rentable ou non. Un investissement rentable est un investissement qui accroît la valeur de l'actif économique, c'est à dire qui crée de la richesse. En d'autres termes, il faut que les recettes générées par l'investissement soient supérieures à son coût. Pour calculer la valeur actuelle nette (VAN), deux types de flux sont donc nécessaires. Le premier est le montant de l'investissement initial, qui inclut toutes les charges relatives à la réalisation du projet, son fonctionnement et les amortissements de l'investissement initial : c'est le coût de l'investissement. Ensuite, il faut évaluer les cash flows générés par ce même investissement pour toutes les périodes futures. Ce sont les recettes. Cette phase est très importante et souvent difficile. En effet, la conjoncture économique évoluant sans cesse, les cash flows peuvent varier de manière importante. Ces cash flows doivent être actualisés en date 0, permettant ainsi de connaître la valeur actuelle des flux futurs. Cette actualisation est indispensable car un FCFA aujourd'hui ne vaut pas un FCFA demain.

La valeur actuelle nette (VAN) permet à l'entreprise de choisir les projets les plus rentables. Il suffit pour cela de comparer la VAN entre deux projets. Ce critère est le plus utilisé dans le choix d'un investissement par les directeurs financiers des entreprises (Nji et Tchakoa, 2000).

✚ Interprétation de la VAN

La VAN est un indicateur qui permet de prendre la décision quant à la rentabilité ou pas d'un projet d'investissement. Comme tout projet, on commence par un investissement initial (une grosse somme d'argent au début), qui nous permet de créer et faire marcher notre projet, pour attendre la rentrée des gains par la suite. Le fonctionnement de la VAN est tout aussi simple, il consiste à comparer les gains d'un projet à son investissement initial (Nji et Tchakoa, 2000)

$$VAN_n = CF_1(1+i)^{-1} + CF_2(1+i)^{-2} \dots + CF_n(1+i)^{-n} - \text{Investissement initial}$$

avec

VAN_n : la valeur actuelle nette du projet d'un nombre d'années n

CF_n : les gains ou le cash-flow de la $n^{\text{ème}}$ année

✚ Critère de rejet

Si la VAN est négative, c'est-à-dire $VAN < 0$, cela signifie que l'investissement n'est pas couvert par les gains, donc le projet n'est pas rentable.

✚ Critère de sélection

Si la VAN est positive, c'est-à-dire $VAN > 0$, on a plus de gains par rapport à ce qu'on a dépensé, alors dans ce cas le projet est rentable.

2.2.3.2.2 Le taux de rentabilité interne (TRI)

Le **TRI** est un outil de décision à l'investissement. Un projet d'investissement ne sera généralement retenu que si son TRI prévisible est suffisamment supérieur au taux bancaire (i), pour tenir compte notamment de la prime de risque propre au type de projet (Nji et Tchakoa, 2000).

Le calcul du Taux de Rentabilité Interne (TRI) permet à un décideur d'évaluer la rentabilité d'un investissement. L'évaluation du projet est souvent décidée suivant que le TRI est inférieur ou supérieur au taux bancaire. Le projet d'investissement est retenu si $TRI > i$.

2.2.3.2.3 Le ratio bénéfice - coûts

C'est le rapport entre les bénéfices d'une exploitation et les coûts induits pendant une période donnée. Ce ratio est intéressant lorsqu'il est supérieur ou égal à 1.

Les critères choisis pour évaluer la rentabilité financière des systèmes agroforestiers nous permettrons aussi de sélectionner celui ou ceux qui sont rentables.

2.3 REVUE DE LITTÉRATURE

Les fruitiers sauvages en plus de leur usage en nutrition, médecine traditionnelle et pharmacopées et extractions diverses remplacent de plus en plus les arbres d'ombrages communs dans les plantations de cacao et de café (Sonwa, 2002).

L'intérêt que suscitent les AFC au Cameroun n'est plus à démontrer à la vue du nombre important d'études, d'observations et de critiques dont elles font l'objet.

2.3.1 Valeur et rentabilité des AFC

2.3.1.1 Les plantes compagnes du cacao dans les AFC

Une meilleure connaissance des systèmes agroforestiers à base de cacao passe par une prise en compte de toutes les composantes du système. Les arbres associés au cacaoyer, longtemps négligés par la recherche, sont à la base de la structure et de l'écologie de ces agroforêts (Sonwa, 2002). En effet, pendant longtemps, la gestion de ces espaces s'est concentrée sur l'arbre cacaoyer au détriment des autres composantes. Cependant, du fait de la crise cacaoyère, du fort intérêt porté à la gestion et à la conservation des plantes indigènes, ainsi que du souci croissant d'allier sur des mêmes espaces conservation et production, l'accent est mis aujourd'hui sur la prise en compte de toutes les composantes dans la gestion de ces espaces. Ceci a ainsi justifié de nombreuses publications (Gockowski et Dury, 1999; Gockowski et Weise, 1999 ; Sonwa *et al.*, 2000, 2001, 2002; Duguma *et al.*, 2001).

L'étude de Hietet (2005) précise que parmi les plantes associées au cacaoyer, on note une certaine préférence pour *Dacryodes edulis*, *Ricinodendron heudelotii*, *Irvingia gabonensis*, et pour de nombreuses espèces fruitières exotiques du genre citrus qui sont toutes plantées et commercialisées.

Dans son étude menée d'Avril à Octobre 2005 dans la province du Centre, (et plus particulièrement dans trois arrondissements) avec pour objectif principal de dresser un bilan financier des systèmes de cacaoculture plurispécifiques du Centre Cameroun, Todem (2005) a inventorié toutes les espèces présentes dans les cacaoyères, estimé la production annuelle du cacao et de chacune des espèces associées et le revenu engendré au producteur. L'inventaire exécuté dans les sites d'étude a montré une densité de 121,9 arbres autres que le cacao par hectare. Le rendement du cacao obtenu dans l'ensemble de la zone est de 385,7 kg ha⁻¹. Comme dans l'étude de Hietet, l'étude de Todem (2005) montre une préférence d'association avec des fruitiers exotiques du genre citrus, et des fruitiers locaux comme *I. gabonensis* et *D. edulis*.

Le tableau 1 présente l'ordre de préférence et d'intégration des espèces dans les plantations.

Tableau 1: Espèces prioritaires en matière de domestication dans les zones forestières humides d'Afrique centrale et de l'ouest suivant les préférences paysannes

Numéro d'ordre	Espèce	famille	Principales utilisations*
1	<i>Irvingia gabonensis</i> / <i>Irvingia wombolu</i>	Irvingiaceae	F, C, M, T, W
2	<i>Dacryodes edulis</i> / <i>Dacryodes klaineana</i>	Burseraceae	F, C, M, W, S
3	<i>Chrysophyllum albidum</i>	Sapotaceae	F, C
4	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	F, C, M, T, W
5	<i>Garcinia kola</i> / <i>G. afzlii</i>	Guttiferae	F, C

Source: Franzel *et al.*, 1996.

*Principales utilisations:

F= aliment C= source monétaire M= médicinale T= Bois d'oeuvre

W= Bois de chauffage S= Ombrage

2.3.1.2 Sur le plan social

Au-delà de l'intérêt économique et séculier qu'elles suscitent, les AFC sont aussi des cadres qui ont permis aux planteurs de tisser une certaine intimité avec leurs écosystèmes.

Dans une étude menée par Hietet (2005), il était question d'analyser la valeur socio économique des AFC dans le Centre Cameroun. Pour ce faire, l'auteur va au moyen des observations, des enquêtes et des inventaires, décrire les espèces présentes dans les cacaoyères et les différentes relations que les propriétaires ont tissées avec chacune de ces espèces.

Les résultats de ladite étude révèlent que les planteurs accordent une grande valeur au cacao. Cette valeur est principalement attribuée à la contribution au revenu global des ménages.

Sur le plan social aussi, environ 400.000 familles de producteurs Camerounais tirent l'essentiel de leurs revenus du cacao (Duguma, 1994). Ces revenus sont estimés à plus de 100 milliards de francs CFA (ONCC, 2009). L'argent du cacao sert généralement à la satisfaction des grands besoins des paysans (frais de dot pour le mariage, construction d'une maison, traitement d'une maladie, scolarisation des enfants, etc.). Dans un contexte où l'épargne est souvent difficile, la vente du cacao à une période donnée permet d'avoir de l'argent rapidement, particulièrement à la veille des rentrées scolaires.

Socialement également, les cacaoyères sont perçues comme appartenant à la famille, et la vente du terrain est généralement mal reçue. Dans l'ensemble de la zone de forêt humide du sud Cameroun, 97 pour cent des cacaoculteurs sont natifs du terroir et la moitié des cacaoyères sont héritées (Sonwa *et al.*, 2000).

2.3.1.3 Sur le plan écologique

Les AFC sont moins dommageables à l'environnement que les autres formes de gestion des sols en zones de forêt humide au Sud du Cameroun (Kotto Same *et al.*, 2000).

Duguma *et al.*(2001), renchérit que les pratiques culturelles associées à la cacaoculture causent moins de dommages aux fragiles ressources de la région, comparé au système dominant d'utilisation des terres basé sur la culture itinérante sur brûlis.

La structure complexe des AFC, similaire à celle des forêts qu'elles ont remplacées, permet une conservation de la biodiversité forestière (Sonwa *et al.*, 2000). La même étude

de Sonwa révèle que dans les zones où la dégradation des forêts est assez poussée, comme dans la Léké, les cacaoyères restent les seuls lieux qui rappellent les forêts disparues. Elles hébergent une grande diversité floristique et faunique et jouent un rôle important dans la régulation thermique et les cycles des nutriments.

Todem en 2005 reprenant les dires de Dupriez et De Leener (1993), souligne les services écologiques que produisent les espèces ligneuses dans les cacaoyères par la limitation de l'érosion éolienne et hydrique, l'effet brise-vent, la réduction de la température du sol, etc.

Il rappelle en même temps que les espèces ligneuses présentes dans les cacaoyères sont aussi utiles pour la production des biens consommables par l'homme et/ou par les animaux : fruits, légumes, graines, fourrages, bois, fibres, médicaments, sans oublier le rôle de production de fertilisants par les feuilles, les branches ou les racines mortes. Concernant cet aspect, une étude suivie de près par Duguma (1994) montre que la biomasse totale dans les agroforêts cacao atteint 304 t ha^{-1} au Cameroun. Cette biomasse est très élevée par rapport à celle qui est disponible dans les champs vivriers (85 t ha^{-1}), et se classe troisième après la biomasse de la forêt primaire (541 t ha^{-1}), et les jachères prolongées (460 t ha^{-1}).

La préparation initiale du sol supportant les agroforêts cacao cause moins de dégâts sur le sol. La fertilisation des plantations est assurée par la chute des feuilles des cacaoyers et des arbres associés. Ainsi, 6 à 8,5 tonnes de litière (feuilles, bois, fleurs et fruits) tombent par an dans les cacaoyères du Sud-Cameroun. Cette chute procure au sol annuellement 50 à 55 kg d'azote, 3,5 à 4 kg de phosphore, 35 à 40 kg de potassium, environ 90 kg d'aluminium et 25 kg de magnésium (Duguma *et al.*, 2001).

2.3.1.4 Sur le plan économique : La rentabilité des agroforêts à base de cacao

Dans la même étude de Todem (2005) précédemment citée, il ressort que les revenus nets du cacao dans la zone varient en fonction de la situation de coûts. Ils sont de 148.663 FCFA par hectare en situation de coûts faibles (qui ne tient pas compte du coût d'opportunité de la main d'œuvre et du capital) et de 132.969 FCFA par hectare en situation de coûts élevés (qui tient compte du coût d'opportunité de la main d'œuvre et du capital).

C'est au niveau de ces revenus financiers que notre étude trouve toute sa place dans une agroforêt cacao car, ces études ont certes relevé la valeur économique accordée au cacao par les planteurs et les revenus issus du cacao seul. Par contre, l'apport et les coûts des arbres compagnons du cacaoyer sont négligés et même inexistantes dans ces différentes études.

L'économie du Cameroun repose principalement sur l'agriculture ; le cacao occupe une place de choix parmi les produits agricoles d'importance. En effet, le cacao représente avec le café 28 % environ des exportations non pétrolières et 40 % des exportations du secteur primaire. Il constitue la principale source de revenus monétaires des masses rurales des provinces du Centre, du Sud, du Sud-Ouest, de l'Est et du Littoral. Le secteur cacao représente au Cameroun environ 2 % du PIB national et 6 % du PIB primaire et à peu près 30 % du PIB du sous-secteur des produits agricoles destinés à l'exportation et à la transformation (ONCC, 2009).

La gestion du cacaoyer et des plantes associées dans les agroforêts cacaoyères génère des devises importantes dont les répercussions se situent aussi bien au niveau rural que national en passant par une multitude d'intermédiaires (acheteurs, transporteurs, etc.) (Sonwa, 2002).

Sur le plan macro-économique, pendant les années de cours favorables, les prélèvements par stabilisation étaient au-dessus de 60 milliards de Francs CFA par an (66 milliards en 1984/1985) (Losch et *al.*, 1991). Ces sommes prélevées pour la stabilisation ont beaucoup servi au développement d'autres secteurs de la vie nationale. Dix pour cent de taxes sont prélevés par l'état sur l'exportation du cacao ainsi que 6,5 pour cent sur l'importation des intrants comme les pesticides et 17 pour cent de «turn-over taxes» (Gockowski et Dury, 1999; Losch et *al.*, 1991). La filière cacao procure de l'argent aux acheteurs de cacao, aux transporteurs, aux vendeurs de pesticides, etc.

La vente du cacao, principal produit issu de la cacaoyère, procure des quantités importantes de revenus aux ménages. C'est ainsi que Leplaideur (1985) affirme que la cacaoculture contribue de 50-75% du budget de 90% des ménages du Centre en 1985.

L'étude de Hietet en 2005 soutient que le cacaoyer demeure une source de revenus importante car il représente jusqu'à 48% du revenu total des ménages dans la zone du Centre-Sud du Cameroun. Les enquêtes effectuées par cet auteur révèlent d'ailleurs que

les recettes liées au cacao sont de 375.430 FCFA, 216.200 FCFA, et 201.675 FCFA par ha, respectivement pour les sites de Lékié, Mefou et Afamba et Mvila.

Lors de la campagne de 1983-1984, près de 7 milliards ont été payés aux cacaoculteurs de la Lékié, soit 230.000 FCFA par planteur (Sonwa, 2002).

En parcourant cette revue de littérature, il ressort en dernier analyse que très peu d'études existent sur la rentabilité des agroforêts proprement dite et que les systèmes enrichis par des arbres domestiqués n'ont pas encore fait l'objet d'une attention de cette sorte. Pour ces raisons, les objectifs de notre étude s'inscrivent dans la continuité des analyses antérieures, encore que les données exploitables sont tirées en grande partie de ces analyses.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE

3.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

3.1.1 Le milieu physique

La cacaoculture est une activité importante dans la région du Centre, mais elle est aussi présente dans les régions de l'Est, du Sud et du Sud-Ouest. Selon une estimation du ministère de l'agriculture, la cacaoculture occupait 139.651 hectares en 1991 (Anonyme, 2006).

Le bassin de production du centre qui nous intéresse dans le cadre de cette étude appartient à la zone agro écologique dite «zone de forêt humide bimodale», elle a donc les caractéristiques générales de cette zone (Figure 2).

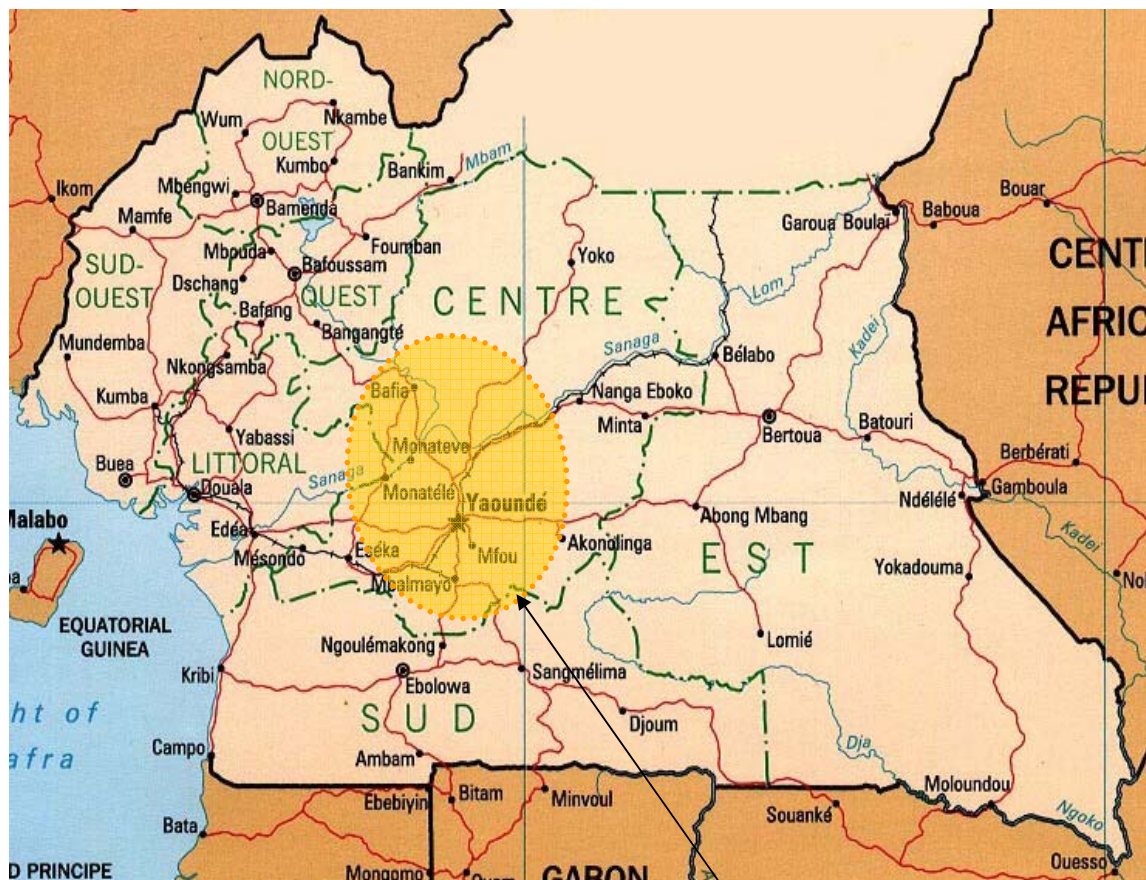


Figure 2 : Carte de la zone d'étude

Bassin du Centre (zone d'étude)

Source : Todem, 2005

Le bassin de production du Centre s'étend sur une superficie de 68.945 km² s'étalant entre 3 et 6 degrés de latitude Nord et entre 10 et 13 degrés de longitude Est. L'altitude moyenne est comprise entre 500m et 1.000m au dessus de la mer. En ce qui concerne le climat, il est chaud et humide, de type «guinéen», avec des températures moyennes de 25°C et une pluviométrie de 1.500-2.000mm par an répartie en deux saisons humides bien distinctes (régime pluviométrique bimodal) permettent deux cycles de cultures et un calendrier cultural étalé avec semis et récoltes échelonnées. La faible insolation et l'hygrométrie constamment élevée (entre juin et octobre) favorisant le développement des maladies des cultures et des animaux, contribuent aussi à la difficulté de séchage et de stockage traditionnel des récoltes (IRAD, 2005).

Les sols sont en majorité ferrallitiques, acides, argileux et de couleur rouge ou jaune selon la durée de la saison humide. Ils ont une faible capacité de rétention des éléments nutritifs et s'épuisent rapidement après une mise en culture, ce qui explique la pratique traditionnelle de l'agriculture itinérante sur brûlis suivie de jachères pour la restauration de la fertilité des sols (IRAD, 2005).

3.1.2 Le milieu humain

La zone est faiblement peuplée dans l'ensemble, sauf autour de Yaoundé et dans le département de la Lékié. La zone comporte 3.084.786 habitants en 2004 avec des densités variables allant de 120 habitants km⁻² (Mfoundi) à 4 habitants km⁻² (Mbam et Kim), mais seuls 26.000 personnes pratiquent la cacao-culture. La population rurale diminue fortement à cause du vieillissement et de l'exode rural, très élevé, surtout parmi la population agricole active. A cet effet, l'âge moyen des planteurs atteint 50 ans.

L'agriculture traditionnelle est constituée d'environ 700.000 exploitations familiales d'une superficie moyenne d'environ 1,7 ha. Le droit coutumier reste le principal moyen d'acquisition de la propriété foncière. L'agriculture moderne constituée de grandes exploitations publiques et privées (cacaoyer, caféier robusta, canne à sucre, tabac) recouvre environ 44 % de la surface cultivée (IRAD, 2005).

La production agricole vivrière est assurée à majorité par les femmes dont le rôle dans l'exploitation agricole reste primordial. Traditionnellement, les hommes cultivent surtout les cacaoyers et caféiers robusta dans de vieux vergers (âge moyen de la plantation au dessus de 20 ans ; de plus en plus, ils s'occupent aussi des cultures vivrières telles que le bananier plantain, la tomate et le maïs. Dans l'ensemble, l'utilisation des engrais reste

faible (6% de la consommation nationale), sauf à l'est de la zone où il existe une fertilisation élevée des caféiers (IRAD, 2005).

3.1.3 Choix de la zone d'étude et des spéculations

3.1.3.1 Le choix de la zone

Les critères de sélection de la zone d'étude répondent aux objectifs du projet de domestication de ICRAF qui consiste à étendre les actions de recherche sur les zones de production des cultures de rente afin de créer des agroforêts respectueuses de l'environnement d'une part, et réaliser un diagnostic théorique sur les conditions de rentabilité optimales de ces systèmes dans un contexte où la cacaoculture est ancrée dans les mœurs d'autre part.

Le bassin du Centre est une zone de production en déclin. Principalement en cause, la vieillesse des vergers et des planteurs. D'où la nécessité de penser à des stratégies de renouvellement de ces espaces de rente d'une manière qui puisse satisfaire les principaux acteurs, à savoir les planteurs et leurs familles. La production annuelle atteint difficilement 300 kg ha⁻¹ (Sonwa *et al*, 2000 ; Todem, 2005).

3.1.3.2 Le choix des spéculations

Le choix des spéculations tient compte de la culture de rente pratiquée dans cette zone, en l'occurrence le cacao, qui y est la principale culture d'exportation dans.

Pour la domestication, on tient compte des espèces qui existent naturellement dans ce milieu et des possibilités de marché qui sont ouvertes. On prend aussi en compte les priorités des populations de ces zones pour la domestication en fonction des utilisations ethnobotaniques qui sont faites de ces espèces. Selon ces priorités, *Dacryodes edulis*, *Irvingia gabonensis*, et *Ricinodendron heudelotii* sont les espèces que nous retenons dans notre agroforêt.

Les arbres issus de la domestication ont des caractéristiques morphologiques et botaniques qui les distinguent des autres. Il faut déjà dire que les critères de sélection des arbres domestiqués dépendent des objectifs de production. Ces objectifs peuvent être la consommation, la vente, et la transformation.

✚ Le cacaoyer (*Theobroma cacao* Linn.)

Le cacaoyer fait partie de la famille des sterculiacées. C'est un arbre atteignant son plein développement entre six et huit ans. Il mesure alors 4 à 6 mètres de hauteur en plantation. Il entre en production à 2 ans (variétés sélectionnées) ou 3 ans, et est généralement productif pendant vingt-cinq à trente ans. Cependant, il peut parfois être exploité pendant plus de cinquante ans (Barrel *et al.*, 2006). Le cacaoyer a un intérêt particulier pour cette étude car c'est la seule culture de rente dans la région du Centre, et il est difficile pour un planteur de cette zone de s'en passer.

✚ Le safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) Lam.)

Le safoutier est un arbre de la famille des burséracées. Sa culture présente plusieurs intérêts qui ne sont plus à démontrer sur le plan écologique, économique, social, et culturel. *Dacryodes edulis* fait partie des espèces fruitières traditionnelles les plus cultivées en Afrique Centrale et dans le Golfe de Guinée. L'intérêt aujourd'hui porté sur cette espèce repose sur la valeur alimentaire, commerciale et calorifique de ses fruits riches en acides aminés, en acide gras, en sels minéraux et en vitamines (Eyog Matig *et al.*, 2006).

Dans les systèmes de cultures associées, en plus de l'ombrage que le safoutier apporte aux espèces pérennes ou annuelles, il fournit une importante quantité de litière qui contribue à maintenir la fertilité du sol par l'amélioration de son statut organique (Nzebule et Okorie, 2001).

Le système de production le plus courant pour le safoutier demeure la culture en association dans les cacaoyères, les caféières ou les cultures vivrières (Kengue, 2002 ; Degrande et Kengue, 2003). Selon SCUC (2006a), le safoutier est parmi les espèces fruitières traditionnelles qui s'associent le mieux aux cultures de rentes telles que le cacaoyer et le caféier.

L'intérêt économique du safoutier est souligné aussi bien dans sa forme d'utilisation actuelle que pour les multiples possibilités de son utilisation. Essentiellement exploité pour la consommation, de nombreuses études montrent que l'huile de safou sera dans l'avenir une importante matière première pour l'industrie alimentaire et dans l'industrie cosmétique (Kengue, 2002).

Les arbres domestiqués de safou, multipliés par marcottage sont des arbres de petite taille qui varie entre 75 et 100 cm. Ces arbres ont une entrée en production assez précoce puisqu'elle se fait entre deux ans et demi et quatre ans, contrairement aux arbres sauvages qui commencent à produire à sept ans et plus (Alain Tsobeng, communications personnelles).

On remarque aussi que ce sont des arbres qui ont des qualités organoleptiques particulières puisque ce sont ces caractères qui orientent très souvent le choix de l'arbre pour la domestication (saveur douce, fruit charnu, chair huileuse, etc.).

✚ Le mango (*Irvingia gabonensis* (aubry. Lec. Ex O. Rorke) Baill.)

Communément appelé andok ou manguier sauvage, le mango est un arbre de la famille des irvingiacées. Parmi les activités relatives aux PFNL d'importance économique, Lapuyade (2000) relève que la collecte des mangues sauvages est l'activité la plus rentable. Le fruit sucré d'*Irvingia gabonensis* est consommé cru par les populations (Chabot, 1997). Les amandes d'*Irvingia* contribuent significativement à l'alimentation des populations pour la préparation des sauces. Elles remplacent valablement les arachides dans les sauces et jouent de ce fait un rôle majeur dans la sécurité alimentaire. Les amandes d'*Irvingia spp* jouent également un rôle important dans la création d'emplois et de revenus pour les paysans et les vendeurs. D'après le CIFOR (1996), 140 tonnes d'amandes ont été commercialisées dans la région de forêt humide du Cameroun de Janvier à Juillet 1995.

En 2000, Ndoye *et al.* ont relevé qu'*Irvingia* est le PFNL commercialisé par le plus grand nombre de négociants. L'amande est la partie la plus prisée de l'arbre et elle est très oléagineuse. Les amandes fraîches d'*Irvingia* sont riches en lipides, en protides, en glucides et contiennent de la vitamine A et C.

Les amandes d'andok sont très appréciées dans la zone de forêt dense du Cameroun et à l'extérieur du pays (Gabon, Nigeria, France, Belgique, Guinée Equatoriale, République Centrafricaine). Le prix des amandes varie en fonction de la demande, de la saison et de la qualité. L'amande est considérée de bonne qualité quand elle est grande et épaisse, ne contenant pas de débris et bien sèche (Mezogue Ntouné et Julve, 2007).

Les prix sont moins élevés dans les zones de production que dans les espaces urbains. Les amandes sont vendues dans les seaux de 5 litres, 10 ou même 15 litres. On en trouve aussi

dans des assiettes ou en tas dans les marchés urbains. Les prix des amandes sont très variables suivant les localités et suivant les périodes d'abondance ou de carence. Le seau de 5 litres varie facilement entre 2.500 FCFA et 10.000 FCFA. Dans les marchés, le kilogramme d'amandes séchées coûte 2.500 FCFA en périodes d'abondance et 8.000 FCFA en période de carence (Mezogue Ntounne et Julve, 2007).

En phase de croisière, la production des amandes de mangue sauvage peut atteindre et même dépasser les 100kg par arbre. Le choix de cette espèce pour la domestication est donc non seulement lié à la valeur nutritionnelle de cet aliment, mais aussi aux opportunités de marché qui lui sont ouvertes.

Le ndjansang (*Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Pierre et Pax.)

Le ndjansang dont le nom scientifique est *Ricinodendron heudelotii* appartient à la famille des euphorbiacées. Il est intentionnellement intégré dans les systèmes agricoles pour son ombrage, ses chenilles comestibles, les champignons qui poussent sur le tronc, et surtout pour ses graines à forte valeur calorifique qui sont commercialisées. La plante se prête en effet à bien des usages. Les parties les plus utilisées sont les fruits, les graines, l'écorce et le bois (Eyog Matig et al., 2006).

Ricinodendron heudelotii est présent dans presque toute la zone forestière du Cameroun. La collecte n'exerce pas réellement de pression sur la ressource. La possibilité de conserver la graine de *Ricinodendron heudelotii* pendant plusieurs mois sans risque d'altérer ses fonctions et sa qualité est un atout important pour le développement de la filière et l'approvisionnement des marchés (Eyog Matig et al., 2006). Ses graines sont donc disponibles toute l'année sur les marchés.

La production annuelle au Sud et au Centre du Cameroun est estimée à 47,77 kg de graines en moyenne pour chaque producteur ou exploitant (SCUC, 2006b). La même source souligne que la valeur de la production annuelle par producteur était de 11.250 FCFA en 1999 et de 75.000 FCFA en 2005. Ces valeurs génèrent un revenu qui contribue au revenu annuel du ménage à hauteur de 12% dans les régions précédemment mentionnées.

Le ndjansang peut parfaitement être intégré et associé dans les systèmes de culture sous ombrage (SCUC, 2006b). En domestication, le ndjansang multiplié par greffage entre en production à 3 ans ; il peut alors avoir 3 mètres de longueur. Il faut signaler que le choix

principal pour la domestication est dû à la grande diversité existante et le faible rendement causé en grande partie par la tendance dioïque de l'espèce (Alain Tsobeng, Communications personnelles).

Pour l'ensemble de ces raisons et intérêts économiques, sociales, écologiques et autres, le choix de ces spéculations pour notre modèle d'agroforêt n'est pas un hasard.

3.2 LES TYPES DE DONNEES ET LEURS SOURCES

Toutes les données concernant cette étude ont été collectées du mois d'Avril jusqu'au mois de Septembre 2009.

3.2.1 Les données de sources secondaires

Les données secondaires constituent la pierre angulaire même de cette étude puisque l'essentiel des informations recueillies pour éclairer la question de recherche, proviennent des données secondaires. Ces données ont été collectées dans des bibliothèques de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA), de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), de l'Institut de Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD), du Service d'Appui aux Initiatives Locales de développement (SAILD), de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), le Centre Mondial pour l'Agroforesterie (ICRAF), et les ressources internet.

Il s'est agi de regrouper et d'organiser les données permettant :

- De décrire les agroforêts conventionnelles à base de cacao de la zone forestière en terme de leur diversité et de leur structure dans les zones de production;
- D'analyser la rentabilité des différentes agroforêts traditionnelles (avec les calculs des coûts totaux de production, des bénéfices nets annuels, de la valeur actuelle nette, et du taux de rendement interne);
- De faire des simulations de rentabilité (ou analyses de sensibilité) des agroforêts enrichies en fonction du nombre et des types d'arbres domestiqués intégrés ;
- Et de comparer la rentabilité des agroforêts enrichies avec des agroforêts traditionnelles sur la base des résultats obtenus.

Les données recueillies concernent tous les besoins en équipement et les activités selon les espèces à considérer dans notre agroforêt. Ces données comprennent tous éléments de coûts tel que le coût des outils, les prix des plants, le coût du défrichage, l'entretien, les coûts de récolte et les coûts de préparation pour vente.

Les prix de vente des produits issus de l'agroforêt sont aussi des données importantes qu'il nous était utile de glaner. Nous avons ainsi pu avoir les prix unitaires de vente de chaque produit agroforestier et le prix de vente du cacao.

FASA

Les données récoltées à la FASA dans les mémoires des étudiants précédents ont permis d'avoir la description des AFC, les éléments de coûts dans une cacaoyère et les éléments de recettes dans les cacaoyères.

IRAD et IITA

L'IRAD et l'IITA ont été des lieux d'abondante documentation sur les cacaoyères. Leur itinéraire technique a été revu depuis la pépinière jusqu'à la production. Les étapes et les éléments indispensables pour chacune des étapes ont été pris en compte dans la construction de l'étude. Le Programme des Plantes stimulantes³ dont le cacao fait partie a fourni des informations sur les conditions idéales de rentabilité du cacao et les conditions telles qu'observées sur le terrain. Egalement, nous avons recueilli à l'IRAD les associations à éviter et les densités à respecter pour que la culture du cacao se porte bien. Il a aussi été question de la production de cacao marchand observée à l'hectare.

ICRAF

La base de données disponible au Centre Mondial pour l'Agroforesterie a permis de cerner les variables à prendre en compte pour caractériser les AFC. Elle a aussi fourni des informations sur les plantes qui accompagnent le cacao : la valeur marchande, l'utilité, les

³ Ce programme de l'IRAD vise la réhabilitation des collections de cacaoyers et caféiers (Arabica et Robusta), l'amélioration des systèmes culturaux à base de caféiers, l'analyse stratégique des exploitations à base de caféiers et de cacaoyers, la lutte génétique et biologique contre la pourriture brune des cabosses du cacaoyer, les méthodes de lutte contre les mirides du cacaoyer et les scolytes des cerises du caféier Robusta, la valorisation des sous produits du cacao et du café Arabica.

caractéristiques des arbres domestiqués, la méthode de multiplication végétative qui sied mieux à chacune des espèces, la production par arbre, etc.

FAO

La FAO a été un lieu de ressources pour la production moyenne du cacao au Cameroun et la valeur des exportations du cacao sur dix ans.

3.2.2 Les données de sources primaires

Les données complémentaires aux premières ont été recueillies auprès des personnes ressources du Centre Mondial pour l'Agroforesterie au travers des enquêtes. Nous avons aussi tenu compte de l'expertise de personnes ressources dans la culture du cacao, particulièrement des chercheurs de l'IRAD et des étudiants qui ont conduit des études *in situ* sur la rentabilité des agroforêts cacao.

Les outils de collecte des données étaient des questionnaires individuels conçus et initiés pour avoir des informations adaptées aux objectifs spécifiques de cette étude (cf. annexe 1). Deux types de questionnaires ont été préparés à cet effet. Le premier concernait les chercheurs et les ingénieurs (un épidémiologiste, deux agronomes-chercheurs de l'ICRAF, un ingénieur des Eaux, Forêts et Chasse de l'ICRAF, un agronome-chercheur de l'IRAD, un socio-économiste de l'IRAD, et un chercheur botaniste de l'IITA). Ce questionnaire était bâti autour de six points : la pratique de la cacaoculture, les arbres associés au cacaoyer, la stratification des AFC et la caractéristique de chaque strate, les prix des plants et la production.

Le second questionnaire était adressé aux vendeurs d'intrants agricoles et de produits phytosanitaires de quelques marchés de la ville de Yaoundé (un d'Etoudi, deux de Nkoléton, trois de Mfoundi, et un de Mokolo). Il portait sur trois points : les prix de l'outillage, la durée d'usage du matériel, encore appelée durée de vie du matériel, les prix des produits phytosanitaires utilisés dans les cacaoyères.

Il faut noter que ces questionnaires visaient à compléter et à fiabiliser les informations recueillies dans les différentes sources secondaires.

3.3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Les données collectées dans les prospections et les entretiens ont été saisies, regroupées et classées selon l'ordre logique des objectifs spécifiques. L'analyse des données s'est faite en deux temps : l'analyse des données de rentabilité d'une part, et les analyses de sensibilité d'autre part. Le tableau 2 présente les variables d'analyse pour chaque type de donnée et chaque objectif.

3.3.1 Les données qualitatives

Les informations réunies ont été harmonisées selon les objectifs. Les variables d'analyse ont été précisées pour chaque objectif.

3.3.2 Les données quantitatives

Les données quantitatives ont été traitées dans le tableur Excel et dans le modéliseur GAMS, respectivement pour les calculs de rentabilité et pour les analyses de sensibilité.

Tableau 2: Récapitulatif des variables et méthodes par objectif

Objectifs	Variables d'analyse	Méthodes	Données recueillies	Comment les données ont été obtenues
Décrire les AF traditionnelles	Diversité, structure, espèces présentes	Revue de littérature sur les AFC et sur la diversification des AFC, questionnaire	La composition des AFC, la stratification des AFC	Enquêtes auprès des chercheurs de l'IRAD, IITA, ICRAF
Analyser la rentabilité	Compte d'exploitation, Coût de production, Recettes, Profit, VAN, TRI	Critères de rentabilité d'un investissement VAN, TRI	Tous les éléments de coût et leur valeur, et tous les éléments de recette et leur valeur	Profit = recettes – coûts Van=somme des Bn actualisés Tout calcul dans Excel
Déterminer les conditions optimales de rentabilité et faire des simulations	Optimisation de l'AFC Analyse de sensibilité	Modélisations par GAMS 21.3	-	Utilisation des résultats du compte d'exploitation 8
Comparer les AF enrichies avec les AF traditionnelles	Résultats des comptes d'exploitation de chaque système	Comparaison directe des résultats	-	-

Source : Auteur

3.3.2.1 Les calculs de rentabilité

3.3.2.1.1 Estimation des charges d'exploitation

Les éléments de coût ont été regroupés dans le tableur Excel 2003. Les valeurs des différents éléments de coût ont été additionnées pour trouver la valeur des coûts totaux.

$$\boxed{CT = CI_D + CE + Am}$$

Où

- CT = Coûts totaux de production
- CI_D = Coûts d'installation et de développement
- CE = Coûts d'exploitation
- Am = Amortissement de l'investissement initial

Les coûts d'installation et de développement (CI_D) sont les coûts nécessaires pour l'installation et le démarrage des activités de l'exploitation et aussi pour le bon fonctionnement de l'exploitation avant l'entrée en phase de croisière (phases I et II de la fonction de production de Nerlove). L'amortissement de l'investissement initial est comptabilisé durant toute la période de vie de la plantation. On a :

$$\boxed{CI_D = Co + Cps + Cn + Ce + C_{pp} + P_{vc} + P_{vpafs} + C_c}$$

Co = Coût de l'outillage

Cps = Coût d'achat des plants

Cn = Coûts de nettoyage

Cp = Coûts de plantation (piquetage, trouaison, plantation)

C_e = Coût d'entretien

C_{pp} = Coût des produits phytosanitaires (Insecticides et fongicides et mo de traitement)

P_{vc} = Préparation pour vente du cacao

P_{vpafs} = Préparation pour vente des PAFs (emballages)

C_c = Coûts de concassage des PAFs (mango et ndjansang)

Le travail de la cacaoyère nécessite un outillage constitué de machettes, limes, plantoirs, brouette, pulvérisateur, hotte, bottes, gants, seaux, ficelle, décamètre, sécateur, couteau, pelle-bêche, échelle, et houe. L'acquisition de ce matériel induit un coût dont on tient compte à partir des prix relevés sur quelques marchés de la ville de Yaoundé.

En ce qui concerne les plants introduits dans l'agroforêt, le *coût d'un lot de plants = Coût unitaire du plant * Nombre de plants nécessaires*. Le tableau 3 présente les différents types de propagules et leurs coûts qui seront utilisés dans les comptes d'exploitation et pour les simulations. Les coûts de plantation sont pris en compte la première année uniquement (pour des raisons évidentes). Les coûts de récolte et de préparation pour la vente sont déjà comptés ici car dans une partie de la phase de développement, la plantation a commencé à livrer les premiers produits qui sont récoltés et vendus. La production n'est pas encore stable et les quantités sont croissantes

Tableau 3: Coûts unitaires des plants

Type de plants	Type de propagule	Coût unitaire (FCFA)
Safou	Semis	1 000
	Marcotte	3 500
	Bouture	1 500
	Grefe	2 000
Irvingia	Semis	1 000
	Grefe	2 000
	Bouture	1 500
Ndjansang	Semis	1 000
	Bouture	1 500
	Grefe	2 000
Cacaoyer	Semis	250

Source : Thaddee Sado, communications personnelles, 2009

Les coûts de d'exploitation sont les coûts indispensables lorsque la plantation a atteint la stabilité de la production (phase III de la fonction de production de Nerlove (1958)).

$$CE = C_e + C_{pp} + P_{vc} + P_{vpafs} + C_c$$

CE = Coûts d'exploitation

C_e = Coût d'entretien

C_{pp} = Coût des produits phytosanitaires (Insecticides et fongicides et main d'œuvre de traitement)

P_{vc} = Récolte et préparation pour vente du cacao

P_{vpafs} = Récolte et préparation pour vente des PAFs (emballages)

C_c = Coûts de concassage des PAFs (mango et ndjansang)

La préparation pour la vente comprend la récolte, l'écabossage, la fermentation, le séchage, le conditionnement et le transport vers le lieu de vente en ce qui concerne le cacao.

Dans le cadre de notre étude, la main d'œuvre ou travail est considérée pour le désherbage, la plantation, la taille, les traitements insecticides, les traitements fongicides, et la récolte. Nous considérons que cette main d'œuvre nécessaire pour accomplir le travail sur toute la parcelle est salariée.

Les éléments de main d'œuvre comptés annuellement concernent le désherbage, la taille, les différents traitements phytosanitaires, la récolte, l'écabossage, la fermentation, le séchage et le transport.

Les champs expérimentaux théoriques

Le champ expérimental dans le cadre de notre étude est un champ d'une superficie de 1 ha sur lequel nous nous proposons de planter des espèces pérennes dont nous disposons. Avec les quatre types de plants que nous avons, nous pouvons mettre sur pied huit systèmes agroforestiers qui sont présentés dans le tableau 3 avec les densités prises en compte pour chacun des arbres dans les systèmes.

La superficie (1 ha) a été choisie avec l'objectif de faciliter les calculs et les simulations de densité, de production et de combinaison.

3.3.2.1.2 Estimation de la production annuelle des différentes espèces

Les cultures qui sont supposées mises en place sont des cultures pérennes. Théoriquement, leur durée de vie économique est estimée à 25 ans. Après cet âge, il semble plus avantageux de les remplacer. C'est la raison pour laquelle nous avons dressé des comptes d'exploitation qui vont jusqu'à 25 ans uniquement. Toutes les plantes sont mises en terre la première année. Leur production est nulle les premières années puis devient croissante après l'entrée en production avant de se stabiliser dès la sixième année, et ce jusqu'à la vingt cinquième année. Les quantités exprimées avant l'année de stabilisation sont estimées ; mais à la phase de croisière, nous avons considéré la production moyenne pour chacune des spéculations (par hectare pour le cacao, et par arbre pour chacune des autres espèces). Le mango est un arbre à production bisannuelle car la plupart du temps, il ne produit pas chaque année.

La production totale pour chaque espèce est égale à la production estimée d'un arbre, multipliée par le nombre de pieds d'arbres présents sur un hectare.

$$Pt = Pi * N$$

Pt = Production totale de l'espèce

Pi = Production d'un arbre

N = Nombre de pied d'arbres sur l'hectare

Les systèmes ou champs expérimentaux considérés en tenant compte des différentes associations qu'il est possible d'effectuer lorsque l'on dispose d'un certain type et nombre de plants. Les systèmes ainsi constitués sont les suivants :

C = cacao seul

C + S = cacao + safou

C + M = cacao + mango

C + N = cacao + ndjansang

C + S + M = cacao + safou+ mango

C + S + N = cacao + safou+ ndjansang

C + S + M + N = cacao + safou+ mango+ ndjansang

3.3.2.1.3 Estimation des recettes

Recette totale = Prix d'1 kg de produit * la quantité totale de produits en kg

Les prix de vente sont estimés par kilogramme. Ces prix ont été recueillis dans la littérature et ont été confrontés avec les prix appliqués sur certains marchés (04) de la ville de Yaoundé. Ces prix ont été compilés en prix minimum (en période d'abondance), prix maximum (en période de rareté du produit). Le prix moyen est le prix considéré dans le cadre des analyses de rentabilité de cette étude. Le tableau 4 présente la grille des prix des différentes spéculations.

Tableau 4: les prix de vente unitaires des produits de l'AFC

Spéculations	Prix (FCFA kg ⁻¹)			
	minimum	maximum	moyen	considérés
Cacao	500	1 500	1000	1000
Safou	600	1 000	800	m et M
Mango	2 500	8 000	5 250	m et M
Njansang	800	2 500	1 650	m et M

Source : auteur

m = minimum ; M = maximum

Etablissement des comptes d'exploitation

Les comptes d'exploitation établis se font suivant le modèle du tableau 5.

Tableau 5 : modèle de compte d'exploitation

Libellé	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
A. Coûts d'installation					
Outillage					
achat des plants de safou					
achat des plants de mango					
achat des plants de ndjansang					
achat des plants de cacao					
Nettoyage					
Plantation					
B. Coûts de développement /d'exploitation					
Entretien					
Insecticides					
Fongicides					
Frais de concassage mango					
Frais de concassage njansang					
Préparation pour vente des PFNL					
Préparation pour vente du cacao					
Amortissement de l'investissement					
C. Coûts totaux de production (A+B+C)					
D. Recettes					
Recettes issues de la vente de safou					
Recettes issues de la vente de mango					
Recettes issues de la vente de ndjansang					
Recettes issues de la vente du cacao					
Recettes totales					

Source : Adapté de Sama *et al.*, (1993)

Critères de rentabilité

La VAN

La valeur actuelle nette (VAN) est calculée à partir des résultats du compte d'exploitation selon la formule générale ci après :

$$VAN = \sum (B_n - C_n) / (1+r)^n$$

Les recettes annuelles sont appelées B_n et les coûts de production annuels sont les C_n .

n = années et r = taux d'actualisation

Le TRI

Le calcul de valeur actuelle nette précède celui du taux de rendement interne (TRI). En effet, le TRI est calculé entre deux valeurs de VAN : l'une positive et l'autre négative.

Le taux de rentabilité interne (TRI) est défini comme le taux d'actualisation qui rend la valeur actualisée des recettes égale à la valeur actuelle des coûts dans un projet. C'est donc le taux pour lequel la VAN = 0.

La procédure de calcul du TRI est analogue à celle du calcul de la VAN. Mais alors que pour la VAN le taux d'actualisation (r) est donné, il faut trouver par calcul le taux d'actualisation qui annule la VAN c'est-à-dire celui qui rend possible l'égalité entre les valeurs actuelles des cash flow entrants et sortants ; c'est celui là qui correspond au TRI.

$$\text{TRI} = r_2 + (r_1 - r_2) \frac{\text{VAN}_2}{\text{IVAN}_2 - \text{VAN}_1} \quad \text{ou} \quad \sum_{n=1}^N \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = 0$$

Notons que dans cette formule, $r_1 < r_2$ et que le taux pour lequel la VAN est négative est r_1 et r_2 le taux pour lequel la VAN est positive.

3.3.2.2 Optimisation et analyses de sensibilité

Il a été possible de calculer la rentabilité maximale de l'agroforêt la plus diversifiée en formulant le problème de départ sous une forme qui puisse permettre la traduction sous forme d'équations. Il s'agit de ramener le problème sous une formulation simple de programmation linéaire afin de faciliter l'introduction des données dans le logiciel GAMS qui sera utilisé à cet effet. Ce modèle donne par la même occasion la combinaison optimale des plants de l'agroforêt qui fournit cette rentabilité maximale.

L'analyse de sensibilité qui s'en est suivie a permis d'évaluer les effets de changements de valeurs de certaines variables clés sur les résultats ou la rentabilité de l'exploitation.

L'optimisation par le GAMS se fait en suivant des étapes que sont :

1. La formulation du problème
2. La définition de la fonction de l'objectif

3. La définition des ressources nécessaires et des ressources disponibles
4. L'évaluation des contraintes
5. La construction du modèle
6. La validation du modèle
7. La description des scénarios
8. Les résultats des simulations et les discussions

3.3.2.2.1 Formulation du problème

Le GAMS (General Algebraic Modelling System) est un logiciel développé dans le but de résoudre des systèmes d'équations. Mais pour aider ce logiciel à résoudre ces systèmes d'équations, le problème doit être écrit dans un langage approprié pour faciliter la simulation et les optimisations. La formulation du problème met déjà en exergue les trois étapes suivant la formulation du problème.

La problématique de notre étude peut se traduire en un problème de programmation linéaire qui est formulé comme suit :

- **Terre** : Un planteur de la région du Centre dispose d'1,5 hectare de terrain sur lequel il veut planter des cultures pérennes. Il sait que sur cet espace restreint il peut combiner diverses espèces d'arbres suivant leur stratification. Les spéculations qu'il décide de choisir à cet effet sont : le cacao (*Theobroma cacao*), le safou (*Dacryodes edulis*), le mango (*Irvingia gabonensis*), et le ndjansang (*Ricinodendron heudelotii*).

- **Plants** : Ce planteur peut disposer d'un maximum de 1300 plants de cacao, 100 plants de safou, 100 plants de mango et 25 plants de ndjansang.

Cependant, il doit prendre en compte que cet hectare de terre peut prendre un maximum de 1111 pieds de cacao ; que les plants de safou et de mango associés ne doivent pas dépasser 70, et que seuls 16 plants de ndjansang peuvent être plantés. Les prix des plants à introduire sont : 250 FCFA pour le cacaoyer, 3.500 FCFA pour le safoutier marcotté, 2.000 FCFA pour le mango greffé et 2000 FCFA pour le ndjansang greffé.

Les productions des différents arbres inclus dans l'agroforêt atteignent un maximum de 300kg ha⁻¹ pour le cacao, 3200 kg ha⁻¹ pour le safou, 3200kg ha⁻¹ pour les amandes de mango et 1175 kg ha⁻¹ pour les amandes de ndjansang.

-**Travail et capital**: D'après le compte d'exploitation 8, la conduite de la culture d'un hectare de cacao nécessite 95 HJ de travail, 150.000 FCFA de capital (principalement affecté au matériel) et 31.000 FCFA pour les traitements phytosanitaires. Pour la culture du

safou il faut prévoir 30 HJ de travail, 50.000 FCFA pour le capital. Pour le mango, on prévoit 50 HJ de travail, 20.000 FCFA pour le capital et 87.500 pour les frais de concassage. Et enfin pour le ndjansang, il doit prévoir 50 HJ de travail, 10.000 pour le capital et 28.000 FCFA pour les frais de concassage.

Au-delà de ces recommandations, il ne dispose que d'un certain nombre de ressources présentées dans le tableau 7 (page 42).

Le modèle exige que le travail soit exprimé en HJ pour que le coût du travail soit évalué en coût journalier. A cet effet, le coût de la main d'œuvre journalière est de 1.670, 2.000, 2.500, et 2.000 FCFA respectivement pour le cacao, le safou, le mango et le ndjansang. Cette différence dans le coût de la main d'œuvre journalière s'explique par les exigences du travail à effectuer dans les activités respectives.

Quelle est donc l'affectation de la terre pour les plants de différentes espèces dans l'agroforêt qui lui permettrait de maximiser son revenu sachant que les prix de vente du kg de produit sont de 1.000 FCFA, 600 FCFA, 2.500 FCFA et 800 FCFA respectivement pour le cacao, le safou, le mango et le ndjansang?

3.3.2.2.2 Fonction de l'objectif

La fonction de l'objectif vise à maximiser la marge nette ou profit du planteur en tenant compte des ressources disponibles. Elle reflète la relation de production : les prix des produits et les coûts des inputs. L'objectif est aussi mis sur la durabilité de la production engagée par le planteur. Le profit ou marge brute est exprimée par les recettes totales moins les coûts totaux induits dans l'agroforêt comme les coûts des plants, le travail, la préparation pour la vente. La forme générale de cette fonction de production pour le modèle est la suivante :

$$\mathbf{Max Z} = \sum_j^n \mathbf{RT} - \sum \mathbf{CT}$$

Le profit Z est égal aux recettes totales ($\sum \mathbf{RT}$) moins les coûts totaux ($\sum \mathbf{CT}$). La marge brute est donnée dans le modèle utilisant tous les paramètres nécessaires. Il existe quatre types de cultures qui peuvent être incorporés dans l'agroforêt, cependant le modèle décide sur la relation facteur–produit qui permet la meilleure combinaison de manière à maximiser la marge brute du planteur.

$$Z = (\text{prix du produit} \times \text{produit}) - ((\text{plants} \times \text{coûts plants}) + (\text{coût du capital}) + (\text{coût de la main d'œuvre}) + (\text{coûts concassage}) + (\text{coûts produits phyto}) + (\text{amortissement}))$$

3.3.2.2.3 Contraintes

Les contraintes incluses dans la mise sur pied de cette agroforêt sont liées à la terre, au travail, au capital et aux nombres de plants à introduire. Les données quantitatives sont des moyennes des informations collectées dans des études antérieures afin de faciliter les calculs. Les résultats obtenus seront ainsi généralisés à tous les planteurs de la zone d'étude.

La terre : Dans la région du Centre, la superficie disponible pour les cacaoyères est en moyenne de 1,5 ha. Ce sont des petites unités de production avec un rendement de cacao marchand médiocre (300kg ha^{-1}) inférieur au minimum attendu qui est de 1000kg ha^{-1} . La terre est une ressource très sollicitée dans cette zone du Centre et la distribution des plants qui permettent d'optimiser le revenu est une donnée très importante.

Le travail : Le travail est comptabilisé en HJ. Il existe une main d'œuvre familiale qui est généralement combinée à la main d'œuvre salariée. Le travail est subdivisé pour chacune des tâches effectuées dans l'agroforêt et pour chaque spéculation autant que cela est possible. Le travail pour chacune des activités a été défini en HJ utilisé pour l'activité en question. La quantité de travail disponible est de 61 HJ, 15 HJ, 30 HJ, et 30 HJ respectivement pour le travail d'un hectare de cacaoyers, de safoutiers, de manguiers sauvage et de ndjansang. Le coût d'un HJ de travail pour incorporer le travail dans les éléments de coûts est de 1670, 2000, 2500, et 2000 FCFA pour le cacao, le safou, le mango, et le ndjansang dans cet ordre.

Le capital : Le capital représente l'ensemble des « ressources productives et reproductibles de la firme » qui permettent d'obtenir un revenu ou, après un détour de production (c'est-à-dire une dépense immédiate -sous forme d'investissement- susceptible d'augmenter à terme la production et les revenus d'accroître la productivité du travail). Dans cette agroforêt, le capital comprend tout le matériel nécessaire pour la mise sur pied et le fonctionnement de l'exploitation ; entre autres l'outillage, le nécessaire pour emballage, etc.

Le nombre de plants : Le nombre de plants à introduire dans l'hectare de l'agroforêt est très important car la densité des arbres doit être respectée suivant la distribution dans les

strates. C'est ainsi que la strate 1 principalement composée du cacaoyer ne doit pas dépasser 1111 plants ha⁻¹ ; la strate 2 des safoutiers et des manguiers ne doit pas excéder 70 plants ha⁻¹ et la strate 3 du ndjansang ne doit pas comporter plus de 16 arbres ha⁻¹. Cependant, les safoutiers ou les manguiers seuls ne doivent pas excéder 70 plants, mais en association leur nombre en commun ne devra pas aussi aller au-delà de 70.

3.3.2.2.4 Activités

Le modèle de programmation linéaire utilisé dans cette étude inclut la production des cultures pérennes suivantes : les cacaoyers, les safoutiers, les manguiers sauvages et le ndjansang. Ces cultures sont introduites et suivies pour des objectifs de vente principalement. Ces activités sont couramment pratiquées dans la zone d'étude, même si ce n'est pas avec la même intensité que celle qui est proposée. Des études sur les PFNL montrent bien l'intérêt croissant qui est marqué pour chacune de ces activités et que nous appuyons encore par le biais de cette étude.

3.3.2.2.5 Hypothèses et paramètres (ressources)

Le modèle de programmation a été résolu en utilisant le logiciel GAMS 21.3 (General Algebraic Modelling System). En tenant compte des conditions existantes, le modèle détermine les variables endogènes. Les variables endogènes sont ces variables qui sont déterminées par le modèle. Le tableau 6 donne une liste des variables endogènes pour ce modèle.

A partir de la superficie occupée par chacune des espèces, on peut calculer le nombre d'arbres dans le champ car on connaît l'espace vital que chacun des arbres occupe selon la formule :

Exemple pour le cacao :

Nombre de plants de cacao (Nc) = 1ha / Espace vital d'un plant de cacao

$$Nc = 10000m^2 / 9 m^2$$

Tableau 6: variables endogènes du modèle

Code de la variable	Description	Unité
X ₁	Superficie affectée au cacao	hectares
X ₂	Superficie affectée au safou	hectares
X ₃	Superficie affectée au mango	hectares
X ₄	Superficie affecté au ndjansang	hectares
Plantscacao	Nombre de plants de cacao	plants
Plantssafou	Nombre de plants de safou	plants
Plantsmango	Nombre de plants de mango	plants
Plantsndjansang	Nombre de plants ndjansang	plants
Revenucacao	Recettes du cacao	FCFA
Revenusafou	Recettes du safou	FCFA
Revenumango	Recettes du mango	FCFA
Revenundjansang	Recettes du ndjansang	FCFA
Revenue	Recettes totales	FCFA
Totalcost	Coûts totaux de production	FCFA
Profit	Marge brute	FCFA

La théorie de l'entreprise utilisée dans le cadre de cette étude permet de délimiter l'objectif de production du planteur. L'utilisation de cette théorie et des variables exogènes crée un environnement propice à la détermination de la fonction de l'objectif sous un certains nombre de contraintes. La programmation linéaire par le GAMS permet d'analyser différents scénarios qui font varier à leur tour la valeur de la fonction de l'objectif. La figure 3 traduit les différentes relations existantes dans le cadre analytique du modèle.

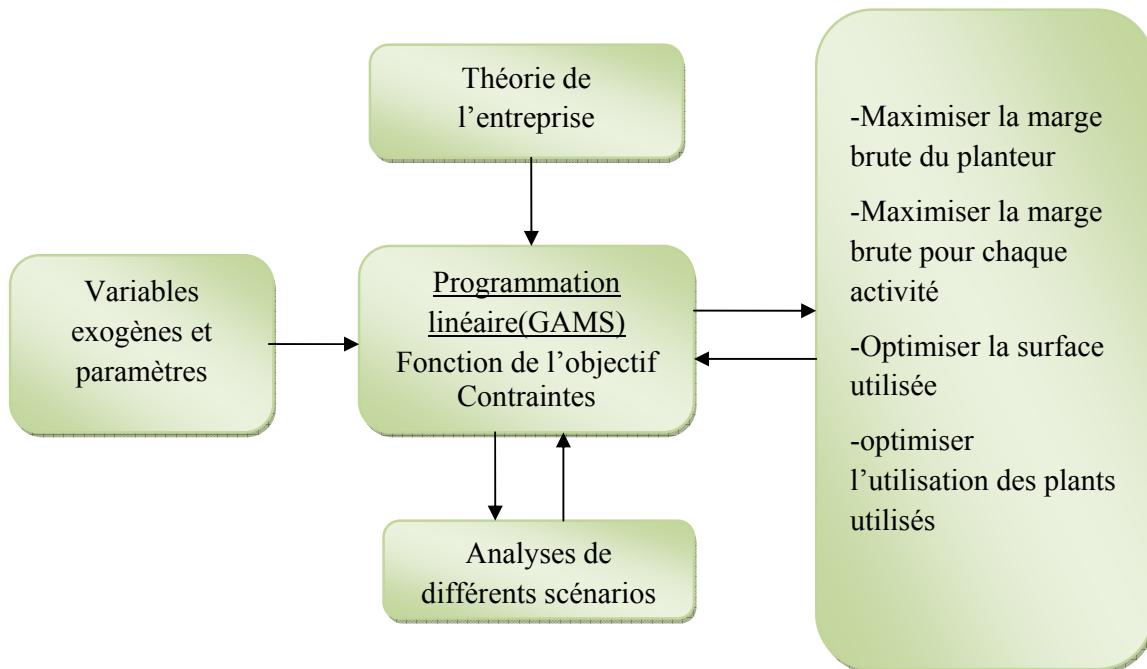


Figure 3: Présentation analytique du cadre d'étude du modèle
 Source : auteur

3.3.2.2.6 Validation du modèle

Les données de base pour cette étude et pour ce modèle ont été collectées d'avril à août 2006 auprès de 1428 exploitations agricoles à base de cacaoyers dans le Centre (Jagoret et *al.*, 2008). La fonction de l'objectif retenue est effectivement celle de tout planteur qui veut retirer le maximum de profit de ses activités. La production de 300 kg ha⁻¹ pour le cacao est la quantité moyenne de cacao reconnue comme produite dans le bassin du Centre (Jagoret et *al.*, 2006 ; FAO, 2008⁴). Les prix appliqués pour les intrants et pour la vente des PAFs sont des prix reflétant la réalité car obtenus à partir des études récentes et bien élaborées (Mezogoue Ntouné et Julve, 2007 ; Nakuna Tsala, 2009 et Ndzengue, 2008). Le modèle est validé lorsque les résultats obtenus du modèle se rapprochent le plus possible de la réalité observée sur le terrain.

⁴ Statistiques de la FAO disponibles sur : [http : //faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor](http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor)

Tableau 7: Résumé du problème

	Ressources													Coûts supp.	Marge brute
	Terre en hectares (X)	Travail en HJ (Y)				Capital en FCFA (Z)				Plants (P)					
Activités		Tca	Tsa	Tma	Tdja	Cca	Casa	Cama	Candja	Plca	Plsa	Plama	plndja	Concassage et/ou produits phyto	Recettes - coûts
Cacao (1)	1	95				150 000				1 111				31 000	
Safou (2)	0,5		30				50 000				70			0	
Mango (3)	0,5			50	50			20 000				70		87 500	
Ndjansang (4)	1								10 000				16	28 000	
ressources dispo	3	61	15	30	30	125 000	25 000	20 000	10 000	1 300	100	100	25		

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 3$$

$$x_2 + x_3 \leq 1$$

3.3.2.2.7 Formulation mathématique du problème

Fonction de l'objectif

$$\text{Max } Z = \sum_j^n Q_j P_j^q - \sum X_j P_j^x - Cc_i - C_{mo} - Cx_i - Cp_1$$

Où le profit Z (Recettes totales – coûts totaux) est maximisé

Q_j = rendement des arbres en kg (rendement cacao, safou, mango et ndjansang)

P_j^q = prix unitaire de la production des arbres

X_j = superficie de terre affectée à chaque spéculation incorporée dans le système

P_j^x = coût unitaire des plants de chaque type

Cc_i = Coût du capital

C_{mo} = Coût de la main d'œuvre

Cx_i = coûts de concassage des PAFs

Cp_1 = coût des traitements phytosanitaires pour le cacaoyer

Sous les contraintes suivantes :

Soit X la variable associée à la disponibilité de la terre, Y a contrainte associée au travail, Z la contrainte associée au capital, et P la contrainte associée au nombre de plants.

-Les contraintes agronomiques liées à la densité

$$P_1 \leq 1111$$

$$P_2 \leq 70$$

$$P_3 \leq 70$$

$$P_4 \leq 16$$

$$P_2 + P_3 \leq 70$$

La distribution en strates est très importante et c'est selon ces différents étages de l'agroforêt que se fait la gestion de la densité. Ainsi, P_2 et P_3 appartiennent à la même strate et leur densité commune ne peut excéder 70, la norme requise pour cette strate. P_1 est de la strate 1 et sa densité est indépendante de celle des autres espèces tout comme P_4 qui appartient à la strate 3.

-Les contraintes liées aux ressources disponibles

Les contraintes liées au capital, à la main d'œuvre et au nombre de plants disponibles sont visibles dans le tableau qui résume le problème (tableau 7) mais peuvent être traduites de la manière suivante :

<u>Travail</u>	<u>Capital</u>	<u>Plants</u>
$95Y_1 \leq 61$	$150000Z_1 \leq 125000$	$1111P_1 \leq 1300$
$30Y_2 \leq 15$	$50000Z_2 \leq 25000$	$70P_2 \leq 100$
$50Y_3 \leq 30$	$20000Z_3 \leq 20000$	$70 P_3 \leq 100$
$50Y_4 \leq 30$	$10000Z_4 \leq 10000$	$16P_4 \leq 25$

La fonction de l'objectif précédente peut être résolue sous certaines conditions en utilisant le logiciel GAMS. Ainsi, la syntaxe de GAMS pour ce problème se trouve en annexe 1.

3.4 LIMITES DE L'ETUDE

Tout outil de recherche ou méthodologie a des limites et l'approche de programmation linéaire utilisée ici n'échappe pas à cette règle.

La principale limite de la programmation mathématique utilisée dans le cadre de cette étude est qu'elle donne une solution statique au lieu d'une solution dynamique, c'est-à-dire que l'approche statique fournit une valeur optimale à une période donnée et non pour une série de périodes.

La rentabilité optimale de l'agroforêt est considérée lorsque tous les paramètres sont pris en considération, ceci rend l'évaluation avant les années de production impossible.

Cette étude, ayant eu pour socle les données secondaires, n'a pas fait l'objet d'une expérimentation quelconque, et de ce fait, les résultats sont purement théoriques.

L'estimation de la production annuelle pour un arbre *I. gabonensis* n'a pas été aisée car la production est plus estimée en termes de seaux et la conversion en kilogramme n'étant pas couramment employée, peut sembler déroutante.

La zone d'étude étant généralisée dans le Centre rend l'étude susceptible à des erreurs dues à la non considération de la spécificité de chaque village et/ou exploitation. Car les éléments recueillis dans les conversations révèlent que les cacaoyères sont très disparates et très diversifiées.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 CARACTERISATION DES AGROFORETS DU CENTRE

Les agroforêts du Centre ont des éléments dans leur composition et leur structure qui permettent de les caractériser. Leur composition permet de connaître les espèces qui les constituent, et leur structure permet de connaître leur disposition dans l'agroforêt.

4.1.1 La diversité/ composition

Les systèmes de cacaoculture du Centre sont très diversifiés. Cette diversité se traduit par leur richesse spécifique se traduisant par les types de flores et de faunes qu'on y trouve (Mekembom, 2005). Les agroforêts à base de cacao sont des espaces de gestion des terres combinant plusieurs espèces qui procurent des biens divers au planteur. Les chercheurs travaillant dans les zones cacaoyères s'accordent pour soutenir que les cacaoyères sont des milieux d'une diversité faunique et floristique exceptionnelle. Une étude menée par ICRAF dans les systèmes cacaoyers, jardins de case et forêts fragmentées, a confirmé ces résultats en montrant qu'en moyenne, le nombre d'espèces d'arbres autres que le cacaoyer qu'on peut y trouver s'élève à 162 par hectare (Mbile *et al.*, 2007).

Dans cette étude de Mbile *et al.*(2007) faisant mention de 162 pieds d'arbres accompagnant le cacaoyer, on compte 140 espèces pas utiles selon la perception des paysans et 22 espèces utiles (9 espèces fruitières, 5 espèces de bois d'œuvre, 3 espèces fertilisantes, 3 espèces d'épices et 2 espèces médicinales).

Dans la zone humide au Cameroun, Sonwa (2004) a observé à l'hectare une densité moyenne de 321 tiges de divers plants associés aux cacaoyers plantés à une densité de 1168 tiges par hectare. Dans la Lékié, Gockowsky et Dury (1999) ont trouvé 165 tiges d'arbres par hectare associés aux cacaoyers.

Ces études convergent toutes vers le fait qu'il y a beaucoup d'arbres qui sont associés aux cacaoyers dans les agroforêts à base de cacaoyer ; mais la majorité reste d'une utilité limitée aux planteurs.

4.1.2 Stratification/ structure

Les cacaoyères de la zone du Centre sont stratifiées ou étagées. Elles sont constituées de trois strates :

- la strate inférieure très dense, constituée des herbes et des espèces rampantes ;
- la strate moyenne composée des arbustes ;
- la strate supérieure constituée des arbres.

La même étude ressort que sur la strate constituée des arbres, le safoutier (*Dacryodes edulis*) est l'espèce la plus fréquente.

Mbile et al (2007) quant à eux donnent une description différente des différentes strates des agroforêts à base de cacaoyer. Cette description est la suivante :

- La strate 3 (hauteur supérieure à 20 m) couvrant 8 % des espaces utiles et composée d'arbres d'ombre, de bois d'œuvre, des plantes médicinales, plantés à 20m x 20m (25 arbres par ha). Cette strate intercepte les rayons solaires de haute intensité et elle ne doit pas être très épaisse. *Terminalia mantali*, *Ricinodendron heudelotii* et *Albizia spp* sont les meilleurs candidats. Certaines espèces médicinales ou de bois d'œuvre peuvent aussi s'insérer dans cette strate.

- La plupart des arbres à haute valeur résident dans la strate 2 (hauteur comprise entre 5 et 20 m) couvrant 24 % des espaces utiles et constituée de fruitiers de haute valeur, arbres à épices, plantés à une distance de 12.5m (64 arbres par ha).

- La strate 1 (hauteur comprise entre 3 et 5 m) couvrant 68 % des espaces utiles et composée des cacaoyers et/ou caféiers et des arbustes, avec un écartement recommandé de 6,5m (237 arbres par ha). Cette strate comprend les cacaoyers, arbustes, arbrisseaux. La figure 4 donne une représentation schématique d'une agroforêt multi stratifiée.

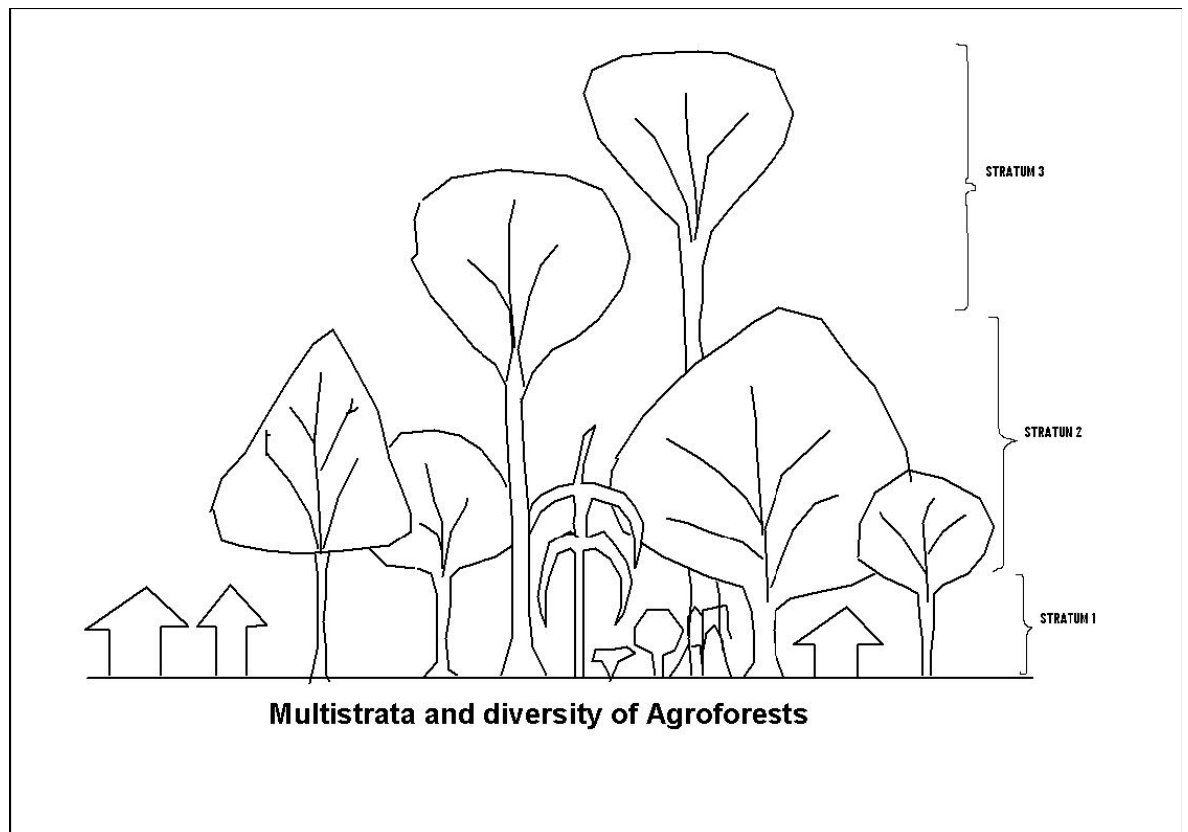


Figure 4 : une représentation schématique des agroforêts à trois strates.

Source : Mbile et *al* (2007)

4.2 ESTIMATION DES PRODUCTIONS ANNUELLES DES AFC DANS LE CENTRE

4.2.1 Production par arbre et par culture

Les quantités produites par chaque espèce suivent l'évolution de la courbe de production des cultures pérennes décrite dans le cadre théorique de cette étude. A partir de la septième année, la production des arbres est stable (voir tableau 8), c'est la raison pour laquelle il n'a pas été jugé utile de présenter ce tableau sur toute la durée de vie économique de la plantation.

Selon les informations recueillies, le manguiers sauvage a une production bisannuelle c'est-à-dire que la fructification se fait généralement après deux ans.

Tableau 8: Evolution des rendements

Spécifications	Unité	A	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
		1									
Cacao ⁵	kg ha ⁻¹	0	0	0	100	200	300	300	300	300	300
Safou	kg arbre ⁻¹	0	0	0	15	20	30	50	50	50	50
Ndjansang	kg arbre ⁻¹	0	0	10	15	20	40	47	47	47	47
Mango	kg arbre ⁻¹	0	0	0	0	10	0	20	0	30	0

A = Année

4.2.2 Production par hectare pour les différents systèmes

Les systèmes agroforestiers ont été constitués avec des densités recommandées dans les différentes strates. Les productions variant d'une espèce à une autre sont présentées dans le tableau 8.

⁵ Seul le rendement du cacao est donné en kg par hectare selon les informations disponibles

Tableau 9: Systèmes considérés avec densité des arbres et production

	Espèce	Densité (écartements)	Production (kg arbre ⁻¹)	Production (kg ha ⁻¹)
C	Cacao	1111 (3m x 3m)	-	300
	Safou	0	0	0
	Mango	0	0	0
	Ndjansang	0	0	0
C + S	Cacao	1111 (3m x 3m)	-	300
	Safou	70 (12m x 12m)	50	3500
	Mango	0	0	0
	Ndjansang	0	0	0
C + M	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	0	0	0
	Mango	70 (12m x 12m)	50	3500
	Ndjansang	0	0	0
C + N	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	0	0	0
	Mango	0	0	0
	Ndjansang	16 (25m x 25m)	47	752
C+S+ M	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	35 (17m x 17m)	50	1750
	Mango	35 (17m x 17m)	50	1750
	Ndjansang	0	0	0
C+S+N	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	70 (12m x 12m)	50	3500
	Mango	0	0	0
	Ndjansang	16	47	752
C+M+N	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	0	0	0
	Mango	70 (12m x 12m)	50	3500
	Ndjansang	16	47	752
C+S+M+N	Cacao	1111(3m x 3m)	-	300
	Safou	35	50	1750
	Mango	35	50	1750
	Ndjansang	16	47	752

4.3 ESTIMATION DE LA RENTABILITE DES DIFFERENTS SYSTEMES

La rentabilité des différents systèmes à base de cacao dans cette étude, est calculée avec la VAN grâce aux éléments de coût et de recette des différents systèmes sur une durée de temps qui est ici de 25 ans.

4.3.1 Eléments de coûts

Plusieurs éléments induisant des coûts ont été identifiés et listés dans la mise en place d'une cacaoyère, mais aussi dans la mise en place des systèmes agroforestiers considérés. Il s'agit des coûts d'installation et de développement, auxquels il faut ajouter les coûts de d'exploitation et l'amortissement, pour ainsi constituer les coûts totaux de production.

4.3.1.1 Les coûts d'installation et de développement

4.3.1.1.1 Les coûts d'installation

Les coûts d'installation des différents systèmes comprennent :

- l'outillage ;
- l'achat des plants (cacaoyers, safoutier, manguier et ndjansang);
- la main d'œuvre pour le défrichage du terrain, le piquetage, la trouaison, et la plantation,

4.3.1.1.1.1 L'outillage

Plusieurs outils et matériels rentrent dans la mise en œuvre et la gestion d'une cacaoyère. On peut lister machettes, houes, plantoir, brouette, hotte ou paniers, lime, pulvérisateur, seau, sécateur, pelle-bêche, décamètre, ficelle, gants, séchoir, caisse de fermentation, et bottes. Dans la majorité des cas (72,5% selon les conclusions de Jagoret et *al* en 2006), les planteurs possèdent une bonne partie de ce matériel ; et prioritairement la machette, la houe, et le pulvérisateur. Le reste est emprunté si c'est nécessaire chez le voisin. Le tableau 10 montre une liste des outils nécessaires dans les vergers cacao, les coûts de chaque matériel, et leur durée de vie respective.

Tableau 10: Outillage de la cacaoyère

Outils	Quantités	Coût unitaire (FCFA)	coût total (FCFA)	Durée d'usage (Années)	Amortissement annuel
Machette	2	2 500	5 000	1	5000
Lime	1	1 500	1 500	1	1500
Plantoir	1	2 000	2 000	2	1000
Brouette	1	16 000	16 000	3	5533
pulvérisateur	1	35 000	35 000	6	5833
Hotte	2	2 000	4 000	1	4000
Botte	1	4 000	4 000	1	4000
Gants	1	1 000	1 000	1	1000
Seau	2	1 500	3 000	2	1500
Ficelle	1	2 000	2 000	5	400
Décamètre	1	4 000	4 000	5	800
Sécateur	1	4 500	4 500	3	1500
Couteau	2	1 000	2 000	3	667
Pelle-bêche	1	2 000	2 000	2	1000
Echelle	1	5 000	5 000	3	1667
Houe	2	1 500	3 000	1	3000
TOTAL			94 000		38400

4.3.1.1.2 L'achat des plants

Nous choisissons l'option où les plants introduits dans les agroforêts sont tous achetés. Le paysan n'a donc pas besoin de faire une pépinière pour avoir les plants dont il a besoin. Le tableau 11 donne la grille des prix des plants domestiqués tels que pratiqués par ICRAF et les prix des plants de cacaoyer en vigueur dans les pépinières de vulgarisation de la SODECAO.

Il faut cependant noter que cette option n'est pas souvent adoptée par les planteurs qui préfèrent trier parmi les meilleures cabosses de leurs récoltes, celles dont les semences

doivent être mises en pépinière. Mais dans l'optique du cadre de l'objectif de production de départ, notre choix trouve toute sa logique.

Tableau 11: Quantités et coût des plants

Type de plants	Type de propagule	Prix unitaire (FCFA)	Quantité (plants/ha)	Coût total (FCFA)
Cacao	Semis	250	1111	277 750
	Marcotte	3 500	70	245 000
	Semis	1 000	35	35 000
Safou	Bouture juvénile	1 500	35	52 500
	Bouture adulte	2 000	35	70 000
	Greffe	2 000	35	70 000
Mango	Semis	1 000	35	35 000
	Bouture juvénile	1 500	35	52 500
	Bouture adulte	1 500	35	52 500
	Greffe	2 000	70	140 000
Ndjansang	Semis	1 000	16	16 000
	Bouture juvénile	1 500	16	24 000
	Bouture adulte	1 500	16	24 000
	Greffe	2 000	16	32 000

Source : Thaddee Sado, communications personnelles ; 2009

4.3.1.1.1.3 La main d'œuvre/ le travail

Le travail représente l'apport humain rémunéré en fonction d'abord du temps passé et de l'effort, puis en fonction des qualifications ou de l'expérience, et enfin en fonction des normes sociales en vigueur (salaire minimum, système de promotion etc.).

Si la majorité des producteurs de cacao de la province du Centre utilisent leur main d'œuvre familiale pour réaliser les différentes opérations culturales qu'implique l'entretien de leurs vergers cacaoyers, ils emploient également de la main d'œuvre salariée à des

degrés divers en fonction des zones et de l'intensité des activités. Le tableau 12 présente les valeurs monétaires des activités de l'AFC.

Tableau 12: Les activités impliquant une main d'œuvre dans l'agroforêt

	Nombre de jours de travail nécessaires	Coût de la journée de travail (FCFA)	Coût/ha de la MO (FCFA)	Coût des produits
Défrichage ⁶	31	1 000	31 000	-
Piquettage	4	2 500	10 000	-
Trouaison (forfait)	-		10 000	-
Plantation	21	1 000	21 000	-
Total	56		72 000	-

Source : Adapté de Jagoret et al, 2006

Ces activités décrites dans le tableau 11 ne nécessitent pas l'utilisation de produits phytosanitaires quelconques.

4.3.1.1.2 Les coûts de développement

Ce sont les coûts qu'on est obligé de consentir chaque année pour le bon développement de l'agroforêt jusqu'à la stabilisation de la production et des récoltes. Pour les cacaoyères du Centre, ces coûts sont imputés dans l'entretien (la taille, le défrichage), les produits phytosanitaires, la préparation du cacao et des PAFs pour la vente et les différents frais de concassage.

4.3.1.2 Les coûts d'exploitation

Ce sont des coûts analogues à ceux comptabilisés dans le développement, à la seule différence que ceux-ci interviennent après le développement dans la phase de croisière où la production est stable. Le tableau 13 souligne la valeur relative à chaque activité pour la présente étude.

⁶ Le défrichage de la parcelle s'accompagne d'un abattage sélectif des arbres indésirés.

Nous constatons que le coût des opérations post-récolte n'a pas pu être déterminé ; en effet ces opérations incombent très souvent au planteur lui-même et des informations sur les coûts que ca peut engendrer n'ont pas été disponibles. Les traitements fongicides requièrent le plus de journées de travail (généralement plusieurs passages) et on pourrait attribuer cet état des choses à la lutte contre la pourriture brune qui est très intense dans cette zone agroclimatique à cause de l'ombrage excessif et de l'humidité. Le reste des activités d'entretien et de traitements phytosanitaires se fait en moins d'une semaine sur un hectare

4.3.1.2.1 Entretien et traitements phytosanitaires

Tableau 13: Entretien et traitements phytosanitaires

Opérations	Nombre de jours de travail nécessaires	Coût de la journée de travail (FCFA)	Coût/ha de la MO (FCFA)	Coût des produits (FCFA)
Taille	5	1 600	8 000	-
Traitements insecticides	4	1 500	6 000	16 000
traitements fongicides	10	1 600	16 000	15 000
Récoltes	6	2 500	15 000	-
Ecabossage	7	-	26 000	-
Fermentation	5	-	-	-
Brassage	1	-	-	-
Séchage	8	-	-	-
Total	46	-	71 000	31 000

Source : Adapté de Jagoret *et al*, 2006

La récolte est l'activité qui a le coût de la journée de travail le plus élevé avec 2.500 FCFA alors que les traitements insecticides sont moins coûteux en main d'œuvre. En définitive dans notre étude, les coûts d'entretien et de traitements phytosanitaires valent 102.000 FCFA par hectare dans les cacaoyères ; une valeur bien au dessus de celle trouvée par Todem (2005). En faisant le bilan financier de quelques systèmes de cacaoculture du Centre, cet auteur a trouvé une somme de 82.476 FCA affectée aux opérations d'entretien et de traitement phytosanitaire.

4.3.1.2.2 Les coûts de concassage⁷

Les espèces qui nécessitent le concassage sont principalement le manguier sauvage et le ndjansang. Selon les informations recueillies lors d'une étude auprès des paysans (CIFOR, 1996), lorsqu'un paysan aide un autre à concasser les fruits d'un arbre de mango, celui-ci le récompense en lui donnant un seau d'amandes de 5 litres. Par analogie, nous constatons donc que le producteur devra dépenser un seau chaque fois qu'il se fera aider pour exploiter un arbre. Or dans les informations recueillies sur les marchés, un seau d'amandes vaut 2,3kg en moyenne et le prix moyen du kg estimé selon la littérature est de 2.500 FCFA. Donc, si le producteur a 70 arbres sur un hectare, les frais de concassage vont lui coûter $5.750 \times 70 = 402.500$ FCFA. Mais s'il n'a que 35 arbres plantés dans l'agroforêt, les frais de concassage lui coûteront 201.250 FCFA.

Les frais de concassage du ndjansang sont évalués à 696 FCFA pour 1 kg d'amandes prêtes à être vendues (Nakuna Tsala, 2009).

4.3.1.2.3 La préparation pour la vente

Les coûts supplémentaires de préparation ou conditionnement pour la vente comprennent les filets pour transporter et pour stocker les produits. Les détails des calculs sont inscrits dans le tableau 14.

Tableau 14: Eléments entrant dans les coûts de préparation pour la vente

Produit	Nombre de sacs nécessaires pour l'emballage	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
Cacao	05	500	2500
Safou	100	500	50 000
Mango	100	200	20 000
Ndjansang	50	200	10 000

⁷ La production des amandes de ndjansang et de mango nécessite une série d'opérations complexes que nous résumons sous le terme de concassage.

4.3.1.3 L'amortissement de l'investissement initial

Le capital utilisé avant l'entrée en production doit être amorti pendant toute la durée de la période de production. Cet amortissement est linéaire.

4.3.1.4 Coûts totaux de production

Les coûts totaux de production représentent la somme des coûts d'installation (CI), des coûts de développement (CD), des coûts de fonctionnement, et l'amortissement. Les coûts de production dans les systèmes varient de 184.979 FCFA pour les coûts les plus faibles et 428.256 FCFA pour les coûts les plus élevés (Figure 4).

Les coûts de production sont les coûts moyens annuels de production calculés en divisant le total des charges sur les vingt cinq années que dure l'exploitation. La littérature consultée sur les coûts totaux de production renseigne sur une valeur de 91.768 FCFA. De façon générale, les coûts de production calculés dans cette étude sont supérieurs à ceux trouvés dans la littérature et issus des études antérieures.

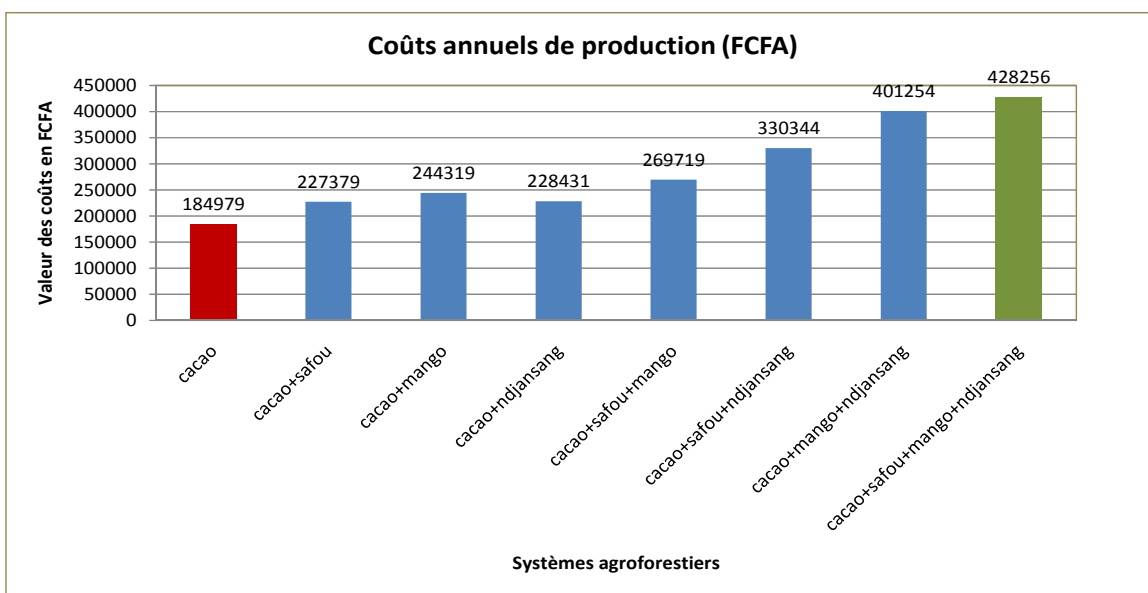


Figure 5 : Les coûts de production annuels moyens des systèmes

Selon la figure 5, les coûts de production moyens annuels sont moins élevés pour le système 'cacao seul' car ils ne valent que 184.979 FCFA, comparativement au système 'cacao+safou+mango+ndjansang' dont les coûts moyens annuels de production valent 428.256 FCFA.

Pour ce système ‘cacao seul’ qui représente le système non enrichi dans nos agroforêts, la valeur des coûts (184.979FCFA) est nettement plus élevée que celle trouvée par Todem (2005) lorsqu’il a fait le bilan financier de quelques cacaocultures du Centre. En effet, dans cette étude, l’auteur a trouvé une valeur moyenne de 93.648 FCFA par hectare affectée aux coûts de production d’un système de cacaoculture conventionnel dans le Centre. Cette différence est certainement due aux détails que nous nous sommes appliqués à ne pas négliger pour que cette étude soit aussi réaliste que possible. Notamment l’achat des plants de cacao qui n’était justement pas considéré par Todem (2005).

4.3.2 Les recettes

Les recettes des systèmes agroforestiers dont il est question proviennent soit de la vente de la culture de rente, soit de la vente des PAFs associés. Ces recettes sont progressives au fur et à mesure de l’augmentation de la production sur l’hectare selon la courbe de production. Le tableau 15 représente les recettes issues de l’agroforêt au cours de la phase de croisière de production dans le système composé des cacaoyers, des safoutiers, des mangos et des ndjansang. Comme dans le cas des produits agricoles en général, les prix des PAFs⁸ dont il est question ici dépendent dans une large mesure de la loi de l’offre et de la demande. Les périodes d’abondance et de rareté font varier les prix du minimum au maximum, faisant par la même occasion varier les recettes que doit percevoir le planteur.

Tableau 15: Eléments entrant dans les recettes

	Production par arbre (kg)	Densité (arbresha⁻¹)	production totale (kgha⁻¹)	Prix du produit⁹ (FCFAkg⁻¹)	Recettes (FCFAha⁻¹)
Cacaoyers		1111	500	1000	500 000
Safoutiers	50	35	1750	600	1 050 000
Manguiers	50	35	1750	2500	4 375 000
Ndjansang	47	16	752	800	601 600
Recettes totals					6 526 000

⁸ PAFs est une terminologie nouvelle dans l’agroforesterie qui permet de qualifier les produits des agroforêts qui sont récoltés après plantation, contrairement aux PFNL qui sont cueillis sans avoir été plantés au préalable.

⁹ Ces prix sont les réalistes des produits

En pleine saison de production, huit fruits moyens de *Safou* sont vendus au prix de 200 FCFA alors qu'un filet de 25 kilogrammes de *Safou* frais coûte en moyenne 14.000 FCFA ; ce qui ramène le kilogramme de safou à 600 FCFA pour la saison de pleine production et 1.000 FCFA pour les périodes de faible production et de rareté (Ndzengué, 2008).

En ce qui concerne le Ndjansang, le kilogramme en période de rareté est retenu à 1.500 FCFA, et à 800 FCFA en périodes d'abondance (Nakuna Tsala, 2009). Pour ce qui est du mango, le kilogramme d'amandes séchées coûte 2.500 FCFA en périodes d'abondance et 8.000 FCFA en période de carence (Mezogue Ntoune et Julve, 2007).

Les recettes moyennes issues de l'exploitation des PAFs dans l'AFC peuvent être appréciées avec la figure 6.

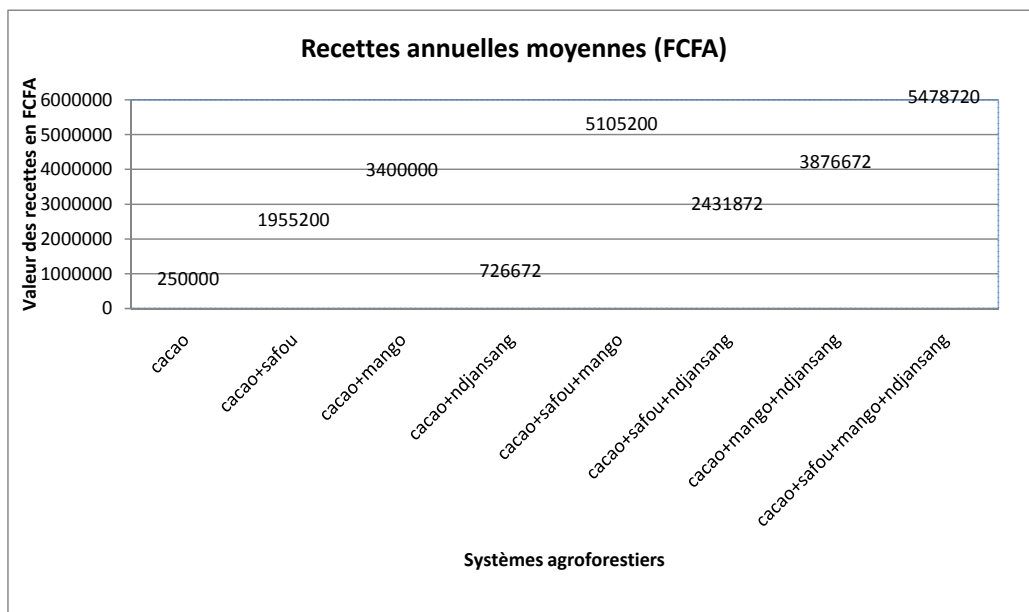


Figure 6 : Les recettes annuelles moyennes des systèmes

D'après cette figure, le système qui génère le moins de recettes est le système 'cacao seul' avec seulement 250.000 FCFA et le système qui génère plus de recettes est le système le plus diversifié 'cacao+safou+mango+ndjansang' qui atteint 5.478.720 FCFA.

En comparaison avec l'étude réalisée par Todem (2005), nous nous rendons compte que le revenu moyen trouvé par cet auteur dans le Centre est de 285.121 FCFA pour un hectare. Un montant supérieur à celui généré par le système conventionnel de notre étude (cacao seul),

mais très inférieur à la somme d'argent générée par le système enrichi le plus diversifié 'cacao+safou+mango+ndjansang' qui produit 5.478.720 FCFA par hectare.

Les différences qui sont observées surtout entre le système conventionnel et le système diversifié sont certainement dues au type d'exploitation que nous avons défini dans le cadre théorique et qui a été à la base de notre étude, à savoir l'entreprise. Le planteur est donc un chef d'entreprise qui combine les différentes ressources dont il dispose pour maximiser son revenu. Il ne prend donc pas en compte l'auto consommation, les dons et les pertes de toutes sortes qui tendent à minimiser les quantités produites et par ricochet le revenu attendu.

4.3.3 Les comptes d'exploitation

Les comptes d'exploitation permettent d'apprécier les activités d'exploitation du planteur sur une période donnée. Le tableau 16 par exemple présente les comptes du système 8 « cacao+safou+mango+ndjansang ».

La comparaison des résultats annuels nets des systèmes (figure 7), permet de se rendre compte que le système 1 « cacao seul » a la valeur la plus faible annuellement alors que le système 8 « cacao+safou+mango+ndjansang » a la valeur la plus élevée. Ce résultat net se dégage des coûts et des recettes précédemment calculés, donc ces valeurs ne sont pas surprenantes.

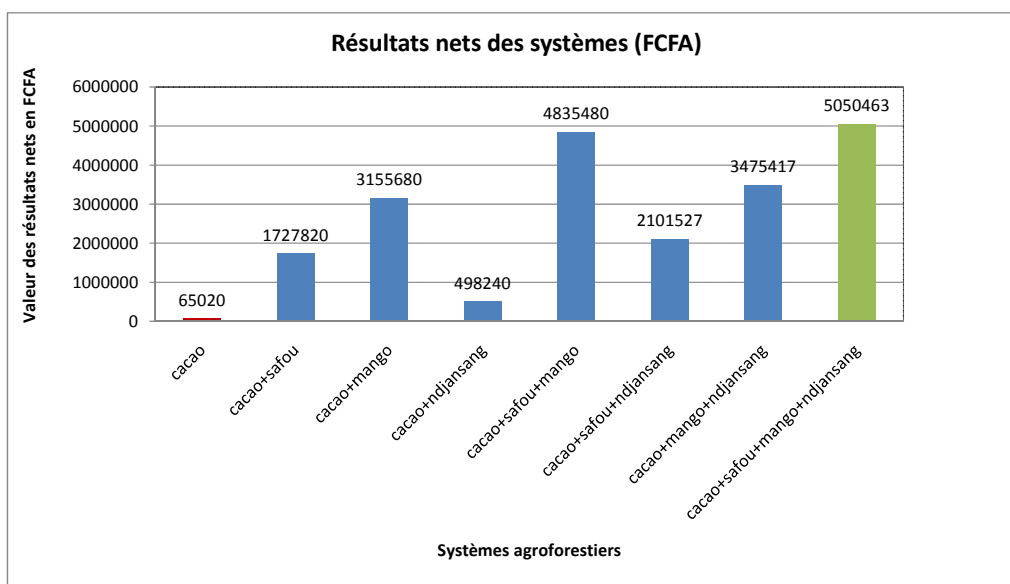


Figure 7 : Résultat net des systèmes

Les comptes d'exploitation des différents systèmes se trouvent en annexes.

4.3.4 La VAN

Pour le taux d'actualisation égal à 18% qui est le taux créditeur consenti par certaines banques de la place (SCB, Banque Atlantique, SGBC, BICEC et CBC), tous les systèmes sont rentables à l'exception du système 1 (Figure 6). En effet pour ce système, la VAN est inférieure à 0 ($VAN < 0$), ce qui veut dire que le système n'est pas rentable. Concrètement, il n'est pas économiquement rentable d'exploiter le cacao seul comme unique source de revenus dans une agroforêt à base de cacao. La figure 6 permet d'avoir un classement des différents systèmes en fonction de la valeur de la VAN.

Ce classement des systèmes en fonction de leurs VAN respectives permet de conclure que dans le cadre de cette étude, le système le plus diversifié est le plus rentable. Le système 8 qui comporte quatre spéculations est plus fructueux que le système avec une seule spéculation.

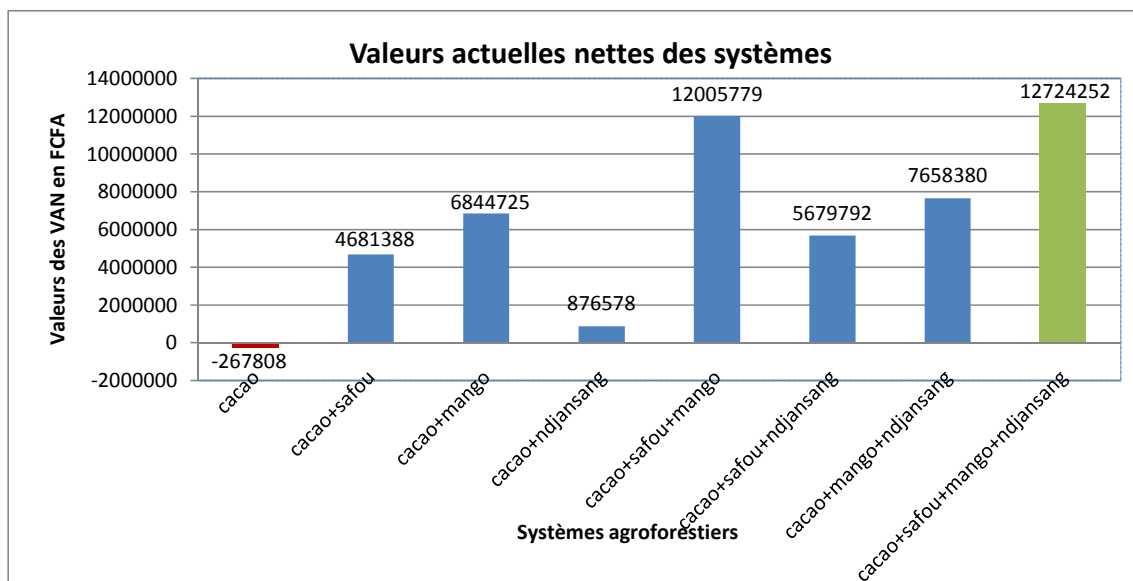


Figure 8 : classification des systèmes selon la valeur de la VAN

Par ailleurs, le système 'cacao seul' devient rentable à un taux d'actualisation égal à 16%. Ce n'est pas acceptable, car le calcul de la VAN au taux en vigueur donne une valeur inférieure à zéro. Pour un planteur, cela veut dire que mettre sur pied une cacaoyère en n'espérant vendre et tirer profit uniquement de la vente du cacao n'est pas une entreprise

acceptable. Il faut aussi remarquer que toutes les espèces associées au cacaoyer permettent d'augmenter la valeur économique de la cacaoyère.

Quoique tous les autres systèmes soient acceptables à 18% puisqu'ils ont tous des valeurs de VAN supérieures à zéro, les différences dans les valeurs des VAN permettent de voir que de façon générale, les associations avec le Mango donnent plus de valeur aux agroforêts car ce dernier possède une valeur marchande au kilogramme plus élevée que celle des autres PAFs.

Les résultats négatifs du système « cacao seul » peuvent s'expliquer par le faible rendement du cacao et par la prise en compte des éléments de coût habituellement négligés par les planteurs.

4.3.5 Le TRI

En utilisant le critère du TRI, un projet est jugé rentable si son TRI est supérieur au taux des capitaux à long terme sur le marché monétaire ou au taux d'intérêt payé au prêteur pour financer le projet en question. Lorsque les ressources sont limitées, les projets doivent être classés d'abord suivant leur TRI. Le calcul des TRI des systèmes étudiés a permis d'avoir la classification est présentée dans la figure 9.

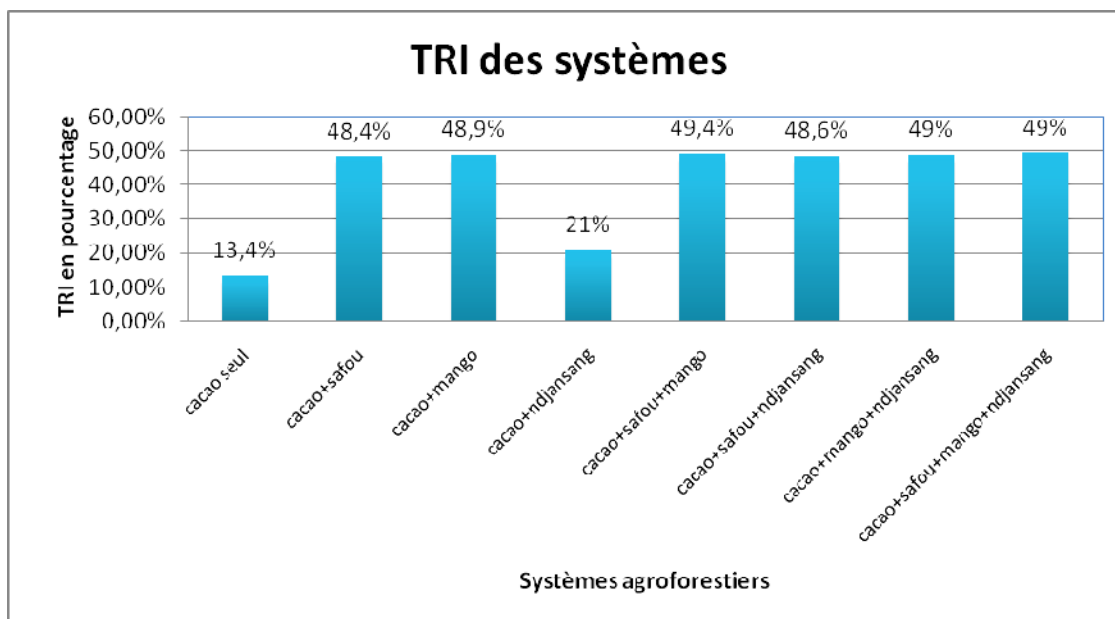


Figure 9 : valeur des TRI des différents systèmes

Classification des systèmes selon le TRI

La classification des systèmes suivant les valeurs du TRI souligne que les systèmes 5, 7 et 8 sont privilégiés dans le choix puisqu'ils ont les TRI les plus élevés (autour de 49%). Donc s'il y a lieu de choisir d'exécuter ou de mettre sur pied l'un de ces systèmes exclusivement, les systèmes 1, 2, 3, 4 et 6 sont à écarter avant de pouvoir continuer une sélection plus minutieuse. L'étude de rentabilité est effectuée en premier lieu pour servir et aider les planteurs et les cacaoculteurs dans la diversification et l'enrichissement de leurs exploitations. Puisqu'ils ne peuvent pas conduire tous les types d'exploitation en raison des coûts de faisabilité élevés, il est question de proposer celui qui procure le plus de bénéfices écologiques et financiers.

Il est déjà établi et plusieurs études ont soutenu que les gains écologiques des agroforêts à base de cacao sont nombreux. Pour Kotto Same *et al.*(2000), ils sont moins dommageables à l'environnement ; Sonwa *et al.*(2000) relève le rôle précieux des AFC dans la conservation de la biodiversité ; Dupriez et De Leener (1993) mentionnaient déjà la limitation de l'érosion éolienne et hydrique, l'effet brise-vent, et la réduction de la température du sol ; et Duguma (1994) a montré la fertilisation du sol des AFC par l'apport important de biomasse atteignant 304 tonnes par hectare.

L'évaluation de l'apport financier est de ce fait un aspect complémentaire capital aux utilités des AFC. Face aux valeurs presque similaires du TRI, nous avons trouvé utile de passer à un autre critère de sélection des projets pour bien marquer la différence. Ce critère est le délai de récupération (voire cadre théorique).

4.3.6 Le délai de récupération

Le délai de récupération permet de voir parmi les projets celui ou ceux qui permettent de récupérer rapidement le montant de l'investissement initial. Parmi les projets¹⁰ qui ont le TRI avoisinant 49%, nous avons appliqué ce critère du délai de récupération pour les différencier dans la rentabilité.

¹⁰ Nous rappelons que ce sont des projets mutuellement exclusifs, puisqu'un planteur ne peut pas investir dans tous les types d'agroforêt qui lui sont proposés à la fois.

Le délai de récupération le plus court est celui du système 8 (cacao+safou+mango+ndjansang) puisqu'il est de cinq ans seulement. Le délai le plus long revient au système cacao seul (voire figure 10). Selon cette classification, le système 8 est le plus recommandé. Ce qui paraît logique puisque le système étant le plus diversifié permet d'avoir des sources de revenu variées.

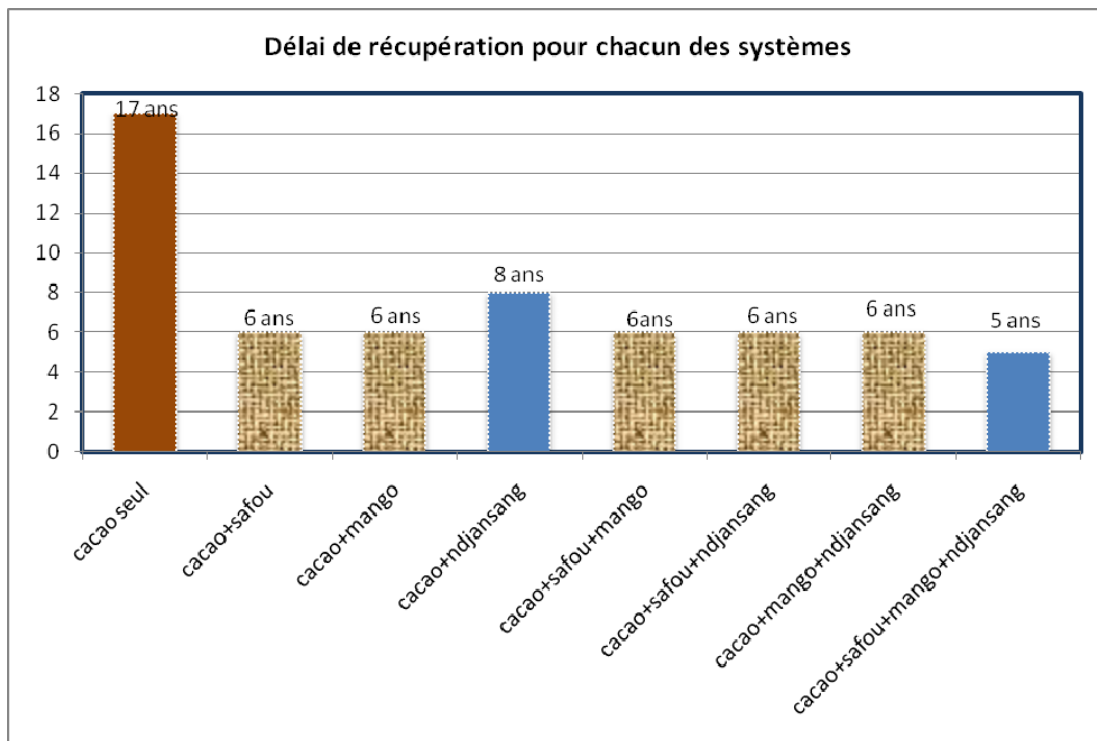


Figure 10 : Délai de récupération des systèmes

4.4 OPTIMISATIONS ET ANALYSES DE SENSIBILITE

En supposant que le système le plus diversifié à savoir 'cacao+safou+mango+ndjansang' est le plus recommandé du fait qu'il a une VAN et un TRI satisfaisants, nous avons étendu nos investigations pour tenter de savoir quelle était la surface de terre à affecter à chacune des espèces pour obtenir le profit le plus élevé. Cette analyse nous permettrait de trouver par la même occasion le nombre de plants de chaque type à utiliser pour maximiser le profit du planteur tout en limitant les pertes et le gaspillage.

4.4.1 La fonction de l'objectif

L'objectif prédominant pour le planteur est de maximiser le profit. Parallèlement, cela induit une minimisation des coûts de production et une utilisation optimale des ressources disponibles.

4.4.2 Les contraintes

Les contraintes dont nous avons tenu compte dans la construction du modèle et l'introduction des données dans le logiciel GAMS sont de deux ordres : les contraintes agronomiques et les contraintes liées au modèle.

En ce qui concerne l'agronomie, la gestion des strates et des densités relatives à chacune des strates été la principale. Les résultats montrent que chaque strate requiert une gestion indépendante pour avoir des résultats fiables et reflétant la réalité.

4.4.3 Validation du modèle

La rentabilité calculée dans le compte d'exploitation pour le système 8 est celle qui se rapproche de la réalité de notre étude et qui a servi de base pour la validation du modèle d'optimisation. La fonction de l'objectif du modèle a une valeur de **1.769.671 FCFA** calculée dans le système 8 (cacao+safou+mango+ndjansang), en moyenne pour chaque année de production ; et qui tenant compte des éléments utilisés, reflète la réalité. Le modèle donc peut être utilisé pour des simulations agroforestières.

4.4.4 Résultats du modèle

Le modèle recommande l'introduction de 713 plants de cacao, 35 plants de safou uniquement, 35 plants de mango et 10 plants de ndjansang (tableau 17). Un surplus de plants de quelque type que se soit serait du gaspillage car n'augmentant pas la productivité marginale, et donc n'ayant aucun impact sur les revenus. Ce nombre de plants s'insère dans l'intervalle 700-2000 plants ha⁻¹ qui a été observé par Jagoret *et al.*(2006) dans le Centre. L'analyse montre qu'il n'est pas utile de planter 587 plants en plus dans les cacaoyères, ce qui fait une économie de 146.750 FCFA que les planteurs du Centre pourraient faire sur les coûts de production.

Tableau 16: Distribution des activités selon le modèle

Activité	surface disponible	surface à utiliser ¹¹ (ha)	Nombre de plants	Productivité marginale des plants (FCFA)
Cacao	1	0,642	713	0
Safou	0,5	0,500	35	0
Mango	0,5	0,500	35	0
Ndjansang	1	0,600	10	0

Source : auteur

Le tableau 17 donne en fait la combinaison des plants de chaque type qu'il faut incorporer dans l'agroforêt pour avoir le profit maximum sans gaspiller les ressources.

En ce qui concerne les ressources, le niveau d'utilisation est tout aussi variable et le tableau 18 montre le niveau d'utilisation de certaines ressources mises à contribution dans l'agroforêt.

Tableau 17: Utilisation des ressources selon le modèle

Ressource	Quantité disponible*	Quantité à utiliser*	Quantité restante*	Productivité marginale des ressources(FCFA)
Terre(ha)	3	2,242	0,758	0
Tcacao	61	61	0	3155
Tsafou	15	15	0	34883
Tmango	30	30	0	43710
Tndjansang	30	30	0	18760
Capcacao	125000	96316	28684	0
Casafou	25000	25000	0	0
Camango	20000	12000	8000	0
Candjansan	10000	6000	4000	0
Placacao	1300	713	587	0
Plasafou	100	35	65	0
Plamango	100	35	65	0
plandjansan	25	10	15	0

Source : auteur

*Les unités sont selon le tableau suivant :

¹¹ A partir de la surface occupée, on trouve aisément le nombre de plants puisqu'on a les relations suivantes :
 Pour cacao : 1 plant = 0.0009 ha/1111 plants
 Pour safou et mango : 1 plant = 0.0144 ha/70
 Pour ndjansang : 1 plant = 0.0625/16

Codes	Explication	Unités
Tcacao	Travail affecté au cacao	HJ
Tsafou	Travail affecté au safou	HJ
Tmango	Travail affecté au mango	HJ
Tndjansang	Travail affecté au ndjansang	HJ
Capcacao	Capital à investir pour le cacao	FCFA
Casafou	Capital à investir pour le safou	FCFA
Camango	Capital à investir pour le mango	FCFA
Candjansan	Capital à investir pour le ndjansang	FCFA
Placacao	Nombre de plants de cacao	Plants
Plasafou	Nombre de plants de safou	Plants
Plamango	Nombre de plants de mango	Plants
plandjansan	Nombre de plants de ndjansang	Plants

L'utilisation des ressources décrite dans le tableau 18 révèle que la terre n'est pas complètement utilisée. En effet, le modèle montre que sur les trois hectares disponibles au départ, 78% ont été utilisés efficacement soit 2,342 ha. La productivité marginale de la terre est nulle même s'il reste des espaces inutilisés. En d'autres termes, utiliser une unité supplémentaire de terre pour y planter quoique ce soit (pour la simple raison par exemple de ne pas vouloir laisser des espaces inoccupés) est totalement inutile car le profit se s'en trouverait pas changé. Au contraire ce serait une dépense d'énergie vaine.

L'analyse nous montre aussi que les autres ressources restantes sont les ressources en capital. Excepté le capital pour le safou qui est totalement consommé, le capital des autres espèces n'est pas totalement consommé. Donc pour le cacao, le mango et le ndjansang, il n'est pas nécessaire d'utiliser la totalité du capital disponible pour avoir un profit maximum.

Somme toute, on arrive à faire une économie de 187.434 FCFA en se fiant aux résultats proposés par le modèle. Ce montant à lui tout seul est de loin supérieur au revenu moyen des cacaoculteurs du Centre selon Jagoret *et al.* (2006). Ces auteurs ont trouvé une valeur moyenne de 81.700 FCFA correspondant au revenu que les planteurs obtiennent sur un hectare d'exploitation. Parvenir à doubler cette somme en contrôlant certains coûts et en

rationnalisant la gestion des agorforêts cacao est une perspective pour le moins attirante dans le contexte économique actuel.

4.4.5 Description des scénarios

Les scénarios permettent de voir et d'évaluer la variation de la rentabilité lorsque certains paramètres aussi varient et changent. Les facteurs les plus souvent sujets aux variations sont :

- la production qui peut fluctuer avec les intempéries ou des conditions inattendues, en fonction des types de propagules ;
- les prix des inputs sujets aux tendances du marché ;
- les prix des produits marchands qui varient en fonction de la période d'abondance ou de rareté.

Nous avons tenu compte des scénarios les plus usuels et les principaux facteurs qui sont sujets aux fluctuations dans un système de production.

4.4.6 Analyses de sensibilité

4.4.6.1 Impact de la variation de la production du cacao sur la rentabilité

La variation de production est phénomène tout à fait courant dans la cacaoculture. En effet, dans les années 90, la cacaoculture a connu une regression importante dans les quantités produites. Ce phénomène était dû au vieillissement des plantations et des planteurs, mais aussi au désintérêt que ces derniers affichaient face à des prix de vente de plus en plus décourageants. Imaginer une augmentation significative du rendement du cacao à l'hectare est un scénario tout à fait concevable dans un contexte où le pouvoir en place est en train de multiplier les efforts pour intensifier la cacaoculture et rendre la production camerounaise encore plus compétitive sr le marché mondial. D'après nos estimations, cette production pourrait aller de 300 kg ha⁻¹ à une tonne sur une période plus ou moins longue.

Selon donc ces conditions où la production du cacao connaîtrait une nette augmentation, le profit du producteur suivra une ascension positivement proportionnelle à celle des quantités produites. La figure 11 présente la variation de la marge brute de l'agroforêt 8 en fonction de la variation de la production du cacao à l'hectare. Une initiative de

sensibilisation des planteurs pour l'augmentation de la production, comme celle qui est en cours avec le Programme d'Appui à la Protection du Verger Cacao/Café (PPVC), aurait pour incidence une augmentation sensible de la marge brute même.

Les coûts sont évalués à l'hectare, l'augmentation des quantités n'a pas beaucoup d'influence sur les coûts d'installation et de développement sauf les coûts de récolte. C'est pour cette raison que les coûts totaux ont une apparence fixe sur la figure 11. Selon la tendance de cette courbe, il survient un certain niveau de production pour lequel malgré les quantités produites, le profit ne subit plus des augmentations proportionnelles.

D'après les estimations, une augmentation de la production de 23 % due à un accroissement de la quantité de cacao marchand produite de 300 kg à 1 tonne conduirait à obtenir un profit d'une valeur de 2.219.144 FCFA soit une augmentation de 14,5 %.

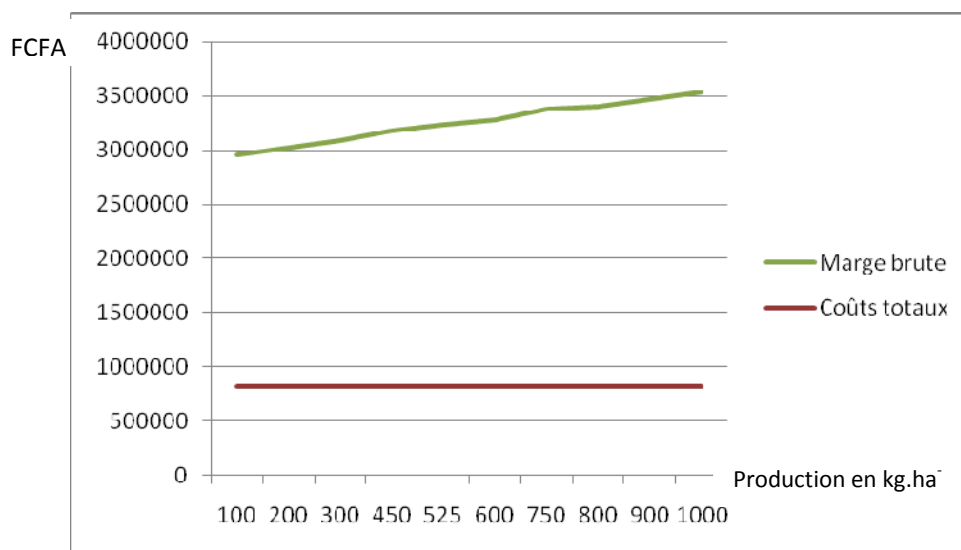


Figure 11 : Variation de la marge brute de l'agroforêt 8 en fonction de la variation de production du cacao

4.4.6.2 Impact du changement des types des propagules sur le profit

En choisissant de remplacer les plants marcottés de safou par des plants bouturés, on constate que la marge brute du planteur diminue de **750 FCFA** et donne la valeur **3.082.921 FCFA**. Lorsque les plants sont tous issus de multiplication générative, c'est-à-dire par semis, la marge brute du planteur diminue de **2.450 FCFA**. L'inconvénient majeur dans ce cas est le fait que le délai d'entrée en production est plus long.

4.4.6.3 Impact du changement des prix de vente sur le profit

Selon les données récoltées de notre étude, les prix à la vente sont souvent sujets à des variations pouvant être dues à la période (rareté ou abondance), à la stratégie de vente (groupée ou individuelle), ou à la qualité des produits proposés sur le marché. C'est donc en tenant compte de ces facteurs que nous avons décrit les scénarios du tableau 19. Chaque scénario évalue la sensibilité du profit lorsque l'un des éléments de prix change, les autres demeurant constants dans l'agroforêt.

Sc : scénario

Sc1: Les prix de base sont les prix tel qu'ils ont été considérés dans le modèle et ce sont les prix des périodes d'abondance selon les informations que nous avons recueilli (hormis le cacao).

Sc2: Les prix des safous augmentent (période de rareté)

Sc3: les prix du mango sont évalués en périodes de rareté du produit

Sc4: Les prix du ndjansang sont évalués en périodes de rareté du produit

Sc5 : Tous les prix de vente sont évalués en périodes de rareté

Tableau 18: Impact des changements des prix de vente sur le profit

Spéculation	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
Cacao	1000	1000	1000	1000	1000
Safou	600	1000	600	600	1000
Mango	1250	1250	4000	1250	4000
Ndjansang	800	800	800	1500	1500
Profit (FCFA)	1.769.671	2.119.671	4.657.171	2.263.171	5.500.671

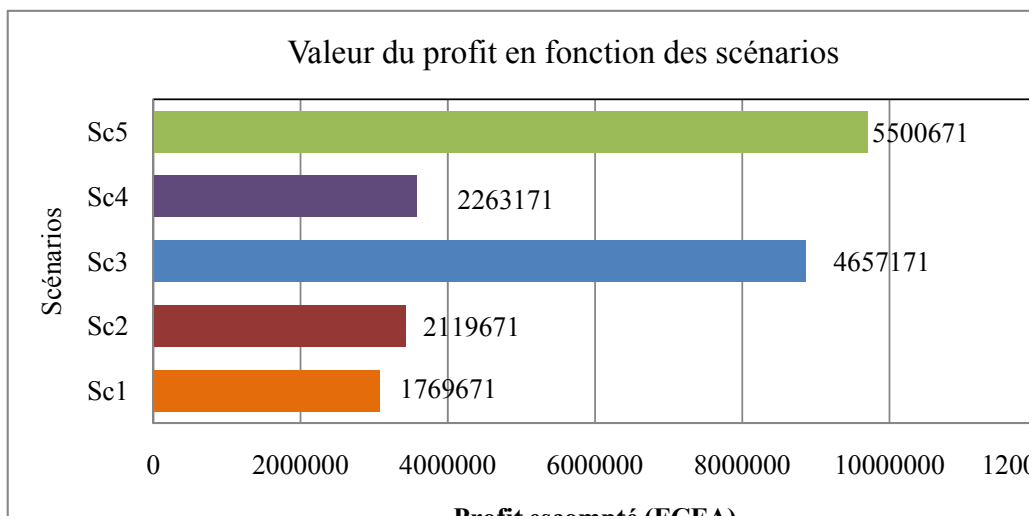


Figure 12 : Valeur du profit en fonction des scénarios

Les résultats de cette estimation montrent que la situation la plus favorable au producteur est celle du scénario 5 où tous les produits sont vendus aux meilleurs prix, c'est-à-dire les prix les plus élevés car à ce moment, la valeur du profit est de 5.500.671 FCFA.

4.5 DISCUSSIONS SUR LES CONDITIONS IDEALES DE RENTABILITE

La rentabilité des agroforêts à base de cacao est faisable sous un certain nombre de conditions dites idéales. D'après le modèle proposé par le GAMS, nous comprenons que la disponibilité de la terre, la disponibilité de la main d'œuvre, les prix de vente et la production sont les éléments sur lesquels il faut agir pour avoir une rentabilité maximale très satisfaisante.

Le scénario d'augmentation des prix peut se réaliser de plusieurs manières :

- Soit par les ventes en période de rareté. C'est un scénario réaliste pour le mango et le ndjansang car on peut stocker le produit et le vendre à une période ultérieure ;
- Soit en ayant recours aux ventes groupées tel que l'encourage la stratégie de marketing de ICRAF ;
- Soit en étant sure de produire la meilleure qualité (comme c'est le cas des marcottes de safou).

Ces scénarios sont par exemple faisables dans le cadre du programme de domestication en cours à ICRAF. La production du cacao quant à elle peut être revue à la hausse en prenant en compte un certain nombre de facteurs tel que le choix des hybrides à haut rendement, le renouvellement ou même la régénération des plantations existantes.

CHAPITRE 5 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 CONCLUSIONS

La rentabilité d'une agroforêt à base de cacao est un élément important dont il faut tenir compte dans les propositions d'alternatives d'amélioration des revenus faites aux producteurs dans le Centre ; car un tel espace garantit une source régulière et soutenue des revenus issus de l'exploitation et de la vente des produits agroforestiers.

Cette étude a consisté à évaluer la rentabilité financière des agroforêts à base de cacao enrichies par des arbres domestiqués dans le bassin de production du Centre Cameroun. La caractérisation des agroforêts en question, l'estimation de la production des arbres introduits, les calculs des coûts, des recettes et profits ont été des éléments dont il fallait tenir compte dans la construction de ce modèle théorique.

Les principales investigations montrent que les paysans accordent une valeur particulière à certaines espèces qu'ils maintiennent volontairement dans leurs cacaoyères. Il s'agit majoritairement de *Dacryodes edulis*, d'*Irvingia gabonensis* et de *Ricinodendron heudelotii*. Ces arbres lorsqu'ils sont associés au cacaoyer forment une agroforêt constituée de trois strates distinctes interdépendantes du point de vue de l'écologie, mais indépendantes du point de vue de la gestion. Les arbres de la strate 1 à laquelle appartient *Theobroma cacao* dépendent des arbres de la strate 2 (*Dacryodes edulis* et *Irvingia gabonensis*) et des arbres de la strate 3 dans laquelle se situe *Ricinodendron heudelotii*, pour l'ombrage qu'ils peuvent lui procurer et qui leur est indispensable.

Cependant dans chacune des strates en question, la densité des arbres peut être gérée de manière autonome, en respectant néanmoins l'espace vital utile à chaque arbre. C'est ainsi que les densités recommandées sont de l'ordre de 1111, 70, et 16 arbres à l'hectare, respectivement pour *Theobroma cacao*, *Dacryodes edulis* ou *Irvingia gabonensis*, et *Ricinodendron heudelotii*.

La production des arbres dans l'agroforêt obéit de manière générale à l'évolution de la fonction de production des cultures pérennes.

Les coûts de production annuels sont imputables à plusieurs éléments indispensables au fonctionnement de l'agroforêt. Les coûts les plus élevés reviennent au système le plus diversifié qui est aussi le système le plus pourvoyeur en revenus. C'est ainsi que le classement effectué grâce à l'utilisation de la VAN et du TRI nous a permis de conclure en cette rentabilité qui vaut 65.021 FCFA dans le système conventionnel, et dans le système plus diversifié 5.050.463 FCFA.

Cette analyse permet de se rendre compte que les agroforêts à base de cacao sont rentables uniquement dans les conditions de diversification, c'est-à-dire lorsqu'elles sont enrichies par des arbres domestiqués. Les systèmes traditionnels représentés dans notre cas par le système 'cacao seul' ne sont pas du tout rentables mais dès que l'on commence à les enrichir, on constate une nette amélioration dans le profit. L'étude a également montré que toutes les associations n'ont pas le même niveau de rentabilité, et qu'il y a des combinaisons qui sont plus intéressantes que d'autres.

A cet effet, l'association 'cacao+safou+mango+ndjansang est parmi les plus intéressantes et son analyse dans le GAMS nous a permis de constater qu'il ya une utilisation efficiente de ces ressources qui peut se faire.

5.2 RECOMMANDATIONS

Dans le souci d'augmenter les informations et les savoirs sur la rentabilité des agroforêts à base de cacao enrichies par des arbres domestiqués ainsi que les conditions de rentabilité maximale, nous avons pensé que les efforts synergiques de plusieurs acteurs peuvent permettre d'obtenir les résultats escomptés.

Aux producteurs, nous recommandons de veiller à mettre sur pied des cacaoyères enrichies et diversifiées avec les safoutiers, les manguiers sauvages et les ndjansang. Nous leur proposons aux en outre de beaucoup plus intégrer des plants de manguier sauvage dans leurs cacoyères car ils ont une valeur marchande plus élevée. Mais du fait qu'ils ont une entrée en production un peu tardive, nous leur suggérons d'intégrer aussi les plants domestiqués de safoutiers qui produisent assez précocement.

De manière générale pour tous les arbres domestiqués étudiés dans cette étude, nous suggérons une association selon les goûts et les préférences des producteurs.

Aux organismes de recherche, nous suggérons d'intensifier des études dans le domaine de la rentabilité des agroforêts cacao afin d'enrichir davantage la littérature sur ce sujet. Des études phénologiques peuvent être initiées pour faire une expérimentation des résultats qui sont mentionnés dans cette étude purement théorique.

BIBLIOGRAPHIE

- Abraham-Frois, G. 1998.** Entreprises et organisations. In G. Abraham-Frois, G. Caix, P. Hugon, P. Liou & F. Renversez (Eds.), *Dictionnaire encyclopédique Economie* (pp. 168-174). Paris : Dalloz.
- Anonyme. 2008.** Programme de relance des filières Cacao/Café. Manuel de travail. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER). Yaoundé, Cameroun. 26p.
- Barrel, M., Battini, J.L., Duris, D., Hekimian Lethève, C., et Trocmé, O. 2006.** *Les plantes stimulantes* In : CIRAD-GRET *Memento de l'agronome.*, Ministère des Affaires étrangères. Paris, France. Pages 1051-1063.
- Baumer, M. 1987.** *Agroforesterie et Désertification*. Centre Technique de coopération Agricole, 259p.
- Beitone, A. et Hemdane, E. (2005).** La définition de l'entreprise dans les manuels de sciences économiques et sociales en classe de seconde. *Skholê, hors-série 1*, 29-39. Document en ligne sur http://www.aixmrs.iufm.fr/formations/filieres/ses/didactique/Beitone_Hemdane.pdf. Consulté le 24/09/09.
- Chabot, I. 1997.** *Etude de la filière des produits forestiers non ligneux au Gabon*. Mémoire de stage DESS. CIRAD-Forêt, PAFT-Gabon, Université Paris XII Val de Marne.
- CIFOR. 1996.** Annual report. CIFOR, Jakarta, Indonesia.
- Cohen, E. (2000).** *Dictionnaire de gestion*. Paris : La découverte.
- Coriat, B. & Weinstein, O. (1995).** *Les nouvelles théories de l'entreprise*. Paris: Garnier Flammarion, collection Le livre de poche.
- Degrande, A., et Kengue, J. 2003.** Safou, *Dacryodes edulis* : Recueil de fiches techniques. ICRAF- tropiques Humides de l'Afrique. Yaoundé, Cameroun.
- Degrande, A., Essomba, H., Bikoué Mekongo, C.A., Kamga, A. (2007).** *Domestication, Genre et Vulnérabilité. Participation des femmes, des jeunes, et des catégories les plus pauvres à la domestication des arbres agroforestiers au Cameroun*. Working paper nr 48. Yaoundé, ICRAF-WCA/HT. 73p.
- Dondjang, J.P. (2006).** *Unité de valeur FF52: Projets de foresterie communautaire et*

agroforesterie. Notes de cours de la composante Agroforestière (non publié).
Département de foresterie, FASA, Université de Dschang. 97p.

- Duguma, B. 1994.** Environmental characteristics and land use systems of the humid lowlands of west and central Africa. *In* Adeola, I.O.O. and Ladipo,(eds). A proceeding of the regional workshop on multipurpose tree prioritization. 24-26 June 1993, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Duguma, B., Gockowski, J. et Bakala, J. 2001.** Small holder cacao (*Theobroma cacao* Linn.) cultivation *In*. agroforestry systems of West and Central Africa: Challenges and opportunities. *Agroforestry Systems*. 51: 177-188.
- Dupriez, H. et De Leener, P. 1993.** Arbres et agriculture multiétagées d’Afrique. CTA, Terre et Vie. Ville, Pays. 280p
- Eyog Matig, O., Ndoye, O.,Kengue, J., et Awono, A. 2006.** *Les fruitiers forestiers comestibles du Cameroun*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), IITA, Cotonou, Bénin. 204p.
- Franzel, S., Jaenicke, H. et Janssen, W. 1996.** *Choosing the right trees: setting priorities for multipurpose tree improvement research*. Report 8. ISNAR, The Hague.
- Greenfinch, P. 2000.** Les bases de l'analyse financière. Cours d’analyse financière en 10 chapitres.72p. Document numérique disponible sur <http://pagespersorange.fr/pgreenfinch/zbanafin.htm>
- Gockowsky, J. et Dury, S. 1999.** The economics of cocoa-fruits agroforests in Southern Cameroon *In*: F. Jimenez et J Beer (eds). *Multistrata agroforestry systems with perennial crops*.Turialba, CATIE. P 239-241
- Gockowsky, J. et Weise, S.F. 1999.** Revitalizing traditional tree crop systems at the forest margins in Cameroon. American Society of Agronomy meeting – Special Session of Alternatives to Slash-and-Burn Agriculture. Salt Lake City, Poster with abstract published. November 1999.
- Herbel, D., Bamou, E. Mkouonga, H. et Achancho, V. 2003.** *Manuel de formation aux politiques agricoles en Afrique*. Maisonneuve et la rose/AFREDIT. 321p.
- Hietet Goufan, G.D. 2005.** *Valeur socio-économique des composantes d’une agroforêt a base de cacaoyers : cas des départements de la Lekie et de la Mefou Afamba dans le*

Centre et de la Mvila dans le Sud Cameroun. Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang. 88p.

- IRAD. 2005.** zone agro-écologique: *forêts humides à pluviométrie bimodale.* page disponible sur http://www.irad-cameroun.org/zones_fr.php?idz=4&idRub=1
- Jagoret, P., Todem Ngnogue, H., Bouambi, E., Battini, J-L., Nyassé, S. 2006.** Caractérisation des systèmes de cacaocture du Centre Cameroun. IRAD/CIRAD. Yaoundé, Cameroun. 115p.
- Jagoret, P., Todem Ngnogue, H., Bouambi, E., Battini, J-L., Nyassé, S. 2008.** «Diversification des exploitations agricoles à base de cacaoyer au Centre Cameroun : mythe ou réalité ?», *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, volume 13 (2009) numéro 2 : 271-280. Page disponible sur <http://popups.ulg.ac.be/Base/document.php?id=4109>
- Kamgnia Dia, B., Medou, J.C., Mbog, D.M., Fouda, M.,Boupda, A., Ntsama, E., Fondio, S., Essi, M.M-J. 2006.** *Rapport sur la pauvreté rurale au Cameroun.* PNUD, Yaoundé. 161p.
- Kengue, J. 2002.** safou. *Dacryodes edulis.* Fruit for the future 3: 92-126. International Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK.
- Kotto Same , J., Moukam A., Tiki-Manga T., Tonye J., Diaw, C., Gockowski, J., Hauser, S., Weise, S., Nwaga, D., Zapfack, L., Palm, C., Woomer, P., Gillison, A., Bignell, D., et Tondoh, J. 2000.** Alternatives to Slash and Burn : Summary report and synthesis of phase II in Cameroon. ASB coordination office, ICRAF-Nairobi. Kenya. 72p.
- Lapuyade, S. 2000.** Résumé de l'évaluation des impacts sociaux et environnementaux des activités de la CFC, avril 2000. *La forêt prise en otage/Cameroun.* <http://www.forestsmonitor.org/reports/priseenotage/Cameroun> consulté le 12 Août 2009.
- Larousse. 2009.** Le Petit Larousse illustré 2009.
- Leakey, R.R.B. et Simons, A.J. 1998.** *The domestication and commercialization of indigenous trees in Agroforestry for the alleviation of poverty.* *Agroforestry System* 38: 165-176.
- Leplaideur, A. 1985.** *Les systèmes agricoles en zone forestière, les paysans du Centre et du Sud Cameroun.* IRAT, Yaoundé, Cameroun. 615p
- Losch, B., Fusillier, J.L., et Dupraz, P. 1991.** Stratégies des producteurs en zone caféière et cacaoyère du Cameroun. Quelle adaptation à la crise ? Montpellier, France. Cirad-Dsa, Collection Documents Systèmes Agraires n°12, 252p.

- Lundgren, B.O. et Raintree, J.B. 1982.** Sustained agroforestry in B. Hertel (ed). Agricultural research for development. Potentials and challenges in Asia. Pp. 37-49. ISNAR, the Hague.
- Malézieux, E. (2005).** La diversification dans les agricultures du Sud : à la croisée de logiques d'environnement et de marché. *Un contexte nouveau. Cahiers d'études et de recherche francophone / Agricultures*, Volume 14, Numéro 3, 277-81, Mai-Juin 2005, Synthèse. http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/agr/e-docs/00/04/0D/B9/article.blud?type=text.html
- Mbile, P., Tsobeng, A., Degrande, A. 2007.** *Intégration et gestion des arbres dans les champs. Manuel d'aide à la décision.* ICRAF, Yaoundé, Cameroun. 22p
- Mekembom, Y.N. 2005.** *Potentiel en produits forestiers non ligneux des agroforêts à base de cacaoyers : cas des départements de la Lékié, de la Mefou-Afamba dans la province du Centre et de la Mvila dans la province du Sud Cameroun.* Mémoire de fins d'études. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang. 84p.
- Mezogue Ntouné, D.F. et Julve C. 2007.** *Transformation et valorisation des produits forestiers non ligneux : l'Andok ou mangue sauvage (Irvingia gabonensis, Irvingia wombulu).* Fiche technique Projet DACEFI, WWF-CARPO. Yaoundé, Cameroun. 15p. Document en ligne disponible sur : http://www.fsagx.ac.be/gf/recherche/Recherches%20en%20cours/rechencours_jui08/rech20_images/MEDZOGUE%20et%20JULVE_FT%20Andok_2007.pdf. Consulté le 11 Août 2009.
- Nakuna Tsala, A. M. 2009.** *Analyse du fonctionnement de la filière njansang (Ricinodendron heudelotii) : calcul des coûts et des marges des acteurs.* Cas de la région du Centre Cameroun. Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang. 99p.
- Nerlove, M. 1958.** *The dynamics of supply estimation of farmer's response to price.* Baltimore, Johns Hopkins University press, USA.
- Ndoye, O., Ruiz-Perez, M., Eyebé, A. 2000.** L'influence de la commercialisation des Produits forestiers non ligneux sur la dégradation des ressources forestières en Afrique centrale : Le rôle de la recherche dans l'équilibre entre le bien-être des populations et la préservation des forêts. In Sunderland, T.C.H. ; Clark, L.E. et Vantomme, P. (éds). *Recherches Actuelles et Perspectives pour la Conservation et le Développement.* FAO, Rome.
- Ndzengue, M. S. N. 2008.** *Etude de marché d'un aliment traditionnel: Cas du safou (Dacryodes edulis) séché dans la ville de Yaoundé.* Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang. 87p.

- Nji, A., et Tchakoa, J. 2000.** *Analyse des projets*. Programme d'Enseignement à distance. Dschang, Cameroun.
- Nzebule, E.C. et Okorie, P.E. 2001.** Litter fall and nutrient return in *Dacryodes edulis* stands in Southern Nigeria In Kengue, J., Kapseu, C., et Kayem, G.J.(eds.). *Actes du 3e séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels*, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.
- ONCC. 2009.** *Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable. Cas du Cameroun. Table ronde sur l'économie cacaoyère mondiale durable*. Hotel Hyatt Regency Port of Spain (Trinidad et Tobago) du 23 Au 27 Mars 2009. ppt.14p. doc en ligne, disponible sur l'adresse: <http://www.roundtablecocoa.org/documents/ONCC%20%20Pierre%20Etoa%20Abena.pdf>. Consulté le 26/05/09.
- Sama, N. J. Kamajou, F., Ayissi, M. J.P., Foko, E. 1993.** Methodology for budgeting agricultural enterprises in Cameroon. Université de Dschang, Cameroon. 18p.
- Schumpeter, J. A. 1942.** Capitalisme, socialisme et démocratie : La doctrine marxiste; le capitalisme peut-il survivre ? Le socialisme peut-il fonctionner ? Socialisme et démocratie. première et deuxième parties. chapitres 1 à 14.(traduction française, 1942) éd. Payot, 1990. 176p. Document en ligne disponible sur http://classiques.uqac.ca/classiques/Schumpeter_joseph/capitalisme_socialisme_de mo/capitalisme_socialisme1.pdf
- SCUC. 2006a.** Safou : *Dacryodes edulis*, Manuel du vulgarisateur, Southampton, Uk.(Southampton Centre for Underutilised Crops). 26p
- SCUC. 2006b.** Ndjansang : *Ricinodendron heudelotii*, Field Manual for Extension workers and Farmers, University of Southampton, Southampton, UK.
- Silem, A. et Albertini, J.M. 1999.** Lexique d'économie. 6^e édition. Dalloz. 626p.
- Simons, A.J. et Leakey, R.R.B. 2004.** *Tree domestication in tropical agroforestry: New visistas in Agroforestry*. *Agroforestry Systems*, 61(1): 167-181.
- Sonwa, D.J., Weise, S.F., Ttchatat, M., Nkongmeneck, A. B., Adesina, A., Ndoye, O., et Gockowski, J. 2000.** *Les agroforets cacao : espace integrant développement de la cacaoiculture, gestion et conservation des ressources forestières au Sud cameroun*. Paper presented at the second pan African symposium on the sustainable use of Natural Resources in Africa. Ouagadougou, Burkina Faso, 24-27 july 2000.
- Sonwa, D., Weise, S. F., Tchatat, M., Nkongmeneck, B., Adesina, A. A., Ndoye, O., et Gockowski, J. 2001.** The Role of Cocoa Agroforests in Community and Farm

Forestry in Southern Cameroon. Rural Development Forestry Network. Network paper. 10p.

Sonwa, D. 2002. Etude de cas d'aménagement forestier exemplaire en Afrique centrale: les

systèmes agroforestiers cacaoyers, Cameroun. Document de travail FM/12F. Service de la mise en valeur des ressources forestières, Division des ressources forestières. FAO, Rome Italy. 41 pp.

Sonwa, D.J., Tchatat, M., Adesina, A., Weise, S.F., Kongmeneck, A.B., Ndoye, O. et Endamana, D. 2002. Domestication dans les agroforêts cacao de la zone de forêt humide du Sud-Cameroun: caractéristiques et préférence des cacaoculteurs pratiquant la sylviculture de *Dacryodes edulis*. In J. Kengue, C. Kapseu et G.J. Kayem, (eds.) Actes du 3^{ème} Séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels. Yaoundé, Cameroun, 3-5 octobre 2000. Presses Universitaires d'Afrique, Yaoundé. p 465-482

Sonwa, D. 2004. *Biomass management and diversification within cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon.* PhD thesis. Faculty of Agriculture. University of Bonn. Germany. Cuvillier Verlag Goettingen. 112 pp.

Tchoundjeu, Z., Asaah, E., Anegbah, P., Degrande, A., Mbile, P., Facheux, C., Tso

eng, A., Atangana, A. R., Ngo Mpeck, M. L. et Simons, A.J. (2006). *Putting participatory domestication into practice in West and Central Africa.* Forests, Trees, and Livelihoods. 16:53-69.

Todem Ngnogue, H. 2005. *Bilan financier des systèmes de cacaoculture du Centre-Cameroun.* Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun. 88p.

Varlet, F. (1991). *Dynamique de plantation et stratégies des planteurs dans les zones cacaoyères et caféières de Makénénié et Ndikiniméki (Centre-Cameroun).* Rapport de stage effectué pour la SODECAO. 179p.

ANNEXES

ANNEXE 1: QUESTIONNAIRE ADMINISTRÉ AUX CHERCHEURS

Nom :

Fonction :

Structure de recherche :

Zone d'intensification de la recherche :

- Centre
- Sud
- Nord ouest

I. Les arbres associés au cacao dans les agroforêts à base de cacao et leurs avantages

Quels avantages les cacaoculteurs du Centre peuvent-ils tirer de la pratique de la cacaoculture ?

- Avantage
écologique _____
- Avantage _____ économique
- Avantage _____ agronomique
- Autres _____ avantages

Quels sont les arbres qui sont généralement utilisés comme ombrage dans les cacaoyères ?

Quels sont les arbres qui sont préservés dans les cacaoyères pour une autre utilité ?

II. Phytopathologie des cacaoyères

Parmi les arbres délibérément préservés dans les cacaoyères, y en a-t-il qui sont nocifs au cacao ? Si oui lesquels ?

Quelles sont les maladies et ennemis du cacao dans le bassin de production du Centre?

Quels sont les agents responsables pour chaque cas ?

Comment se manifestent les attaques au niveau de la plante ?

Quelles sont les mesures à prendre pour limiter les dégâts au niveau des cultures ?

Quelles sont les recommandations prophylactiques en vigueur pour ces maladies et ennemis ?

Produit

Dosage

Quantité à l'hectare

Nombre de traitements par an

Avec l'expérience du terrain que vous avez, pouvez-vous dire que ces recommandations sont respectées par les cacaoculteurs?

Si non, quelles sont les écarts existants entre les recommandations et la réalité ?

Quelle est la valeur annuelle des coûts des traitements phytosanitaires ?

III. Les coûts des arbres introduits dans la cacaoyère

Tableau à compléter

	Prix des types de propagules
--	-------------------------------------

	Marcotte	Semis	Grefe	Bouture juvénile	Bouture adulte
Safoutier					
Manguier sauvage					
Ndjansang					
Cacaoyer					

**ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE ADMINISTRÉ AUX COMMERÇANTS
DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES**

Coût des outils nécessaires dans la cacaoyère

Outils	Quantités	Coût unitaire (FCFA)	coût total (FCFA)	Durée d'usage (Années)
Machette				
Lime				
Plantoir				
Brouette				
pulvérisateur				
Hotte				
Botte				
Gants				
Seau				
Ficelle				
Décamètre				
Sécateur				
Couteau				
Pelle-bêche				
Echelle				
Houe				
TOTAL				

Coût des produits phytosanitaires

Type de traitements	Période d'application	Nom du produit	Quantité nécessaire	Coût unitaire du produit	Coût total

--	--	--	--	--	--

COMPTE D'EXPLOITATION DU SYSTEME 1

Libellé	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9
A. Coûts d'installation									
outillage	94000	18500	23500	46000	23500	18500	86000	18500	23500
achat des plants de safou	245000	0	0	0	0	0	0	0	0
achat des plants de cacao	277250	0	0	0	0	0	0	0	0
Défrichage	31000	0	0	0	0	0	0	0	0
Piquetage	20000	0	0	0	0	0	0	0	0
Trouaison	10000	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantation cacao	18000	0	0	0	0	0	0	0	0
Piquetage et plantation safou	10000	0	0	0	0	0	0	0	0
B. Coûts de développement/fonctionnement									
Entretien (taille+défrichage)	23000	23000	23000	23000	23000	23000	23000	23000	23000
Insecticides	0		22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000
Fongicides	0		31000	31000	31000	31000	31000	31000	31000
Préparation pour vente cacao	0			41000	41000	41000	41000	41000	41000
emballages pfnl(coûts supp)	0	0	0	25000	25000	25000	25000	25000	25000
C. Amortissement				39511	39511	39511	39511	39511	39511
D. Coûts totaux de production	728250	41500	99500	227511	205011	200011	267511	200011	205011
Production totale du safou en kg	0	0	0	1050	1400	2100	3500	3500	3500
Production totale du cacao en kg	0			100	200	250	300	300	300
Recettes issues de la vente du cacao	0	0	0	100000	200000	250000	300000	300000	300000
Recettes issues de la vente du safou	0	0	0	630000	840000	1260000	2100000	2100000	2100000
Recettes totales	0	0	0	730000	1040000	1510000	2400000	2400000	2400000
Profit	-728250	-41500	-99500	502489	834989	1309989	2132489	2199989	2194989
Bn cumulés		-769750	-869250	-366761	468228	1778217	3910706	6110695	8305684

ANNEXE 11: SYNTAXE DE GAMS POUR LE PROBLÈME D'OPTIMISATION

SETS

J PLANTS

/CACAO,SAFOU,MANGO, NDJANSANG /

I RESOURCES

/TERRE,TRAVAILCACAO,TRAVAILSAFOU,TRAVAILMANGO,TRAVAILNDJANSANG,CAPITALCACAO,CAPITALSAFOU,CAPITALMANGO,CAPITALNDJANSANG,PLANTSCACAO,PLANTSSAFOU,PLANTSMANGO,PLANTSNDJANSANG/

K INPUTS

/PRODUITPHYTO,CONCASSAGE/ ;

PARAMETERS

YIELDS(J) YIELDS OF PLANTS ACTIVITIES(KGS PER HECTARE)

/CACAO 300,SAFOU 1750,MANGO 1750,NDJANSANG 1175/

PROUTP(J) PRICE OF CROP OUTPUT(FCFA PER HECTARE)

/CACAO 1000,SAFOU 600,MANGO 2500,NDJANSANG 800/

PRIPLT(J) PRICE OF PLANTS(FCFA PER PLANT)

/CACAO 250,SAFOU 3500,MANGO 2000,NDJANSANG 2000/

MANLAB(J) COST OF MANDAY LABOR(FCFA PER DAY)

/CACAO 1670,SAFOU 2000,MANGO 2500,NDJANSANG 2000/

TABLE A(I,J) TECHNICAL COEFFICIENTS MATRIX

	CACAO	SAFOU	MANGO	NDJANSANG
TERRE	1	1	1	1
TRAVAILCACAO	95			
TRAVAILSAFOU		30		
TRAVAILMANGO			50	
TRAVAILNDJANSANG				50
CAPITALCACAO	150000			
CAPITALSAFOU		50000		
CAPITALMANGO			20000	
CAPITALNDJANSANG				10000
PLANTSCACAO	1111			
PLANTSSAFOU		70		
PLANTSMANGO			70	
PLANTSNDJANSANG				16 ;

PARAMETERS

PRODUITPHYTO (J) COST OF PHYTO PRODUCTS /CACAO 31000,SAFOU 0,MANGO 0, NDJANSANG 0/

PARAMETERS

CONCASSAGE (J) COST OF CONCASSAGE /CACAO 0,SAFOU 0,MANGO 87500, NDJANSANG 28000/

SCALARS

AMTLAND AMOUNT OF LAND AVAILABLE (HECTARES) /3/
 AMTLABCA AMOUNT OF LABOR AVAILABLE FOR CACAO (DAYS) /61/
 AMTLABSA AMOUNT OF LABOR AVAILABLE FOR SAFOU (DAYS) /15/
 AMTLABMA AMOUNT OF LABOR AVAILABLE FOR MANGO (DAYS)/30/
 AMTLABNDJA AMOUNT OF LABOR AVAILABLE FOR NDJANSANG (DAYS)/30/
 AMTCAPCA AMOUNT OF AVAILABLE CAPITAL FOR CACAO (FCFA) /125000/
 AMTCAPSAF AMOUNT OF AVAILABLE CAPITAL FOR SAFOU (FCFA) /25000/
 AMTCAPMA AMOUNT OF AVAILABLE CAPITAL FOR MANGO (FCFA)/20000/
 AMTCAPNDJA AMOUNT OF AVAILABLE CAPITAL FOR NDJANSANG (FCFA) /10000/
 AMTPLACA AMOUNT OF AVAILABLE CACAO PLANTS /1300/
 AMTPLASA AMOUNT OF AVAILABLE SAFOU PLANTS /100/
 AMTPLAMA AMOUNT OF AVAILABLE MANGO PLANTS /100/
 AMTPLANDJA AMOUNT OF AVAILABLE NDJANSANG PLANTS /25/;

VARIABLES

REVENUE GROSS REVENUE FROM CROP ACTIVITIES
 TOTALCOST PLANT COST + CAPITAL COST + LABOR COST + VARIABLE COST
 PLANTS LEVEL OF PLANTS ACTIVITIES(HECTARES)
 PROFIT GROSS MARGIN FROM AGROFORET
 Z PROFIT
 POSITIVE VARIABLES PLANTS ;

EQUATIONS

REV COMPUTATION OF GROSS REVENUE
 COST COMPUTATION OF TOTAL COSTS
 OBJFN COMPUTATION OF GROSS MARGIN
 CONSTLA CONSTRAINT FOR LAND
 CONSTLABCA CONSTRAINT FOR LABOR OF CACAO
 CONSTLABSA CONSTRAINT FOR LABOR OF SAFOU
 CONSTLABMA CONSTRAINT FOR LABOR OF MANGO
 CONSTLABNDJA CONSTRAINT FOR LABOR OF NDJANSANG
 CONSTCAPCA CONSTRAINT FOR CAPITAL OF CACAO
 CONSTCAPSA CONSTRAINT FOR SAFOU
 CONSTCAPMA CONSTRAINT FOR MANGO

CONSTCAPNDJA CONSTRAINT FOR NDJANSANG
 CONSTPLACA AMOUNT OF CACAO PLANTS
 CONSTPLASA AMOUNT OF SAFOU PLANTS
 CONSTPLAMA AMOUNT OF MANGO PLANTS
 CONSTPLANDJA AMOUNT OF NJANSANG PLANTS
 OBJFN OBJECTIVE FUNCTION ;

REV.. REVENUE=E= SUM(J,YIELDS(J)*PROUTP(J)*PLANTS(J));
 COST.. TOTALCOST=E=SUM(J,PRIPLT(J)*PLANTS(J))+A("CAPITALCACAO","CACAO")
 +A("CAPITALSAFOU","SAFOU")+A("CAPITALMANGO","MANGO")+A("CAPITALNDJA
 NSANG","NDJANSANG")+A("TRAVAILCACAO","CACAO")*MANLAB("CACAO")+A("T
 RAVAILSFAFOU","SAFOU")*MANLAB("SAFOU")+A("TRAVAILMANGO","MANGO")*M
 ANLAB("MANGO")+A("TRAVAILNDJANSANG","NDJANSANG")*MANLAB("NDJANS
 NG")+SUM(J,PRODUITPHYTO (J))+SUM(J,CONCASSAGE (J));

CONSTLA.. SUM(J, A("TERRE",J)*PLANTS(J))=L= AMTLAND;
 CONSTLABCA.. SUM (J,A("TRAVAILCACAO",J)*PLANTS(J))=L= AMTLABCA;
 CONSTLABSA.. SUM (J,A("TRAVAILSFAFOU",J)*PLANTS(J))=L= AMTLABSA;
 CONSTLABMA.. SUM (J,A("TRAVAILMANGO",J)*PLANTS(J))=L= AMTLABMA;
 CONSTLABNDJA..SUM(J,A("TRAVAILNDJANSANG",J)*PLANTS(J))=L= AMTLABNDJA;
 CONSTCAPCA.. SUM (J,A("CAPITALCACAO",J)*PLANTS(J))=L= AMTCAPCA;
 CONSTCAPSA.. SUM (J,A("CAPITALSAFOU",J)*PLANTS(J))=L= AMTCAPSAF;
 CONSTCAPMA.. SUM (J,A("CAPITALMANGO",J)*PLANTS(J))=L= AMTCAPMA;
 CONSTCAPNDJA..SUM(J,A("CAPITALNDJANSANG",J)*PLANTS(J))=L= AMTCAPNDJA;
 CONSTPLACA.. SUM (J,A("PLANTSCACAO",J)*PLANTS(J))=L= AMTPLACA;
 CONSTPLASA.. SUM (J,A("PLANTSSAFOU",J)*PLANTS(J))=L= AMTPLASA;
 CONSTPLAMA.. SUM (J,A("PLANTSMANGO",J)*PLANTS(J))=L= AMTPLAMA;
 CONSTPLANDJA..SUM(J,A("PLANTSNDJANSANG",J)*PLANTS(J))=L=AMTPLANDJA;

OBJFN.. Z=E=REVENUE-TOTALCOST ;
MODEL AGROFORET10 /ALL/ ;
SOLVE AGROFORET10 USING LP MAXIMISING Z ;

ANNEXE 12: TABLE D'ACTUALISATION