



**Thèse présentée par
KOFFI Kouamekan
Jean Marcel**

**UNIVERSITE COCODY
ABIDJAN FACULTE DES
SCIENCES ECONOMIQUES
ET DE GESTION**

**Stratégie de gestion forestière durable en
Côte d'Ivoire : étude de cas des systèmes
agro-sylvicoles dans la région du centre-
nord**

29 Juin 1996



1 9 FEV. 1998 1

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR,
DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION
TECHNOLOGIQUE



FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES ET DE GESTION
CENTRE IVOIRIEN DE RECHERCHES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

THESE

Présentée en vue de l'obtention du

**DIPLÔME DE DOCTORAT DE 3^{ème}
CYCLE EN SCIENCES ÉCONOMIQUES**

(Économie Rurale)

**STRATEGIE DE GESTION FORESTIERE
DURABLE EN COTE D'IVOIRE :**
*Etude de cas des systèmes agrosylvicoles
dans la région du Centre-Nord*

par

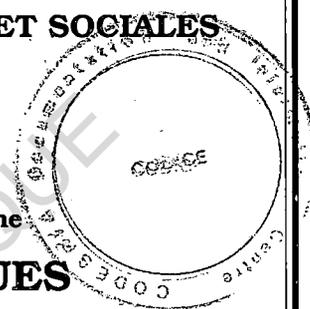
KOFFI Kouamékan Jean Marcel

Soutenue publiquement le 29 Juin 1996

COMPOSITION DU JURY

| | | |
|--------------------|-----------------------------|---|
| Président : | M'bet ALLECHI, Ph.D | Professeur Titulaire en Économie Doyen de la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion Université de Cocody-Abidjan |
| Membres : | Joseph Yao YAO, Ph.D | Maître de Conférences Agrégé Faculté des Sciences Économiques et de Gestion Directeur du CIRES Université de Cocody-Abidjan |
| | Dirk PERTHEL, Ph.D | Maître de Recherches Centre Ivoirien de Recherches Économiques et Sociales |
| | Amadjé DJOGO, Ph.D | Chargé de Recherches Centre Ivoirien de Recherches Économiques et Sociales |

07.08.04
KOF
10328



DEDICACE

A mes très chers parents. Cette oeuvre, pour traduire votre idéal de rigueur et de perfection.

A mes frères et à ma soeur, pour dire que nous pouvons encore mieux faire !

A toute ma grande famille, seul le travail est source de liberté, d'unité et de bonheur.

A Monique et à Guillaume!

A tous ceux qui croient à l'émergence d'une Afrique nouvelle!

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

nos remerciements les plus sincères.

Pour l'ensemble des enseignants du Programme de Doctorat du CIRES, notre gratitude est immense. Le partage du savoir est noble.

Au Dr. Kama BERTE, pour sa très grande assistance tout au long de ce travail. Cette oeuvre est aussi la sienne!

Que le Dr. AYEMOU Angoran Odile, trouve en ces quelques mots toute notre reconnaissance, pour la formidable bibliographie qu'elle a si généreusement mise à notre disposition.

Nos sincères remerciements à la SODEFOR, pour le soutien et la disponibilité constante dont nous avons bénéficié tout au long de nos travaux. Que la Direction Générale trouve en ces quelques lignes une reconnaissance infinie pour nous avoir spontanément prêté notre premier support de travail scientifique. Puisse l'intérêt primordial qu'elle accorde à un environnement forestier soutenable, soit clairement compris et massivement soutenu.

Toute notre gratitude au CODESRIA (Council for the Development of Economic and Social Research in Africa), pour le soutien financier accordé à travers son Programme de Petites Subventions pour la Rédaction des Mémoires et Thèses.

A tous nos amis étudiants du CIRES, nos vives remerciements pour l'amitié dans le travail, et le soutien moral constant qu'ils nous ont témoigné.

Au Dr. NGARESSEUM Deuro Kan, notre infinie reconnaissance pour sa si grande disponibilité et aimabilité. Qu'il en soit remercié par le Tout Puissant!

Au Dr. OUATTARA Déya André, pour toute l'assistance qu'il nous a apportée à la réalisation de cette étude, depuis la phase de terrain.

A notre comité de thèse, Notre infinie gratitude pour sa patience, et ses conseils utiles. Cela a renforcé la portée scientifique de cette oeuvre. Que les Docteurs PERTHEL et DJOGO, soient ainsi rassurés de notre infinie reconnaissance!

Nous ne saurions terminer ces remerciements sans dire tout notre attachement au Professeur Joseph Yao YAO, Directeur du CIRES, qui très tôt a eu confiance en nous, et nous a intégré à son équipe de recherche traitant de l'impact des reformes de politiques économiques sur l'environnement en Côte d'Ivoire. Cette confiance s'est encore manifestée lorsque très spontanément, il a accepté de diriger ce travail de recherche. En acceptant de diriger cette thèse, il nous a permis de mieux nous convaincre de la nécessité de persévérer dans cette voie difficile et encore insuffisamment explorée de l'analyse économique des problèmes environnementaux. Qu'il soit infiniment remercié pour toute cette sollicitude. Nous avons été agréablement impressionné par sa rigueur méthodologique!

Que tout ceux qui ont significativement contribué à cette oeuvre et qui ont été involontairement omis, reçoivent à travers ces quelques lignes, la bénédiction de Dieu!

RESUME

Après les premières décennies de l'indépendance qui ont été marquées par l'adoption de diverses stratégies de développement, les pays africains observent actuellement une réorientation de politique économique générale. Pour ces pays à économie essentiellement agricole dans un état de technologie rudimentaire, le constat a été que la poursuite d'un taux de croissance très élevé a abouti à une dégradation de l'environnement.

En Côte d'Ivoire l'extension des cultures d'exportation, et des cultures vivrières par l'agriculture itinérante, la forte utilisation d'intrants chimiques, et l'exploitation forestière abusive ont contribué à une forte dégradation de l'environnement. La dimension la plus touchée est la forêt avec un taux de dégradation alarmant (7% par an). Ce qui fragilise les bases de la production agricole, et du développement économique. Pour y remédier, il faut initier des mesures de gestion alternatives des terres. Des approches stratégiques existent et sont mises en oeuvre, pour une meilleure utilisation des terres forestières et une meilleure préservation des forêts.

La SODEFOR (Société des Forêts), est la structure de développement étatique, chargée de la gestion des forêts ivoiriennes. Elle organise des actions de protection et de sauvegarde de la forêt selon une approche participative avec les populations rurales. Sa mission nouvelle consiste à développer une stratégie de gestion forestière durable. L'idée est de tourner la page de l'approche répressive de la gestion forestière, pour intégrer les initiatives propres aux populations les plus en contact avec la forêt en vue de dégager une plate-forme commune d'organisation et de protection du patrimoine forestier.

L'agroforesterie vise à organiser une allocation alternative des terres entre l'agriculture et la foresterie, en vue de concilier les intérêts divergents des partenaires en présence. En tant que pratique agroforestière, l'agrosylviculture de type Taungya est un cadre contractuel d'actions entre la SODEFOR et les paysans, pour la culture des arbres et des produits vivriers, en vue de la réhabilitation de massifs forestiers fortement dégradés.

Une telle combinaison suscite une interrogation quant à l'intérêt du paysan à participer au contrat, du point de vue de l'utilisation efficace de ses ressources productives rares, et du gain net qu'il pourrait en tirer. La réponse à une telle préoccupation a nécessité une démarche empirique reposant sur une observation comparée des systèmes de production agricole et agrosylvicole dans la région du Centre-Nord de la Côte d'Ivoire. Ces systèmes sont à base d'igname précoce et tardive, d'arachide et de maïs, cultivés sur deux saisons. L'analyse de la rentabilité financière et économique d'une part, et de celle de l'allocation alternative des ressources rares a fait l'objet de l'élaboration de budgets agricoles et agrosylvicoles, et de la construction de deux modèles de programmation linéaire adaptés à chaque système de production. Le modèle classique de programmation linéaire a servi à l'analyse du système traditionnel témoin, et un modèle de programmation linéaire à objectifs multiples a permis de prendre en compte les deux objectifs principaux de réalisation d'avantages financiers nets sur les arbres et sur les cultures vivrières.

Il ressort de l'analyse que le système agrosylvicole présente une plus faible productivité de la terre associée à des coûts de production plus élevés, par rapport au système traditionnel. Par conséquent la rentabilité

globale évaluée sous un même système de prix financiers y est plus faible, de l'ordre de 52%. Cependant outre le maïs cultivé en deuxième saison, la combinaison d'activités de production vivrière et d'entretien des arbres génèrent un revenu net positif pour le paysan. Du point de vue de la rentabilité sociale du facteur travail (facteur de production essentiel dans le système agrosylvicole), le Taungya présente pour le paysan un intérêt économique moindre.

Ces résultats suggèrent que le système Taungya ne peut être une alternative complète d'activité économique pour le paysan. Cependant, il peut se conjuguer au système traditionnel comme une activité d'appoint, de soudure pour permettre au paysan une certaine gestion de la fluctuation saisonnière de son revenu. La participation à l'agrosylviculture lui garantit un revenu certain à des périodes cruciales de l'année.

L'analyse de l'affectation des ressources productives dans chaque système de production révèle une efficience plus appréciable en agrosylviculture, pour l'ensemble des facteurs et principalement pour la terre et le travail. Pour l'utilisation de la terre, le paysan en agrosylviculture alloue 100% de ses terres en première saison et 85,23% en deuxième saison, contre respectivement 70,63% et 81,75% dans le système agricole. Pour les ressources en main d'oeuvre, il y a en agrosylviculture une utilisation globale en travail salarié de 70,68% contre 34,29% pour le système agricole. Ces résultats suggèrent que l'activité d'entretien des arbres permet une allocation plus efficiente du facteur travail.

De l'analyse de différentes stratégies d'interventions agrosylvicoles, il apparaît que l'arbitrage d'accorder une très grande importance absolue aux

cultures vivrières est moins risqué et garantit une meilleure rentabilité financière. Ce qui suppose en terme de réalisation pratique que le paysan est parfaitement au fait de l'intérêt forestier, et de la nécessité d'une allocation alternative des terres dans une logique d'intégration harmonieuse et durable des arbres et des cultures. De ce fait il concourt à la reconstitution de l'environnement forestier.

Les orientations de recommandations découlant de ces résultats peuvent s'adresser à différents acteurs impliqués dans la résolution des problèmes forestiers. Les paysans bénéficieraient de meilleurs gains alternatifs en s'intégrant mieux dans le calendrier agrosylvicole. Cela leur permettra de mieux contrôler les fortes fluctuations spéculatives induites par la demande de travail agricole, pendant les moments de pics de travaux agricoles et de réception des travaux forestiers. L'objectif d'une meilleure conservation de la diversité biologique recommande une consolidation de l'approche participative, dans un sens de l'efficacité d'intervention du paysan en améliorant ses conditions de travail; et en adoptant une approche pluridisciplinaire plus effective dans la cogestion. Un ensemble de conditions de production dans des systèmes agroforestiers plus stables, et qui garantit au paysan un accès à la propriété foncière et à l'usufruit total de son labour doit être recherché. Dans ce sens les politiques agricoles et forestières devraient être effectives dans le sens d'une conciliation agriculture-forêt, en facilitant l'accès de la propriété foncière au monde rural. Une gestion de type privée des ressources naturelles favoriserait certainement une meilleure internalisation des coûts et dommages causés à l'environnement par l'action humaine.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| DEDICACE | i |
| REMERCIEMENTS | ii |
| RESUME | v |
| LISTE DES TABLEAUX..... | xii |
| CHAPITRE 1 INTRODUCTION: LA PROBLEMATIQUE DE LA FORET DANS | |
| L'ECONOMIE IVOIRIENNE | 1 |
| 1.1 Les grands enjeux de la forêt dans l'économie ivoirienne | 1 |
| 1.2 Les grands enjeux de la déforestation en Côte d'Ivoire | 2 |
| 1.3 Les enjeux de la gestion de la forêt par les paysans | 5 |
| 1.4 Les objectifs de l'étude | 7 |
| 1.5 L'organisation de l'étude | 8 |
| CHAPITRE 2 GENERALITES SUR L'ECONOMIE IVOIRIENNE | 10 |
| 2.1 Le contexte économique global | 10 |
| 2.2 Evolution globale du secteur agricole | 13 |
| 2.3 Evolution globale du secteur forestier | 15 |
| CHAPITRE 3 LE CADRE CONCEPTUEL DE LA GESTION DURABLE DES | |
| RESSOURCES FORESTIERES | 19 |
| 3.1 Diverses explications des problèmes de l'environnement dans la littérature | 19 |
| 3.1.1 Les explications par l'échec des marchés | 20 |
| 3.1.2 Les explications par l'échec des politiques économiques | 21 |
| 3.1.3 L'insuffisance de ressources, la faiblesse de l'engagement et de la gestion politique | 22 |
| 3.2 Les différentes stratégies de reforestation | 23 |
| 3.2.1 La stratégie forestière | 24 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2 La stratégie agroforestière | 26 |
| 3.3 Revue de la littérature de l'évaluation empirique de quelques systèmes agroforestiers | 29 |
| 3.3.1 Selon le revenu | 29 |
| 3.3.2 Selon la production agricole | 30 |
| 3.3.3 Selon la concurrence en éléments nutritifs | 31 |
| 3.3.4 Selon la croissance des arbres | 32 |
| 3.3.5 Facteurs limitatifs des systèmes agroforestiers | 33 |
| CHAPITRE 4 LA SODEFOR ET LES SYSTEMES DE CULTURES DE LA REGION D'ETUDE | 36 |
| 4.1 L'action de la SODEFOR | 36 |
| 4.2 Les systèmes de cultures | 39 |
| 4.2.1 Le système traditionnel | 39 |
| 4.2.2 Le système agrosylvicole | 42 |
| 4.3 Les caractéristiques comparées des systèmes | 47 |
| CHAPITRE 5 LE CADRE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE | 63 |
| 5.1 Hypothèses | 63 |
| 5.2 Les modèles de l'étude | 64 |
| 5.2.1 Le modèle de rentabilité financière comparée des systèmes | 64 |
| 5.2.2 Le modèle d'allocation optimale des ressources | 67 |
| 5.3 Les coefficients techniques et la disponibilité des facteurs | 82 |
| 5.3.1 Les coefficients techniques de production | 82 |
| 5.3.2 Les disponibilités en facteurs de production | 83 |
| 5.4 Le choix de l'exploitation représentative | 83 |
| 5.5 Méthode de collecte des données | 84 |
| 5.5.1 Les données collectées | 84 |
| 5.5.2 Choix de la région d'étude | 85 |

| | |
|--|-----|
| 5.5.3 L'échantillonnage | 89 |
| 5.5.4 Collecte des données | 93 |
| CHAPITRE 6 PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS | 97 |
| 6.1 La rentabilité financière et économique | 97 |
| 6.1.1 Le taux de rentabilité marginale | 98 |
| 6.1.2 La rentabilité économique du système agrosylvicole | 105 |
| 6.2 Le processus d'allocation des ressources | 108 |
| 6.2.1 Le modèle agricole de base. | 108 |
| 6.2.2 Le modèle agrosylvicole | 118 |
| CHAPITRE 7 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS | 165 |
| 7.1 Résumé des résultats majeurs | 165 |
| 7.1.1 Sur la rentabilité | 165 |
| 7.1.2 Sur l'utilisation des facteurs de production | 166 |
| 7.1.3 Sur l'objectif du forestier | 167 |
| 7.2 Recommandations | 169 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 171 |
| ANNEXES | 179 |
| 1 LES TABLEAUX DESCRIPTIFS | 179 |
| 2 CLASSIFICATION DES PRATIQUES AGROFORESTIERES | 186 |
| 3 LISTE DES VARIABLES | 188 |
| 4 LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS | 190 |
| 5 LISTES DES ARBRES CITES | 191 |
| 6 LES MATRICES DES MODELES DE PROGRAMMATION | 192 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 4.1 | Fréquences d'apparition des cultures pratiquées sur le bloc agrosylvicole. | 44 |
| Tableau 4.2 | Niveau d'utilisation de la terre (ha)..... | 48 |
| Tableau 4.3 | Niveau d'utilisation des semences (kg/ha) | 49 |
| Tableau 4.5 | Durée journalière de travail (heures/jour). | 53 |
| Tableau 4.6 | Utilisation de la main d'oeuvre totale (MOT) (heures/ha), dans le système agricole. | 55 |
| Tableau 4.7 | Utilisation de la main d'oeuvre totale (MOT) (heures/ha), dans le système agrosylvicole. | 55 |
| Tableau 4.8 | Utilisation de la main d'oeuvre familiale totale (MOFT) (heures/ha), dans le système agricole. | 56 |
| Tableau 4.9 | Utilisation de la main d'oeuvre familiale totale (MOFT) (heures/ha), en agrosylviculture. | 56 |
| Tableau 4.10 | Utilisation de la main d'oeuvre totale pour les travaux sylvicoles (heures/ha). | 57 |
| Tableau 4.11 | Coûts variables de production (Fcfa/ha). | 58 |
| Tableau 4.12 | Rendements moyens des cultures (kg/ha). | 60 |
| Tableau 4.13 | Prix bord champ des cultures de la zone (Fcfa/kg). | 60 |
| Tableau 4.14 | Rémunération horaire de la main d'oeuvre salarisée dans la zone d'étude (Fcfa/heures). | 62 |
| Tableau 4.15 | Coefficients de répartition des superficies entre arbres et cultures vivrières en agrosylviculture. | 95 |
| Tableau 6.1 | Analyse de dominance | 99 |
| Tableau 6.2 | Quantité totale de travail/type d'exploitation/culture (heures/ha) | 101 |
| Tableau 6.3 | Taux de rentabilité marginale (TRM) | 103 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 6.4 Rentabilité économique du travail (Fcfa/jour) | 107 |
| Tableau 6.5 Plans de production observés et prédits pour le modèle agricole de base (terre en hectare). | 109 |
| Tableau 6.6 importance relative des cultures dans les plans de production agricoles. | 110 |
| Tableau 6.7 Coûts variables moyens dans le système agricole. | 111 |
| Tableau 6.8 Utilisation du travail salarié dans le modèle agricole. | 116 |
| Tableau 6.9 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agricole de base. | 117 |
| Tableau 6.10 Variations paramétriques des poids et solutions générées par le modèle MOLP. | 118 |
| Tableau 6.11 Solutions groupées du modèle agrosylvicole de base. . . . | 119 |
| Tableau 6.12 Importance relative des cultures dans les plans de production agrosylvicoles. | 121 |
| Tableau 6.13 Coûts variables moyens dans le système agrosylvicole. . . | 122 |
| Tableau 6.14 Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution I). | 124 |
| Tableau 6.15 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution I). | 127 |
| Tableau 6.16 Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution II). | 132 |
| Tableau 6.17 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions II). | 133 |
| Tableau 6.18a Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III). | 135 |
| Tableau 6.18b Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le | |

| | |
|---|-----|
| modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III) (suite1). | 137 |
| Tableau 6.18c Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III) (suite 2). | 139 |
| Tableau 6.19a Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions III). | 144 |
| Tableau 6.19b Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution III) (suite 1). | 145 |
| Tableau 6.19c Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution III) (suite 2). | 146 |
| Tableau 6.19d Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions III) (suite 3). | 147 |
| Tableau 6.20 Effets des variations simultanées des primes sur la solution optimale dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions I) (de -50% à +60%). | 152 |
| Tableau 6.21 Effet des variations simultanées de primes sur les niveaux de revenus optimaux (de -50% à +60%) (groupe de solutions I). | 153 |
| Tableau 6.22 Effets des variations simultanées des primes sur la solution optimale dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions III) (de -50% à +60%). | 156 |
| Tableau 6.23 Effet des modifications de primes sur les niveaux de revenus optimaux (de -50% à + 60%) (groupe de solutions III). | 158 |
| Tableau A.1 Evolution historique de la déforestation en Côte d'Ivoire | 180 |
| Tableau A.2 Production de maïs selon le type d'exploitation | 180 |

| | |
|---|-----|
| Tableau A.3 Essai temporaire fraké et cultures vivrières (but: production de bois d'oeuvre) | 180 |
| Tableau A.4 Taux d'occupation annuel de la forêt par les activités agricoles en Côte d'Ivoire | 181 |
| Tableau A.5 Evolution des superficies agricoles en Côte d'Ivoire | 181 |
| Tableau A.6 Evolution de l'exploitation des grumes | 181 |
| Tableau A.7 Exportation de bois et de produits forestiers en Côte d'Ivoire | 182 |
| Tableau A.8 Superficies/an des nouvelles plantations SODEFOR. | 182 |
| Tableau A.9 Coefficients de pondération des producteurs équivalents | 183 |
| Tableau A.10 Coefficients de pondération des consommateurs équivalents | 183 |
| Tableau A.11 Budgets par hectare d'activité du paysan moyen agricole (Fcfa/ha) | 184 |
| Tableau A.12a Budgets par hectare d'activité de production vivrière et d'entretiens sylvicoles en cultures du paysan moyen agrosylvicole (Fcfa/ha). | 184 |
| Tableau A.12b Budgets par hectare d'activité d'entretiens classiques du paysan moyen agrosylvicole (Fcfa/ha). | 185 |

CHAPITRE 1 INTRODUCTION: LA PROBLEMATIQUE DE LA FORET DANS L'ECONOMIE IVOIRIENNE

Ce chapitre introductif se propose de présenter la nature du problème de la forêt dans l'économie ivoirienne. Il traite successivement des grands enjeux de la forêt dans l'économie ivoirienne (1), de la problématique d'une nouvelle approche de gestion de cette forêt avec les paysans (2), et précise les objectifs que l'étude veut atteindre (3).

1.1 Les grands enjeux de la forêt dans l'économie ivoirienne

L'ampleur des problèmes écologiques et environnementaux du monde entier mobilise les énergies des institutions internationales, des nations, des organismes non gouvernementaux (ONG), et même du secteur privé. La Côte d'Ivoire, pays d'Afrique subsaharienne, ayant l'un des taux les plus élevés de la destruction de sa forêt naturelle, présente un cadre d'étude intéressant.

Pendant les deux premières décennies de l'Indépendance, le secteur forestier s'est présenté comme une des principales activités de l'économie ivoirienne. L'industrie du bois a été la troisième source majeure de revenu de la Côte d'Ivoire, après le café et le cacao. Déjà de 1961 à 1973, le secteur forestier a augmenté sa part de marché du PIB, passant de 19,1% en 1961, à 29,7% en 1967 et à 34,7% en 1973.

La stratégie économique ivoirienne de développement consiste d'une part en la modernisation de l'agriculture par l'intensification et la diversification en vue d'être le support du démarrage économique; et d'autre

part en la mise en place d'un cadre industriel conséquent par le biais du développement de l'industrie d'import-substitution. La mise en oeuvre de la première option s'est essentiellement axée autour de l'agriculture d'exportation, principalement à travers les cultures de café et de cacao. Dans la phase de diversification, l'accent a été mis sur des cultures telles que le palmier à huile, l'hévéa, le cocotier, et le coton, très consommatrices de terres forestières. Les populations rurales pour se nourrir ont pratiqué la culture itinérante sur brûlis. Pendant ces trente dernières années, les superficies agricoles cultivées ont occupé chaque année 200 000 ha des ressources forestières et savaniques (Ministère de l'Environnement de la Construction et de l'Urbanisme (MECU, 1991)), conjugué à un taux d'extraction du bois de grumes et de produits forestiers divers augmentant en volume, du fait de l'accroissement de la demande d'exportation et de la croissance démographique. Ces activités économiques ont engendré un rythme de déforestation qui mérite d'être souligné.

1.2 Les grands enjeux de la déforestation en Côte d'Ivoire

La déforestation en Côte d'Ivoire s'est réalisée à un rythme effréné: de 20 millions d'ha en 1950, il ne restait en 1991 que 2 millions d'ha de forêts (tableau A.1); soit un taux record de déboisement de 7% par an, ce qui, selon Gillis et al. (1990), est dix fois supérieur à celui des pays en voie de développement en général. Cette tendance est d'autant alarmante que la couverture forestière dans de nombreuses régions est inférieure à 20% de sa valeur initiale. Ce qui ne permet pas à la forêt de jouer son rôle d'équilibre écologique (Osseni et Diomandé, 1989).

Le problème se présente avec d'autant plus d'acuité que la réalisation par les services forestiers, d'un taux moyen de boisement naturel ou artificiel de 20%, capable de procurer une stabilisation écologique, semble fortement hypothétique dans l'immédiat. Avec ce taux de boisement naturel ou artificiel actuellement en dessous de 14%, les services forestiers, face à une déforestation minimum de 200 000 à 300 000 ha¹ par an, ne peuvent en restaurer sur la même période, que 4000 à 5000 ha².

La dégénérescence de la ressource forestière est également le fait d'une consommation énergétique ligneuse abondante, de l'explosion démographique et d'un fort courant migratoire en provenance de la zone sahélienne. D'autres facteurs tels que la pauvreté, l'ignorance et la nature des droits de propriété dans la forêt vierge sont considérés comme des causes de la déforestation tropicale (Gillis et al., 1990). Pour d'autres auteurs (Banque Mondiale, 1992; O'Connor et Turnham, 1992; Tietenberg, 1988; Barbier, 1989), l'origine de ces problèmes environnementaux relève du dysfonctionnement des marchés, et des mesures de politiques économiques inadaptées.

L'exploitation des superficies forestières présentées a engendré plusieurs conséquences dont trois principales pourraient être retenues en Côte d'Ivoire:

i - climatique d'abord. La forêt naturelle est une biocénose où règne

¹ Ces estimations portent sur la déforestation dans le sud de la Côte d'Ivoire. Mais cela représente déjà un taux supérieur à la moyenne mondiale de 0.6%, et même au taux du premier producteur mondial de grumes des années 1980, l'Indonésie (CIRES, 1991).

² Le programme d'action 1988-1995 pour la réhabilitation du secteur forestier (premier cadre d'intervention pour la mise en oeuvre du plan directeur forestier 1988-2015) vise à stabiliser le taux moyen de boisement du pays autour de 14% (MINEF, 1988).

un équilibre dynamique entre les végétaux de toutes tailles, les micro-organismes, les insectes et les animaux supérieurs. Les ouvertures du couvert végétal par défrichage, plantation, incendie, exploitation de bois d'oeuvre réduisent le rôle régulateur de la forêt et engendrent un déséquilibre écologique (MCF, 1990);

ii - économique ensuite: la surexploitation des bois de grumes engendre une baisse en devises provenant de l'exportation de bois. En 1980 les recettes d'exportation dans ce secteur se chiffraient à 123 milliards de francs CFA courants. Elles chutèrent à 111 milliards en 1983, et à 99 milliards en 1986 (Ecoforêt, 1988);

iii - énergétique enfin. La rareté relative du bois de chauffe (Koné, 1992)³ signalée également par Baumer (1987) pose le problème de l'approvisionnement en combustibles domestiques dans certaines régions de la Côte d'Ivoire. Dans la région de Korhogo par exemple, l'on brûle les tiges de mil et les bouses de vache séchées, faute de bois. Dosso et al. (1981)⁴ ont fourni une bonne mesure du problème à partir d'une enquête à Ferkessedougou et à Sinématiali, en montrant que pour des régions où vingt ans auparavant le bois de feu était abondant, il fallait désormais aller le chercher à 3 km du village.

L'accroissement démographique actuel conduit également à de fortes demandes en bois de feu et de charbon de bois, surtout dans les centres urbains où la commercialisation du bois de chauffe est désormais pratique

³ MECU (1991) estime que les consommations énergétiques liées aux besoins de cuisson représentent plus de 60% de la consommation énergétique totale du pays; besoins qui sont satisfaits à 98% par l'emploi de charbon de bois et de bois de feu.

⁴ cité par Baumer (1987).

courante. Le prix du bois et du charbon de bois ne cesse alors d'augmenter, pesant ainsi lourdement sur les budgets familiaux (Baumer, 1987). Or la pratique culturale itinérante exige une phase de jachère, qui avec les cultures vivrières est en majorité herbeuse, surtout en zone forestière où elle est envahie par le *Chromolaena odorata* qui retarde considérablement la résurgence de la phase ligneuse. Cela provoque la disparition progressive du bois dans le paysage rural agricole, et également la destruction de massifs boisés ou forestiers résiduels (Oualou, 1994).

1.3 Les enjeux de la gestion de la forêt par les paysans

L'agriculture, moteur du développement économique ivoirien nécessite un environnement écologique favorable. Si l'agriculture doit continuer de jouer ce rôle de locomotive de l'économie ivoirienne, il convient alors d'adopter des systèmes de production agricoles et forestiers qui soient compatibles avec la préservation des conditions écologiques qui la soutiennent. Cela sous-tend une meilleure utilisation et conservation des sols et des massifs forestiers pour une croissance et un développement durables. Le concept de développement durable qui s'est développé ces dix dernières années suggère une amélioration de la capacité de satisfaction des besoins actuellement exprimés par les populations, sans porter atteinte aux conditions minimales nécessaires aux générations futures pour résoudre leurs problèmes.

Une méthode possible pour lutter contre la déforestation demeure l'agroforesterie. L'agroforesterie est un système d'optimisation de la mise en valeur des terres, qui consiste à combiner délibérément, dans le temps et dans l'espace, les plantes ligneuses (arbres, arbustes) et/ou les cultures herbacées (cultures vivrières, pâturages...), l'élevage, la pêche..., et dans

lequel il y a des interactions écologiques et économiques entre les composants boisés et non boisés (ICRAF, 1983, cité par Mendoza et al., 1986; Young, 1989; Baumer, 1990).

Cette approche culturelle de l'agroforesterie mérite une attention particulière dans la mesure où elle permet d'optimiser les interactions positives de manière à obtenir à partir des ressources disponibles, des conditions écologiques, technologiques et socio-économiques existantes, une production totale plus élevée, diversifiée et durable (Young, 1989; Baumer, 1990).

Une idée force qui sous-tend l'agroforesterie est l'aplanissement du conflit d'intérêt sur la valorisation de la terre entre les forestiers, les agriculteurs, et les éleveurs. Une association souple et durable de leurs différentes interventions apparaît possible dans ce système, dans la mesure où les agriculteurs et les éleveurs accepteront la présence des arbres, qui leur procureront en supplément des sous produits utiles et variés, de plus faibles niveaux d'investissements de production, tout en vivant en symbiose avec les cultures ou le bétail.

La SODEFOR⁵ est l'organisme d'Etat chargé de mettre en oeuvre la politique forestière du gouvernement. Son action présente comporte une stratégie originale de cogestion de la forêt, avec comme partenaires privilégiées, les populations rurales. Cette cogestion repose sur un ensemble de contrats d'interventions coordonnées entre l'administration forestière (SODEFOR) et les populations rurales. Un contrat spécifique concerne le

⁵ SODEFOR = Société de Développement des Forêts. Les activités et le rôle de cette société sont développés au chapitre 4.

système agrosylvicole qui est caractérisé par une association temporaire entre arbres et cultures vivrières, système dénommée Taungya. Dans ce système les paysans ont temporairement accès à la terre pour la cultiver, et perçoivent en retour une rémunération pour leur travail de plantation et d'entretien des arbres.

Le travail d'entretien (la force de travail manuelle) des arbres étant l'activité principale du Taungya pour le paysan intervenant dans le système, il convient de caractériser le processus d'allocation de cette ressource productive, tout en tenant compte des autres ressources impliquées, lorsque l'arbre devient une préoccupation incontournable pour le paysan. L'agrosylviculture exerce assurément un ensemble d'effets sur la gestion des ressources du paysan, qui dans le court terme mérite d'être plus rigoureusement cerné.

La question fondamentale qui sous-tend cette étude est de savoir si la gestion forestière impose au paysan une allocation inefficace de ses ressources, notamment dans le système Taungya.

1.4 Les objectifs de l'étude

La présente étude se propose de fournir une meilleure compréhension de son fonctionnement économique; ce qui pourrait servir de base de réflexion sur les pratiques agroforestières plus stables, considérant les essences à cycle court, et dont les produits forestiers appartiennent aux paysans. Dans ce sens, l'étude se propose principalement d'analyser les possibilités de productions optimales simultanées des cultures vivrières et des arbres dans les systèmes agrosylvicoles en Côte d'Ivoire. Il s'agit de rechercher

l'amélioration des potentialités d'allocation de ressources, en vue d'un meilleur environnement forestier.

De façon spécifique cette étude cherche à :

- 1 - déterminer la rentabilité financière et économique du système agrosylvicole, pour le paysan;
- 2 - déterminer le niveau optimum d'allocation des ressources (notamment le travail) dans le système agrosylvicole;
- 3 - estimer la sensibilité de cette rentabilité par rapport aux primes reçues de la SODEFOR pour l'entretien des arbres.

1.5 L'organisation de l'étude

L'évaluation économique de cette pratique agroforestière s'articulera autour d'une analyse visant à concilier les intérêts divergents des forestiers et des paysans, dans un sens favorable à la préservation de l'environnement forestier. Dans cette optique il sera procédé aux analyses comparées de rentabilité, et d'allocation des ressources productives des paysans dans les systèmes agricoles traditionnelles et agrosylvicoles dans la région du centre de la Côte d'Ivoire. Pour ce faire, la suite de l'étude s'articulera en six chapitres.

Le chapitre 2 exposera des généralités sur l'économie ivoirienne, dans un cadre de politique économique globale et sectorielle, dans le sens d'une imbrication entre l'évolution économique d'ensemble, le secteur agricole et l'environnement forestier. Le chapitre 3, abordera le cadre conceptuel de la gestion durable des ressources forestières. La littérature permettra de discuter les explications des problèmes environnementaux, les stratégies de reforestation ainsi que les résultats empiriques observés. Dans le chapitre

4, l'action de la SODEFOR et les caractéristiques des systèmes de cultures de la région d'étude seront analysées. Le chapitre 5 exposera le cadre méthodologique d'analyse. Les résultats seront présentés et analysés au chapitre 6. Enfin les conclusions et recommandations de l'étude feront l'objet du chapitre 7.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

CHAPITRE 2 GENERALITES SUR L'ECONOMIE IVOIRIENNE

Ce chapitre exposera l'évolution de l'économie ivoirienne dans un cadre global et sectoriel, à travers les secteurs agricole et forestier.

2.1 Le contexte économique global

L'orientation de politique économique générale de la Côte d'Ivoire s'est axée depuis l'indépendance sur la modernisation de son agriculture, à travers une spécialisation dans les productions de spéculations primaires d'exportation. Cela lui a permis de connaître une croissance forte avec un taux annuel moyen du produit intérieur brut (PIB) de 7,9% en valeur réelle dans la décennie 1965-1975.

Malgré cette tendance initiale positive la Côte d'Ivoire a connu des contre-performances au début des années 1980, suite au deuxième choc pétrolier de 1979 et ses conséquences dépressives sur la demande des biens primaires, et à la chute des cours mondiaux du café et du cacao de l'ordre de 30% entre 1977 et 1980 qui a engendré une détérioration de la balance des paiements. Les emprunts extérieurs se sont alors accrus, tandis que la capacité de remboursement de l'économie s'amenuisait. A ces facteurs externes, il faut ajouter des éléments tels que la sécheresse et les feux de brousse qui dévastent annuellement d'énormes superficies de plantations, et aussi les effets déprimants des mesures de stabilisation prises à partir de 1981 en vue de l'assainissement des finances publiques, par la réduction drastique des dépenses publiques.

De 1979 à 1981, le PIB à prix constant n'a augmenté que de 2% par an, pour ensuite chuter de 9,7% par an sur la période 1981-1983, et de 4,8% en 1984. 1981-1985 est une période de croissance irrégulière des secteurs productifs. Déjà en 1983 l'on observe une réduction de près de 10% de la part du secteur agricole dans la valeur ajoutée, qui est demeurée tout aussi faible en 1984 par suite de la sécheresse qui a caractérisé la campagne agricole 1983-1984 (BAD, 1987).

La reprise normale du régime pluviométrique en 1985 permet un brin d'espoir. En effet la part du secteur agricole dans la valeur ajoutée s'améliore alors de 14,21%, retrouvant ainsi pour l'essentiel les niveaux de production d'avant la sécheresse. La période 1981-1984 a été aussi difficile pour le secteur industriel et des services, au cours de laquelle sa valeur ajoutée a diminué en valeur réelle de 7,53% pour la production industrielle, et de 4,20% pour les services.

La demande totale n'a pas échappé à cette évolution négative entre 1981 et 1984. La vigoureuse politique de stabilisation du gouvernement lui a imprimé une baisse totale spectaculaire de 25%, avec une inflation intérieure mesurée par le déflateur du PIB, passant de 6% à 9,33% entre 1981 et 1982. L'intervention restrictive des autorités monétaires pour freiner l'expansion du crédit, parvient à ralentir le taux d'inflation de 7,83% en 1983 à 5,55% en 1985.

Du point de vue de la dette extérieure à moyen et long termes (FMI non compris), la période de 1980 à 1984 s'est traduite par une augmentation de l'encours dans le PIB de 41,3% à 73,6%. Cela s'observe par une augmentation rapide du ratio du service de la dette (y compris les sommes dues au FMI) qui

est passé de 24,7% en 1980 à 34,5% en 1982, et à 33,7% en 1983.

Cette évolution est d'autant négative qu'à la suite des différents accords de rééchelonnement du remboursement de la dette privée et publique, il apparaît en 1985 que même en l'absence de nouveaux emprunts, la Côte d'Ivoire devra mobiliser plus d'un million de Dollars US jusqu'en 1989 afin d'honorer ses engagements de fin 1984 au titre de la dette extérieure (BAD, 1987).

1981-1985 est donc une période de déclin économique, caractérisée par la détérioration des termes de l'échange, l'augmentation du service de la dette, et l'initiation de profondes réformes économiques (programmes d'ajustements structurels) visant à restaurer les équilibres macroéconomiques. La période qui a suivi, c'est à dire 1986-1989 fut marquée par une continuité de la récession économique avec la détérioration rapide des cours des produits agricoles d'exportation. Face à la crise persistante, les programmes d'ajustement structurels ont été renforcés à partir de 1990, avec l'adjonction de plusieurs programmes sectoriels dans le cadre du programme à moyen terme du gouvernement visant à consolider les équilibres macroéconomiques et à relancer l'économie (Pégatiéan, 1995).

De février 1981 à décembre 1993 l'ajustement réel mis en oeuvre n'a pu parvenir à relancer la croissance économique. C'est alors qu'est intervenue le 11 janvier 1994, la dévaluation nominale de 50% du Fcfa, en vue de modifier radicalement l'environnement macroéconomique et de restaurer la compétitivité interne et externe de l'économie (Pégatiéan, 1995). Il faut noter que les mesures de stabilisation adoptées par le gouvernement depuis 1981 ont contribué à un net assainissement des finances publiques, par suite de

l'augmentation des recettes publiques et de la réduction des dépenses publiques (en particulier des dépenses d'investissement). Mais ce dernier élément a inévitablement produit des conséquences négatives sur le secteur de production agricole.

2.2 Evolution globale du secteur agricole

Le secteur agricole ivoirien en tant que moteur de la croissance économique est l'élément essentiel du PIB, du volume des recettes d'exportations, et source importante de recettes budgétaires. L'agriculture d'exportation forme à elle seule 40% du PIB, constitue 70% des exportations, en occupant près de 80% de la population active (MECU, 1991). En effet, en tant que principal employeur, secteur productif dominant, et socle de la plupart des activités de l'industrie et du commerce ce secteur a toujours contribué pour plus de 32,13% au PIB par rapport aux autres secteurs de l'économie.

Cette évolution n'a cependant été possible que par la mise en oeuvre d'une politique économique agricole fort incitative, à travers le prix au producteur (prix nominal au producteur, et prix nominal des intrants), la constitution d'un tissu de services publics de développement agricole dont la SATMACI (Société d'Assistance Technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire), LA PALMINDUSTRIE, LA MOTORAGRI, etc...Jusqu'en 1977 ces différentes institutions de promotions agricoles avaient une activité sectorielle. En Octobre 1980 le gouvernement opte pour une approche beaucoup plus intégrée, par la création de sociétés de développement régional chargées du développement intégré dans leurs zones d'interventions. On peut citer entre autre la CIDT (Compagnie Ivoirienne de Développement du Textile) pour son

intervention en savane, la SATMACI en moyenne Côte d'Ivoire, et la SODEPALM (Société de Développement du Palmier à huile) en basse Côte d'Ivoire.

L'orientation de base de cette politique de développement rural était de consolider la sécurité alimentaire du pays. Il s'agit selon Perrault (1990) de la capacité du pays à satisfaire ses objectifs de consommation d'une année à l'autre en dépit des variations dans la production vivrière nationale, variations qui seraient liées aux aléas climatiques. La sécurité alimentaire se réduirait alors à une question de sécurité du revenu, de sorte que le risque que les niveaux de consommation tombent sous les niveaux de la tendance à long terme, puisse être compensé par des importations alimentaires.

Différentes mesures d'accroissement de la productivité agricole et de la diversification des productions de rente ont été prises, pour réduire la dépendance de l'économie vis-à-vis du café et du cacao, et d'assurer ainsi une plus grande stabilité des recettes d'exportation. Il s'agissait essentiellement d'améliorer l'environnement économique de façon durable, par l'harmonisation des différentes politiques pouvant affecter positivement les structures de production et de distribution des produits agricoles.

Cependant cette agriculture garde toujours son caractère extensif et traditionnel, surtout dans sa composante de production vivrière; ce qui ne lui permet pas de prendre en compte les problèmes d'environnement dont elle est pourtant très tributaire. En effet l'on observe de façon globale au niveau du secteur agricole, une évolution positive des productions qui n'est nullement liée à une amélioration dans les rendements, mais plutôt dans l'accroissement des superficies. Cet aspect extensif de l'agriculture ivoirienne est autodestructrice, dans le sens où toute mesure d'accroissement de la

production agricole en vue d'améliorer le niveau de vie des populations et la couverture des besoins nationaux porte atteinte aux superficies forestières, et est préjudiciable à l'équilibre écologique naturellement préétabli.

2.3 Evolution globale du secteur forestier

Du point de vue de la contribution brute à la richesse nationale, l'ensemble du secteur forestier reste l'une des principales activités de l'économie ivoirienne. A la première décennie de l'indépendance déjà, ce secteur avait une contribution exceptionnelle aux recettes d'exportation de la Côte d'Ivoire, qui est l'un des principaux pays fournisseurs de bois tropicaux du monde. En effet de 1961 à 1973, ce secteur a progressivement augmenté sa part des recettes d'exportation passant de 19,1% en 1961, à 29,7% en 1969 et 34,7% en 1973. De ce fait il demeure l'une des principales sources de recettes fiscales pour la Côte d'Ivoire.

Cette contribution correspondait à une forte exploitation forestière de sorte qu'en conjugaison avec le système de culture extensif, on a abouti à une rapide disparition de la richesse forestière. Déjà en 1985 ce secteur ne contribuait plus que pour 13% aux recettes d'exportation de la Côte d'Ivoire. Aussi la part des exportations de produits bruts (grumes) qui représentait près de 80% de la production totale ivoirienne dans les années 60, est passée à 64% en 1978, puis à 56% en 1985.

La forêt ivoirienne qui recouvrait plus de 20 millions d'ha au début du siècle ne couvrait déjà plus en 1966 que 9 millions d'ha, et 2,5 millions d'ha en 1985-1987. La végétation naturelle de forêts tropicales denses qui a donné l'élan initial à la croissance agricole grâce à l'environnement de production

propice qu'elle représentait, a tout simplement été remplacée par la forêt secondaire, la brousse et les cultures arbustives; laissant très peu d'espaces de réserves forestières et parcs nationaux. Ce qui met en péril les ressources forestières et l'écologie. En effet à mesure que la pression exercée par la population sur la forêt s'intensifie, ce qui reste des forêts denses est attaqué, pour une agriculture itinérante, diminuant ainsi la transpiration végétale et favorisant l'érosion (BAD, op.cit.).

Face à cet état de faits une orientation générale de politique forestière est adoptée. Elle consiste en un effort accru de reboisement, et de protection des essences par la promulgation de textes réglementant l'exploitation forestière, et de programme de lutte contre les feux de brousse. Cette politique est d'autant impérieuse qu'il est plus que nécessaire de compenser la diminution des ressources forestières afin d'éviter le recours à l'importation de bois d'oeuvre dans un avenir proche, c'est à dire la fin du siècle (BAD, op.cit.).

L'objectif gouvernemental du plan quinquennal 1976-1980 prévoyait la plantation de 10 000 ha par an jusqu'en l'an 2025; par le biais de la SODEFOR dont les plantations industrielles devraient prendre le relais pour la production de bois d'oeuvre, de bois de service et de feu. Mais c'était un objectif difficile à atteindre compte tenu du déficit de personnel qualifié et de moyens financiers. Ainsi de 1976 à 1982 seulement 22 638 ha ont été réalisés par rapport à une prévision de 52 000 ha. Face à cette dégradation, un domaine permanent de l'Etat est constitué en 1978, prévoyant 3 millions d'ha en forêt dense et 1,7 million d'ha en zone de savane. Mais en 1987 toujours pour faute de moyens le domaine forestier permanent ne couvre que 2,5 millions d'ha en forêt dense et 1,2 million d'ha en savane. L'objectif était

d'aboutir à la constitution de forêts permanentes en vue de garantir un taux de boisement minimum.

Cette menace sur les massifs forestiers a instruit les pouvoirs publics, que le maintien, la restauration et le reboisement sont les moyens essentiels de lutte contre les déséquilibres écologiques. Ces moyens s'imposent d'autant que la menace affecte aussi négativement les volumes utilisables en bois d'oeuvre, et la qualité des bois exploités. Selon la BAD (1987) pour 1 m³ de bois commercialisé, 4 m³ de bois d'oeuvre potentiel sont détruits par les incendies et défrichements.

Le MECU (1991) atteste qu'au début des années 1960 l'on distinguait en Côte d'Ivoire deux grands types de végétations: la forêt et la savane dont l'occupation du territoire se présentait comme suit:

- la zone forestière de forêt sempervirente avec 14 490 000 ha, soit 45% du territoire nationale;

- la zone préforestière, intermédiaire entre la forêt et la savane avec 6 438 000 ha soit 20% du territoire;

- la zone de savane boisée avec 11 270 000 ha soit 35% du territoire.

Cette répartition généreuse n'est plus de mise avec la forte dégradation survenue.

Fort de ce constat, le gouvernement ambitionne plus que jamais d'entretenir un environnement forestier et écologique favorable à un développement durable de la Côte d'Ivoire. Dans ce sens il fut assigné à la SODEFOR en 1992 une mission plus élargie et plus dynamique, qui s'inscrit dans une logique d'aménagement systématique de l'ensemble des forêts classées dans le domaine permanent de l'Etat. Il s'agit de définir pour l'ensemble du

domaine permanent, un profil écologique soutenable par rapport aux activités économiques.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

CHAPITRE 3 LE CADRE CONCEPTUEL DE LA GESTION DURABLE DES RESSOURCES FORESTIERES

Les problèmes de déforestation et de pénurie de bois de chauffe ont suscité différents moyens de lutte dans la plupart des pays en développement. Ces moyens constituent une méthode viable de lutte contre le déséquilibre écologique, bien que d'autres moyens comme la réduction de la consommation du bois de chauffe⁶ soient utilisés, sans toutefois être de nature à réduire la surexploitation des ressources, compte tenu des besoins agricoles (Anderson et al., 1984). Le présent chapitre traitera essentiellement les explications des problèmes environnementaux dans la littérature, des différentes stratégies de reforestation, et des résultats empiriques obtenus par leur application.

3.1 Diverses explications des problèmes de l'environnement dans la littérature

Les causes courantes de la dégradation de l'environnement (surtout de la déforestation) dans les PVD, sont les systèmes traditionnels de cultures extensifs, et la pression démographique qui réduit la longueur des jachères, et exacerbe le problème foncier (Gillis et al., op.cit.; McNamara, 1990). Deux origines principales les justifient: l'échec des marchés et l'échec des politiques économiques.

⁶ par la mise au point de techniques de cuisson améliorées (foyers améliorés) et la disponibilité d'autres sources d'énergie (gaz).

3.1.1 Les explications par l'échec des marchés

L'échec résulte de l'incapacité des marchés à fixer le prix réel des biens et services en fonction du coût réel pour l'ensemble de la société (Tietenberg, 1988; Barbier, 1989; O'Connor et Turnham, 1992). L'accès illimité aux ressources naturelles induit leur surexploitation (O'Connor et Turnham, op.cit.; Gillis et al., op.cit.; Barbier, op.cit), de sorte que pour la forêt, le prix du bois ne prend pas en compte sa valeur en tant que réservoir de carbone, lieu de préservation de la biosphère, et régulateur du cycle de l'eau (O'Connor et Turnham, op.cit.).

Les incertitudes de la propriété foncière dans les PVD n'incitent pas aux investissements à long terme, influant ainsi sur les choix technologiques. Les paysans privilégient alors l'intensification de la production à court terme, au détriment des systèmes agricoles viables à long terme. A titre illustratif, dans la forêt amazonienne du Brésil, l'Etat ne reconnaît le droit de propriété que si les terres ont été défrichées, ce qui accélère la déforestation (O'Connor et Turnham, op.cit.). Parcequ'ils doivent défricher les terres pour en acquérir les droits, les paysans selon Southgate et Pearce (1988) ne tiennent pas compte des rentes non agricoles. Selon la F.A.O, 80% des zones forestières non encore largement exploitées sont des réserves naturelles appartenant à l'Etat; ce qui induit leur exploitation abusive, puisque rien n'incite à maintenir et à préserver la valeur économique et sociale de la forêt que l'on considère abusivement comme une ressource toujours renouvelable (Gillis et al., op.cit.).

Dans le même temps, les entreprises peuvent déverser leurs déchets dans les cours d'eau, sans en supporter les coûts en maladie infligés aux autres,

généralisant ainsi des externalités négatives sur l'environnement (Tietenberg, op.cit.; O'Connor et Turnham, op.cit.). Ces externalités non prises en compte par le marché rend le système inefficace socialement, par une sous-évaluation des coûts réels de production pour la société, augmentant ainsi la production de façon artificielle. Le corollaire est une dégradation accélérée de l'environnement (déforestation), puisqu'il n'y a pas d'incitation à moins la dégrader par unité de produit à générer.

3.1.2 Les explications par l'échec des politiques économiques

Contrairement à l'économie classique traditionnelle, la théorie économique keynésienne préconise l'intervention des pouvoirs publics pour pallier l'échec des marchés; intervention souvent peu cohérente, entraînant des distorsions de prix⁷ (World Bank, 1981; Bond, M., 1983; Krueger et al., 1988; Humphreys et Jaeger, 1988; Binswanger, 1990; Oyejide, 1990), ayant souvent des conséquences négatives sur l'environnement (O'Connor et Turnham, op.cit.). Les subventions aux intrants pour encourager l'emploi de l'engrais⁸, les subventions à l'énergie qui induisent le gaspillage, le plafonnement des taux d'intérêt et les exonérations d'impôts sur les revenus des sociétés tendent à encourager les industries à forte intensité capitaliste, souvent polluantes (O'Connor et Turnham, op.cit.).

⁷ Les distorsions proviennent de l'intervention inadéquate des pouvoirs publics, qui crée un écart entre les coûts et les prix locaux d'une part, et les prix locaux et les prix internationaux d'autre part (Pégatienan, 1990).

⁸ L'utilisation prolongée d'engrais sur les mêmes terres, crée à terme des pertes de fertilité (Kaboré, 1988).

Les politiques macroéconomique et sectorielle, mal conduites, créent de mauvaises incitations, et ne permettent pas au paysan d'adopter les technologies appropriées pour accroître la productivité; il continue donc de pratiquer le système traditionnel sur brûlis. En général dans les PVD, la pratique des prix réglementés qui gêne les règles du marché est très répandue. Entre 1977 et 1980, la forte inflation domestique et le mauvais ajustement dans les prix nominaux fixés au producteur, ont induit la chute des prix réels au producteur de 25% en Afrique Subsaharienne (Humphreys et Jaeger, 1988). Krueger et al. (op.cit.) ont trouvé des taux de protection nominaux négatifs pour 80 PVD, à cause des mauvaises politiques économiques menées. En général ces pays ont adopté des politiques d'import-substitution à travers un fort protectionnisme, des taux de change surévalués maintenus par le contrôle de régime de change fixe, la centralisation de la commercialisation des produits agricoles entre les mains d'organismes de stabilisation, caractérisée par la taxation de l'agriculture, et les subventions aux intrants. Ces politiques entraînant des distorsions de prix dans l'économie, gênent l'allocation efficace des ressources et partant favorisent leur gaspillage (Krueger et al., op.cit.). Une meilleure conservation des ressources imposent donc que les prix reflètent mieux les coûts environnementaux et sociaux, afin de mieux les internaliser (O'Connor et Turnham, op.cit).

3.1.3 L'insuffisance de ressources, la faiblesse de l'engagement et de la gestion politique

Dans les PVD, la faiblesse des ressources humaines, techniques et financières réduit les marges de manoeuvre des pouvoirs publics dans la gestion de l'environnement (Kerkhof, op.cit.; O'Connor et Turnham, op.cit.). Le secteur public n'a pas les moyens d'adopter les nouvelles techniques de

transformation moins dégradantes. Et généralement les coûts budgétaires qu'elle engendre, font de la protection de l'environnement un luxe, dont les PVD pensent que seuls les pays riches peuvent se permettre (O'Connor et Turnham, op.cit.; Dixon et al., 1988). Aussi l'appropriation des ressources naturelles par un lobby génère des rentes qui créent peu de bénéfice social (Tietenberg, op.cit.).

3.2 Les différentes stratégies de reforestation

En Afrique, 90% de la population utilise l'énergie du bois. Le taux annuel de consommation d'énergie de bois dépasse le taux d'accroissement annuel moyen du stock forestier local. Le déficit est de 30% dans les pays sahéliens, et de 75% au Nord du Nigéria (Anderson, 1987). Allen (1985), estime que les pays en développement sont confrontés à un dilemme. Si la coupe de bois se poursuit au taux présent, beaucoup de forêts naturelles disparaîtront tôt ou tard; mais si les forêts sont protégées, ou si elles disparaissent à cause d'une surexploitation, les populations rurales et urbaines pauvres seront forcées de se déplacer vers d'autres, peut-être plus coûteuses, sources d'énergie.

Pour y pallier et assurer le développement de l'agriculture africaine, l'on doit prendre des mesures énergiques de maintien de la fertilité du sol et d'arrêt de la désertification; des mesures qui, selon Anderson (op.cit.), doivent nécessairement être adjointes à d'autres instruments de politiques plus familiers qui consistent à augmenter l'investissement agricole, et à améliorer la politique agricole (les infrastructures rurales, les services institutionnels...). Il s'agit en somme de substituer au type de gestion de la forêt existant, un système de gestion scientifique basé sur le principe

d'une production soutenue et d'une utilisation multiple (Gautham, 1986). Généralement la délimitation des zones forestières publiques, et l'adoption de pratiques de plantations forestières telles que les brise-vents, et les techniques agroforestières représentent les solutions techniques usuelles appliquées en reforestation (Anderson et al., 1984; Anderson, 1987; Kerkhof, 1990).

Ces deux formes d'investissements publics en reforestation (c'est à dire les stratégies forestière et agroforestière) sont complémentaires et devraient être poursuivies, même si malgré leur importance écologique et économique, elles n'ont pas toujours eu de support significatif dans les programmes de dépenses publiques des pays d'Afrique Subsaharienne (Anderson, op.cit.).

3.2.1 La stratégie forestière

Elle est caractérisée par des projets types de plantations en peuplements purs, de restauration et de maintien des espaces forestiers, en vue de contrôler l'érosion et les pertes d'eaux, et par la production de bois d'énergie et de grumes. En Afrique, l'intervention des services forestiers par les programmes de plantation a constitué une part importante du budget gouvernemental alloué aux investissements en bois d'énergie, pour le contrôle de l'érosion et la réduction de la vitesse du vent, entraînant l'amélioration des rendements et l'augmentation de l'humidité du sol. Une augmentation des productivités des terres de 20% a été observée dans certains pays, où les plantations de ce type ont été effectuées pendant les 60 années écoulées. De même dans les régions arides et semi-arides, pendant les années de sécheresse les effets sur la production pourraient être supérieurs à 20%; l'avantage

marginal de l'humidité additionnelle du sol étant plus grand. Ainsi lorsque les rendements agricoles tomberaient de moitié dans les zones non protégées pendant les années sèches, les espaces protégés peuvent connaître des déclinés modérés (Anderson, op.cit.).

La dégradation forestière étant beaucoup plus accentuée autour des zones urbaines, le prix du bois d'énergie y est plus élevé; on peut donc extraire des revenus financiers et économiques intéressants dans la plantation de bois d'énergie dans les espaces péri-urbains. Pour lutter contre la crise énergétique au Burkina Faso, suite à la régression du couvert forestier de 56% du pays en 1976, à 40-45% en 1988 (à cause de la coupe du bois pour l'énergie), il fut créé dans les années 1970, 16 000 ha de superficies reboisées (Kerkhof, op.cit.). Les plantations d'arbres pour la protection des eaux a des effets économiques similaires, et un bénéfice additionnel peut être d'éviter l'ensablement en aval des cours d'eaux des projets hydroélectriques et d'irrigation (Anderson, op.cit.).

Mais cette approche ne doit pas négliger l'association entre l'agriculture, l'élevage et la sylviculture; le faire serait sous-estimer ce qui devrait être accompli à travers les programmes forestiers. A elle seule la régénération artificielle par les organismes forestiers ne peut à la fois, et couvrir les besoins en bois de feu des populations rurales et urbaines, et limiter les pertes de fertilité des sols, à cause des taux de plantation encore bas. En effet cette approche fournit moins de 5% de la consommation en combustibles ligneux dans les PVD, alors qu'elle revient plus chère à l'hectare (Kerkhof, op.cit.; Anderson, op.cit.). Dans le Nord nigérian, la régénération de deux kilomètres de haies par les services forestiers a coûté \$10 millions, pour la seule protection de 0.04 hectare (Anderson, op.cit.).

3.2.2 La stratégie agroforestière

Les pratiques agroforestières complètent les programmes des services forestiers. Elles ne sont pas récentes pour les populations rurales (Mary, op.cit.; Oualou, 1989; Kerkhof, op.cit.; Sekhwela, 1990; Stocking et al., 1990), dont les systèmes traditionnels de production dans les régions tropicales avaient permis de conserver un certain équilibre écologique. La rupture de cet équilibre s'est amorcé, lorsqu'au lieu d'être améliorés ou adaptés aux besoins des populations actuelles, les systèmes anciens ont été subordonnés aux technologies et systèmes d'exploitation nouveaux, souvent inadéquats au contexte tropical fragile (Oualou, 1989). Baumer (1987) signale que l'agroforesterie est particulièrement importante pour les petites exploitations à faibles revenus, mais ne saurait être considérée comme une panacée malgré l'enthousiasme qu'elle suscite. L'agroforesterie est un ensemble de plusieurs pratiques. Une pratique agroforestière est une opération spécifique de gestion des terres de nature agroforestière, sur une unité de production. Ces pratiques comprennent les arrangements des composantes du système dans le temps et dans l'espace par rapport aux fonctions principales de la composante ligneuse. Un inventaire des systèmes agroforestiers par l'ICRAF a permis d'identifier plusieurs pratiques. Le Taungya est une pratique agroforestière, qui consiste en un système d'association temporaire entre arbres et cultures vivrières (agrosylviculture temporaire), dans lequel les paysans ont temporairement accès à la terre pour la cultiver, percevant en retour une rémunération pour leur travail de plantation et d'entretien des arbres commerciaux forestiers (Ministère de la Coopération et du Développement français, 1981; Raintree, 1987). Il est depuis pratiqué en Côte d'Ivoire et a servi au reboisement de nombreuses zones; dont les plantations de Teck (*Tectona grandis*), de Gmelina, de Cassia (*Cassia siamea*) et d'Anacardier

(*Anacardium occidentale*) en zone de savane avec quelques résultats spectaculaires dans la région de Bouaké (MCF, 1990). Des résultats très inégaux ont été obtenus en zone forestière avec du Framiré, du Fraké (*Terminalia superba*), du Samba (*Triplochiton scleroxylon*) et du Niangon (*Tarrierta utilis*). Le ministère de la coopération française (1990) relate que la pratique agrosylvicole est largement utilisée dans les pays à climat tropical humide où elle répond souvent à certaines conditions de pénurie de terres.

L'appellation Taungya vient du birman. Il est pratiqué depuis 1911 en Thaïlande sous une expression locale dont la traduction signifie "reforestation par les cultivateurs itinérants". Si pendant longtemps pour les services forestiers, cette pratique était un moyen peu coûteux de reforester des territoires avec une main d'oeuvre qualifiée à bon marché, depuis les vingt dernières années, avec la montée des problèmes inhérents aux besoins des communautés rurales, elle s'est développée par le biais de son rôle socio-économique. Et c'est alors par cette considération réelle des besoins ruraux qu'elle prend tout son caractère de technique agroforestière (MCF, 1990).

La stratégie agroforestière contribue à plusieurs avantages, dont l'augmentation du taux de plantation des arbres, l'économie en dépenses d'investissement public par la répercussion en partie des coûts d'entretiens des arbres sur les ménages paysans, la réduction des coûts des exploitations agricoles à long terme par l'approvisionnement en bois d'énergie, le bénéfice de l'agriculture et de l'élevage (l'érosion du sol est réduite, et le contenu du sol en nutriments et en humidité s'améliore, surtout avec les variétés améliorantes telles que les légumineuses). Selon une étude de cas en Indonésie, les systèmes agroforestiers ont semblé assez bien adaptés aux

possibilités techniques et économiques des populations paysannes tropicales, même pour ceux qui ne disposaient pas de capacité de financement pour l'achat d'intrants (Mary, op.cit.). Ce système de gestion doit être compatible avec les aspirations des populations locales pour qu'il soit auto-entretenu. La nécessité de la participation publique est en ce sens moins une technologie, qu'un processus de changement social (Gautham, op.cit.). Elle implique la participation continue de toute la communauté dans la planification et la résolution des problèmes (Eckholm, 1979)⁹. Ce qui signifie que l'implication de la communauté dans le développement forestier est une nécessité si l'on veut atteindre les besoins forestiers ruraux. Les mesures incitatives sont importantes pour accroître le taux de survie des arbres plantés. Des problèmes de tenure, de perception du problème forestier par les paysans subsistent. Pour ces derniers, l'objectif est de pouvoir combler le déficit en revenu agricole par l'association des arbres. Par ailleurs les systèmes traditionnels et les petites exploitations conviennent mieux à l'agroforesterie que les systèmes modernes et les grandes exploitations. L'agroforesterie est économe d'intrants extérieurs et s'efforcent de répondre aux besoins tels que les populations l'expriment (Baumer, 1987).

Compte tenu de l'étendu et de la complexité du programme de gestion des ressources forestières, il semble que cette approche soit une alternative financière viable en conjonction avec les programmes classiques d'investissement public en chantiers de reforestation des services forestiers. Par exemple au nigéria en 1975-1976, près de 20 000 ha de réserves forestières ont été mises en valeur en Taungya par environ 25 000 agriculteurs (MCF, 1990).

⁹ Cité par Gautham (op.cit.).

3.3 Revue de la littérature de l'évaluation empirique de quelques systèmes agroforestiers

L'utilisation des arbres pour augmenter la biomasse par hectare dans les plantations agricoles (Ramirez et al., 1992) est une pratique de plus en plus répandue dans les PVD. Les bénéfices nets des paysans pratiquant une telle association se présentent sous forme de disponibilité en bois d'énergie, de fourrages (Sharma, 1992; Grewal et al., 1992; Arnold, 1982), de protection contre l'érosion et la sécheresse (Khybri et al., 1992).

3.3.1 Selon le revenu

Les systèmes agroforestiers ont l'avantage de générer une multitude de produits. Les revenus tirés des arbres et des produits annexes semblent assez substantiels pour constituer une alternative intéressante pour les paysans (Grewal et al., 1992; Sharma, 1992; Blackwell et al., 1991; Ramirez et al., op.cit.; Kerkhof, op.cit.; Sekhwela, 1990).

Dans le Nord de l'Inde, la combinaison de Leucaena avec maïs/blackgram a généré un revenu net élevé significatif comparativement aux témoins. Le revenu net a augmenté de 100% avec Leucaena et blackgram par rapport au blackgram en culture pure. Par rapport aux témoins, il y a une réduction des rendements agricoles de 29% à 38% avec le Leucaena en haies, mais cela se convertit en gain si l'on considère les avantages financiers tirés sur fourrages et bois d'énergie (Grewal et al., 1992; Sharma, 1992). Par exemple le revenu tiré du fourrage seulement (sans compter le revenu sur arbres), est de Rs (Roupiés) 4672 /ha/an en plantation d'Eucalyptus, contre Rs 1679 /ha/an obtenus pour le témoin de cultures vivrières irriguées (Grewal

et al., op.cit.). Une association agro-sylvo-horticultrale menée dans la même zone agroécologique a généré un revenu net de Rs 17066 /ha/an contre Rs 7852 /ha/an pour le témoin en culture vivrière pure. Les travaux expérimentaux de l'IRCA, ont montré qu'en moyenne sur trois ans, l'association hévéa-cultures vivrières génère un bilan financier positif (+ 213 000 Fcfa/an) pour l'ensemble des cultures testées (igname, riz, maïs, banane plantain, arachide), mais avec des résultats variables par culture; satisfaisants pour l'igname (+ 149 000F) et pour la banane plantain (+ 104 000F), et mauvais pour le riz, l'arachide et le maïs (respectivement -20 000F, - 23 000F, et -79 000F) (Keli et De La Serve, 1988). Ce genre d'étude faisant défaut dans le contexte ivoirien du Taungya, celui-ci y est-il aussi financièrement rentable? L'étude entend contribuer à instruire cette préoccupation.

3.3.2 Selon la production agricole

L'association culturale est une pratique courante en Afrique pour la production agricole. Steiner¹⁰ estime que 80% de la production vivrière en Afrique de l'Ouest provient des systèmes associés.

Grewal et al (op.cit.), dans une étude stratifiant les terres selon leur qualité et toposéquence, ont établi une supériorité relative des systèmes agroforestiers en terme de rendement sur les systèmes de cultures traditionnels. Au Niger, le projet de brise-vent de la vallée du Majjia a induit un accroissement net de la production agricole (Kerkhof, op.cit.). Keli et al (1992), ont trouvé que les rendements de cultures vivrières obtenus en association avec l'hévéa (sauf arachide et banane plantain) en basse Côte

¹⁰ Cité par Keli et De la Serve (1988).

d'Ivoire, sont en général plus élevés, que les moyennes de la région. Oualou (1989) en station expérimentale à Oumé a abouti à des résultats similaires, bien que la productivité agricole en agrosylviculture soit moins importante qu'en agriculture traditionnelle, à cause de l'espace occupé par les arbres. Acacia nilotica associé au blé irrigué à Haryana (Inde) a généré une influence positive sur la croissance, le nombre de pousses, la longueur des épis et le rendement en grains (Sharma, 1992). Il en est de même de Leucaena leucocephala associé au citron (Citrus aurantifolia) à la papaye (Carica papaya) et au Curcuma domestica (Grewal et al., 1992). Au Nigéria, Leucaena associé au maïs avec application d'engrais, a donné un rendement significativement plus grand, que le témoin de maïs pur avec application du double de la quantité d'azote (IITA, 1988).

3.3.3 Selon la concurrence en éléments nutritifs

Dans la pratique agroforestière, la concurrence des végétaux pour les substances nutritives est forte. La lumière indispensable à la photosynthèse y joue un rôle fondamental. Sharma (1992) lors d'une étude menée en 1986 a montré que le rendement du blé s'améliorait lorsque la distance des arbres aux semis de blé s'accroissait, d'un minimum de quatre mètres à un maximum de 15 mètres. Il a constaté qu'à un écart de 4 m entre les semis de blé et les arbres, les rendements sont inférieurs de 46% par rapport à un écart de plus de 4 m, à cause de l'ombrage de Acacia nilotica qui freine l'activité photosynthétique du blé. Une régression des rendements en grains du blé sur la distance par rapport aux arbres, a montré des effets sur les rendements uniformes au delà de 12 m, avec une réduction de la production de blé de 40 à 49% au delà de 7 mètres pour des arbres âgés de 9 à 11 ans. De même, Oualou (op.cit.) a montré que la productivité agricole est faible en agrosylviculture

temporaire par rapport aux témoins de champs paysans lorsque la densité des tiges de maïs est élevée (tableau A.2).

3.3.4 Selon la croissance des arbres

Oualou (op.cit.) a observé que les arbres associés ont une croissance meilleure qu'en monosylviculture (tableau A.3), allant parfois du simple au double pour le Gmelina et le Fraké. Le système d'association temporaire est susceptible d'augmenter le volume de bois dans un peuplement de Tecks. Une expérimentation menée en basse Côte d'Ivoire par l'IRCA a montré une influence favorable des systèmes vivriers sur la croissance des hévéas, produisant une différence de croissance des arbres statistiquement supérieure à celle de la parcelle témoin de pueraria (Keli et al., 1992). L'effet bénéfique de ces pratiques sur la croissance des arbres serait attribuable aux soins apportés aux vivriers par l'entretien et la fertilisation (Keli et al., 1990, 1991). Selon Oualou (op.cit.), dès les premiers mois de plantation, l'agrosylviculture semble retarder la croissance des semis d'arbres dont ceux du Teck particulièrement. Par la suite, cette influence probablement due aux interactions entre les arbres et le maïs, diminuerait progressivement et s'estomperait, ou mieux encore se renverserait pour une essence comme le Teck. Cette pratique semble favoriser la croissance en hauteur et en diamètre du Fraké, alors que le Cedrela ne semble pas subir d'influence particulière.

3.3.5 Facteurs limitatifs des systèmes agroforestiers

L'agroforesterie a de nombreux avantages, surtout sa capacité à générer une variété de produits; ce qui lui permet de mieux s'adapter aux variations du temps et d'être plus sûre pour l'agriculteur. Cependant Baumer (1987) estime qu'elle n'a pas l'exclusivité de ces avantages, pas plus qu'elle n'est une panacée aux problèmes de développement rural; bien qu'elle combine beaucoup d'avantages et soit susceptible dans de nombreux cas de contribuer plus que d'autres systèmes à une amélioration du niveau et de la qualité de la vie en zone rurale.

Toutes les associations agroforestières ne sont pas d'emblée bénéfiques; cela dépend des espèces forestières associées et des séquences de cultures (Khybri et al., 1992; Matthews et al., 1992a, 1992b; Oualou, op.cit.). Agbede et Ojo (1984)¹¹ dans le Sud du Nigéria, ont trouvé que la régénération du Gmelina à six mois, établie par le Taungya, avait une meilleure croissance en hauteur que celle installée en mode de sylviculture pure. L'association temporaire du maïs ou de l'igname avec le Gmelina favorisait la croissance en hauteur de ce dernier, alors que le manioc avait un effet dépressif sur l'évolution de Gmelina, et était donc à proscrire de l'association.

Au Nigéria, la plantation de lignes de Cassia siamea à intervalle de 8 m a induit un rendement élevé du manioc associé, alors qu'avec Gmelina la croissance et le rendement ont déprimé (IITA, 1988). Selon une étude en station expérimentale menée par Khybri et al. (op.cit.) entre 1977 et 1990, il s'est avéré que l'association de trois espèces forestières, à savoir Eucalyptus hybrid, Grewia optiva et Morus alba, avec le riz et le blé a plutôt

¹¹ Cité par Oualou (1989).

créé un effet dépressif sur les rendements agricoles de l'ordre de 28% à 34%, dont les causes sont variables: l'Eucalyptus hybrid exerce un effet dépressif fort sur le blé de sorte que l'âge des arbres augmentant, il y a une réduction des rendements de 4% à 61% de la première à la dernière année de récolte des arbres; cela peut résulter de la croissance rapide des Eucalyptus. Avec Grewia, l'effet dépressif est plus élevé avec des rendements agricoles variant de 5% à 71% à la baisse par rapport au témoin de blé pur; cela peut être dû au stress hydrique du sol et à la couverture végétale à la phase de croissance du blé. L'effet dépressif décroît lorsque la distance par rapport aux arbres augmente. Par exemple le rendement moyen du blé pendant une durée d'observation de 13 ans varie de 1350 kg/ha à une distance de 1 m, à 1925 kg/ha entre 3 et 5 m, et à 2295 kg/ha au delà de 5 m. Ce qui correspond à une réduction des rendements respectivement de 40%, 26% et 16% par rapport au témoin. Avec le riz, sur une période d'observation de 8 ans, l'effet dépressif décroît suivant la distance jusqu'à complète disparition au delà de 5 m. On a ainsi à 1 m des arbres 1383 kg/ha, 2045 kg/ha entre 3 et 5m, et 2225 kg/ha au delà de 5 m; ce qui représente une réduction moyenne de 38%, 25% et 8% respectivement par rapport au témoin.

Toujours selon l'avantage comparatif relatif des systèmes agroforestiers sur les systèmes traditionnels, il y a une contrepartie à cette réduction de rendement en terme d'accroissement des feuilles et des branches pour la satisfaction des besoins fondamentaux en fourrages pour le bétail, et en énergie de bois pour le chauffage. Il faut aussi noter l'existence des fibres ligneuses de bonne qualité obtenues du Grewia pour la confection des paniers et corbeilles, créant ainsi des emplois ruraux générateurs de revenus supplémentaires pour les petits paysans (Khybri, op.cit.; Baumer, 1990).

Pour Matthews et al. (1992a), le potentiel des cultures intercalaires sur les rendements agricoles (du mil, de l'arachide, du maïs) dans les provinces du Nord de la Zambie n'est pas assez explicite pour les espèces utilisées (Flemingia congesta, Tephrosia vogelii, Sesbania sesban). Il y a en effet après quatre années d'association, un déclin des rendements agricoles par rapport au témoin, ce qui est probablement dû à la faible production de biomasse des arbres (Matthews et al., 1992a, 1992b). Plusieurs études ont abouti à des résultats similaires (Lal, 1989; Singh 1986; Szott, 1987)¹². Les causes relevées de ces mauvais rendements sont la compétition pour la lumière, les nutriments, l'eau et le dispositif même (Rosecrance et al., 1992; Matthews et al., 1992a, 1992b; Tiedeman et Johnson, 1992). Des essais accomplis en 1988 en savane au Cameroun par l'IRA/ICRAF ont montré que la croissance des légumineuses arbustives intercalées avec du maïs a été presque de 100% inférieure à la croissance enregistrée sur les parcelles sans maïs, après une année (Oualou, op.cit.).

Les systèmes agroforestiers ne sont donc pas à priori supérieurs aux systèmes traditionnels. Ce constat fait ailleurs n'a pas de fondement empirique approfondi en Côte d'Ivoire, surtout en terme de gestion optimale des ressources productives, dont principalement le travail. Malgré l'acuité du problème de la déforestation dans les pays tropicaux, très peu d'analyses formelles d'allocation optimale des ressources productives, et de rentabilité financière et économique des productions alternatives agroforestières existent. L'intérêt de cette étude est de contribuer à la réflexion dans le domaine, et son originalité relève du caractère empirique de l'évaluation du système.

¹² Cité par Matthews et al. (1992a).

CHAPITRE 4 LA SODEFOR ET LES SYSTEMES DE CULTURES DE LA REGION D'ETUDE

Cette partie de l'étude présentera l'action de développement de la SODEFOR, et ses implications sur les systèmes de la région d'étude.

4.1 L'action de la SODEFOR

La création de la SODEFOR remonte à Septembre 1966. Elle avait à l'origine pour mission principale de restaurer et réhabiliter le domaine forestier en dégradation rapide du fait de l'accroissement des activités forestières et agricoles, d'appliquer les acquis de la recherche, et de définir une pratique sylvicole en forêt naturelle.

A la suite de plusieurs reformes de statut des sociétés publiques, il fut assigné en 1978 à la SODEFOR la mission d'assurer le reboisement de feuillus de qualité sur 10 000 ha/an, soit une production estimée à 250 000 ha à l'horizon 2015; et d'installer les noyaux des futurs pôles sylvo-industriels. Cela s'inscrivait dans la logique du plan quinquennal 1976-1980. Des reformes ultérieures attribueront à la SODEFOR à partir de 1992, la gestion de l'ensemble des forêts classées dans le domaine permanent de l'Etat, en vue de lui donner les moyens:

- d'assurer aisément la gestion décentralisée et souple des travaux forestiers de martelage des produits d'éclaircie et de récolte définitive;
- d'assurer un approvisionnement régulier et de qualité pour les industriels;
- de restaurer l'écosystème, garant d'un équilibre vital à l'échelle de la planète;

- d'empêcher les avancées agricoles destructrices et favoriser l'intensification de l'agriculture dans les zones périphériques. Cela dans le but que d'ici l'horizon 2015, elle connaisse l'autofinancement de la gestion des forêts classées.

Cette nouvelle mission s'inscrit dans l'optique des objectifs du plan directeur forestier 1988-2015, à savoir revenir à un taux de boisement naturel ou artificiel de 20% capable de procurer une certaine stabilisation écologique et économique. Les missions de la SODEFOR s'élargissent alors à la totalité des actions concernant le domaine forestier permanent de l'Etat: surveillance et protection, élaboration et application des aménagements et plans de gestion adéquats. La SODEFOR s'est alors restructurée, décentralisant sa gestion pour mieux cerner ses nouvelles missions qui se coordonnent autour de l'activité essentielle d'aménagement.

L'aménagement est l'action forestière de base qui consiste à définir pour une forêt donnée, les objectifs de gestion optimale et les moyens appropriés pour leur réalisation. Dans cette logique, la participation des populations riveraines des forêts classées à toutes les actions d'aménagement et de développement de leur terroir devient une priorité. La conception et la conduite optimale de cette cogestion entre l'administration forestière et les populations locales paysannes sont alors confiées à la commission paysan-forêt, une structure de concertation dont la tâche première est de régler le problème des implantations agricoles en forêt, qui se situe en amont de la mise en application des aménagements. Selon le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRA, 1992), seule une résolution équitable, globale et rapide de ce problème conditionnera la gestion durable des écosystèmes forestiers, dans une optique d'autofinancement à long terme.

L'avènement de cette commission postule deux conditions essentielles: d'abord un arrêt immédiat des défrichements agricoles paysans, et les actions coercitives de l'administration forestière; ensuite l'adoption du principe de non déclassement à priori afin de freiner les occupations des espaces forestiers par l'agriculture itinérante. Il est en contrepartie admis la constitution de séries agricoles en forêt classée afin de constituer un centre de diffusion vers l'espace rural périphérique de techniques d'intensifications agroforestières adaptées aux moyens des exploitants actuels et respectueuses de l'environnement. La série agricole est une zone délimitée en forêt classée, et à laquelle il est assigné une fonction de production agricole.

Il s'agit donc de définir un plan, de remembrement de la forêt classée, de réinstallation des exploitations agricoles devant être déplacées, et des actions d'aménagement rural et forestier qui lui sont liées. La réhabilitation du secteur forestier doit donc s'atteler au règlement des conflits liés aux implantations agricoles et ensuite à la recherche d'un état productif optimal grâce à la génération naturelle et/ou artificielle; pour assurer la reproduction de l'agriculture vivrière et de rente par le maintien des facteurs macro et microclimatiques, et édaphiques.

L'orientation nouvelle de la politique forestière s'érige donc contre une exploitation de type minier, l'agriculture itinérante sur brûlis, les feux de brousse, au profit d'une gestion forestière respectueuse des équilibres écologiques, c'est à dire intégrant une agriculture innovante, stabilisée et intensifiée correspondant à la reconquête des jachères (MINAGRA, 1992). En d'autres termes il s'agit de la réconciliation de la forêt avec son environnement socio-économique. L'institution de la commission paysan-forêt introduit donc les bases d'un renversement complet des rapports entre

forestiers et collectivités villageoises, en instituant le dialogue à toutes les étapes de la réhabilitation forestière. Dans ce sens le MINAGRA (op.cit.) estime que la reprise de plus de 10 millions d'hectares de jachères, avec l'aide des services de recherche et de développement serait possible.

4.2 Les systèmes de cultures

L'objet de cette section est de décrire les systèmes de cultures agricole et agrosylvicole de la zone d'étude. Cette description donnera lieu à des comparaisons intra et inter-exploitations.

4.2.1 Le système traditionnel

Le système de cultures prédominant de la zone repose essentiellement sur les cultures vivrières. L'igname est la denrée alimentaire de base des populations autochtones d'ethnie baoulé de la fratrie Aali. C'est un système itinérant sur brûlis à jachères longues, dans lequel l'igname est la culture de tête d'assolement après défriche. Les autres cultures intervenant dans le système sont l'arachide, le maïs, le manioc, et les légumes (gombo, le piment, l'aubergine, etc...).

Alors que l'igname est l'affaire de toute la famille sous la gérance principale du chef de ménage (généralement l'époux), les légumes interviennent de façon marginale en association avec l'igname; ils sont le plus souvent du domaine de la femme (l'épouse) qui doit s'assurer de trouver "la sauce" pour la consommation de l'igname. Dans les champs d'igname se trouvent alors disséminés des pieds de légumes. Culture par excellence de tête de rotation, l'igname ne se cultive en général pas de suite sur une même portion de terre.

Elle épuise le sol, et est très sensible aux mauvaises herbes; ce qui peut générer de mauvais rendement. Elle exige donc de nouveaux défrichements à chaque saison. L'igname est en effet une culture très exigeante qui ne supporte pas les terres déjà cultivées. Le nombre moyen de buttes à l'hectare dans la zone est environ de 4000. La variété tardive de genre *Dioscorea cayenensis alata* est la plus prisée par les populations autochtones. Le maïs et l'arachide bien qu'ils apparaissent des fois en association, sont le plus souvent en cultures pures.

Le système agricole traditionnel ne bénéficie d'aucun moyens d'intensification. Les moyens de production rudimentaires (houe, machette) rendent les travaux pénibles avec une forte consommation de main d'oeuvre. Dans ce système le manioc est une culture très répandue, pour son caractère stratégique. Les paysans pratiquent généralement tous la culture du manioc soit en culture pure, soit en association avec l'igname et les légumes; toujours avec l'utilisation d'outils rudimentaires. Le caractère stratégique de cette culture relève du fait que le manioc même à maturité peut être longtemps conservé en terre sans pourrir. Alors les paysans s'en servent comme culture de sécurité qu'ils consomment au cours de la période de soudure.

La culture itinérante est une pratique éprouvée depuis des temps immémoriaux, et qui subsiste encore dans la presque totalité des pays de la zone intertropicale (MCF, 1990). Le système traditionnel se développe selon un schéma classique. Pour toute utilisation de terres, le paysan abat la végétation forestière existante et procède au brûlis. A la suite de plusieurs opérations culturales dont surtout le labour, les cultures vivrières sont installées selon des cycles variables par parcelle. Ces parcelles sont en général utilisées pour de courtes durées variant de un à cinq ans selon les

cycles de rotation ou d'assolement adoptés. Cette courte durée correspond à une baisse tendancielle des rendements suite à une baisse de la fertilité, et à l'envahissement des adventices. La parcelle est alors abandonnée par le paysan pour une durée dépendant de diverses données socio-économiques, dont surtout la pression foncière. Pendant cette période, une végétation secondaire s'installe et la fertilité du sol se reconstitue. La terre peut alors à nouveau être utilisée. Cette pratique agricole a été partout utilisée dans le monde, et est particulièrement bien adaptée à la zone intertropicale si elle se conforme au schéma évoqué (MCF, 1990).

Cette description présente un système à prédominance de subsistance. Selon Baumer (1987), les systèmes de production en Afrique sont traditionnellement orientés vers une agriculture de subsistance; ce qui fait toujours dominer les cultures alimentaires, même si elles sont accompagnées de plus en plus d'autres productions qui traduisent l'entrée du paysan dans une agriculture de marché. Avec le développement mondial à base d'industrialisation, les cultures de rente que sont le café, le cacao, le coton, l'arachide, l'hévéa, le palmier à huile, ont pris une place plus importante dans les systèmes de cultures. Ces produits sont en général issus de végétaux ligneux, indiquant ainsi la présence d'un des éléments indispensables à l'existence d'un système agroforestier; c'est à dire le végétal ligneux.

Les systèmes traditionnels sont d'une grande diversité, par la variabilité écologique et la multiplicité culturelle. Cependant ils représentent un certain nombre de caractères assez constants qui ont une grande importance pour l'application des technologies agroforestières (Baumer, 1987).

4.2.2 Le système agrosylvicole

La SODEFOR dans sa mission de gestion globale de toutes les forêts classées de Côte d'Ivoire, s'attelle à réhabiliter les zones de savanes dégradées soumises aux feux de brousse annuels. Cette mission se matérialise par une cogestion des forêts classées avec les populations rurales riveraines sur la base de contrats. Les contrats sont spécifiques aux interventions des paysans.

- Le contrat de pépinière consiste à produire des plants de Teck pour les parcelles à reboiser;
- le contrat de préparation de terrain consiste en abattage et défrichage manuel des parcelles forestières à reboiser;
- le contrat de plantation consiste à la mise en terre des plants produits par les pépiniéristes;
- le contrat d'entretien des plantations consiste au fauchage et au sarclage des aires reboisées. Le reboisement peut se faire en culture de Teck pur, ou en combinaison avec les cultures vivrières. C'est ce contrat qui retient l'attention scientifique de l'étude.
- Le contrat surveillance-incendie, pour la surveillance des aires reboisées contre les feux de brousse.

Le système agrosylvicole a été introduit dans la région d'étude par la SODEFOR en 1992. Initialement il s'agissait de la réalisation d'un projet de reboisement pur. Le travail se faisait alors en "régie", c'est à dire avec toute la logistique matérielle et humaine fournie par la SODEFOR. L'idée d'étendre ce projet de reboisement pur en association avec les cultures vivrières, est née lorsque les ouvriers forestiers de la SODEFOR ont initié

avec succès des cultures entre les lignes d'arbres.

Cependant l'histoire de la pratique agrosylvicole en Côte d'Ivoire remonte bien plus loin. Les autorités forestières dans la nouvelle approche de gestion forestière participative, ont alors décidé d'introduire certaines cultures dont l'association bénéfique à la croissance initiale des arbres (Teck) était déjà scientifiquement démontrée.

Le système se présente sous la forme de lignes d'arbres forestiers (Teck), à l'intérieur desquelles se cultivent les cultures vivrières. Le Teck (*Tectona grandis*) est de la famille des verbénacées. C'est une essence héliophile de basse et moyenne altitude de l'Asie du Sud-Est (Inde, Birmanie...), dont le domaine écologique est de type soudano-guinéen. Il a été introduit en Côte d'Ivoire, et singulièrement dans la zone préforestière et de savane pour la production de bois d'oeuvre et de service. Les études de relations sol-teckeraies réalisées par la DCGTx en 1993 signalent que les premières plantations de tecks en Côte d'Ivoire ont été initié depuis une soixantaine d'années. Depuis ce temps il est utilisé comme essence dans de nombreux projets de reboisement, étant l'une des espèces ligneuses aux propriétés physiques, mécaniques et technologiques les mieux connues par les forestiers.

La SODEFOR octroie sur contrat des parcelles de terres de superficie moyenne de 42,57 ha¹³ à des paysans individuels ou à des groupements de paysans. Les contrats sont de plusieurs ordres. Dans le cas présent, le contrat analysé est celui d'"entretien des plantations forestières". Il s'agit

¹³ La SODEFOR estime ses parcelles à environ 50 ha.

pour les bénéficiaires de ces contrats d'effectuer des travaux d'entretiens des parcelles concédées, qui se résument en deux sarclages sous la surveillance d'agents de la SODEFOR. Ce contrat stipule différents types d'interventions d'entretiens, tels que l'entretien classique qui consiste simplement à sarcler, désherber ou faucher toute végétation herbacée à l'aide de la daba, ou de la machette. Cette opération peut se faire en ligne ou en interligne avec des primes variables selon l'option adoptée. Il y a aussi l'entretien en cultures vivrières qui fait intervenir les cultures d'igname, d'arachide, de maïs, de pistache, de riz, de coton, de mil, de patate, pistache, de pastèque. Ces cultures apparaissent sur le bloc agrosylvicole selon la répartition suivante.

Tableau 4.1 Fréquences d'apparition des cultures pratiquées sur le bloc agrosylvicole.

| I.préc. | I.tard. | Arach. | Maïs | Coton | Riz | Mil | Haric. | Pist. | Pata. |
|---------|---------|--------|------|-------|------|------|--------|-------|-------|
| 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,70 | 0,45 | 0,30 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,05 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

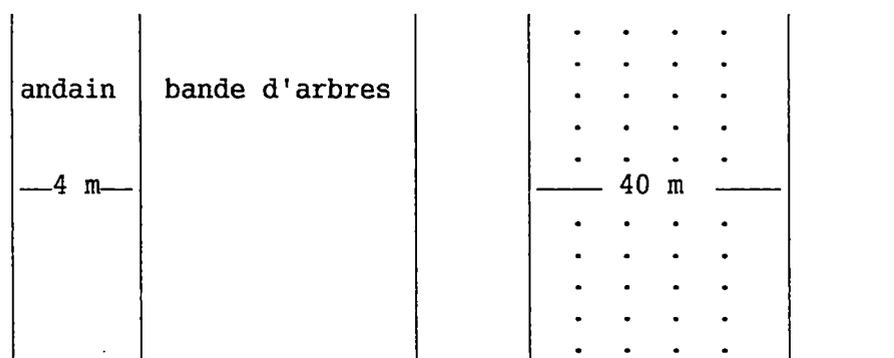
Le tableau 4.1 indique que la culture la plus fréquemment observée sur le bloc agrosylvicole est le maïs. Cette culture apparaît au moins une fois par saison sur 70% des parcelles. Cela correspond au fait que les populations originaires du nord de la Côte d'Ivoire (Djimini surtout) sont très présentes sur les parcelles; Soit par le contrat, soit par la sous-traitance des parcelles. Ces mêmes allochtones sont à la base des cultures de mil et de haricot, qui sont beaucoup plus orientées vers la consommation individuelle; alors que le maïs tout en étant l'aliment de base de ces populations, bénéficie d'un marché local relativement intéressant. Il y a ensuite l'igname, l'arachide et le coton.

L'igname est pratiquée autant par les populations autochtones que par les allochtones. Cependant la variété précoce (*Dioscorea rotundata-wacrou*) est beaucoup plus le fait des allochtones, alors que la variété tardive "bètè bètè" (*Dioscorea Cayenensis*) est le fait des autochtones. Cependant il convient de préciser que la variété tardive suivie lors de l'enquête est de type *Dioscorea alata*, communément appelée "florido". La raison est que les paysans sur les parcelles pratiquent beaucoup cette variété qui sert de nourriture aux manoeuvres, à cause de sa relative faible valeur marchande. L'igname se pratique sans intensification, avec des moyens de production rudimentaires (houe, machette). Ce qui rend pénible les travaux, avec une forte consommation de main d'oeuvre.

L'igname tardive produit une seule récolte après huit à neuf mois de végétation. L'igname précoce se récolte en deux reprises. Une première fois après au moins sept à huit mois de végétation; ensuite une repousse pour la replantation (semences) après quatre mois. Bien qu'autorisées par le contrat, les cultures telles que le pistache et la patate sont très faiblement représentées. Pour le pistache par exemple les exploitants indiquaient des opérations culturales relativement longues et complexes, pour une difficulté d'écoulement de la récolte sur le marché local.

Selon les forestiers, l'association des cultures par les paysans favorise une bonne croissance initiale du Teck. Pour cela elle est fortement recommandée, donnant ainsi lieu aux primes par unité de superficie les plus élevées. Les primes sont payées en espèces par type d'entretien, et en nature par réception. Pour chaque contrat d'entretien de plantation forestière, le paysan perçoit en nature une ration PAM (Programme Alimentaire Mondiale), composée de riz, de sardines et d'huile.

La parcelle agrosylvicole type du contrat "entretien des plantations forestières" se présente de la façon schématique suivante:



Les pointillés verticaux représentent les lignes (rangées) d'arbres. Il y a en moyenne onze lignes par bande, et douze interlignes par bande. Les espaces entre deux rangées d'arbres sont réservés aux cultures vivrières; cela correspond à trois mètres, dont 0,5 m doit être laissé de part et d'autre de chaque rangée d'arbres forestiers. Ce qui laisse alors au paysan un interligne de cultures de deux mètres de largeur. Les bandes de cultures sont théoriquement de 2 ha (40m*500m). Cependant les mesures prises sur le terrain ont donné une superficie moyenne en bande de 1,80 ha (40m*450). On dénombre ainsi environ vingt et une à vingt trois bandes par parcelle.

Les andains sont des espaces laissés entre deux bandes d'arbres, et qui sont constitués par les souches, branches d'arbres et d'arbustes, et des débris divers de végétation qui y sont accumulés après abattage et nettoyage de la parcelle (à la scie ou à la hache). Les andains occupent une largeur de quatre mètres, sur une longueur théorique de cinq cents mètres. Les parties de parcelles non cultivables (cailloux, rocher,...) ne sont pas incluses dans les superficies à cultiver.

Sur une parcelle donnée, le paysan a la possibilité d'effectuer les travaux de sarclage des lignes et interlignes d'arbres, de cultures vivrières en interligne, et de fauchage des interlignes. Il effectue ces travaux en deux échéances. La première prend effet en début de contrat (généralement fin Avril de l'année en cours) et prend fin au 31 Juillet. Le deuxième entretien forestier doit prendre fin au 31 Décembre, date de fin de contrat d'entretien.

4.3 Les caractéristiques comparées des systèmes

Cette section analysera les caractéristiques propres à chaque système, en terme de niveau d'utilisation de facteurs de production, et de productions agricoles.

- La terre

Il a été supposé tout au long de l'étude, un coût d'utilisation nul du facteur de production terre, pour deux raisons essentielles:

- tout d'abord les pratiques sociologiques ne permettent pas la vente de la ressource terre, dans la zone d'étude;

- ensuite l'analyse de la pratique agrosylvicole porte sur le domaine permanent de l'Etat (forêt classée), ce qui ne donne aucune latitude de spéculation financière sur la terre pour le paysan.

Cette hypothèse de travail est cependant assez restrictive dans la mesure où elle ne tient pas toujours compte des variations dans la qualité du sol, à l'intérieur d'une même zone, et de sa rareté relative.

Tableau 4.2 Niveau d'utilisation de la terre (ha).

| Cultures | système agricole | système agrosylvicole | variation (%) |
|-----------------|------------------|-----------------------|---------------|
| <u>saison 1</u> | | | |
| Arachide | 2,02 | 0,38 | -0,81 |
| Maïs | 0,50 | 1,34 | 0,63 |
| <u>saison 2</u> | | | |
| Igname précoce | 1,23 | 1,02 | -0,17 |
| Igname tardive | 0,53 | 0,50 | -0,06 |
| Arachide | 1,91 | 0,36 | -0,81 |
| Maïs | 0,49 | 1,10 | 1,24 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

L'évolution des superficies cultivées s'effectue globalement à la baisse lors du passage du système traditionnel au système agrosylvicole; sauf pour la culture du maïs durant les deux saisons. Les populations allochtones du nord de la Côte d'Ivoire présentes sur le bloc agrosylvicole interviennent comme contractuels, mais le plus souvent comme sous-traitants. La sous-traitance consiste à obtenir en contrat une parcelle agrosylvicole de la SODEFOR, et d'en confier l'entretien en cultures totalement ou partiellement à d'autres personnes. Ces personnes en règle générale bénéficient uniquement des produits agricoles qu'elles génèrent; alors que le contractant empoche les primes payées par la SODEFOR pour l'entretien réalisé. Le contractant agit alors en rentier sur la parcelle obtenue.

- Les semences

La prise en compte des contours réels des pratiques culturelles à l'étude, a requis une observation directe de diverses variables, dont les quantités de semences utilisées par les paysans dans les deux systèmes de cultures.

Il apparaît que les paysans dans les deux systèmes utilisent les mêmes quantités de semences, sauf au niveau de l'igname. Cette différence tient du fait que l'igname tardive dans le système agrosylvicole sert essentiellement à la nourriture de la main d'oeuvre salariée, ce qui n'est pas le cas dans le système traditionnel. Pour cela, les morceaux ensemencés sont beaucoup plus petits dans le premier système cité.

Tableau 4.3 Niveau d'utilisation des semences (kg/ha)

| Cultures | système agricole | système agrosylvicole |
|----------------|------------------|-----------------------|
| Igname précoce | 2262 | 2957 |
| Igname tardive | 1494 | 507 |
| Arachide | 66 | 66 |
| Maïs | 30 | 29 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Le poids moyen d'une semence d'igname florido en agrosylviculture est de 0,12 kg, contre 0,37 kg en système traditionnel; soit une variation négative en poids de 67,57%. Par contre pour l'igname précoce, le poids moyen en système traditionnel est de 0,56 kg contre 0,7 pour le système alternatif. Les exploitants agrosylvicoles ont expliqué à cet effet, que les travaux de préparation des parcelles étant mécaniques, toute la végétation herbacée défrichée s'entassait sous forme d'andains, ne favorisant pas ainsi la conservation de l'humidité des buttes qui sont à découvert. Il fallait alors pour y pallier mettre en butte des semences plus vigoureuses. D'autre part, l'igname tardive en général permet de nourrir la main d'oeuvre salariée car de faible coût; les semences sont alors petites. Il faut aussi préciser que de façon traditionnelle, la confection des buttes se fait juste au moment des premières pluies. Il faut pour en préserver l'humidité les recouvrir de la végétation herbacée qui est laissée en place lors du défrichement. Ces

argumentations fournies par les exploitants agricoles et agrosylvicoles, se reflètent dans les budgets relatifs, avec des coûts de semences élevés en agrosylviculture pour la variété précoce et faibles pour l'igname tardive, par rapport au système de référence.

- Le matériel de travail

Les outils utilisés dans les deux systèmes sont rudimentaires. Ils se résument à la daba, à la machette, et à la lime. La daba se présente sous ses formes large pour le buttage, et petite pour le sarclage et le semis. La machette sert au défrichage, et au fauchage des interlignes et lignes d'arbres.

Tableau 4.4 Utilisation de matériel par type d'exploitation

| | système agricole | | | système agrosylvicole | | |
|-------------|------------------|------|-----------------|-----------------------|------|-----------------|
| | nombre | prix | durée de vie | nombre | prix | durée de vie |
| Grande daba | 2 | 518 | 18 | 4 | 645 | 15 |
| Petite daba | 3 | 445 | 20 | 4 | 448 | 15 |
| machette | 2 | 1432 | 20 | 5 | 1654 | 16 |
| lime | 1 | 925 | 10 | 2 | 1045 | 10 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Les prix dans ce tableau (4.4) sont exprimés en Fcfa, et la durée de vie du matériel en mois. Le matériel dans le système traditionnel présente globalement une durée de vie plus longue; ce qui indique une usure plus rapide dans le système agrosylvicole. Le nombre d'outils requis par exploitation est plus faible en agriculture traditionnelle, associé à des prix d'achat mieux négociés sur le marché. Cette différence de prix proviendrait probablement de plus d'aisance de négociation sur le marché pour l'agrosylviculteur, en

anticipation des primes à percevoir. Le matériel est utilisé sur chaque type d'exploitation pour toutes les cultures.

L'amortissement de ce matériel n'a pas été pris en compte dans les budgets pour deux raisons principales. L'une a trait aux difficultés méthodologiques d'estimation, liées à la période d'amortissement à considérer; et le taux d'usure à attribuer à chaque culture. L'amortissement doit t-il se faire sur la durée de vie du matériel, sur le cycle de production agricole, ou sur la durée d'utilisation effective du matériel? L'autre raison relève du fait que les montants à amortir sont en général si faibles qu'ils n'ont pas d'effet significatif sur le résultat d'exploitation.

- Le travail humain

Le ménage agrosylvicole moyen se compose de 9,71 personnes, réparties entre 52,93% d'hommes et 47,06% de femmes, dont 22,04% d'enfants¹⁴. Pour le ménage agricole moyen, c'est 8,33 personnes composées de 51,98% d'hommes et de 48,02% de femmes, dont 23,05% d'enfants. Le travail humain en milieu rural est un facteur très composite, qui renferme trois entités spécifiques: la main d'oeuvre familiale, salariée et communautaire d'entraide. La main d'oeuvre familiale, se réfère à toute forme de ressources physiques humaines relevant du ménage agricole rural observé. Traditionnellement il existe en milieu rural une forme de solidarité, qui se manifeste par une entraide multiforme, relevant de réalités sociales spécifiques. En dehors des assistances morales, matérielles, et financières selon les circonstances de malheur et de réjouissance, il y a aussi des communautés d'entraide de travail sur les

¹⁴ Sont considérés comme enfants les individus de moins de quinze ans.

exploitations agricoles. Cela se présente sous forme de contribution rotative au sein d'une communauté de ménages agricoles; de sorte que celui qui donne généreusement aujourd'hui en recevra tout autant lorsqu'il désirera de l'assistance. Pour prendre en compte ces flux d'échanges de main d'oeuvre entre différents ménages agricoles, il a été supposé l'existence d'une contrepartie égale pour tout ce qui est donné. Cela a permis d'assimiler la main d'oeuvre familiale totale à la main d'oeuvre émanant du ménage agricole, ajoutée de la main d'oeuvre d'entraide relevant de la communauté; sous l'hypothèse de nullité des coûts d'entraide communautaire pour chaque ménage agricole. La main d'oeuvre salariée ne concerne donc plus que la force physique de travail prévalent sur l'exploitation, et qui donne lieu à une rémunération en espèces ou en nature.

Ces différentes catégories de main d'oeuvre ont été observées par l'enquête de terrain. La quantité physique de travail est exprimée en homme-heures équivalent, à partir des coefficients de pondération de Matlon (1977) (tableau A.9).

L'intervention de la main d'oeuvre est à durée moyenne journalière variable par opération culturale, telle qu'illustrée dans le tableau suivant 4.5.

Tableau 4.5 Durée journalière de travail (heures/jour).

| Opérations culturales | système agricole | système agrosylvicole | variation (%) |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| Défrichage HR ¹⁵ | 7 | 6 | -14,28 |
| Buttage | 7 | 7 | 0,00 |
| Semis | 6 | 6 | 0,00 |
| Sarclage 1 | 7 | 6 | -14,28 |
| Sarclage HR | - | 6 | - |
| 2e sarclage | - | 7 | - |
| Récolte | 6 | 6 | 0,00 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

(-) non concerné par l'opération culturale.

Les temps de travaux journaliers apparaissent identiques d'un système à l'autre, sauf dans le cas du défrichage et de sarclage 1. Ces opérations sont plus intensives en agriculture traditionnelle à cause de la forte contrainte en main d'oeuvre lors de leur exécution, et des longues distances pour atteindre les parcelles agrosylvicoles. Les opérations culturales sont le défrichage, le buttage, le semis, le sarclage et la récolte. Le sarclage 1 concerne l'entretien des cultures et des arbres pendant la première saison. Le 2e sarclage concerne uniquement le deuxième entretien des arbres. Le sarclage HR est celui réalisé par les paysans occupant toujours les parcelles après le deuxième entretien des arbres. C'est le sarclage correspondant à la deuxième saison agrosylvicole, sans entretien notifié au contrat agrosylvicole.

Il faut signaler qu'après la dernière réception des travaux forestiers en Décembre de l'année du contrat, le paysan dispose toujours de la terre puisqu'il y a encore des cultures, et ce jusqu'à ce qu'il les récolte. La

¹⁵ HR signifie hors réception. Cela fait référence aux opérations culturales de défrichage et de sarclage qui ont eu lieu sur le bloc agrosylvicole, en dehors de tout contrat de travaux forestiers faisant état de paiement de primes.

dernière récolte d'igname a lieu au mois de Décembre suivant. Le paysan peut donc réaliser entre temps de l'arachide et du maïs de deuxième saison.

Les tableaux 4.6 et 4.7 font ressortir les parts relatives de chaque catégorie de main d'oeuvre, selon les cultures. De façon générale, l'on constate une plus grande importance relative de la main d'oeuvre familiale totale en agrosylviculture. Les cultures d'igname précoce et le maïs sont très consommatrices de main d'oeuvre salariée. Elles englobent respectivement 61% et 67% de la main d'oeuvre totale qui leur est consacrée.

Globalement en agrosylviculture, le paysan tend à respecter les tendances traditionnelles d'allocation de la main d'oeuvre selon ses sources d'approvisionnement, sauf dans les cas contraignants de l'igname précoce et du maïs. Cependant dans les deux systèmes, la main d'oeuvre salariée est maintenue dans une proportion identique en dessous de la moyenne. Cependant l'observation par culture (tableaux 4.6 et 4.7) montre que le système agrosylvicole consomme plus de travail salarié, sauf dans le cas d'igname tardive, où la quantité de main d'oeuvre salariée est plus faible car le florido est essentiellement destiné à la nourriture des manoeuvres sur les parcelles; on y injecte donc le moins de ressources possible. Ainsi en moyenne par culture, le paysan en agrosylviculture embauche au moins deux fois plus d'unités de travail. L'embauche des travailleurs se fait le plus souvent aux moments des réceptions de travaux forestiers (défrichage et sarclage). La forte pression qui s'exerce alors sur le paysan peut le conduire à une utilisation inadéquate du travail salarié, pour respecter les termes du contrat Taungya; c'est à dire réaliser l'entretien de la parcelle forestière dans le délai.

La logique d'utilisation de la main d'oeuvre totale du point de vue du système de production est respectée du passage d'un système à l'autre. La main d'oeuvre d'entraide manifeste une présence plus forte dans le système agricole (18% contre 12% de la main d'oeuvre totale).

Tableau 4.6 Utilisation de la main d'oeuvre totale (MOT)
(heures/ha), dans le système agricole.

| Cultures | MOF | % | MOS | % | MOE | % | TOTAL |
|----------------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Igname précoce | 1237,74 | 0,64 | 457,30 | 0,24 | 242,50 | 0,12 | 1937,54 |
| Igname tardive | 811,95 | 0,51 | 526,30 | 0,33 | 261,32 | 0,16 | 1599,57 |
| Arachide 1 | 159,08 | 0,28 | 194,06 | 0,34 | 218,88 | 0,38 | 572,03 |
| Maïs 1 | 188,08 | 0,51 | 159,41 | 0,43 | 18,380 | 0,05 | 365,87 |
| Arachide 2 | 150,68 | 0,28 | 183,81 | 0,34 | 207,32 | 0,38 | 541,81 |
| Maïs 2 | 184,73 | 0,51 | 156,60 | 0,43 | 18,05 | 0,05 | 359,38 |
| TOTAL | 2732,26 | 0,51 | 1677,48 | 0,31 | 966,45 | 0,18 | 5376,2 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Tableau 4.7 Utilisation de la main d'oeuvre totale (MOT)
(heures/ha), dans le système agrosylvicole.

| Cultures | MOF | % | MOS | % | MOE | % | TOTAL |
|----------------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| Igname précoce | 558,16 | 0,36 | 938,55 | 0,61 | 45,97 | 0,03 | 1542,60 |
| Igname tardive | 567,38 | 0,62 | 229,83 | 0,25 | 120,16 | 0,13 | 917,37 |
| Arachide 1 | 744,81 | 0,50 | 502,63 | 0,33 | 253,99 | 0,17 | 1501,43 |
| Maïs 1 | 160,80 | 0,24 | 452,88 | 0,67 | 63,71 | 0,09 | 677,39 |
| Arachide 2 | 705,46 | 0,50 | 476,07 | 0,33 | 240,57 | 0,17 | 1422,1 |
| Maïs 2 | 131,63 | 0,24 | 370,71 | 0,67 | 52,15 | 0,09 | 554,49 |
| TOTAL | 2868,24 | 0,43 | 2032,12 | 0,31 | 776,55 | 0,12 | 6615,38 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Tableau 4.8 Utilisation de la main d'oeuvre familiale totale (MOFT) (heures/ha), dans le système agricole.

| Cultures | MOFT | MOF | % | MOE | % |
|----------------|----------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| Igname précoce | 1480,24 | 1237,74 | 0,84 | 242,50 | 0,16 |
| Igname tardive | 1073,27 | 811,95 | 0,76 | 261,32 | 0,24 |
| Arachide 1 | 377,96 | 159,08 | 0,42 | 218,88 | 0,58 |
| Maïs 1 | 206,46 | 188,08 | 0,91 | 18,38 | 0,09 |
| Arachide 2 | 358,00 | 150,68 | 0,42 | 207,32 | 0,58 |
| Maïs 2 | 202,78 | 184,73 | 0,91 | 18,05 | 0,09 |
| TOTAL | 3698,71 | 2732,26 | 0,74 | 966,45 | 0,26 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Tableau 4.9 Utilisation de la main d'oeuvre familiale totale (MOFT) (heures/ha), en agrosylviculture.

| Cultures | MOFT | MOF | % | MOE | % |
|----------------|----------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| Igname précoce | 604,13 | 558,16 | 0,92 | 45,97 | 0,08 |
| Igname tardive | 687,54 | 567,38 | 0,82 | 120,16 | 0,18 |
| Arachide 1 | 998,80 | 744,81 | 0,74 | 253,99 | 0,26 |
| Maïs 1 | 224,51 | 160,80 | 0,72 | 63,71 | 0,28 |
| Arachide 2 | 946,03 | 705,46 | 0,74 | 240,57 | 0,26 |
| Maïs 2 | 183,78 | 131,63 | 0,72 | 52,15 | 0,28 |
| TOTAL | 3644,79 | 2868,24 | 0,79 | 776,55 | 0,21 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Les tableaux 4.8 et 4.9 montrent dans la décomposition de la main d'oeuvre familiale totale, une même tendance qui donne une part plus élevée à la main d'oeuvre familiale; environ les trois quarts en moyenne. Ceci reflète bien la logique d'utilisation de la main d'oeuvre communautaire d'entraide, qui n'est qu'un appoint. Cependant cette main d'oeuvre d'appoint est beaucoup plus sollicitée relativement en agriculture traditionnelle, qu'en agrosylviculture. Deux raisons expliquent cela. Les longues distances pour accéder aux parcelles agrosylvicoles ne favorisent pas le déplacement de la main d'oeuvre d'entraide. L'intervention agrosylvicole bénéficiant de primes, il est difficile pour la main d'oeuvre d'y réaliser des travaux qui ne donnent

pas lieu à une rémunération en espèces, surtout aux périodes de fortes contraintes de main d'oeuvre. Au delà de l'utilisation de la force de travail pour les besoins agricoles, l'agrosylviculture fait aussi appel à cette ressource pour l'entretien des arbres forestiers. Ces entretiens se font en lignes pour des aires occupées par les cultures vivrières. Le tableau 4.10 présente par culture, la quantité catégorielle de main d'oeuvre utilisée.

Tableau 4.10 Utilisation de la main d'oeuvre totale pour les travaux sylvicoles (heures/ha).

| Cultures | MOF | % | MOS | % | MOE | % | TOTAL |
|-----------------|--------|-------|--------|-------|-------|------|--------|
| <u>saison 1</u> | | | | | | | |
| Arachide | 299,59 | 76,68 | 64,81 | 16,59 | 26,32 | 6,74 | 390,72 |
| Maïs | 40,38 | 19,63 | 152,40 | 74,10 | 12,90 | 6,27 | 205,68 |
| <u>saison 2</u> | | | | | | | |
| Igname précoce | 182,42 | 49,60 | 185,36 | 50,40 | - | - | 367,78 |
| Igname tardive | 141,66 | 74,57 | 48,30 | 25,43 | - | - | 189,96 |
| Arachide | 299,59 | 76,68 | 64,81 | 16,59 | 26,32 | 6,74 | 390,72 |
| Maïs | 40,38 | 19,63 | 152,40 | 74,10 | 12,90 | 6,27 | 205,68 |

source: données d'enquête (1993-1994).

L'entretien en ligne d'arbres exige plus de travail avec l'arachide en premier lieu, suivi de l'igname précoce et du maïs. Le travail familial est le plus utilisé pour ces travaux, excepté pour le maïs. La main d'oeuvre d'entraide intervient très peu pour ces travaux sylvicoles. En première saison 596,4 heures sont consacrées aux travaux sylvicoles, pour 1154,14 heures en deuxième saison.

- Le capital et les coûts variables

Le capital considéré se réfère essentiellement aux dépenses de semences et de location de main d'oeuvre. En général les paysans enquêtés n'utilisent pas d'engrais, parcequ'ils ne bénéficieraient pas d'encadrement. Cette

explication des paysans s'est confirmée à l'observation. Seuls les paysans pratiquant la culture du coton ont utilisé de l'engrais (urée, NPK), car ils bénéficiaient d'un certain encadrement de la CIDT¹⁶, et de l'achat de toute leur récolte. Ainsi tout au long de l'étude, ne feront partie des coûts variables totaux que les dépenses liées au semences, et au travail salarié. Pour prendre en compte l'ensemble des coûts réellement supportés par les paysans, les coûts implicites des semences ont été incorporés aux coûts variables, en considérant les prix en vigueur des semences comme indicateurs de coût d'opportunité. En plus des semences achetées sur les marchés locaux, les semences provenant des champs de l'année précédente ou d'autres sources ont été valorisées. Cela explique les coûts élevés du tableau 4.11.

Tableau 4.11 Coûts variables de production (Fcfa/ha).

| Systèmes | cultures | | | | | |
|----------------------|----------|--------|-----------|-----------|--------|--------|
| | saison 1 | | saison 2 | | | |
| | Arach. | Maïs | Ign.préc. | Ign.tard. | Arach. | Maïs |
| <u>agricole</u> | 48051 | 31133 | 250702 | 144026 | 48097 | 30659 |
| semences | 15180 | 4500 | 181015 | 64694 | 16962 | 4500 |
| main d'oeuvre | 32871 | 26633 | 69687 | 79332 | 31135 | 26159 |
| % main d'oeuv | 68,41 | 85,54 | 27,80 | 55,08 | 64,73 | 85,32 |
| <u>agrosylvicole</u> | 67300 | 30804 | 396910 | 66411 | 84713 | 79584 |
| semences | 15180 | 4393 | 236633 | 21943 | 16962 | 4393 |
| main d'oeuvre | 52120 | 26411 | 160277 | 44468 | 67751 | 75191 |
| % main d'oeuv | 77,44 | 85,74 | 40,38 | 66,96 | 79,98 | 94,48 |
| <u>variation (%)</u> | 40,06 | - 1,06 | 58,32 | - 53,89 | 76,13 | 159,58 |
| semences | 00,00 | - 2,38 | 30,72 | - 66,08 | 00,00 | - 1,06 |
| main d'oeuvre | 58,56 | - 0,83 | 130,00 | - 43,95 | 117,60 | 187,44 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Les coûts de production sont en général plus élevés en agrosylviculture qu'en système traditionnel. Le maïs de première saison et l'igname tardive

¹⁶ CIDT = Compagnie Ivoirienne du Développement Textile.

présentent par contre des coûts plus élevés en système traditionnel.

Les coûts en semences agricoles sont en général supérieurs (maïs, igname tardive) ou égaux (arachide), à ceux observés en agrosylviculture. Seule l'igname précoce présente des coûts plus élevés en agrosylviculture.

La main d'oeuvre salariée grève beaucoup plus les coûts de production en agrosylviculture, à cause du volume et du taux de salaire relativement plus élevés. La main d'oeuvre est en général plus coûteuse en agrosylviculture, sauf dans les cas de maïs de première saison et d'igname tardive.

- Les rendements

Les rendements des cultures sont ajustés pour l'igname, pour tenir compte des pertes au stockage; ce qui correspond à 20% de la production moyenne selon les statistiques agricoles (1980). L'enquête de terrain n'ayant pas permis d'évaluer ces pertes, les statistiques agricoles (1980) fournissent la source couramment utilisée. Le maïs est exprimé en grains secs, et l'arachide est non décortiqué. Les coefficients de conversion utilisés sont ceux de l'enquête budget-consommation de 1979.

Le tableau suivant (4.12) présente les rendements moyens des cultures observés par l'enquête de terrain.

Tableau 4.12 Rendements moyens des cultures (kg/ha).

| Cultures | système agricole | système agrosylvicole | variation (%) |
|----------------|------------------|-----------------------|---------------|
| Igname précoce | 7195,79 | 6147,18 | -14,57 |
| Igname tardive | 7208,53 | 4037,70 | -43,99 |
| Arachide 1 | 3478,25 | 2844,89 | -18,21 |
| Maïs 1 | 2972,00 | 1649,70 | -44,49 |
| Arachide 2 | 3294,48 | 2694,58 | -18,21 |
| Maïs 2 | 2919,04 | 1350,39 | -53,74 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Le tableau 4.12 indique pour tous les traitements de cultures, une supériorité des rendements en système traditionnel. Les rendements élevés de l'igname précoce en agriculture traditionnelle s'expliqueraient par différents points soulignés par les paysans. La réalisation des semis en agrosylviculture par la main d'oeuvre salariée ne favorise pas une bonne production à la récolte, pour diverses raisons, dont surtout la faiblesse du poids des semences, et le mauvais ensemencement lorsque ces opérations sont réalisées par la main d'oeuvre salariée. Par exemple en agrosylviculture, le semis a été relativement réalisé par la main d'oeuvre salariée à hauteur d'une utilisation supplémentaire de 14,26% par rapport au système agricole.

- Les prix des produits et des facteurs de production

Les prix considérés ici sont les prix nominaux des opérations culturales et des cultures considérés dans la zone. Ces indicateurs de rareté ont contribué à l'élaboration des budgets de cultures par système, pour la suite des analyses. Ils se présentent comme suit au tableau 4.13.

Tableau 4.13 Prix bord champ des cultures de la zone (Fcfa/kg).

| Cultures | prix de vente |
|----------------|---------------|
| Igname précoce | 78,84 |
| Igname tardive | 44,57 |
| Arachide 1 | 111,50 |
| Maïs 1 | 54,00 |
| Arachide 2 | 146,62 |
| Maïs 2 | 55,34 |

Source: données de l'enquête (1993-1994).

Les produits issus des deux systèmes, ont été valorisé à partir du même système de prix observé sur des marchés ruraux identiques.

Le tableau 4.14 indique les taux de salaire horaire par opération culturale de la zone d'étude. Il en ressort que le taux de salaire apparaît globalement plus élevé dans le système agrosylvicole, hormis les cas de buttage et de semis, dans lesquels le système de référence supporte des coûts plus élevés. Deux observations pourraient expliquer cela:

- . la forte demande relative en main d'oeuvre salariée pour une opération culturale dans le système agrosylvicole, qui fait grimper le taux de rémunération;

- . les mouvements intersystèmes de la main d'oeuvre, qui génèrent une rareté de la ressource à un moment donné dans l'un des systèmes.

Le buttage a lieu au même moment dans les deux systèmes, ainsi que les opérations forestières de deuxième sarclage, de préparation du bloc agrosylvicole de l'année suivante, et de protection des aires déjà reboisés contre les incendies. Ces activités inhérentes à la pratique agrosylvicole en vigueur absorbent beaucoup de main d'oeuvre. Et les manoeuvres agricoles sont donc plus présents sur le site agrosylvicole pour bénéficier de revenus immédiats et importants; rarefiant ainsi la ressource dans le système agricole. Ce qui a pour effet d'y accroître le prix.

Tableau 4.14 Rémunération horaire de la main d'oeuvre salariée dans la zone d'étude (Fcfa/heures).

| Opérations culturales | système traditionnel | système agrosylvicole | variation (%) |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| Défrichage | 136,90 | 187,78 | 37,16 |
| Buttage | 175,24 | 127,00 | - 27,53 |
| Semis | 259,65 | 168,45 | - 35,12 |
| Sarclage | 161,90 | 182,59 | 12,78 |
| 2è sarclage | - | 143,58 | - |
| Récolte | 39,34 | 72,55 | 84,42 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Le défrichage et le sarclage sont mieux rémunérés en agrosylviculture pour la difficulté liée à la présence des arbres, et à la spéculation sur les primes liées à ces opérations. De façon générale la main d'oeuvre est plus spéculative en agrosylviculture que dans le système traditionnel.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

CHAPITRE 5 LE CADRE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE

Ce chapitre décrira la méthodologie de l'étude. A partir des hypothèses à tester, les modèles d'analyse appropriés seront exposés, ainsi que la méthode de collecte des données.

5.1 Hypothèses

Les caractéristiques principales de diverses pratiques agroforestières ont été abordées dans la revue de la littérature, sans toutefois faire ressortir de façon explicite leur dimension économique. Pour mieux mettre en exergue l'aspect économique de l'agrosylviculture, l'étude s'appuiera sur trois hypothèses:

1 - la pratique du système agrosylvicole présente pour le paysan une rentabilité économique moindre que le système traditionnel de cultures;

2 - la production vivrière et l'activité d'entretien des arbres génèrent un revenu net positif pour le paysan;

3 - l'activité d'entretien des arbres permet une allocation plus efficiente du facteur travail.

L'hypothèse 1 indiquera l'intérêt économique que l'association présente pour le paysan par rapport au système traditionnel de cultures. L'hypothèse 2 permettra d'analyser la contribution de la culture vivrière et celle de l'activité d'entretien des arbres, au revenu net du paysan. L'hypothèse 3 relie la contrainte de la production arbustive à une amélioration dans l'allocation des ressources.

5.2 Les modèles de l'étude

Les modèles de budgétisation et de programmation mathématique, sont les principaux instruments d'analyse utilisés. Ils ont permis de générer des résultats, dont l'analyse permet de faire des recommandations.

5.2.1 Le modèle de rentabilité financière comparée des systèmes

Cette évaluation permet de tester les hypothèses 1 et 2, en utilisant l'approche des budgets agricoles, qui consiste à établir des comptes d'exploitation pour chaque exploitant. Les budgets ont été élaborés par culture, pour chaque système; ce qui correspond à différents traitements.

La budgétisation agricole est une technique courante de gestion agricole, qui oriente le processus de prise de décision à partir de la rentabilité financière propre aux activités ou aux techniques de production. Selon Maxwell (1979), les budgets d'exploitations agricoles servent d'abord à évaluer l'efficacité d'une exploitation particulière ou d'un groupe d'exploitations sur une période de temps donnée, en général l'année. L'analyse de l'exploitation agricole de ce point de vue reflète la rentabilité et l'efficacité sur une base annuelle; contrairement à l'analyse de projet agricole, qui adopte une large vue sur la durée de vie entière du projet, et détermine un index de rentabilité tel que le taux de rentabilité interne, la valeur actuelle nette, le ratio avantage-coût.

L'utilisation de la budgétisation à partir de données en coupe transversale soulève de nombreuses questions méthodologiques qui ne seront pas discutées ici, certains auteurs l'ayant déjà fait de fort belle manière

(Eicher et Baker, 1984; Maxwell, 1979). Nous indiquerons cependant quelques unes de ces préoccupations. Tout d'abord il faut préciser qu'il n'existe pas de ligne standard contrainte pour la construction d'un budget agricole, ce qui laisse une certaine latitude de conception au chercheur. La valorisation de la main d'oeuvre familiale, et l'estimation des coûts fixes dans des systèmes de production le plus souvent utilisateurs d'outils rudimentaires posent souvent d'énormes problèmes. L'utilisation en général de données transversales et de simples moyennes, peut cacher de grandes variabilités dans les grandeurs considérées, liées à des spécificités propres à chaque exploitation étudiée, ou aux événements spatiaux et temporels liés à la période d'étude. Ces différentes préoccupations n'ôtent pour autant pas à cet instrument d'analyse sa validité, pourvu que le chercheur ait une bonne connaissance et maîtrise du milieu d'étude pour bien caractériser des données relatives à un contexte précis.

Les marges brutes par hectare ont été déterminées. La marge brute se définit comme la différence entre le produit total en valeur, et les coûts variables (main-d'oeuvre, semences). Toutes les quantités sont évaluées par hectare (homme-heures équivalent/ha pour le travail, kg/ha pour les semences, et kg/ha pour les rendements), et les prix sont spécifiés par heure ou par jour pour le travail, et par kg pour les outputs. Cette budgétisation est la principale source d'alimentation du modèle de programmation.

Dans cette approche budgétaire, nous nous intéressons au revenu issu de la production agricole de l'igname, de l'arachide et du maïs. Ces revenus sont estimés sur une base harmonisée d'un hectare de culture, à partir des prix nominaux de marché, observés de façon hebdomadaire pour la période d'enquête 1993-1994. Ces observations concernent trois marchés hebdomadaires de la zone,

afin de mieux apprécier la variabilité des prix. Il y a le marché de Brobo qui se tient tous les mardi, le marché de Bouakro qui se tient tous les vendredi, et le marché de Yaokro qui se tient tous les samedi. L'observation a montré une très faible variabilité dans les prix. Les courtes distances des villages aux différents marchés (effectuées le plus souvent à pied ou à bicyclette) ont permis de postuler la nullité des coûts de transport; assimilant ainsi les prix de marché à des prix bord-champ pour les paysans.

L'élaboration d'un budget exige une mesure commune pour différents éléments. L'utilisation de l'unité monétaire permet une estimation de ces éléments de manière uniforme, ce qui n'implique pas nécessairement une analyse strictement monétaire des paysans. C'est plutôt un moyen de représentation du processus de comparaison par les paysans, de la valeur des choses acquises et sacrifiées (CIMMYT, 1988).

Faire de bonnes recommandations aux agriculteurs implique une capacité d'évaluation des technologies alternatives du point de vue des paysans. Trois prémisses essentielles sont à considérer.

- . Les paysans se préoccupent des coûts et bénéfices qu'offrent les technologies particulières;

- . les paysans adoptent toujours les technologies d'une manière séquentielle;

- . Les paysans prennent en compte les risques associés à l'adoption de nouvelles pratiques.

Deux indicateurs principaux permettront cette analyse. Le taux de rentabilité marginale, et une estimation du coût d'opportunité social de la main d'oeuvre familiale. Dans une approche plus illustrative, la démarche d'évaluation utilisée apparaîtra dans l'analyse empirique conduite au chapitre 6.

5.2.2 Le modèle d'allocation optimale des ressources

L'analyse du processus d'allocation des ressources a permis de tester l'hypothèse 3, et de procéder à une analyse de sensibilité qui décrit le comportement optimal du paysan face à différents niveaux d'incitations agrosylvicoles.

L'agroforesterie en tant que système d'utilisation alternative des terres possède des caractéristiques complexes de nature multidimensionnelle, multidisciplinaire, et qui impliquent des produits et utilisations multiples, dont toute tentative d'évaluation devrait prendre en compte (Mendoza et al., 1986). La gestion agroforestière a déjà été approchée par plusieurs modèles, dont la programmation linéaire de base (à objectif unique), la programmation à objectifs multiples, la programmation dynamique, et le modèle de contrôle optimal (Allen, 1985). La prise de décision en agriculture dépend de fortes motivations d'objectifs multiples, qui doivent être prises en compte (Romero et Rehman, 1989).

Pour atteindre les objectifs de l'étude, un modèle à objectifs multiples a été adopté. La programmation à objectifs multiples est une technique mathématique qui consiste à optimiser plusieurs fonctions simultanément (Mendoza et al., op.cit.). L'idée d'un modèle à objectifs multiples est d'aller au delà du simple optimum, pour générer des solutions efficaces compte tenu des objectifs conflictuels que peut poursuivre le paysan. Le concept de pareto-optimalité est la pierre angulaire de la programmation à objectifs multiples. Une solution pareto-optimale est une solution possible pour laquelle l'augmentation de la valeur d'un critère de décision ne peut se réaliser sans nuire à la valeur d'au moins un autre critère. Ce modèle

permettra d'atténuer dans l'analyse de prise de décision optimale du producteur, certaines limites de la programmation linéaire traditionnelle, dont l'inaptitude à prendre en compte plus d'un objectif (Mendoza et al., 1986; Charry et al., 1992). Cependant ce modèle présente aussi des limites, parmi lesquelles son caractère déterministe, alors que la plupart des variables du modèle peuvent être influencées par des événements aléatoires dans la sphère de décision (Charry et al., 1992). Par ailleurs, il postule des rendements constants à l'échelle, ne tenant donc pas compte des possibilités d'apparition d'économie d'échelle lorsque l'activité de production se développe (Allen, 1985), la continuité, la linéarité et l'additivité des activités de production. Il reste cependant un puissant instrument dans l'analyse de la prise de décision optimale d'un agent économique.

La résolution d'un modèle de programmation à objectifs multiples s'effectue en différentes séquences, dont la première consiste à obtenir l'ensemble des solutions efficientes possibles. L'ensemble des possibilités se divise en deux sous ensembles disjoints, qui sont le sous ensemble des solutions non efficientes (dites dominées ou inférieures) et le sous ensemble des solutions efficientes (non dominées ou non inférieures). La deuxième étape consiste à introduire les préférences du décideur pour l'établissement d'un compromis dans l'ensemble des solutions efficientes possibles. Une solution S_1 est dite dominée par une solution S_2 , si et seulement si la valeur de la fonction objectif générée par S_1 est inférieure ou égale à celle générée par S_2 pour tous les objectifs d'une part, et strictement inférieure pour au moins une fonction objectif d'autre part. Le décideur rationnel choisira une solution non dominée. Le concept d'optimalité au sens de Pareto induit celui très important, de la valeur d'option entre deux critères. il s'agit du sacrifice opéré sur le niveau de réalisation d'un critère pour obtenir une

unité additionnelle de l'autre critère (c'est le coût d'opportunité qui établit une préférence entre les critères optimisés). C'est une façon d'introduire les préférences du décideur pour établir un compromis entre les différents critères. Le concept de solution optimale du modèle de programmation linéaire de base a donc une autre interprétation dans le modèle à objectifs multiples. En général, l'on ne peut optimiser les fonctions multiples comme il est de coutume. A cet effet la programmation à objectifs multiples fournit différentes approches conceptuelles d'optimisation. Mendoza et al. (1986) effectuent une classification en cinq approches. La première se réfère à la génération d'un ensemble de solutions non dominées, sans requérir les préférences à priori du décideur selon les objectifs du modèle. Trois variantes de cette approche sont la méthode basée sur les poids, la méthode contrainte, et la méthode du simplexe multiobjectif. La seconde dite technique non interactive requiert l'articulation à priori des préférences du décideur. Elle évite la génération de toutes les solutions non dominées, mais nécessite beaucoup d'informations à priori. La troisième concerne les techniques interactives qui fonctionnent par interaction entre le décideur et l'analyste, conduisant à une articulation itérative progressive des préférences du décideur, jusqu'à l'aboutissement à son choix préféré. La quatrième regroupe plusieurs décideurs d'horizons divers, dont les préférences sont combinées. La cinquième permet de générer des alternatives au lieu de les évaluer.

Ces différentes approches ont chacune leurs avantages et inconvénients. La méthode pondérée du groupe des techniques non interactives, génère l'ensemble des solutions non dominées à partir des pondérations exprimées sous forme de paramètres. L'utilisation des poids dans la programmation à objectifs multiples est de générer une solution qui satisfait le plus possible le

jugement de valeur du paysan vis à vis de l'objectif considéré (Mendoza et al., 1987). Une difficulté de cette méthode est le choix de la taille de l'écart de pondération. Un autre inconvénient de l'approche est la génération possible de solutions dominées, ce qui peut arriver si l'une des pondérations est nulle alors qu'un optimum alternatif existe. On peut cependant pallier à cela en augmentant la valeur du but d'un objectif de façon paramétrique, jusqu'à ce que ses variables de déviations correspondantes soient plus grandes que zéro, ou spécifier le but de l'objectif arbitrairement élevé. Cependant cette méthode peut être valablement utilisée pour évaluer un problème agroforestier qui n'implique pas plus de deux objectifs (Mendoza et al., 1987), puisqu'elle relaxe les rigidités des contraintes traditionnelles dans sa formulation, rapprochant plus le modèle de la réalité où toutes les contraintes ne sont ni rigides, ni inflexibles tel que le postule la programmation linéaire traditionnelle (Rehman et Romero, 1989).

Les contraintes auxquelles font face les agriculteurs sont la terre pour la production vivrière, la main-d'oeuvre pour la culture vivrière et l'entretien des arbres, les disponibilités financières, et les besoins d'autoconsommation. L'étude s'effectuant en forêt classée, la terre n'appartient pas au paysan, mais à l'Etat. Les paysans disposent tout juste des parcelles pour les cultures vivrières, et le produit des arbres ne leur revient pas. Nous considérons pour ce faire que la terre pour la plantation des arbres n'est pas une contrainte pour le paysan, sauf en terme d'entretien des arbres. La terre a au préalable subi des travaux d'aménagements tels que le défrichage, le labour mécanique, etc... Les primes pour l'entretien des arbres sont payées deux fois dans l'année, en liquide (Fcfa) pour les travaux de sarclage, et une fois en nature (riz, huile, conserves...) à la reprise des plantations entretenues.

La main-d'oeuvre se subdivise en main-d'oeuvre familiale et de location. La main-d'oeuvre salariée est allouée aux travaux de cultures vivrières, et aux travaux d'entretien des arbres qui se font de façon ponctuelle.

Il sera supposé ici que le paysan maximise son revenu global net cumulé obtenu du Taungya, qui se compose du revenu total net cumulé sur cultures vivrières (objectif 1), et de celui sur primes reçues pour l'entretien des arbres (objectif 2). Cependant la version non interactive de la programmation à objectifs multiples ici utilisée pour atteindre les objectifs de l'étude, consiste à minimiser la somme des déviations pondérées par rapport aux buts exprimés par le paysan. L'utilisation des poids souligne le caractère conflictuel des objectifs que peut vouloir réaliser le paysan dans le système agrosylvicole. Pour obtenir le plus de gain possible de son intervention dans le système, devra t-il accorder plus d'importance aux arbres, ou aux cultures? Pour prendre en compte cette préoccupation, le modèle de base se présente comme suit:

$$(1) \quad \text{Min } D = w_1 (d_1^+ + d_1^-) + w_2 (d_2^+ + d_2^-)$$

où D est la somme des variables de déviation pondérées,

w_1 , w_2 sont les poids cardinaux des objectifs 1 et 2 qui reflètent les jugements de valeur du paysan sur l'importance relative de ses objectifs. Ces poids ont été exprimés sous forme de paramètres;

d_1^+ , d_1^- sont les déviations positive et négative du but espéré pour l'objectif 1;

d_2^+ , d_2^- sont les déviations positive et négative du but espéré pour l'objectif 2.

Les budgets d'exploitation ont permis d'obtenir les revenus nets générés, correspondant aux buts exprimés (niveaux d'aspirations) par le paysan à partir

de l'enquête.

Dans la programmation à objectifs, les buts espérés peuvent être atteints ou non. Deux variables sont alors introduites pour convertir les inégalités conventionnelles en égalités. Ce sont les variables de déviations, qui captent les déviations par rapport à la réalisation du niveau d'aspiration. La déviation négative indique que le niveau d'aspiration n'a pu être réalisé de la quantité indiquée. Il y a donc une sous-réalisation du niveau d'aspiration. Une variable de déviation positive indiquerait alors la quantité par laquelle le niveau d'aspiration a été dépassé. Ce qui exprime un supplément de réalisation. L'équation (1) exprime que les variables de déviations positive et négative doivent prendre les plus petites valeurs possibles; soit que l'objectif exprimé soit exactement réalisé.

Les contraintes du modèle sont:

la terre

Au sein de l'exploitation, le paysan affecte ses terres aux différentes cultures, en référence à des normes moyennes établies par période, dépendant de ses anticipations sur les besoins de consommation du ménage et sur le comportement observé du marché. Cette logique se traduit par des contraintes de superficies allouées par cultures, de sorte que la somme des superficies affectées à une culture ne peut excéder la superficie totale disponible par type de culture. Pour les activités de productions vivrières ces contraintes peuvent se formuler ainsi:

$$(2) \quad X_{jt}^c \leq SUPT_{jt}^c$$

Avec j , indice des cultures vivrières.

X_{jt}^c est la superficie en hectare de la culture vivrière j , au cours de la saison t (c'est une variable de décision).

$SUPT_{jt}^c$ est la superficie totale maximum envisagée et réalisée par le paysan pour la culture vivrière j , au cours de la saison t .

Ce comportement peut se généraliser aux autres activités, c'est à dire à l'entretien en cultures, à l'entretien classique, et à la sous-traitance.

$$(3) \quad X_{jt}^{AC} \leq SUPT_{jt}^{AC}$$

X_{jt}^{AC} est la superficie en hectare de terre en lignes d'arbres entretenus en cultures vivrières pendant la saison t .

$SUPT_{jt}^{AC}$ est la superficie totale maximum (disponible) que peut réaliser le paysan en entretien de lignes d'arbres en cultures vivrières, pendant la saison t .

$$(4) \quad X_{st}^{Ae} \leq SUPT_{st}^{Ae}$$

X_{st}^{Ae} est la superficie en hectare de terre d'arbres en lignes et interlignes, entretenue par le paysan selon différents types d'entretiens s (sarclage de lignes et/ou d'interlignes, fauchage d'interlignes). C'est l'entretien dit classique.

$SUPT_{st}^{Ae}$ est la superficie totale disponible en entretien classique s pendant la saison t .

$$(5) \quad X_t^{AST} \leq SUPT_t^{AST}$$

X_t^{AST} est la superficie en hectare de terre cultivée en sous-traitance à la saison t .

$SUPT_t^{AST}$ est la superficie totale en hectare de terre cultivée en sous-

traitance, disponible au cours de la saison t.

Par ailleurs, les superficies affectées aux cultures vivrières et aux différents types d'entretiens des arbres ne doivent pas excéder la disponibilité totale en terre, déterminée à cet effet par le paysan. Cette disponibilité entre évidemment dans le cadre de réalisation effective des objectifs du contrat Taungya.

$$(6) \quad \sum_{j=1}^6 X_{jt}^c \leq T_{jt}^c$$

j est l'indice des cultures vivrières.

t est l'indice représentant la saison de cultures agrosylvicole. Pour t = 1, deux cultures ont été observées (arachide, maïs); et pour t = 2, il y en a quatre (igname précoce, igname tardive, arachide, maïs).

T_{jt}^c est la superficie totale en hectare de terre disponible pour les cultures j pendant la saison t; elle a été obtenue par mesure directe sur le terrain.

$$(7) \quad \sum_{j=1}^6 X_{jt}^{AC} \leq T_{jt}^{AC}$$

T_{jt}^{AC} est la superficie totale en hectare de terre en lignes d'arbres disponibles à l'entretien en cultures vivrières j pour la saison t.

$$(8) \quad \sum_{s=1}^3 X_{st}^{Ae} \leq T_{st}^{Ae}$$

T_{st}^{Ae} est la superficie totale en hectare de terre d'arbres en lignes et interlignes disponibles en entretiens classiques pendant la saison t.

la main d'oeuvre

L'utilisation de la force de travail manuelle (familiale) pour les travaux sur cultures vivrières et entretiens des arbres, ne doit pas excéder la disponibilité totale en main d'oeuvre du ménage. Tout déficit de main-d'oeuvre familiale sera corrigé par une location. La saisonnalité de l'utilisation de la main-d'oeuvre a été captée par opérations culturales et d'entretiens. Ces travaux se résument essentiellement en défrichage, buttage, semis, sarclage et récolte. La location de la main-d'oeuvre obéit à des séquences d'opérations culturales ponctuelles et de la disponibilité en main-d'oeuvre familiale. Plus cette dernière est disponible, moins le paysan loue de la main d'oeuvre.

$$(9) \quad \sum_{j=1}^6 a_{kjt} X_{jt}^C + \sum_{j=1}^6 b_{kjt} X_{jt}^{AC} + \sum_{s=1}^3 b_{st} X_{st}^{Ae} - \sum_{j=1}^6 L_{kjt} - L_{kt}^A \leq L_{kt}$$

où k désigne les opérations culturales effectuées en cours de saison;

a_{kjt} est la quantité de main-d'oeuvre (en homme-heures/ha) nécessaire à l'opération culturale k pour l'activité de production j au cours de la saison t ;

b_{kjt} est la quantité de main d'oeuvre (homme-heures/ha) nécessaire à l'opération d'entretien k en ligne des cultures j pendant la saison t ;

b_{st} est la quantité de main d'oeuvre (homme-heures/ha) nécessaire à l'opération d'entretien classique s au cours de la saison t .

L_{kjt} est l'effectif global de la main-d'oeuvre louée (homme-heures équivalent) pour réaliser l'opération culturale k sur les activités de production j de la saison t ;

L_{kt}^A est l'effectif global de la main-d'oeuvre (homme-heures équivalent) louée pour les travaux d'entretiens k et/ou s des arbres pendant la saison t ;

L_{kt} est la disponibilité totale en main-d'oeuvre familiale (homme-heures équivalent) du ménage agrosylvicole pendant les opérations culturales et d'entretiens de la saison t.

La quantité de main-d'oeuvre louée pour les travaux culturaux pendant toute la durée d'exploitation, est égale à:

$$(10) \quad \sum_{j=1}^6 L_{kjt} \leq L_{jt}$$

où L_{jt} est la quantité totale de main-d'oeuvre (homme-heures équivalent) louée pour l'opération culturale k sur les cultures vivrières pendant la saison t.

Par ailleurs, la location par opération culturale de la main-d'oeuvre pour l'entretien des arbres se heurte aux disponibilités financières limitées du paysan. Le coût de location par opération culturale de la main-d'oeuvre pour une saison t à l'entretien des arbres, ne doit pas excéder le coût total de la main-d'oeuvre pour l'entretien de tous les arbres de l'exploitation.

$$(11) \quad r_{kt} L_{kt}^A - \sum_{j=1}^6 \gamma_{jk} X_{jt}^{AC} = 0$$

r_{kt} est le coût horaire de location par opération culturale k de la main d'oeuvre pour l'entretien des arbres à la saison t.

γ_{jk} est le coût total à l'hectare d'une opération d'entretien k, par la main d'oeuvre pour l'entretien des arbres pendant la saison t.

La main d'oeuvre a été convertie en homme-heures équivalent à partir des coefficients de pondération de Matlon (1977). L'utilisation de ces coefficients relèvent de leur conformité avec les observations de terrain,

selon l'intensité de participation des différentes catégories de travailleurs par sexe. Ces coefficients ont été adaptés pour certaines opérations comme le sarclage pour tenir compte du rôle fondamental de la femme à sa réalisation.

les disponibilités financières

Elles sont supposées à la fois servir à la production vivrière et à l'entretien des arbres. Ces ressources dépensées sur les cultures vivrières et les arbres n'ont pas souvent excédé les disponibilités financières propres de l'exploitant. Il n'a en outre pas été de façon réelle observé un emprunt de fonds financiers additionnels, pour pallier à toute insuffisance éventuelle de ressources propres. La contrainte de capital ne prend donc pas en compte la possibilité d'un recours au crédit.

$$(12) \quad \sum_{j=1}^6 \theta_{jt}^C X_{jt}^C + \sum_{j=1}^6 \theta_{jt}^{AC} X_{jt}^{AC} + \sum_{s=1}^3 \theta_{st}^{Ae} X_{st}^{Ae} \leq FP_t$$

θ_{jt}^C est la quantité de capital propre (Fcfa/ha) exigée par l'activité de culture j au cours de la saison t,

θ_{jt}^{AC} est la quantité de capital propre (Fcfa/ha) allouée à l'entretien des arbres en cultures j pendant la saison t,

θ_{st}^{Ae} est la quantité de capital propre (Fcfa/ha) allouée à l'entretien classique s des arbres pendant la saison t.

FP_t est la disponibilité financière propre à la saison t.

Ces différentes disponibilités financières ont été obtenues par l'enquête de terrain.

l'autoconsommation

L'évolution de l'économie de subsistance en économie marchande, ouvre au paysan un horizon de bien-être optimal qui exige l'orientation de sa production, vers la satisfaction de ses besoins de consommations alimentaires, rituels et monétaires. La logique de satisfaction des besoins de consommations primaires est donc dépassée; il doit en plus maximiser les flux monétaires positifs dans un environnement de risque financier. C'est une diversification de son portefeuille de stratégies de gestion durable du niveau d'utilité espéré. La satisfaction de ses besoins vitaux peut s'exprimer comme suit:

$$(13) \quad \sigma_{jt} X_{jt}^C \geq \text{Cons}_{jt}$$

σ_{jt} est le rendement en kg par hectare de la culture j pendant la saison t ; Cons_{jt} est le besoin d'autoconsommation minimum pour la culture vivrière j au cours de la saison t .

Le besoin d'autoconsommation a été obtenu par le calcul du nombre de consommateur-équivalent du ménage moyen agrosylvicole, à partir des coefficients de pondération standard de Matlon (1977) (tableau A.10), et des indicateurs de consommation par tête en zone de savane de l'enquête budget-consommation de 1979. Les deux équations suivantes, (14) et (15) expriment les buts que le paysan espère atteindre, respectivement sur les cultures vivrières et sur les arbres. Elles sont spécifiques au modèle.

$$(14) \quad \sum_{t=1}^2 \sum_{j=1}^6 \rho_{jt} X_{jt}^C - \sum_{t=1}^2 \sum_{k=1}^7 \sum_{j=1}^6 h_{kt} L_{jkt} + d_1^- - d_1^+ = G_1$$

ρ_{jt} est le revenu par hectare de la culture j pendant la saison t , amputé des

coûts de production autres que ceux de la main-d'oeuvre en location; la location de travail est une activité du modèle.

h_{kt} est le coût de location horaire (Fcfa/hr) de la main d'oeuvre par opération culturale k pendant la saison t .

G_1 est le revenu net total cumulé sur cultures vivrières auquel le paysan aspire.

$$(15) \quad \sum_{t=1}^2 \sum_{j=1}^6 \mu_{jt} X_{jt}^{AC} + \sum_{s=1}^3 \sum_{t=1}^2 \mu_{st} X_{st}^{Ae} \\ + \sum_{t=1}^2 \mu_t X_t^{AST} - \sum_{t=1}^2 \sum_{k=1}^7 L_{kt}^A + d_2^- - d_2^+ = G_2$$

où μ_{jt} est la prime à l'hectare (Fcfa) reçue de la SODEFOR par le paysan, pour l'entretien des arbres en cultures vivrières j pendant la saison t ;

μ_{st} est la prime à l'hectare (Fcfa) reçue de la SODEFOR par le paysan, pour l'entretien classique s des arbres à la saison t ;

μ_t est la prime à l'hectare (Fcfa) reçue de la SODEFOR par le paysan, pour l'entretien des arbres en cultures de sous-traitance au cours de la saison t .

La prime SODEFOR est en espèces et en nature. Les éléments en nature concernent le riz, la sardine et l'huile. Ces éléments ont été valorisé au prix du marché.

G_2 est la prime totale nette cumulée sur arbres à laquelle le paysan aspire. Les buts G_1 et G_2 visés par le paysan sont des paramètres de niveaux d'aspirations.

les contraintes de non négativité

Les variables de décisions doivent être positives ou nulles.

$$(16) \quad X_{jt}^C, X_{jt}^{AC}, X_{st}^{Ae}, X_t^{AST}, L_{kt}^A, L_{kjt}, d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^- \geq 0$$

Ce modèle permet de capter le revenu net cumulé du système agrosylvicole. Il est adapté à l'exploitation agrosylvicole type ici analysé.

Pour tenir compte de la spécificité du système agricole traditionnel, témoin de cultures vivrières pures, un modèle de programmation linéaire classique a été construit. Il vise à capter le comportement allocatif du système agricole selon l'ensemble de contraintes opérationnelles de production auquel il est soumis.

$$(17) \quad \begin{aligned} \text{MAX } Z &= \sum_{t=1}^2 \sum_{j=1}^6 \psi_{jt} X_{jt} \\ \text{S.C. } \sum_{j=1}^6 a_{ijt} X_{jt} &\leq b_{it} \\ \sigma_{jt} X_{jt} &\geq \text{Cons}_{jt} \\ X_{jt} &\geq 0 \end{aligned}$$

$j = 1, \dots, 6; t = 1, 2; \text{ et } i = 1, \dots, m$

où Z est le revenu total net cumulé sur deux saisons;

X_{jt} est l'activité de production j au cours de la saison t ,

ψ_{jt} est la marge brute unitaire de l'activité de production j au cours de la saison t ;

a_{ijt} représente les coefficients techniques de la saison t ;

b_{it} représente les ressources productives i disponibles (terre, travail, capital). Cons_{jt} est le besoin d'autoconsommation par culture de la saison t .

Dans ces exploitations, tous les travaux culturaux ont été pris en compte, à savoir défrichement, buttage, semis, sarclage, récolte.

5.3 Les coefficients techniques et la disponibilité des facteurs

5.3.1 Les coefficients techniques de production

Les coefficients techniques pour le travail, le capital, et la production ont été estimés. Les analyses ont été faites sur une base harmonisée à l'unité de superficie. Le coefficient 1 a donc été affecté à chaque activité de production (culture) et d'entretien (terre d'arbres). Sur cette base harmonisée ont été générées les marges brutes à l'hectare. Les coefficients techniques du travail dans le système traditionnel ont été obtenues, en divisant la quantité totale de travail exigée par l'activité de production pour toute opération culturale, par la superficie totale allouée à cette activité de cultures. Les coefficients techniques du travail en agrosylviculture ont été estimés en deux étapes. Dans un premier temps, des coefficients de désagrégation entre arbres et cultures vivrières ont été calculés. Ces coefficients de désagrégation sont les occupations relatives pour une portion de terre donnée, des arbres et des cultures vivrières. Dans un second temps, le ratio quantité de travail par superficie a été calculé et pondéré par ces coefficients de désagrégation, pour obtenir les coefficients techniques du travail agrosylvicole et sylvicole. Les coefficients techniques du capital sont les quantités de fonds propres par unité de superficie, exigées par activité agrosylvicole (cultures, entretiens en cultures et classiques). Les productivités agricoles par culture ont été utilisés comme coefficients techniques de production.

5.3.2 Les disponibilités en facteurs de production

Les facteurs de production combinés dans les systèmes de production agricole et agrosylvicole sont la terre, le travail, et le capital. La terre est de type communautaire privé en agriculture pure, alors qu'elle est étatique dans le système agrosylvicole. Toutes les terres disponibles ont été utilisées, et aucune terre n'est en réserve. La main d'oeuvre familiale disponible a été estimée sur la base des participations individuelles effectives aux activités agricole et agrosylvicole. C'est donc la main d'oeuvre que le paysan contrôle effectivement à chaque opération culturale qui a été considérée, sur la base du nombre de jours effectué par opération. Le capital a été assimilé aux disponibilités financières propres du paysan. Il s'agit des ressources matérielles et financières qu'il estime nécessaires à l'exploitation agricole pour une saison donnée.

5.4 Le choix de l'exploitation représentative

Les données pour cette analyse, sont celles d'un exploitant moyen. Il s'agit de valeurs moyennes des variables considérées au niveau de chaque exploitation. Bien que cette méthode donne un caractère fictif à l'exploitation représentative, elle permet d'obtenir des coefficients techniques statistiquement désirables; mais qui peuvent ne pas refléter les contraintes de production réelles des paysans. Beaucoup de travaux de recherche ont cependant été réalisés par cette méthode (Eicher et Baker, 1984). La critique fondamentale adressée à cette méthode, est qu'elle ne permet pas d'analyser une exploitation qui aura existé dans la réalité. Collinson (1972) propose une méthode alternative, qui consiste pour le chercheur à définir une série de critères qu'il peut combiner selon ses

objectifs. Cette méthode consiste à déterminer les déviations par rapport aux moyennes des critères choisis; et de choisir comme exploitation représentative celle qui présente les plus faibles déviations par rapport aux critères moyens définis. La procédure proposée par Collinson (op.cit.) consiste à calculer les moyennes des critères, leurs écart-type et bien d'autres caractéristiques statistiques. Cette procédure ne sera pas ici exposé. Toutefois la méthode ne présente pas moins de subjectivité dans le choix des critères. Le fondement statistique commun aux deux méthodes semblent militer pour un choix indifférent entre les deux. Ces méthodes pour un échantillon statistique méticuleusement choisi, se fonde sur la convergence en probabilité de la fréquence relative observée d'un événement lorsque l'épreuve se répète indéfiniment.

5.5 Méthode de collecte des données

5.5.1 Les données collectées

Les statistiques requises pour l'étude concernent:

- les superficies mises en cultures vivrières;
- les temps de travaux (agricoles et sylvicoles);
- les coûts de production par culture (à partir de la main d'oeuvre en homme-heures équivalent, le capital);
- les rendements de la campagne (mesurés par la production totale extrapolée et les superficies effectivement réalisées); à cet effet des carrés de rendement ont été posés;
- les besoins d'autoconsommation moyens;
- les prix par spéculation de la campagne en cours.

A partir de ces données, les marges brutes par unité de superficie (hectare) ont été évaluées. Les ressources productives (main-d'oeuvre,

capital, terre) ont été évaluées à partir de questionnaires à passages répétés et de mesures directes sur le terrain.

Au moment des récoltes, des enquêtes hebdomadaires à passages répétés sur les différents marchés ruraux ont permis d'obtenir les prix reçus par le producteur.

- Les superficies totales des exploitations;
- le nombre de pieds d'arbres dans les champs et le nombre de rangées d'arbres;
- la main d'oeuvre pour l'entretien des arbres;
- la taille des ménages.

Des informations qualitatives ont été en outre collectées. Il s'agit:

- des diverses cultures pratiquées et leurs raisons;
- des associations, des rotations culturales et leur durée;
- de l'intérêt du reboisement pour le paysan, outre sa participation qui lui génère des revenus;
- des raisons de l'engagement dans le contrat Taungya;
- de la situation foncière de la zone;
- de la situation foncière des ménages, etc...

5.5.2 Choix de la région d'étude

La région de Bouaké a été retenue pour la conduite des travaux de terrain pour deux raisons essentielles: d'abord c'est une région déficitaire en bois d'oeuvre et d'énergie; ensuite il s'y pratique le Taungya en milieu réel, ce qui permet une observation empirique directe.

La zone d'observation est la forêt classée de Soungourou située à cinquante kilomètres au Sud-Est de Bouaké, dans la sous-préfecture de Brobo,

de part et d'autre de l'axe Brobo-M'bahiakro. C'est une région de savane arborée à enclaves de forêts dégradées. La forêt a été classée sous l'administration coloniale.

D'une superficie totale de 1260 km², la sous-préfecture de Brobo est peuplée de 33.472 habitants, soit une densité de 26 habitants/km². Elle est limitée au Nord par la sous-préfecture de Satama Sokoura, au Sud par celle de Didiévi, à l'Ouest par la commune de Bouaké, et à l'Est par la préfecture de M'bahiakro.

L'économie de la région est dominée par l'agriculture, qui est l'activité principale de la région à travers les cultures vivrières. Mais depuis 1989-1990 avec le démarrage du projet de reboisement initié par la SODEFOR, les populations s'adonnent de plus en plus aux travaux forestiers.

- Le milieu physique et climatique

. Le relief et le sol

Le relief est assez régulier avec très peu d'élévations de terrain, parsemées de jachères paysannes. Moutier (1978) cité par Bamba (1994), note que de façon générale les sols du centre de la Côte d'Ivoire sont ferrallitiques et moyennement saturés. Bamba (1994) note que le sol du site de la recherche est de type ferrallitique, de texture graveleuse et sablo-argileuse; avec des affleurements granitiques et de dalles latéritiques qui apparaissent.

. Le climat

Le climat de type équatorial (climat baouléen), est caractérisé par une grande saison sèche de Novembre à Mars, et un grande saison de pluie d'Avril à Octobre; intercalées d'une petite saison sèche de Juillet à Août.

On remarque une sérieuse baisse de la pluviométrie depuis 1990, ce qui porte la moyenne pluviométrique sur la période de 1984 à 1993 à 1135,39 mm d'eau par an; ce qui est tout à fait en dessous de la norme moyenne de 1200 mm pour la région. Cela traduit une certaine irrégularité et les déficits hydriques cumulés de ces dernières années, qui varie de 300 à 400 mm.

. Le site de l'étude

La forêt classée de Soungourou se subdivise en trois sous forêts:

- la forêt classée de Kouabo-Boka, classée selon l'arrêté N°2164 SE/F du 10 Juin 1963, et qui fait l'objet du bloc de plantations industrielles appelé bloc 92. Elle couvre une superficie de 1440 hectares;

- la forêt de Soungourou classée par arrêté N° 1487 SE/F du 11 Février 1957 et faisant l'objet du bloc 93. C'est le bloc d'observation par excellence de la présente étude, qui couvre une superficie de 2880 hectares;

- la forêt de Boka Go classée par arrêté N°2165 SE/F du 10 Juin 1943. Cette forêt constitue le bloc de reboisement industriel 94.

D'une superficie d'environ 7700 ha, le site se caractérise selon la DCGTx par les coordonnées géographiques suivantes:

. latitude Nord: 7°32'30";

. longitude Ouest: 4°41'40".

Cet ensemble de forêts actuellement en plein reboisement présentait

auparavant une végétation de savane arborée à Borassus aethiopium, Daniella oliveri, Ceiba pentadra, Parkia biglobosa et Vitellaria paradoxa, qui était entrecoupée de galeries forestières et d'îlots forestiers (Bamba, 1994).

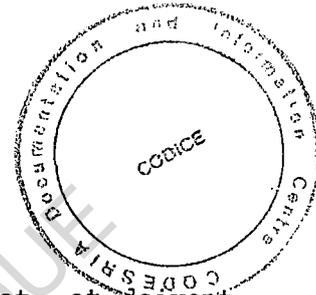
Le Sougourou, principal élément du réseau hydrographique est un affluent du N'ZI qui traverse la forêt classée dans son ensemble du Nord-Est au Sud-Ouest.

- La situation foncière de la zone d'étude

Les forêts classées sont du domaine permanent de l'Etat, et doivent obéir à leur vocation première de protection et de production forestière. Cependant elles n'échappent pas aux défrichements agricoles; le massif de Sougourou est cultivé par les paysans, ce qui pose le problème de la reprise des forêts classées en vue de la sauvegarde d'un minimum de superficie boisée possible. La pression sur les terres implique la création d'exploitations agricoles de plus en plus éloignées des villages, et des cycles de jachères beaucoup plus courts. La gestion de la terre est de type communautaire, sous la responsabilité d'un chef de terre (le chef du village). Chaque famille autochtone du village a un accès libre à la terre, selon ses besoins et la disponibilité des parcelles convoitées. Selon la coutume en vigueur, la terre ne se vend pas.

5.5.3 L'échantillonnage

La collecte d'informations utiles sur une population à partir d'une observation partielle de celle-ci, pose le problème de la représentativité de la portion observée. Cette fraction de la population de référence constitue



l'échantillon, qui permettra d'estimer la distribution et les caractéristiques de la population de référence. Cette méthode d'étude des caractéristiques d'une population est le sondage, contrairement au recensement qui est l'observation exhaustive des individus de la population. Les inconvénients du sondage sont les erreurs d'échantillonnage et d'observations, et la difficulté de désignation de l'échantillon. Cependant, il présente l'avantage d'être peu coûteux, rapide à mener et souple. Il rend possible l'observation précise et simultanée de nombreux caractères, ce qui est intéressant pour l'étude à mener.

Il existe deux types de sondages.

Le sondage par choix raisonné, qui est une démarche empirique consistant à construire à partir d'informations à priori sur la population étudiée, un échantillon qui ressemble autant que possible à cette population. C'est un ensemble de diverses techniques comportant une part d'arbitraire, et ne permettant pas d'évaluer la précision des estimations, malgré les avantages de coût modeste et de rapidité qu'il présente. Le sondage aléatoire représente un ensemble de techniques de tirages de l'échantillon où chaque unité de la population a une probabilité connue non nulle d'appartenir à celle-ci. Les variables observées sur l'échantillon sont des variables aléatoires, à partir desquelles l'on peut estimer les grandeurs correspondantes relatives à l'ensemble de la population, et associer à ces estimations une mesure de l'erreur susceptible d'avoir été commise.

Le souci d'avoir un échantillon le plus représentatif possible qui permette d'évaluer les estimations avec la plus grande précision, milite en faveur de la méthode des sondages aléatoires. Cette méthode est fondée sur la loi des grands nombres, qui postule la convergence en probabilité de la fréquence relative observée d'un événement dans une épreuve répétée

indéfiniment.

La population de référence de l'étude est constituée de l'ensemble des paysans pratiquant l'agrosylviculture, de sorte à obtenir un groupement relativement homogène.

Le contrat Taungya se noue entre la SODEFOR et un exploitant agricole ou un groupement de paysans d'un village donné. La population d'étude prise en compte est celle des paysans sous contrat. Les paysans retenus pour le contrat constituent la population du système agrosylvicole. Deux villages ont été sélectionnés pour constituer la sous-population du système de cultures traditionnel d'où a été tiré l'échantillon témoin de cultures vivrières pures. La constitution du témoin à partir d'une sous-population de villages environnants relève de l'hypothèse implicite que tous les paysans de la zone ont des préférences similaires quant aux opportunités que pourrait présenter le Taungya par rapport au système de cultures vivrières pures. La préoccupation ici est de pouvoir effectuer des comparaisons sur la base des préférences révélées communes des paysans; ce qui semble une référence réaliste. Plusieurs critères de sélection ont caractérisé le tirage.

- le critère d'objectif de commercialisation d'une part importante des récoltes;
- le critère de durée d'assolement;
- le critère de nature des cultures vivrières pratiquées sur les parcelles. Seules les exploitations effectuant les cultures les plus largement pratiquées dans la région, et les plus commercialisables ont été sélectionnées. Il en découle que toutes les exploitations choisies pratiquent au moins les mêmes cultures vivrières.

Ces choix ont été opérés à partir d'une pré-enquête qui a permis de répertorier l'ensemble des paysans, et de les classer selon les différents critères. L'intérêt de cette partition a été de pouvoir tenir compte de la spécificité des sous-populations ou strates dans le prélèvement de l'échantillon, afin de mieux refléter les objectifs de l'étude. Cette partition a fourni deux strates de paysans aux caractéristiques relativement homogènes, sur lesquels ont été effectués deux sondages partiels, afin d'en retenir les plus représentatifs. Ces deux strates constituent la base de sondage, dont chaque ménage est une unité de sondage.

Les deux bases de sondage sont:

- les ménages paysans en activité agrosylvicole;
- les ménages paysans de cultures vivrières pures.

Afin de pouvoir estimer la valeur des paramètres des variables que la recherche se propose d'étudier, des ménages ont été tirés de manière aléatoire sans remise de chaque base par la méthode de sondage stratifié optimal, selon la taille du ménage, pour éviter une trop grande dispersion dans la taille des ménages observés.

L'échantillon ainsi obtenu devrait fournir une série statistique, telle que la valeur observée de chaque variable soit l'une des valeurs de la variable considérée sur l'ensemble de tous les paysans. Cependant, un paramètre de l'échantillon final n'étant pas strictement égal à son équivalent dans la population totale de paysans, une erreur d'échantillonnage de 5% a été jugée acceptable, l'échantillon étant ainsi sensé bien refléter la population de référence.

26 parcelles agrosylvicoles ont été suivies de façon aléatoire sur le bloc

d'observation, qui en compte 66. Toutes les parcelles n'entraient pas systématiquement dans notre partition, car certaines n'ont jamais été cultivées; d'autres l'ont été partiellement. Les superficies sous contrat étant très vastes (50 ha par contrat), certaines personnes se sont arrangé pour les obtenir sans jamais avoir les moyens de les cultiver. De multiples raisons peuvent expliquer cette situation, dont la distance pour accéder aux parcelles, les coûts d'entretien, les problèmes de répartition des parcelles entre les membres d'un groupement, etc...

Deux villages de la zone, ont permis la constitution d'un échantillon témoin de 20 exploitations agricoles. Ces exploitations ont été tirées de façon aléatoire dans les villages de Kouadiokro (Koué n'glan) et Pronou situés respectivement à trois km et à sept km du poste SODEFOR Soun gourou. La contrainte majeure était de pouvoir sélectionner dans une zone fortement marquée par le projet de reboisement, des exploitants qui ne participaient d'aucune manière au système agrosylvicole, pour la constitution d'un échantillon témoin homogène. Cette contrainte constitue en définitive la limite principale de cette étude, de part la faible taille relative de l'échantillon. Cependant cet échantillon est assez représentatif des paysans répondant aux critères de l'étude. En plus pour fiabiliser les résultats obtenus sur cette base, les données observées ont constamment été confronté à d'autres sources. Le constat est qu'en générale elles se situent dans les limites connues dans la région.

5.5.4 Collecte des données

Elle a été assurée par deux enquêteurs principaux; et organisé par le chercheur à chaque étape du processus.

- Sélection des enquêteurs

Les enquêteurs ont été recrutés parmi les agents SODEFOR encadreurs sylvicoles d'une part, et d'autre part parmi les jeunes déscolarisés de la région et qui louaient leur main d'oeuvre pour les opérations agrosylvicoles. L'intérêt de cette sélection a permis la conduite de l'enquête avec le concours de personnes connaissant déjà le système agrosylvicole tant du point de vue de son fonctionnement dans la région, que du repérage géographique sur un site de plus de 2880 ha; c'est donc une sélection opérationnelle. Les connaissances générales de ces agents ont été évaluées, ainsi que leur perception du milieu rural.

La compréhension de la langue locale (le Baoulé) a été un critère indispensable, ainsi que le Dioula, la langue usuelle des allochtones. Une formation aux techniques d'enquêtes a été initiée (collecte des données, calendrier de travail, tenue des fiches d'enquêtes, attitude vis à vis des paysans...), par rapport à la spécificité de chaque système de production. Le chercheur était le superviseur, mais a accompli une partie de l'enquête pour permettre la détection rapide des défauts éventuels de l'instrument d'enquête. Tout le personnel d'enquête a résidé sur les sites de recherche pendant toute la durée des travaux, de Juillet 1993 à Décembre 1994.

- Méthode de collecte des données

La collecte des données s'est faite à partir de deux sources:

- d'abord auprès des ménages, qui sont les unités de recherches principales, parce qu'ils détiennent les parcelles attribuées. Lors de

réunions préliminaires, ils ont été informés des objectifs du travail et de son intérêt; et de leur implication. Les données quantitatives et qualitatives ont principalement été recueillies par observations directes et au moyen d'interviews structurées ou semi-structurées. Une pré-enquête de type exploratoire a auparavant permis de cerner les caractéristiques des exploitations à sélectionner.

- D'autre part la SODEFOR a été mise à contribution à partir d'enquêtes systématiques, à base d'entrevues structurées ou semi-structurées. Elle a fourni les données secondaires concernant les caractéristiques des arbres, des sites, et les procédés sylvicoles.

Chaque exploitation a été régulièrement suivie pour la collecte des données, à raison de deux passages hebdomadaires. A chaque passage le nombre de personnes (par sexe) intervenant sur l'exploitation, et les durées d'intervention sont notées, selon l'opération culturale réalisée. Spécifiquement pour le bloc agrosylvicole, les temps de travaux ont été collectés selon que l'intervention soit agrosylvicole ou purement sylvicole.

Des mesures de terrain à l'aide d'une boussole et d'un ruban mètreur ont permis de mesurer les superficies; qui ont été traitées à l'aide d'un programme informatique approprié (QBASIC). Les semences et récoltes ont fait l'objet de pesées.

Pour tenir compte des sources possibles de variabilités des rendements agricoles, des carrés de rendements de dimensions variables ont été posés par classes de toposéquences et d'étendue des champs.

. Pour des superficies de 0 à 0,5 ha, il a été posé cinq carrés de cinq mètres de côté;

. si $0,5 \text{ ha} < \text{superficie} \leq 1 \text{ ha}$, alors 5 carrés de $10 \times 10 \text{ m}$;

. si 1 ha < superficie ≤ 1,5 ha, alors 5 carrés de 15*15 m.

. si 1,5 < superficie , alors 5 carrés de 20*20 m.

Par la suite, les superficies occupées par les arbres ont été isolées, sur la base de 0,5 mètre de part et d'autre de chaque pied de Teck, multiplié par la longueur de la rangée d'arbres, et multiplié par le nombre de rangées dans le champ. Les plantations sont réalisées par les paysans à 2,5m x 3m, ce qui donne une densité de 1400 tiges/ha.

Cette approche a aussi permis de calculer des coefficients de désagrégation de la main d'oeuvre, entre les cultures vivrières et les arbres. Ce qui a donné par cultures, les coefficients de pondération du tableau suivant:

Tableau 4.15 Coefficients de répartition des superficies entre arbres et cultures vivrières en agrosylviculture.

| Cultures | cultures vivrières | arbres |
|----------------|--------------------|--------|
| Igname précoce | 0,66 | 0,34 |
| Igname tardive | 0,66 | 0,34 |
| Arachide | 0,69 | 0,31 |
| Maïs | 0,66 | 0,34 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Cette procédure repose sur l'hypothèse que l'utilisation de la main d'oeuvre sur les parcelles agrosylvicoles, reflète l'intensité du travail à effectuer. Bien que portant en elle un biais d'estimation, cette approche est d'une logique opérationnelle pratique.

- Dépouillement de l'enquête

Le dépouillement a été réalisé au fur et à mesure pour mieux maîtriser les données recueillies; ce qui a permis la correction des erreurs au fur et à mesure de la collecte des données. La saisie a été en partie systématique, rendant l'enquête plus flexible, et favorisant une meilleure collecte des données.

- Le traitement des données

La saisie des données s'est faite au fur et à mesure du déroulement de l'enquête. Divers logiciels informatiques ont permis les traitements.

. Le programme QBASIC a permis le calcul des superficies des champs avec une marge d'erreurs de 5%;

. le LOTUS et le QUATRO PRO ont permis la saisie, les analyses statistiques et la construction des budgets d'exploitation;

. le LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer) a servi à l'analyse de programmation mathématique.

CHAPITRE 6 PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

L'objectif de ce chapitre est de présenter les résultats de l'étude, et de les analyser du point de vue de la rentabilité financière et économique et, de l'affectation des ressources.

6.1 La rentabilité financière et économique

L'agriculteur dans sa décision d'adoption d'un système de production alternatif peut se référer à différents critères. Les critères peuvent être d'ordre sociologique (tabou, prestige social,...), et/ou financier. Au niveau financier, le critère peut par exemple être, l'avantage supplémentaire net par rapport au coût additionnel supporté, la rémunération du facteur travail familial etc. Il peut aussi être lié au risque de couverture des charges induites par l'alternative nouvelle d'allocation des ressources.

La préoccupation présente est d'analyser l'arbitrage du paysan de la zone d'étude à travers des indicateurs de prise de décision d'adoption, selon l'attraction relative que présente chaque système. L'analyse des deux systèmes par traitements alternatifs est menée par la construction de budgets partiels agricoles et agrosylvicoles. Chaque culture réalisée dans les conditions spécifiques d'un système correspond à un traitement. L'analyse se fonde sur une estimation du taux de rentabilité marginale par paire de traitements, et aussi sur celle du coût d'opportunité social de la main d'oeuvre familiale. C'est une analyse financière et économique.

Gittinger (1985) souligne que l'hypothèse derrière toute analyse économique et financière, est que les prix expriment des valeurs, ou peuvent

être ajustés de manière à les refléter. La rentabilité financière mesure alors l'avantage net évalué aux prix du marché (prix financiers), résultant de l'affectation des ressources productives à une utilisation donnée. Lorsque les prix financiers sont ajustés pour mieux refléter les valeurs économiques des biens ou facteurs de production, ils expriment alors mieux leur coût d'opportunité social; c'est à dire l'avantage sacrifié lorsqu'on emploie une ressource rare dans une alternative différente de sa meilleure option d'utilisation.

De l'analyse financière à l'analyse économique, des ajustements sont faits pour apurer les distorsions inhérentes au fonctionnement d'un marché non suffisamment concurrentiel (distorsions d'interventions de politiques gouvernementales, distorsions d'externalités).

6.1.1 Le taux de rentabilité marginale

La décision d'adoption d'un paysan n'est pas évidente entre deux traitements à marges brutes positives, dont l'une serait plus élevée que l'autre. L'agriculteur tiendra aussi compte de la variation des coûts; les marges les plus élevées peuvent ne pas être attractives si elles exigent des coûts élevés, qui peuvent s'avérer prohibitives.

Si le paysan doit adopter un système alternatif, cela pourrait exiger un investissement additionnel, qui est la différence de coûts entre la nouvelle pratique et l'ancienne; et cette différence peut être alors comparée au gain en bénéfice net. C'est donc une analyse à la marge, qui compare les bénéfices marginaux aux coûts marginaux, bien que le calcul du bénéfice net ait déjà pris en compte les coûts variables. La marge brute est la différence

entre le produit brut et les charges variables en valeur. Les charges sont variables pour un même traitement, mais aussi entre deux traitements. Les outils étant rudimentaires, les coûts fixes sont négligeables et n'ont pas été considérés. Cette marge brute s'identifie alors au bénéfice net (revenu net d'exploitation), que retire le paysan de son activité.

La conduite d'une analyse de dominance permet un examen initial des coûts et bénéfices associés à chaque traitement, et d'éliminer certaines des options qui ne peuvent faire l'objet de recommandation.

Tableau 6.1 Analyse de dominance

| Traitements | | systeme agricole | systeme agrosylvicole |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| <u>saison 1</u> | | | |
| Arachide | marge brute | 339774,20 | 272762,50 |
| | coût variable | 48050,72 | 67300,50 |
| Maïs | marge brute | 129355,20 | 81137,49 |
| | coût variable | 31132,82 | 30804,11 |
| <u>saison 2</u> | | | |
| Igname précoce | marge brute | 316613,70 | 117890,40 |
| | coût variable | 250702,40 | 396910,20 |
| Igname tardive | marge brute | 177257,90 | 113548,90 |
| | coût variable | 144026,30 | 66411,42 |
| Arachide | marge brute | 434940,10 | 310366,80 |
| | coût variable | 48098,59 | 84712,57 |
| Maïs | marge brute | 130880,60 | - 4853,26 |
| | coût variable | 30659,00 | 79583,85 |

source: estimations à partir des données d'enquête (1993-1994).

"D" représente les traitements dominés.

Le tableau 6.1 présente des marges plus élevées pour le système traditionnel. La tendance positive des indicateurs en faveur du système agricole provient du fait qu'en général, les rendements y sont plus élevés, associés à des coûts plus faibles qu'en agrosylviculture. En effet le passage du système agricole traditionnel au système agrosylvicole induit dans certains cas un accroissement excessif de l'utilisation de la main d'oeuvre totale. C'est l'exemple des traitements d'arachide et de maïs sur les deux saisons, qui présente au passage des accroissements respectifs de 162,47%, et 85,14% à 54,29% (tableau 6.2).

L'igname précoce exige des coûts en semences élevés et une forte quantité de main d'oeuvre salariée (105,24% de plus que le système traditionnel), ce qui le défavorise en agrosylviculture. Cette culture intervient juste à la période de la deuxième réception des travaux forestiers, dont la particularité est l'urgence de l'entretien; ce qui pourrait aussi expliquer l'utilisation abondante de main d'oeuvre salariée au prix le plus fort (tableaux 4.6 et 4.7). L'intérêt que présente l'igname tardive peut être lié à l'absence de contraintes de réception par la SODEFOR des travaux d'entretiens. Ce qui laisserait une grande marge de manoeuvre au paysan dans l'allocation de ses ressources, surtout en ce qui concerne la main d'oeuvre salariée. L'igname tardive est aussi la seule culture en agrosylviculture à présenter une quantité de main d'oeuvre salariée plus faible.

Tableau 6.2 Quantité totale de travail/type
d'exploitation/culture (heures/ha)

| Cultures | système agricole | agrosylviculture | (%) |
|-----------------|------------------|------------------|---------|
| <u>saison 1</u> | | | |
| Arachide | 572,03 | 1501,43 | 162,47 |
| Maïs | 365,88 | 677,39 | 85,14 |
| <u>saison 2</u> | | | |
| Igname précoce | 1937,54 | 1542,68 | - 20,38 |
| Igname tardive | 1599,57 | 917,37 | - 42,65 |
| Arachide | 541,81 | 1422,10 | 162,47 |
| Maïs | 359,38 | 554,49 | 54,29 |

source: données d'enquête (1993-1994).

Outre le maïs de deuxième saison agrosylvicole, la production vivrière et l'activité d'entretien des arbres génèrent un revenu net positif pour le paysan (tableau 6.1). Une évaluation du taux de variation globale de rentabilité intersystèmes donne un indicateur de revenu net global de - 52%, indiquant ainsi une réduction dans le revenu net global de l'exploitation.

La littérature empirique présente des résultats similaires (Grewal et al., 1992; Sharma, 1992; Blackwell et al., 1991; Ramirez et al., 1992; Kerkhof, 1990; Sekhwela, 1990), tout en indiquant un avantage net des systèmes agroforestiers si l'on prend en compte les revenus annexes issus des sous-produits multiples des arbres. Dans l'analyse ici menée, il n'a pas été pris en compte les sous produits forestiers, dans la mesure où les paysans n'en bénéficient pas. Le système agrosylvicole n'utilise le paysan que comme main d'oeuvre salarié pour les travaux forestiers. L'agrosylviculture se pratiquant en forêt classée, le contrat stipule clairement que le paysan ne bénéficie que des primes payées en contrepartie de son travail. Les sous-produits forestiers divers (piquets, poteaux, bois de service, etc...) sont la propriété de la SODEFOR. Ces produits seront principalement récoltés par les éclaircies futures, déterminées par le plan d'aménagement.

Par l'analyse de dominance, tout traitement ayant un bénéfice net inférieur ou égal à un autre traitement à plus faible coût est dominé (noté "D" dans le tableau 6.1). Le traitement d'arachide de première saison en agrosylviculture, présente une plus faible marge brute par rapport à son traitement homologue qui a le plus faible coût. Il est dominé. Et en terme d'adoption, aucun paysan ne choisira ce traitement par rapport à sa pratique traditionnelle, qui présente la plus grande marge associée au plus faible coût. Sur cette base aucune recommandation d'adoption ne peut être faite au paysan.

L'analyse se poursuivra pour les traitements non dominés par une évaluation du taux de rentabilité marginale. Ce taux est celui auquel change le bénéfice net du paysan, en réponse à un changement unitaire dans les coûts de production, lorsqu'il passe du système traditionnel au système agrosylvicole. Ce taux n'a été calculé que pour les traitements non dominés qui sont le maïs de première saison, et l'igname tardive. L'igname tardive a un taux de rentabilité marginale de 82%, indiquant que pour un investissement d'un franc supplémentaire dans le système alternatif, le paysan recouvrira son unité de Fcfa plus un extra de 0,82 Fcfa sur son bénéfice net. Le taux de rentabilité marginale élevé pour le maïs de première saison résulte d'une variation de coût très faible lors du passage d'un système à l'autre, pour une grande variation du bénéfice net. Ce qui donne un taux de rentabilité marginale de très peu d'utilité comparative.

Seuls les traitements non dominés donnent lieu au calcul du taux de rentabilité marginale, puisqu'ils peuvent faire l'objet de recommandation. Pour cela le taux de rentabilité marginale est toujours positif.

Tableau 6.3 Taux de rentabilité marginale (TRM)

| Traitements | | système agricole | système agrosylv. | TRM |
|-----------------|---------------|------------------|-------------------|--------|
| <u>saison 1</u> | | | | |
| Maïs | marge brute | 129355,20 | 81137,49 | 146,69 |
| | coût variable | 31132,82 | 30804,11 | |
| <u>saison 2</u> | | | | |
| Igname tardive | marge brute | 177257,90 | 113548,90 | 0,82 |
| | coût variable | 144026,30 | 66411,42 | |

source: estimations à partir des données d'enquête (1993-1994).

Les taux de rentabilité marginale obtenus nous indiquent l'espérance de gain moyen des paysans, en contrepartie de leur investissement lorsqu'ils décident de passer du système traditionnel à base d'igname tardive et de maïs de première saison, au système agrosylvicole pour les traitements homologues. Les résultats obtenus indiquent des traitements viables, mais ne permettent pas de faire des recommandations d'adoption, ne donnant aucune information sur la nature des taux. Sont-ils acceptables pour les paysans, du fait qu'ils sont suffisamment élevés pour présenter un intérêt d'adoption? La réponse à cette interrogation nécessite la conduite d'une analyse supplémentaire, d'estimation d'un taux de rentabilité minimum acceptable, dont la procédure d'estimation peut s'esquisser de la façon suivante. Les paysans étant rationnels dans leurs choix économiques, s'ils doivent faire un investissement additionnel dans leur système de production, ils considéreront le coût de l'argent investi. Lorsque le paysan alloue du capital (liquide) dans son activité de production agricole, il attend en retour un revenu dans un délai futur. Le coût de cette ressource est donc le gain alternatif sacrifié par le paysan en injectant la ressource dans son activité pour une période de temps. Ce coût peut être direct ou indirect. Il est direct pour un prêt financier destiné à l'achat

d'intrants, qui donne lieu au paiement d'un intérêt. Il peut être un coût d'opportunité en terme de gain sacrifié en n'allouant pas l'argent ou un input déjà détenu à sa meilleure utilisation. Pouvoir estimer le niveau de revenu additionnel au delà du coût en capital, informera le paysan de la viabilité de son investissement. Cette estimation du taux minimum acceptable devra prendre en compte dans le coût du capital, le temps et l'effort fourni par le paysan pour apprendre à gérer une nouvelle pratique agricole.

Deux approches d'estimation sont possibles. Soit par l'examen du marché formel ou informel du capital, soit selon les possibilités d'accès des paysans au crédit institutionnel ou non. Il est très difficile d'estimer avec précision ce taux minimum acceptable, qui est une approximation des objectifs d'investissement du paysan. Le CIMMYT (1988) estime qu'il varie généralement entre 50% et 100% pour des cycles de production d'environ quatre à cinq mois. Il serait très rarement en dessous de 50%, même pour des technologies qui représenteraient de simples ajustements dans les pratiques agricoles traditionnelles des paysans; plus proche de 100% surtout Lorsque la pratique alternative est nouvelle pour le paysan, et lui exige un apprentissage rigoureux. Pour des cycles de production plus long le taux minimum serait plus élevé.

Dans la zone d'étude, il n'y a pas de structure de crédit formel. Les paysans de façon générale se réfèrent à leurs parents résidant en ville en cas de besoin de financement. Lorsque le besoin est très pressant, ils peuvent emprunter dans la communauté villageoise, sans intérêt. Cependant il existe un crédit informel à taux usuraire qui est pratiqué au chef lieu de sous-préfecture, auquel le paysan ne s'adresse pratiquement jamais. Le taux pratiqué est de 30% par mois, soit 360% par an. Pour un autre type de crédit

informel observé, le taux oscille entre 156% et 225% l'an. Il s'agit du crédit octroyé en général par les paysans allochtones entre eux, et qui sert principalement à la nourriture des manoeuvres. Si l'on veut considérer ces différents coûts d'opportunité du capital observé dans la zone, le taux de rentabilité marginale du traitement d'igname tardive leur est inférieur. Et l'on ne peut donc pas recommander ce traitement comme alternative viable.

L'analyse de la rentabilité financière indique que le système agrosylvicole génère globalement un revenu net positif, en dehors du maïs de deuxième saison. Cependant ses différents traitements se révèlent moins attractives que ceux du système traditionnel, et ne peuvent donc pas être recommandés comme alternative à adopter.

6.1.2 La rentabilité économique du système agrosylvicole

Le facteur travail étant l'essence du Taungya pour le forestier, il peut se créer un détournement dans l'utilisation de cette ressource au détriment de la production agricole traditionnelle. Cette compétition dans l'utilisation du travail par les deux systèmes présente t-elle une rentabilité sociale intéressante pour le facteur travail?

La rémunération de la journée de travail du paysan dans le système agrosylvicole est de 1093,72 Fcfa, contre 3252,57 Fcfa dans le système de référence. Dans l'hypothèse de l'impossibilité de la main d'oeuvre familiale de participer au système agrosylvicole, elle n'a d'alternative dans la zone que de se constituer en travailleur agricole salarié. Il est donc possible d'estimer le coût d'opportunité de la main d'oeuvre familiale sur la base du taux de salaire journalier du travail agricole salarié. Ce taux est estimé en

moyenne à 863,94 Fcfa dans la région d'étude. Cette hypothèse est assez restrictive puisqu'elle ne prend pas en compte la contrainte sociologique qui empêcherait le paysan de se constituer en travailleur salarié dans sa région. La non utilisation d'intrants modernes subventionnés, et le fléchissement de l'interventionnisme étatique avec l'ajustement structurel permettent de postuler des effets d'interventions publiques nuls sur les taux de salaire. Le coût d'opportunité privé de la main d'oeuvre s'assimile donc à son coût d'opportunité social. L'hypothèse de la contrainte sociologique peut être relaxée en considérant que le paysan, de façon générale préfère aller valoriser sa force de travail en basse côte, pour les cultures de café et de cacao. Le coût de la main d'oeuvre salariée dans ces systèmes de production pérennes est de 800 Fcfa/jour pour le cacao, et varie de 500F/j à 800 Fcfa/j pour le café (Caisse Française de Développement, 1994; Losch, 1992).

L'écart positif entre la rémunération journalière du paysan dans les deux systèmes, et le coût d'opportunité social de la main d'oeuvre, indique que ces systèmes sont économiquement rentables pour le paysan (tableau 6.4), quelle que soit l'alternative. Cependant la pratique du Taungya présente pour le paysan un intérêt économique moindre. Elle présente une rentabilité économique (gain alternatif ou coût d'option) du facteur travail très faible de l'ordre de 229, 78 Fcfa/jour contre 2388,63 Fcfa/jour pour le système agricole de référence dans la zone d'étude.

Tableau 6.4 Rentabilité économique du travail (Fcfa/jour)

| | système agricole | agrosylviculture |
|---|-------------------|------------------|
| rémunération journalière du paysan | 3252,57 | 1093,72 |
| coût d'opportunité social du travail dans la zone d'étude | 863,94 | |
| coût d'opportunité social du travail en basse côte pour le café et le cacao | 500 à 800 | |
| coût social d'option du facteur travail dans la zone d'étude | 2388,63 | 229,78 |
| coût social d'option du facteur travail (basse côte) | 2752,57 à 2452,57 | 593,72 à 293,72 |

source: estimations à partir des données d'enquête (1993-1994).

Les deux systèmes de cultures présentent une rentabilité économique intéressante. Celle-ci étant plus avantageuse pour le système agricole.

La pratique du système agrosylvicole est à tout point de vue financier et économique, moins attractive que le système traditionnel du paysan. Elle génère de faibles rendements associés à une forte consommation de main d'oeuvre salariée. Ce résultat typique de cette pratique agroforestière indique qu'elle ne peut être recommandée comme système alternatif de production pour le paysan dans les conditions de réalisation présentes. Dans la mesure où sa pratique peut se conjuguer avec le système traditionnel, elle peut être utilisée comme système d'appoint, de soudure; qui permettrait au paysan de se prémunir du risque de variabilité dans son revenu. La participation à l'agrosylviculture lui garantit un revenu minimum certain et

régulier non compensateur de l'effort fourni. Pour ce faire elle ne doit pas engendrer un gaspillage des ressources productives rares du paysan. La poursuite de l'analyse dans le sens de l'examen de l'allocation des ressources, permettra de cerner une telle préoccupation.

6.2 Le processus d'allocation des ressources

Dans cette section, une analyse comparée d'affectation des ressources du paysan dans chaque système sera menée, pour apprécier l'impact de la gestion forestière sur le niveau d'utilisation des facteurs de production.

6.2.1 Le modèle agricole de base.

Cette partie de l'analyse consiste à développer les plans optimaux de production d'une exploitation agricole moyenne de la région. Il s'agit d'un modèle de programmation linéaire bâti pour un paysan qui n'opère pas sous le système agrosylvicole. Toutes les activités de production sont prises en compte couvrant ainsi deux saisons principales de cultures qui correspondent au cycle d'exploitation agrosylvicole.

L'arachide et le maïs sont considérés sur deux saisons, alors que l'igname n'est prise en compte que sur la deuxième saison à travers ses deux variétés: précoce et tardive.

Le tableau 6.5 illustre les niveaux observés d'utilisation des terres, et ceux prédits par le modèle.

- Les plans de production observés et normatifs

Dans le ménage agricole, le niveau d'utilisation moyen des terres affectées aux différentes activités est de 2,02 ha pour l'arachide et de 0,5 ha pour le maïs en première saison; 1,23 ha pour l'igname précoce, 0,53 ha pour l'igname tardive, 1,91 ha pour l'arachide et 0,49 ha pour le maïs de deuxième saison. Ce plan de production observé est relativement proche des niveaux optima générés par le modèle, avec pour les cultures d'arachide de première et deuxième saison et le maïs de deuxième saison, des écarts relatifs respectifs de - 36,63% et - 27,75%, et de -46,94% (tableau 6.5).

Tableau 6.5 Plans de production observés et prédits pour le modèle agricole de base (superficie en hectare).

| ACTIVITES | Niveaux observés | niveaux prédits | écarts absolus | écarts (%) | coût d'opportunité |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------------|--------------------|
| <u>Saison 1</u> | | | | | |
| Arachide | 2,02 | 1,28 | - 0,74 | - 36,63 | 0,00 |
| Maïs | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 91411,02 |
| <u>Saison 2</u> | | | | | |
| Igname précoce | 1,23 | 1,23 | 0,00 | 0,00 | 255279,30 |
| Igname tardive | 0,53 | 0,53 | 0,00 | 0,00 | 92506,13 |
| Arachide | 1,91 | 1,38 | - 0,53 | - 27,75 | 0,00 |
| Maïs | 0,49 | 0,26 | - 0,23 | - 46,94 | 0,00 |
| <u>Valeur de la fonction objectif</u> | | | | | |
| | 1528822 | 1617428 | 88606 | 5,79 | |

Source: solution du modèle de programmation linéaire.

Tableau 6.6 importance relative des cultures dans les plans de production agricoles.

| ACTIVITES | Niveaux observés | (%) | (%) ¹⁷ | Niveaux prédits | (%) | (%) ¹⁸ |
|-----------------|------------------|-------|-------------------|-----------------|-------|-------------------|
| <u>Saison 1</u> | | | | | | |
| Arachide | 2,02 | 80,16 | | 1,28 | 71,91 | |
| maïs | 0,50 | 19,84 | | 0,50 | 28,09 | |
| <u>Saison 2</u> | | | | | | |
| Igname précoce | 1,23 | 29,57 | | 1,23 | 36,18 | |
| Igname tardive | 0,53 | 12,74 | | 0,53 | 15,59 | |
| Arachide | 1,91 | 45,91 | 79,58 | 1,38 | 40,58 | 80,15 |
| Maïs | 0,49 | 11,78 | 20,42 | 0,26 | 7,65 | 19,85 |

Source: solution du modèle de programmation linéaire.

L'analyse du tableau 6.6 montre que la logique d'utilisation des terres en terme d'importance relative pour chaque culture est respectée d'une saison à une autre pour l'arachide et le maïs. Si l'arachide est la culture de base en première saison avec 80,16% des superficies cultivées, elle le reste en deuxième saison (45,91%); mais alors suivi dans l'ordre par l'igname précoce (29,57%), l'igname tardive (12,74%). Ce constat est aussi valable pour les solutions optimales générées qui présentent pour les cultures le même ordre respectif. Cette situation s'explique par le fait que de toutes les spéculations, l'arachide est celle qui associe les coûts variables moyens les plus faibles, pour un prix à la vente élevé.

¹⁷ Ces pourcentages concernent uniquement l'importance relative de l'arachide et de maïs, dans la superficie qui leur est allouée en deuxième saison.

¹⁸ Idem.

Tableau 6.7 Coûts variables moyens dans le système agricole.

| ACTIVITES | Coûts Variables Totaux (Fcfa/ha) | Produit Total (Fcfa/ha) | CVT/PT |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|--------|
| <u>Saison 1</u> | | | |
| Arachide | 48050,72 | 387824,90 | 0,12 |
| Maïs | 31132,82 | 160488,00 | 0,19 |
| <u>Saison 2</u> | | | |
| Igname précoce | 250702,4 | 567316,10 | 0,44 |
| Igname tardive | 144026,3 | 321284,20 | 0,45 |
| Arachide | 48096,59 | 483036,70 | 0,10 |
| Maïs | 30659,00 | 161539,60 | 0,19 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

L'observation du tableau 6.7 nous indique un coût variable moyen (CVT/PT) plus faible pour l'arachide sur les deux saisons. Les charges liées à l'activité de production ne représentent que 12% du produit total pour l'arachide en première saison et 10% en deuxième saison, contre 19% pour le maïs sur les deux saisons. Alors que l'igname précoce présente un ratio de 44%, l'igname tardive en présente un de 45%. Par unité de produit généré l'arachide et le maïs présentent donc les coûts les plus faibles. Il apparaît un contraste intéressant entre l'igname tardive et le maïs de deuxième saison, à l'observation des tableaux 6.6 et 6.7. Il transparaît une compétition entre les deux cultures pour l'utilisation de la terre (11,78% et 12,74%), alors que les coûts moyens indiquent une charge relativement plus faible pour le maïs. Cela relève du fait que l'igname étant l'élément d'alimentation fondamental dans la région d'étude, en situation de concurrence, elle bénéficie de l'avantage sociologique.

Les plans de production observés apparaissent relativement proches des niveaux générés par le modèle; avec une stabilité dans l'utilisation des terres d'une saison à une autre entre l'arachide et le maïs. Sur les deux saisons l'arachide reste la culture de base en terme d'importance de

superficie.

- Analyse des marges brutes

Les activités actuelles du paysan dans le système traditionnel lui permettent de générer sur les deux saisons, et par rapport aux cultures considérées, une marge brute totale de 1528822 Fcfa, contre 1617428 Fcfa généré par le modèle de programmation; soit une réduction de 5,79%, ou 88606 Fcfa. Cela s'explique par le fait que le modèle normatif ne retient pas systématiquement en solution de base toutes les activités salariées du modèle observées et exécutées par le paysan (tableau 6.8). Le modèle normatif suggère que les paysans peuvent produire sans avoir recours au travail salarié pour certaines opérations culturales de première et de deuxième saison. Il s'agit en l'occurrence du sarclage en première saison, du semis de deuxième saison pour l'arachide et le maïs, et des deux récoltes d'ignames. Il convient de préciser le caractère normatif du modèle de programmation linéaire, qui ne tient pas compte des réalités sociologiques rurales et par rapport à l'utilisation de la dotation familiale en main d'oeuvre. En effet il arrive très souvent que pour des raisons sociales diverses (funérailles, manifestations de réjouissance, etc...) la main d'oeuvre familiale pour une certaine opération culturale ne soit pas totalement disponible sur l'exploitation. Il y a alors vraisemblablement une surestimation de cette disponibilité que corrige le modèle en ne retenant pas l'activité salariée concernée en solution de base.

Krause et al. (1987) dans une étude sur la gestion du travail dans certains systèmes de production au Niger, ont trouvé que peu d'agriculteurs ont suffisamment de liberté pour travailler plus de cinq jours complets par

semaine. Les agriculteurs interrompent souvent le travail des champs pour aller au marché, à la mosquée, préparer les repas, discuter avec leurs amis, s'occuper des enfants et se reposer à la maison. Ce qui fait dire aux anthropologues que les objectifs économiques des sociétés agricoles sont d'abord définis par les relations sociales d'une personne et ses obligations envers le village. De ce fait, à l'encontre des théories économiques qui suggèrent une augmentation de l'offre de main d'oeuvre lorsque la rétribution du travail augmente, Sahlins (1972) et Arnould (1986)¹⁹ révèlent que certains anthropologues pensent que, dans les sociétés dépendant essentiellement de l'agriculture, la quantité de temps passée à travailler ne suit pas les théories standards de l'économie.

- L'utilisation des ressources

Les tableaux 6.5 et 6.9 décrivent l'utilisation des ressources par le paysan en système traditionnel.

. Coût d'opportunité de la terre

La terre n'est pas une ressource contraignante sur les deux saisons (tableau 6.9). Cela est attesté par les productivités marginales en valeur nulles pour chaque saison. En effet pour une dotation initiale de 2,52 ha en première saison, seulement 1,79 ha ont été utilisés pour les cultures d'arachide et de maïs, soit 0,73 ha de ressource terre non utilisée. Cela signifie que toute augmentation d'une unité additionnelle de terre aura une incidence nulle sur la valeur de la fonction objectif. Il en est de même pour la terre en deuxième saison.

¹⁹ Cités par Krause et al. (1987).

Cependant les terres allouées aux cultures individuellement peuvent apparaître contraignante selon les spéculations (tableau 6.5). Ainsi en première saison bien que l'ensemble de la ressource terre ne soit pas contraignante, elle l'est de façon spécifique pour le maïs qui présente alors une productivité marginale en valeur de 91411,02 Fcfa. En deuxième saison les terres réservées à l'igname précoce et tardive sont contraignantes, avec des coûts d'opportunité respectifs de 255279,30 Fcfa et 92506,13 Fcfa. Par contre les terres pour l'arachide et le maïs de deuxième saison sont non contraignantes. Ainsi sur les deux saisons, la terre allouée à l'igname précoce est la plus contraignante. Un accroissement d'un hectare supplémentaire de cette ressource accroîtrait considérablement la valeur de la fonction objectif.

. Coût d'opportunité de la main d'oeuvre

La ressource travail sera ici analysée à travers ses deux composantes: le travail familial, et le travail salarié.

la main d'oeuvre familiale

Le travail familial utilisé en première saison n'est pas une ressource contraignante pour l'ensemble des opérations de défrichage, de semis et de sarclage; mais elle l'est pour le sarclage en général des ignames, de l'arachide et du maïs de deuxième saison, pour la récolte d'arachide et de maïs de première et deuxième saison. Cela signifie donc que la main d'oeuvre familiale n'est pas intégralement utilisée pour les premières opérations sus-citées, sauf pour les dernières dont l'utilisation d'une heure supplémentaire accroîtrait la marge brute totale d'unités monétaires supplémentaires.

Concernant les ressources pour le buttage, l'on remarque des coûts d'opportunité nuls pour une saturation, simplement parce que le paysan est à une juste utilisation de ce qu'il lui faut dans son processus d'optimisation.

la main d'oeuvre salariée

Au semis et au sarclage de première saison, la main d'oeuvre salariée n'est pas contraignante. Elle présente des coûts d'opportunité nuls. A la récolte de l'arachide et du maïs pour les deux saisons, elle est contraignante; la marge brute globale peut s'accroître respectivement de 931,61 Fcfa et de 1215,37 Fcfa, si l'on augmente la quantité de travail salarié d'une heure supplémentaire. En deuxième saison, le travail salarié au défrichage, au buttage, au sarclage des ignames, et aux premières récoltes d'igname précoce et tardive n'est pas saturé. Cela signifie que le paysan n'aurait pas dû embaucher toute cette main d'oeuvre alors qu'il disposait d'une dotation plus ou moins suffisante en travail familial. D'ailleurs pour ces activités, les solutions de base sont plus modérées pour le défrichage, le sarclage, le buttage, et la récolte par rapport aux dotations initiales. Ainsi le paysan de façon optimale ne devrait utiliser par exemple pour le buttage d'igname précoce et d'igname tardive que 71,10% et 28,76% de la main d'oeuvre salariée effectivement embauchée, et rien pour les opérations de récolte d'ignames. La main d'oeuvre salariée au semis n'est pas contraignante. Le paysan a utilisé moins de main d'oeuvre salariée qu'il n'en a loué. L'utilisation optimale en première saison est de 20,33% et rien en deuxième saison par rapport au niveau d'embauche.

Tableau 6.8 Utilisation du travail salarié dans le modèle agricole.

| contraintes | nature | dotation initiale | ress. utilis. | ress. résid. | coût d'opp. |
|---------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|----------------|
| défrchmnt IP | ns | 198,08 | 85,17 | 112,91 | 0,00 |
| défrchmnt IP, MA2 | ns | 247,68 | 25,57 | 222,11 | 0,00 |
| buttage IP | ns | 198,13 | 140,88 | 57,25 | 0,00 |
| buttage IT | ns | 192,31 | 55,31 | 136,99 | 0,00 |
| semis 1 | ns | 106,05 | 21,56 | 84,49 | 0,00 |
| semis 2 AR, MA | ns | 100,74 | 0,00 | 100,74 | 0,00 |
| sarclage 1 | ns | 185,39 | 0,00 | 185,39 | 0,00 |
| sarcl IP,IT,AR2,MA2 | s | 112,40 | 112,40 | 0,00 | 365,00 |
| sarclage IP,IT | ns | 177,12 | 12,86 | 164,25 | 0,00 |
| récolte 1 | s | 66,04 | 66,04 | 0,00 | 931,60 |
| récolte IP | ns | 16,85 | 0,00 | 16,85 | 0,00 |
| récolte IP,IT | ns | 35,00 | 0,00 | 35,00 | 0,00 |
| récolte AR2,MA2 | s | 62,55 | 62,55 | 0,00 | 1215,37 |

source: résultats du modèle de programmation.

. Coût d'opportunité des ressources financières

Les disponibilités financières en première et deuxième saison sont suffisantes pour l'exploitation, puisqu'elles ne sont pas saturées. En effet pour une disponibilité totale de 79183,54 Fcfa en première saison, seulement 77348,45 Fcfa ont été utilisés, soit 97,68%. En deuxième saison, aussi 96,35% des 458827,06 Fcfa investis dans l'exploitation agricole ont été utilisées dans la solution optimale, soit 442063,71 Fcfa. Il subsiste alors à chaque saison un reliquat, refusant ainsi la nécessité d'emprunter dans la communauté villageoise au titre des fonds d'entraide, tout comme le suggère le modèle normatif.

Tableau 6.9 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agricole de base.

| Contraintes | nature | dotation initiale | ressources utilisées | ressources résiduelles | coût d'op- portunité |
|----------------------|--------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Terre saison 1 | ns | 2,52 | 1,79 | 0,73 | 0,00 |
| Terre saison 2 | ns | 4,16 | 3,40 | 0,76 | 0,00 |
| trav.fam.defr.1 | ns | 377,25 | 22,59 | 354,66 | 0,00 |
| trav.fam.defr.21 | s | 578,45 | 578,45 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.defr.22 | s | 217,25 | 217,25 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.buttage 1 | s | 440,32 | 440,32 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.buttage 2 | s | 205,08 | 205,08 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.semis 1 | s | 213,28 | 213,28 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.semis IP | ns | 536,20 | 531,63 | 4,57 | 0,00 |
| trav.fam.semis IT | ns | 536,20 | 56,82 | 479,38 | 0,00 |
| trav.fam.semis 2 | ns | 353,28 | 226,21 | 127,07 | 0,00 |
| trav.fam.sarclage 1 | ns | 498,14 | 170,84 | 327,30 | 0,00 |
| trav.fam.sarclage 21 | s | 332,50 | 332,50 | 0,00 | 365,04 |
| trav.fam.sarclage 22 | s | 316,85 | 316,85 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.récolte 1 | s | 423,27 | 423,27 | 0,00 | 931,60 |
| trav.fam.récolte 21 | ns | 758,62 | 156,36 | 602,26 | 0,00 |
| trav.fam.récolte 22 | ns | 758,62 | 230,61 | 528,01 | 0,00 |
| trav.fam.récolte 23 | s | 423,27 | 423,27 | 0,00 | 1215,37 |
| capital liquide 1 | ns | 79183,54 | 77348,45 | 1835,09 | 0,00 |
| capital liquide 2 | ns | 473484,40 | 458827,06 | 14657,34 | 0,00 |

Source: solutions du modèle de programmation linéaire.

Bien que la terre d'exploitation ne soit pas une ressource contraignante, elle l'est en terme de répartition des terres par culture. La terre allouée à l'igname précoce est la plus contraignante. Le travail familial semblerait abondant sur l'exploitation, pour les premières opérations culturales. Ce qui n'est pas le cas pour la récolte d'arachide et de maïs de première et deuxième saison, ni pour le sarclage des ignames, de l'arachide et du maïs de deuxième saison. Le travail salarié n'est en général pas une ressource contraignante, tout comme les ressources financières.

6.2.2 Le modèle agrosylvicole

La génération de résultats par la version utilisée du modèle de programmation à objectifs multiples (MOLP-multiple objective linear programming), donne des solutions particulières à partir d'une procédure de variations paramétriques des pondérations cardinales. La taille de l'écart de pondération adoptée a permis de construire une échelle de pondérations qui décrit la préférence absolue d'un objectif par rapport à un autre, l'iso-préférence, la préférence relative de moitié, au tiers, au quart, au cinquième et au dixième.

Tableau 6.10 Variations paramétriques des poids et solutions générées par le modèle MOLP.

| solutions | w ₁ | w ₂ | revenu optimal net | |
|-----------|----------------|----------------|--------------------|-----------|
| | | | cult.vivr. | arbres |
| 1 | 1 | 0 | 588086,20 | 604385,40 |
| 2 | 0 | 1 | 111635,90 | 548979,90 |
| 3 | 1 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |
| 4 | 1 | 2 | 588086,10 | 548979,90 |
| 5 | 1 | 3 | 588086,10 | 548979,90 |
| 6 | 1 | 4 | 588086,10 | 548979,90 |
| 7 | 1 | 5 | 588086,10 | 548979,90 |
| 8 | 2 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |
| 9 | 3 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |
| 10 | 4 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |
| 11 | 5 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |
| 12 | 1 | 10 | 588086,10 | 548979,90 |
| 13 | 10 | 1 | 588086,10 | 548979,90 |

Source: résultats du modèle MOLP.

Pour différentes pondérations cardinales, il peut exister des résultats identiques. Le regroupement des solutions par niveaux identiques de revenus optimaux nets bilatéraux, fait ressortir trois groupes de solutions.

Tableau 6.11 Solutions groupées du modèle agrosylvicole de base.

| solutions | groupes de solutions | revenu net optimal | | |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|-----------|------------|
| | | cult. vivr. | arbres | global |
| 1 | I | 588086,20 | 604385,40 | 1192471,60 |
| 2 | II | 111635,90 | 548979,90 | 660615,80 |
| 3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12,13. | III | 588086,10 | 548979,90 | 1137066,00 |

source: résultats du modèle MOLP

Ces solutions sont regroupées par classes de pondérations conduisant au même plan de production optimal, et générant un même niveau de revenu optimal net bilatéral.

Il est à constater que la solution 2 (groupe de solutions II) est dominée par toutes les autres. Pour des niveaux élevés de revenus sur les arbres, elle donne les plus faibles niveaux de revenus sur cultures vivrières. Le niveau d'aspiration sur cultures vivrières est sous-réalisé de 87,54%, associé à un supplément de 320,41% sur le revenu attendu des arbres. Elle ne fera donc pas l'objet de recommandation. Les niveaux d'aspiration sur cultures vivrières et sur arbres étant respectivement de 896170,50 Fcfa et de 130580,50 Fcfa, la solution 1 (groupe de solutions I), montre que le paysan excède son niveau d'aspiration sur arbre, sans pouvoir atteindre celui sur les cultures vivrières. Il subit une déviation optimale de 473804,90 Fcfa par rapport à l'objectif sur arbres, soit une réalisation optimale supérieure de 362,84%. Pour les cultures vivrières, la déviation optimale est de 308084,3 Fcfa, soit une sous-réalisation de 34,38%. Les solutions 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 (groupe de solutions III) conduisent à une sous-réalisation à l'optimum, de 34,38% sur les cultures vivrières, et de 320,41% de revenu supplémentaire sur les arbres. La solution 2 enseigne que le paysan étant obligé de réaliser des opérations sur les arbres, toute négligence des cultures vivrières engendre un faible revenu net agricole, soit une alternative dominée. Cela précise la nécessité de prendre absolument en compte dans une telle pratique agroforestière, la composante de cultures vivrières dans une logique d'optimisation. Si l'on se réfère par contre à la solution 1, on remarque que malgré la non importance absolue des arbres, le paysan y réalise la meilleure performance en terme de revenu net. Cela relève du caractère obligatoire des travaux forestiers, et du fait que la meilleure façon d'accroître ses gains sur les arbres est d'y cultiver. Les cultures vivrières ne peuvent s'effectuer en dehors des arbres.

L'intervention dans le système Taungya garantit donc au paysan un gain optimal minimum de 548979,90 Fcfa sur les arbres, s'il respecte suffisamment les préoccupations forestières; quelque soit le niveau d'ambition exprimé sur les cultures vivrières, comme le suggère les groupes de solutions II et III. Lorsque le paysan opte pour une ambition raisonnable et stable plus faible (égale à l'unité) sur les cultures vivrières, contre une ambition croissante sur les arbres, comme dans les solutions 4,5,6,7 et 12 son gain net sur les arbres reste stable, de même que celui sur les cultures vivrières. Cette stabilité du revenu reste valable dans la situation d'arbitrage inverse. L'arbitrage de passage d'une situation éliminant tout intérêt sur les arbres (groupe de solution I) pour une situation donnant une importance totale et/ou croissance accordée aux cultures et aux arbres (groupe de solutions III), maintient la stabilité du gain sur les cultures vivrières, pour une alternative inférieure de 9,17% sur les arbres.

- Groupe de solutions I

La solution 1 a été générée par les pondérations $w_1 = 1$ et $w_2 = 0$. Le plan de production observé indique un niveau d'utilisation des terres de 0,38 ha pour l'arachide et de 1,34 ha pour le maïs en première saison. En deuxième saison, l'igname précoce occupe 1,02 ha, l'igname tardive en occupe 0,50, l'arachide et le maïs font respectivement 0,36 ha et 1,10 ha.

Tableau 6.12 Importance relative des cultures dans les plans de production agrosylvicoles.

| ACTIVITES | Niveaux observés | (%) | (%) | Niveaux prédits | (%) | (%) |
|-----------------|------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| <u>Saison 1</u> | | | | | | |
| Arachide | 0,38 | 22,09 | | 0,38 | 22,09 | |
| maïs | 1,34 | 77,91 | | 1,34 | 77,91 | |
| <u>Saison 2</u> | | | | | | |
| Igname précoce | 1,02 | 34,23 | | 0,95 | 37,40 | |
| Igname tardive | 0,50 | 16,78 | | 0,50 | 19,69 | |
| Arachide | 0,36 | 12,08 | 24,66 | 0,36 | 14,17 | 33,03 |
| Maïs | 1,10 | 36,91 | 75,34 | 0,73 | 28,74 | 66,97 |

Source: solution du modèle MOLP.

Contrairement au système traditionnel où l'arachide est la culture de base, le maïs en agrosylviculture est la culture de base. Elle représente d'ailleurs 70% des superficies cultivées par parcelles (tableau 4.1). En deuxième saison, les cultures les plus importantes sont dans l'ordre le maïs (36,91%), l'igname précoce (34,23%), l'igname tardive (16,78%) et l'arachide (12,08%). Il y a en deuxième saison une forte concurrence entre le maïs et l'igname précoce pour l'utilisation des terres: 36,91% contre 34,23%.

Bien que le maïs soit dominant dans le système agrosylvicole, il ne l'est pas de façon aussi nette que l'arachide dans le système traditionnel. Ainsi d'un système à l'autre, l'ordre d'importance des cultures de tête change. Les prédictions du modèle inverse cette tendance en deuxième saison, en accordant à l'igname précoce la plus grande importance relative en superficie cultivée. L'igname précoce (37,40%) est alors suivie du maïs (28,74%), de l'igname tardive (19,69%) et de l'arachide (14,17%). Cette allocation en terre des cultures présente un fort contraste en référence aux coûts variables moyens. Les cultures les plus importantes sont celles qui exigent les coûts moyens de production les plus élevés, comme le présente le tableau 6.13.

Tableau 6.13 Coûts variables moyens dans le système agrosylvicole.

| ACTIVITES | Coûts Variables Totaux (Fcfa/ha) | Produit Total (Fcfa/ha) | CVT/PT |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|--------|
| <u>Saison 1</u> | | | |
| Arachide | 67300,50 | 317205,20 | 0,21 |
| Maïs | 30804,11 | 89083,80 | 0,34 |
| <u>Saison 2</u> | | | |
| Igname précoce | 396910,20 | 484643,70 | 0,82 |
| Igname tardive | 66411,42 | 179960,30 | 0,37 |
| Arachide | 84712,57 | 395079,30 | 0,21 |
| Maïs | 79583,85 | 74730,58 | 1,06 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

L'arachide conserve toujours le niveau de coûts le plus bas, mais de manière très rehaussée par rapport au système traditionnel (21% contre 12% et 10%). Le coût moyen de l'igname tardive se réduit au passage en agrosylviculture, tandis que ceux du maïs de deuxième saison et de l'igname précoce s'accroissent énormément. Le maïs est surtout pratiqué par les allochtones. Bien qu'il soit la culture la moins absorbante de main d'oeuvre totale, sa consommation en main d'oeuvre salariée est la plus grande (tableau 4.7), ce qui alourdit énormément les coûts de production.

L'igname précoce est la seule culture installée lors de la deuxième réception des travaux forestiers. Cela occasionne la location d'une importante quantité de travail, car les paysans anticipent de faire de grandes superficies dans une logique de maximisation des primes. Les coûts de production sont les plus élevés, à cause surtout des semences. L'importance de ces deux cultures dans les plans de production relève surtout de la gestion du risque agricole par le paysan, qui aspire tout d'abord à s'assurer un niveau minimum de subsistance et de facilité d'écoulement de son produit sur le marché.

Pour une fonction objectif en valeur de 308084,30 Fcfa, le modèle indique une sous-réalisation à l'optimum du niveau d'aspiration sur les cultures vivrières, et un supplément sur les arbres. Pour un niveau de revenu net observé de 1007204,69 Fcfa, le modèle génère 1192471,60 Fcfa, soit un accroissement de 18,39%, c'est à dire 187267 Fcfa. Cette solution donne des allocations de ressources et des productivités marginales en valeur qui sont présentées au tableau suivant.

Tableau 6.14 Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution I).

| activités | observa- tions | prédictions du modèle | ressources résiduelles | coût d'op- portunité |
|---|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| activités de productions vivrières: | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 | 0,07 | 0,00 |
| I.T. | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 47711,80 |
| AR1 | 0,38 | 0,38 | 0,00 | 192311,80 |
| MA1 | 1,34 | 1,34 | 0,00 | 0,00 |
| AR2 | 0,36 | 0,36 | 0,00 | 290485,80 |
| MA2 | 1,10 | 0,73 | 0,37 | 0,00 |
| activités d'entretiens en cultures: | | | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 | 0,00 | -36365,82 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | 0,00 | -13797,85 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | 0,00 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | -14825,99 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | -13024,99 |
| activités d'entretiens classiques: | | | | |
| TA1LS | 7,36 | 7,36 | 0,00 | 0,00 |
| TA1IS | 10,67 | 0,00 | 10,67 | 0,00 |
| TA1IF | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 | 0,00 | 5550,72 |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 | 0,00 | - 1763,79 |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 | 0,00 | 8479,99 |
| activités de sous-traitance: | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | 0,00 | 0,00 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | 0,00 | 0,00 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | |
| LSCDHR | 284,30 | 104,89 | 179,41 | 0,00 |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 | 73,50 | 0,00 |
| LSCBUTT1 | 266,41 | 176,77 | 89,64 | 0,00 |
| LSCBUTT2 | 102,75 | 81,30 | 21,45 | 0,00 |
| LSCSEM1 | 130,40 | 79,95 | 50,45 | 0,00 |
| LSCSEM21 | 128,17 | 11,83 | 116,34 | 0,00 |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 | 60,31 | 0,00 |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 | 117,90 | 0,00 |

| | | | | |
|----------|--------|---------|---------|------|
| LSCSAR1 | 128,19 | 0,00 | 128,19 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 156,24 | 39,24 | 0,00 |
| LSCSARHR | 218,86 | 149,25 | 69,61 | 0,00 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | 46,93 | 0,00 |
| LSC2SAR | 423,75 | 306,98 | 116,77 | 0,00 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | -818,58 | 0,00 |
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 | 306,70 | 0,00 |
| LSCREC21 | 60,00 | 27,81 | 32,19 | 0,00 |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 | 52,12 | 0,00 |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,14 | 288,36 | 0,00 |

| critères objectifs | niveau d'aspiration | solutions du modèle |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| revenu net en cultures | 896170,50 | 588086,20 |
| revenu net en arbres | 130580,50 | 604385,40 |
| valeur de la fonction objectif | | 308084,30 |

source: résultats du modèle MOLP.

. Les activités agrosylvicoles

De façon générale, le paysan moyen qui obéit à cette logique d'optimisation alloue dans l'ensemble très efficacement les ressources en terres mises à sa disposition. La contrainte en terre la plus forte ici se réfère à la terre pour l'arachide de deuxième saison, suivi de celle de première saison. Toute unité de superficie additionnelle cultivée par le paysan améliorerait la réalisation des objectifs du paysan respectivement de 290486 Fcfa et de 192312 Fcfa.

En somme, les coûts d'opportunité des activités de production sont positifs ou nuls. Ce qui signifie que si l'on accroît leurs superficies respectives d'une unité supplémentaire, cela aura pour effet de réduire la valeur de la fonction objectif des montants indiqués par les prix duaux, ou de n'avoir aucun effet du tout. En d'autres termes le paysan pourra encore réaliser des gains additionnels sur les cultures vivrières malgré les contraintes d'entretiens des arbres, et mieux atteindre son niveau

d'aspiration global. Par contre les lignes d'arbres sarclées dans les espaces de cultures présentent des coûts d'opportunité négatifs ou nuls; ce qui signifie que si l'on accroît leurs superficies d'une unité supplémentaire, cela augmentera la valeur de la fonction objectif dans de grandes proportions, ou n'induera aucun effet. Dans ces cas toute utilisation supplémentaire de ressources productives est une mauvaise allocation; c'est un gaspillage de ressources. L'entretien en igname précoce présente le plus mauvais effet sur la réalisation globale des aspirations du paysan, suivi de l'arachide de deuxième saison, de l'igname tardive et du maïs de deuxième saison; parce que toute augmentation de la valeur de la fonction objectif signifie que le paysan s'éloigne de plus en plus de son niveau d'aspiration. Le risque associé au revenu (évalué en terme de déviations pondérées cumulées par rapport au niveau de revenu espéré) devient alors plus grand, et peut échapper à la maîtrise du paysan.

Le gain d'opportunité net²⁰ le plus favorable revient à l'arachide de deuxième saison, suivie de l'arachide de première saison et de l'igname tardive. L'igname précoce et le maïs de deuxième saison, présentent quant à eux une perte d'opportunité nette. Les coûts les plus élevés sont supportés par l'igname précoce, qui associe ainsi le risque le plus élevé à la réalisation du revenu.

En respectant au maximum les contraintes d'entretiens des arbres forestiers, le paysan ne peut cependant pas sarcler d'interlignes en entretiens classiques comme le requiert les services forestiers. Ce qui donne un taux de non réalisation de 100% pour cette opération sylvicole, en première

²⁰ C'est la somme des coûts d'opportunité sur les activités de productions vivrières et d'entretiens en cultures.

saison. Ce taux de non réalisation s'annule en deuxième saison, et tout l'interligne sarclé imposé est réalisé. En réalisant pleinement les superficies exigées par les services forestiers, le paysan alloue ses ressources productives dans le sens d'une préservation de l'environnement forestier. Les activités d'entretiens classiques présentent toutes des coûts d'opportunité positifs ou nuls, sauf le sarclage en interligne de deuxième saison. L'extension individuelle d'une unité supplémentaire des activités d'entretiens classiques à coût d'opportunité positifs aura un effet à la baisse sur la valeur de la fonction objectif des montants indiqués; ce qui permettra au paysan de mieux réaliser ses aspirations. Les plus contraignantes sont la ligne sarclée et l'interligne fauché de deuxième saison. La volonté du paysan en deuxième saison de réaliser toute l'interligne sarclé est tel que tout effort supplémentaire induit un éloignement du paysan de son niveau d'aspiration; soit un gaspillage de ressources en travail. Les activités de sous-traitance ne sont pas contraignantes. Elles ont des coûts d'opportunité nuls sur les deux saisons. Les activités de location de main d'oeuvre présentent toutes des coûts d'opportunité nuls. Le paysan réalise un niveau d'utilisation plus que nécessaire de cette ressource. Cependant pour l'activité de deuxième sarclage des arbres le modèle prédit une plus grande utilisation que l'observation, suggérant que le paysan devrait aller au delà du niveau actuel pour réaliser le plan optimal prédit.

. L'utilisation des ressources

Les ressources productives affectées à l'agrosylviculture par le paysan sont utilisées de la manière présentée au tableau 6.15.

Tableau 6.15 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution I).

| contraintes | nature | dotation initiale | niveau d'utilisation | ressources résiduelles | coût d'opportunité |
|-----------------|--------|-------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| terre saison 1 | s | 1,72 | 1,72 | 0,00 | 65478,57 |
| terre saison 2 | ns | 2,98 | 2,54 | 0,44 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | s | 258,96 | 258,96 | 0,00 | 187,78 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 127,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 102,25 | 0,00 | 127,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 172,66 | 0,00 | 168,45 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 215,58 | 0,00 | 168,45 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 94,64 | 24,32 | 0,00 |
| trav.fam;sem23 | s | 157,66 | 157,66 | 0,00 | 24,58 |
| trav.fam.sar1 | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 182,59 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 348,83 | 0,00 | 143,58 |
| trav.fam.rec1 | ns | 244,14 | 239,92 | 4,22 | 0,00 |
| trav;fam.rec21 | s | 28,03 | 28,03 | 0,00 | 72,55 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 116,61 | 14,41 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 187,58 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212,30 | 144519,44 | 20692,86 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334,50 | 649334,50 | 0,00 | 0,07 |

Source: résultats du modèle MOIP.

La terre

Les terres allouées aux productions vivrières en saison 1 sont saturées. Elles ont un coût d'opportunité positif de 65478,57 Fcfa. La contrainte de terre en deuxième saison n'est pas effective puisque la terre affectée aux productions vivrières n'y est pas saturée. Les espaces entretenus en lignes sont aussi saturés sur les deux saisons, mais avec un effet à la marge nul sur la valeur de la fonction objectif. Les terres en entretiens classiques ne sont pas saturées en première saison, mais elles le sont en deuxième saison. Le paysan aura alors en deuxième saison effectué tout l'entretien classique requis.

La main d'oeuvre familiale

Au défrichement de deuxième saison (DHR), seules les cultures d'igname tardive, d'arachide et de maïs ont été prises en compte, ayant été les seules bénéficiaires de cette opération. Leur réalisation a permis l'épuisement de la main d'oeuvre familiale disponible de sorte que toute utilisation d'une unité supplémentaire induit une amélioration de la fonction objectif de 187,78 Fcfa (i.e elle se réduit au taux de 187,87 Fcfa/homme-heures). Le buttage est une opération contraignante. Elle présente des coûts d'opportunité positifs (127 Fcfa/homme-heures). Le semis est une opération contraignante dans son ensemble, sauf avec l'igname tardive. Les ressources en main d'oeuvre familiale sont totalement épuisées en première saison, et aussi en deuxième saison pour l'igname précoce, l'arachide et le maïs. Les coûts d'opportunité sont positifs, signifiant des effets à la marge améliorant sur la réalisation des objectifs du paysan. Les opérations de sarclage en deuxième saison et hors réception sont contraignantes et présentent des coûts d'opportunité respectifs

de 182,59 Fcfa et 143,58 Fcfa par unité de travail. Le sarclage 1 épuise la main d'oeuvre familiale avec un coût d'opportunité nul. Pour ces trois opérations culturales la main d'oeuvre familiale s'est épuisée générant ainsi des coûts d'opportunité positifs ou nuls.

Les opérations de récoltes d'arachide et de maïs de première et deuxième saison, et la dernière récolte d'igname (précoce et tardive) ont des coûts d'opportunité nuls. La première récolte de l'igname précoce a un coût d'opportunité de 72,55 Fcfa/homme-heures; ce qui est la plus forte contrainte sur les opérations de récolte. Les récoltes de deuxième saison de l'arachide et du maïs épuisent la main d'oeuvre familiale. Mais avec la juste utilisation effectuée par le paysan, le coût d'opportunité est nul.

De façon générale le modèle accepte assez partiellement l'utilisation de la main d'oeuvre salariée, qui ne devrait pas être le plus souvent si fortement recrutée avec le niveau de disponibilité en main d'oeuvre familiale. Ainsi l'igname tardive, l'arachide et le maïs de dernière saison, n'auraient besoin d'aucune ressource supplémentaire extérieure, la disponibilité familiale étant largement suffisante. D'autre part le modèle estime la location de main d'oeuvre sur arbre assez excessive, et prédit des proportions plus raisonnables. Excepté le cas de deuxième sarclage, où il prédit une utilisation plus forte de main d'oeuvre familiale affectée aux arbres, que l'observation. Le paysan aurait ainsi pu aller un peu au delà de sa réalisation effective sans effet distordant sur la réalisation de ses aspirations. Ainsi de façon générale le coût d'opportunité d'utilisation de la main d'oeuvre salariée serait nul. La main d'oeuvre louée par opération culturale devant servir à couvrir les opérations effectivement menées, les différents reliquats signifient que le paysan aurait dû en acquérir de façon

plus modérée.

Le capital

Les ressources financières utilisées en première saison ne sont pas épuisées. Leurs productivités marginales en valeur sont nulles. Cela signifie que l'utilisation d'une unité additionnel de ressources financières ne pourra plus contribuer à la pleine réalisation des objectifs du paysan. Ce qui n'est pas le cas en deuxième saison, où la contrainte financière est saturée, indiquant un coût d'opportunité de 0,07 Fcfa. Ces constats enseignent qu'il serait certainement avantageux d'améliorer les disponibilités financières au niveau du paysan en deuxième saison.

Il ressort de cette solution que le paysan alloue efficacement ses ressources terres et sa force de travail familiale, dans un sens de réalisation effective et optimale des travaux agrosylvicoles. Ce qui concourt du point de vue du forestier à une contribution significative à la reconstitution de l'environnement forestier.

- Groupe de solutions II

La solution 2 est ici décrite avec les pondérations $w_1 = 0$ et $w_2 = 1$. Elle correspond au cas où le paysan n'accorde aucun intérêt aux cultures vivrières, alors qu'il accorde toute l'attention aux arbres. Dans une telle logique les activités d'entretiens des arbres seront favorisées, au détriment des activités de cultures vivrières. Le revenu optimal généré par le modèle est de 660615,80 Fcfa, contre 1007204,69 Fcfa pour l'observation; soit une réduction de 34,41%, c'est à dire de 346588,9 Fcfa.

Les tableaux 6.16 et 6.17 montrent qu'une telle logique conduit à une allocation optimale des ressources productives différentes du plan observé du paysan. Le plan de production du paysan n'est donc pas adapté pour cette stratégie.

Tableau 6.16 Niveaux d'activités et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution II).

| activités | observa- tions | prédictions du modèle | ressources résiduelles | coût d'op- portunité |
|---|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| activités de productions vivrières: | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,28 | 0,74 | 0,00 |
| I.T. | 0,50 | 0,18 | 0,32 | 0,00 |
| AR1 | 0,38 | 0,00 | 0,38 | 0,00 |
| MA1 | 1,34 | 0,05 | 1,29 | 0,00 |
| AR2 | 0,36 | 0,00 | 0,36 | 0,00 |
| MA2 | 1,10 | 0,07 | 1,03 | 0,00 |
| activités d'entretiens en cultures: | | | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 | 0,00 | - 8285,69 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 21872,00 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | - 9584,80 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | 0,00 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | - 9403,80 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | 21273,00 |
| activités d'entretiens classiques: | | | | |
| TA1LS | 7,36 | 7,36 | 0,00 | - 5601,47 |
| TA1IS | 10,67 | 0,00 | 10,67 | 0,00 |
| TA1IF | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 4662,20 |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 | 0,00 | -12901,17 |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 | 0,00 | -13901,17 |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 | 0,00 | - 2637,87 |
| activités de sous-traitance: | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | 0,00 | -22857,80 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | 0,00 | -30156,93 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | |
| LSCDHR | 284,30 | 0,00 | 284,30 | 0,00 |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 | 73,50 | 0,00 |
| LSCBUTT1 | 266,41 | 0,00 | 266,41 | 0,00 |
| LSCBUTT2 | 102,75 | 0,00 | 102,75 | 0,00 |
| LSCSEM1 | 130,40 | 0,00 | 130,40 | 0,00 |
| LSCSEM21 | 128,17 | 0,00 | 128,17 | 0,00 |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 | 60,31 | 0,00 |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 | 117,90 | 0,00 |
| LSCSARI | 128,19 | 0,00 | 128,19 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 459,68 | -264,20 | 0,00 |
| LSCSARHR | 218,86 | 0,00 | 218,86 | 0,00 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | 46,93 | 0,00 |
| LSC2SAR | 423,75 | 0,00 | 423,75 | 0,00 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | -818,58 | 0,00 |

| | | | | |
|----------|--------|------|--------|------|
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 | 306,70 | 0,00 |
| LSCREC21 | 60,00 | 0,00 | 60,00 | 0,00 |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 | 52,12 | 0,00 |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,00 | 288,50 | 0,00 |

| critères objectifs | niveau d'aspiration | solutions du modèle |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| revenu net en cultures | 896170,50 | 111635,90 |
| revenu net en arbres | 130580,50 | 548979,90 |
| valeur de la fonction objectif | | 418399,40 |

Source: résultats du modèle MOLP.

La combinaison qui donne la plus faible somme des déviations requiert une activité de production optimale d'igname précoce et d'igname tardive respectivement à 27,45% et 36%. L'arachide ne devrait faire l'objet d'aucune production sur les deux saisons; alors que le maïs ne devrait être produite que très faiblement, voire même rien. Dans l'ensemble les coûts d'opportunité associés sont négatifs. Et le paysan ne devrait donc plus recourir à la stratégie de sous-traitance pour améliorer son niveau d'aspiration, sinon il opérerait un gaspillage de ressources. La location de main d'oeuvre devient excessive, surtout pour les activités de productions vivrières. Si la location est tolérée pour l'entretien des arbres, il faut cependant en toute logique ne rien recruter pour les cultures vivrières. La main d'oeuvre familiale est largement suffisante. Seules les activités d'entretiens classiques de deuxième saison et le buttage d'igname précoce laature; mais elles ont un coût d'opportunité nul. Cette solution est dominée, et le décideur rationnel ne l'adoptera pas. Aussi elle ne répond pas à l'attente des forestiers qui espèrent de la combinaison agrosylvicole un effet positif sur la croissance initiale des arbres. Les forestiers devrait donc éviter de susciter une telle stratégie à travers les contrats.

Tableau 6.17 Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions II).

| contraintes | nature | dotation initiale | ressources utilisées | ressources résiduelles | coût d'opportunité |
|-----------------|--------|-------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| terre saison 1 | s | 1,72 | 0,06 | 1,66 | 0,00 |
| terre saison 2 | ns | 2,98 | 0,54 | 2,44 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | ns | 258,96 | 77,65 | 181,31 | 0,00 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 66,74 | 35,51 | 0,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 7,50 | 165,16 | 0,00 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 67,98 | 147,60 | 0,00 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 34,41 | 84,55 | 0,00 |
| trav.fam.sem23 | s | 157,66 | 7,49 | 150,17 | 0,00 |
| trav.fam.sar1 | s | 276,31 | -251,55 | 527,86 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 128,59 | 147,72 | 0,00 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 143,74 | 205,09 | 0,00 |
| trav.fam.rec1 | ns | 244,14 | 4,84 | 239,30 | 0,00 |
| trav.fam.rec21 | s | 28,03 | 16,69 | 11,34 | 0,00 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 36,16 | 94,86 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 4,84 | 182,74 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212,30 | 46244,20 | 118968,10 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334,50 | 308587,30 | 340747,20 | 0,00 |

Source: résultats du modèle MOLP.

- Groupe de solutions III

Ce groupe de solutions correspond aux jeux de pondérations $w_1 = 1$ et $w_2 = 1, 2, 3, 4, 5, 10$ d'une part, et $w_1 = 2, 3, 4, 5, 10$ pour $w_2 = 1$ d'autre part.

Il en ressort des allocations par rapport aux cultures vivrières et aux arbres identiques au groupe de solutions I, à la différence que toute préférence affichée pour les cultures vivrières ou les arbres affecte variablement les coûts d'opportunité. De façon générale ces coûts d'opportunité croissent de façon différenciée avec l'augmentation du poids relatif à chaque objectif.

Lorsque le poids des arbres augmentent ceteris paribus, les prix duaux des activités de productions vivrières sont invariables, alors que ceux des autres activités croissent globalement en valeur absolue pour ceux qui ne sont pas nuls. Lorsque les poids des cultures vivrières augmentent ceteris paribus, les prix duaux associés aux activités de productions vivrières augmentent en valeur absolue, ainsi que ceux des activités d'entretiens en cultures. Pour les activités d'entretiens classiques, les prix duaux en valeur absolue sont invariables en première saison, mais croissent en deuxième saison.

Ce groupe de solutions génère un revenu optimal net de 1137066 Fcfa; ce qui correspond à un accroissement supplémentaire du revenu observé de 12,89%, c'est à dire 129861,3 Fcfa.

Tableau 6.18a Niveaux d'activités et coûts d'opportunité générés par le modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III).

| activités | observa- tions | prédic ^t du modèle | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | $w_1=1/w_2=1$ | $w_1=1/w_2=2$ | $w_1=1/w_2=3$ | $w_1=1/w_2=4$ |
| activités de productions vivrières: | | | | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.T. | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 47711,95 | 47711,99 | 47711,99 | 47711,99 |
| AR1 | 0,38 | 0,38 | 0,00 | 192311,70 | 192311,90 | 192311,90 | 192311,90 |
| MA1 | 1,34 | 1,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| AR2 | 0,36 | 0,36 | 0,00 | 290485,70 | 290485,80 | 290485,80 | 290485,80 |
| MA2 | 1,10 | 0,73 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| activités d'entretien en cultures: | | | | | | | |
| TATP | 0,53 | 0,53 | 0,00 | - 44651,51 | - 52937,20 | - 61222,89 | - 69508,59 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | 0,00 | - 8074,15 | - 29946,15 | - 51818,15 | - 73690,16 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | - 9584,80 | - 19169,60 | - 28754,40 | - 38339,20 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | - 9403,80 | - 18807,60 | - 28211,40 | - 37615,20 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | - 6447,01 | - 27720,01 | - 48993,01 | - 70266,02 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | - 6262,67 | - 25549,66 | - 44836,66 | - 64123,66 |
| activités d'entretiens classiques: | | | | | | | |
| TA1LS | 7,36 | 7,36 | 0,00 | - 5601,47 | - 11202,94 | - 16804,41 | - 22405,88 |
| TA1TS | 10,67 | 0,00 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TA1TF | 0,86 | 0,86 | 0,00 | - 4662,20 | - 9324,40 | - 13986,60 | - 18648,80 |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 | 0,00 | - 7350,45 | - 20251,63 | - 33152,80 | - 46053,98 |
| TA2TS | 11,86 | 11,86 | 0,00 | - 15664,96 | - 29566,14 | - 43467,31 | - 57368,49 |
| TA2TF | 1,07 | 1,07 | 0,00 | - 5842,12 | - 3204,25 | - 566,38 | - 2071,49 |
| activités de sous-traitance: | | | | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | 0,00 | - 22857,80 | - 45715,60 | - 68573,41 | - 91431,20 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | 0,00 | - 30156,93 | - 60313,86 | - 90470,79 | - 120627,70 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | | | | |
| LSCDHR | 284,30 | 104,89 | 179,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 | 73,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSRUTT1 | 266,41 | 176,77 | 89,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSRUTT2 | 102,75 | 81,30 | 21,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|----------|--------|---------|---------|------|------|------|------|
| LSOSEM1 | 130,40 | 79,95 | 50,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEM21 | 128,17 | 11,83 | 116,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEM22 | 60,31 | 0,00 | 60,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEM23 | 117,90 | 0,00 | 117,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSAR1 | 128,19 | 0,00 | 128,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 459,68 | -264,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSARHR | 218,86 | 149,25 | 69,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | 46,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSO2SAR | 423,75 | 306,98 | 116,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | -818,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEC1 | 306,70 | 0,00 | 306,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEC21 | 60,00 | 27,81 | 32,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEC22 | 52,12 | 0,00 | 52,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSOSEC23 | 288,50 | 0,14 | 288,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| critères objectifs | niveau d'aspiration | solutions du modèle | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| revenu net en cultures | 896170,50 | 588086,10 | | | |
| revenu net en arbres | 130580,50 | 548979,90 | | | |
| valeur de la fonction objectif | $w_1=1/w_2=1$ 726483,80 | $w_1=1/w_2=2$ 1144883 | $w_1=1/w_2=3$ 1563283 | $w_1=1/w_2=4$ 1981682 | |

source: résultats du modèle MOLP.

Tableau 6.18b Niveaux d'activités et coûts d'opportunité générés par le modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III) (suite 1).

| activités | observa- tions | prédit° du modèle | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | | |
|---|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|
| | | | | $w_1=1/w_2=5$ | $w_1=1/w_2=10$ | $w_1=2/w_2=1$ | $w_1=3/w_2=1$ |
| activités de productions vivrières: | | | | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.T. | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 47711,99 | 47711,99 | 95423,98 | 143136,00 |
| AR1 | 0,38 | 0,38 | 0,00 | 192311,90 | 192311,90 | 384623,70 | 576935,60 |
| MA1 | 1,34 | 1,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| AR2 | 0,36 | 0,36 | 0,00 | 290485,80 | 290485,80 | 580971,60 | 871457,40 |
| MA2 | 1,10 | 0,73 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| activités d'entretiens en cultures: | | | | | | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 | 0,00 | - 77794,27 | -119222,70 | - 81017,33 | -117383,10 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 95562,16 | 204922,20 | - 5723,69 | - 19521,54 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | - 47924,00 | - 95848,01 | - 9584,80 | - 9584,80 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | - 47019,00 | - 94038,01 | - 9403,80 | - 9403,80 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | 91539,02 | 197904,00 | - 8378,97 | - 23204,96 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | 83410,66 | 179845,70 | - 6761,67 | - 19786,01 |
| activités d'entretiens classiques: | | | | | | | |
| TA1IS | 7,36 | 7,36 | 0,00 | - 28007,35 | - 56014,70 | - 5601,47 | - 5601,47 |
| TA1IS | 10,67 | 0,00 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TA1IF | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 23311,00 | 46622,00 | 4662,20 | 4662,20 |
| TA2IS | 4,91 | 4,91 | 0,00 | - 58955,15 | -123461,00 | - 1799,73 | 3750,98 |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 | 0,00 | - 71269,66 | -140775,50 | - 17428,75 | - 19192,54 |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 | 0,00 | - 4709,36 | - 17898,71 | 14322,12 | 22802,11 |
| activités de sous-traitance: | | | | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | 0,00 | -114289,00 | -228578,00 | - 22857,80 | - 22857,80 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | 0,00 | -150784,70 | -301569,30 | - 30156,93 | - 30156,93 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | | | | |
| I.SCDHR | 284,30 | 104,89 | 179,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.SADHR | 140,21 | 66,71 | 73,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.SCRUTT1 | 266,41 | 176,77 | 89,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.SCRUTT2 | 102,75 | 81,30 | 21,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|----------|--------|---------|---------|------|------|------|------|
| LSCSEM1 | 130,40 | 79,95 | 50,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM21 | 128,17 | 11,83 | 116,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 | 60,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 | 117,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSAR1 | 128,19 | 0,00 | 128,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 269,50 | - 74,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSARHR | 218,86 | 149,25 | 69,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | 46,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSC2SAR | 423,75 | 306,98 | 116,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | -818,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 | 306,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC21 | 60,00 | 27,81 | 32,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 | 52,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,14 | 288,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| critères objectifs | niveau d'aspiration | | solutions du modèle | |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|---------------|
| revenu net en cultures | 896170,5 | | 588086,10 | |
| revenu net en arbres | 130580,5 | | 548979,90 | |
| valeur de la fonction objectif | $w_1=1/w_2=5$ | $w_1=1/w_2=10$ | $w_1=2/w_2=1$ | $w_1=3/w_2=1$ |
| | 2400081,00 | 4492079,00 | 1034568,00 | 1342652,00 |

source: résultats du modèle MOLP.

Tableau 6.18c Niveaux d'activités et coûts d'opportunité générés par le modèle de base agrosylvicole (groupe de solutions III) (suite 2).

| activités | observa- tions | prédic ^o du modèle | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | |
|---|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | | | | $w_1=4/w_2=1$ | $w_1=5/w_2=1$ | $w_1=10/w_2=1$ |
| activités de productions vivrières: | | | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| I.T. | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 190848,00 | 238559,90 | 477119,90 |
| AR1 | 0,38 | 0,38 | 0,00 | 769247,40 | 961559,30 | 1923119,00 |
| MA1 | 1,34 | 1,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| AR2 | 0,36 | 0,36 | 0,00 | 1161943,00 | 1452429,00 | 2904858,00 |
| MA2 | 1,10 | 0,73 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| activités d'entretien en cultures: | | | | | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 | 0,00 | - 153749,00 | - 190114,80 | - 371943,90 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | 0,00 | - 33319,39 | - 47117,23 | - 116106,50 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | - 9584,80 | - 9584,80 | - 9584,80 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | - 9403,80 | - 9403,80 | - 9403,80 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | 0,00 | - 38020,95 | - 52856,94 | - 126986,90 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | 0,00 | - 32810,34 | - 45834,68 | - 110956,40 |
| activités d'entretiens classiques: | | | | | | |
| TA1LS | 7,36 | 7,36 | 0,00 | - 5601,47 | - 5601,47 | - 5601,47 |
| TA1IS | 10,67 | 0,00 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TA1IF | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 4662,20 | 4662,20 | 4662,20 |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 | 0,00 | 9301,70 | 14852,42 | 42606,02 |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 | 0,00 | - 20956,33 | - 22720,13 | - 31539,07 |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 | 0,00 | 31282,10 | 39762,10 | 82162,07 |
| activités de sous-traitance: | | | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | 0,00 | - 22857,80 | - 22857,80 | - 22857,80 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | 0,00 | - 30156,93 | - 30156,93 | - 30156,93 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | | | |
| LSCDHR | 284,30 | 104,89 | 179,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 | 73,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCRUTT1 | 266,41 | 176,77 | 89,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCRUTT2 | 102,75 | 81,30 | 21,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | |
|----------|--------|---------|---------|------|------|------|
| LSCSEM1 | 130,40 | 79,95 | 50,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM21 | 128,17 | 11,83 | 116,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 | 60,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 | 117,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSAR1 | 128,19 | 0,00 | 128,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 459,68 | -264,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCSARHR | 218,86 | 149,25 | 69,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | 46,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSC2SAR | 423,75 | 306,98 | 116,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | -818,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 | 306,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC21 | 60,00 | 27,81 | 32,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 | 52,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,14 | 288,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| critères objectifs | niveau d'aspiration | solutions du modèle | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| revenu net en cultures | 896170,50 | 588086,10 | |
| revenu net en arbres | 130580,50 | 548979,90 | |
| valeur de la fonction objectif | $w_1=4/w_2=1$ 1650736,00 | $w_1=5/w_2=1$ 1958821,00 | $w_1=10/w_2=1$ 3499242,00 |

source: résultats du modèle MOIP.

. Les activités agrosylvicoles

Les tableaux 6.18a, 6.18b, et 6.18c renseignent que le modèle prédit des activités de cultures vivrières qui sont proches du plan de production exécuté par le paysan. Dans l'ensemble les coûts d'opportunité associés sont positifs ou nuls, assurant ainsi une amélioration de la fonction objectif si le paysan accroît ses ambitions en cultures vivrières ou sur arbres. Cependant tout accroissement de la superficie de l'igname précoce, de maïs en première et deuxième saison ne sera d'aucun effet sur la réalisation des aspirations du paysan. Les coûts de production des activités de productions restent identiques à ceux du groupe de solutions I, pour des variations croissantes de l'ambition sur les arbres. Pour des ambitions croissantes sur les cultures, ces coûts d'opportunité se mettent aussi à croître. Les ressources deviennent plus contraignantes. Et la terre disponible pour développer des unités de superficies supplémentaires pour les cultures vivrières devient plus rare.

Les activités d'entretien des arbres en cultures vivrières sont des opérations obligatoirement exécutées par le paysan, dès l'instant où il met en place des cultures vivrières. Ce sont donc des espaces à entretenir qui représentent de très fortes contraintes de travail pour lui. Cela s'illustre clairement dans les prix duaux négatifs qui expriment un éloignement du paysan de son aspiration s'il accroît les superficies en question.

Malgré ses tentatives de réalisation des objectifs forestiers, il n'est pas aisé pour le paysan normatif d'effectuer toutes les opérations d'entretiens classiques. C'est ainsi qu'il ne réussit pas à réaliser l'entretien en interligne sarclé au premier sarclage. Cela donne un taux de non réalisation de 100%. D'ailleurs tout effort additionnel d'augmentation unitaire de cette superficie n'aura aucun effet sur la valeur de la fonction objectif.

Le sarclage en ligne présente des prix duaux négatifs sur les deux saisons. Cela signifie que le développement continu de cette opération aura un effet non améliorant sur la valeur de la fonction objectif, éloignant ainsi le paysan de son aspiration globale. Le fauchage d'interlignes sur les deux saisons présente un coût d'opportunité positif, indiquant une meilleure réalisation des objectifs du paysan s'il peut accroître ses superficies d'une unité supplémentaire.

Les activités de sous-traitance se réalisent comme décrit entre le paysan et le sous-traitant. Elles ont un effet non améliorant sur la valeur de la fonction objectif, si le paysan veut en réaliser de manière supplémentaire. Le paysan dans une logique d'optimisation plus favorable aux arbres gère cette activité tel que son coût d'opportunité s'élève en valeur absolue. Il ne lui sera donc pas possible d'accroître les superficies en sous-traitance sans nuire à son niveau d'aspiration global, s'il accorde plus d'importance aux arbres. Il en est pratiquement de même dans l'alternative inverse.

. L'utilisation des ressources

Les tableaux 6.19a, 6.19b, 6.19c, et 6.19d présentent les niveaux d'utilisation des ressources et des coûts d'opportunité associés, lorsque les poids relatifs subissent des variations paramétriques. Il en ressort une distribution des coûts d'opportunité par opération culturale, avec des montants variables qui indiquent que les ressources en terres de première saison deviennent de plus en plus contraignantes lorsque les poids passent de 1 à 10 pour l'objectif 1. Pour l'objectif 2, cette ressource est contraignante pour un niveau de productivité marginale en valeur constant de 65478,57

Fcfa/ha lorsque le poids varie de 1 à 10.

Lorsque le poids sur les arbres croît de 1 à 10, les coûts d'opportunité générés sont identiques à ceux du groupe de solutions I. Les ressources sont allouées de la même manière. Par contre lorsque les poids sur les cultures vivrières augmentent *ceteris paribus*, la distribution des coûts d'opportunité reste invariable pour les ressources non contraignantes; alors que les ressources contraignantes le deviennent de plus en plus.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

Tableau 6.19a Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions III).

| contraintes | nature | dotation initiale | niveau d'util. | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | |
|-----------------|--------|----------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| | | | | | $w_1=1/w_2=1$ | $w_1=1/w_2=2$ | $w_1=1/w_2=3$ |
| terre saison 1 | s | 1,72 | 1,72 | 0,00 | 65478,57 | 65478,57 | 65478,57 |
| terre saison 2 | s | 2,98 | 2,54 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | s | 258,96 | 258,96 | 0,00 | 187,78 | 187,78 | 187,78 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 127,00 | 127,00 | 127,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 102,25 | 0,00 | 127,00 | 127,00 | 127,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 172,66 | 0,00 | 168,45 | 168,45 | 168,45 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 215,58 | 0,00 | 168,45 | 168,45 | 168,45 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 94,64 | 24,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sem23 | s | 157,66 | 157,66 | 0,00 | 24,58 | 24,58 | 24,58 |
| trav.fam.sar1 | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 182,59 | 182,59 | 182,59 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 348,83 | 0,00 | 143,58 | 143,58 | 143,58 |
| trav.fam.rec1 | ns | 244,14 | 239,92 | 4,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec21 | s | 28,03 | 28,03 | 0,00 | 72,55 | 72,55 | 72,55 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 116,61 | 14,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 187,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212 | 144519 | 20693 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334 | 649334 | 0,00 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Source: résultats du modèle MOIP.

Tableau 6.19b Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution III) (suite 1).

| contraintes | nature | dotation initiale | niveau d'util. | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | |
|-----------------|--------|----------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|---------------|----------------|
| | | | | | $w_1=1/w_2=4$ | $w_1=1/w_2=5$ | $w_1=1/w_2=10$ |
| terre saison 1 | s | 1,72 | 1,72 | 0,00 | 65478,57 | 65478,57 | 65478,57 |
| terre saison 2 | s | 2,98 | 2,54 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | s | 258,96 | 258,96 | 0,00 | 187,78 | 187,78 | 187,78 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 127,00 | 127,00 | 127,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 102,25 | 0,00 | 127,00 | 127,00 | 127,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 172,66 | 0,00 | 168,45 | 168,45 | 168,45 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 215,58 | 0,00 | 168,45 | 168,45 | 168,45 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 94,64 | 24,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sem23 | s | 157,66 | 157,66 | 0,00 | 24,58 | 24,58 | 24,58 |
| trav.fam.sare1 | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 182,59 | 182,59 | 182,59 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 348,83 | 0,00 | 143,58 | 143,58 | 143,58 |
| trav.fam.rec1 | ns | 244,14 | 239,92 | 4,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec21 | s | 28,03 | 28,03 | 0,00 | 72,55 | 72,55 | 72,55 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 116,61 | 14,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 187,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212 | 144519 | 20693 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334 | 649334 | 0,00 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Source: résultats du modèle MOIP.

Tableau 6.19c Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole (groupe de solution III) (suite 2).

| contraintes | nature | dotation initiale | niveau d'util. | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | | |
|-----------------|--------|----------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| | | | | | $w_1=2/w_2=1$ | $w_1=3/w_2=1$ | $w_1=4/w_2=1$ |
| terre saison 1 | s | 1,72 | 1,72 | 0,00 | 130957,10 | 196435,70 | 261914,30 |
| terre saison 2 | s | 2,98 | 2,54 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | s | 258,96 | 258,96 | 0,00 | 375,56 | 563,34 | 751,12 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 254,00 | 381,00 | 508,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 102,25 | 0,00 | 254,00 | 381,00 | 508,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 172,66 | 0,00 | 336,90 | 505,35 | 673,80 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 215,58 | 0,00 | 336,90 | 505,35 | 673,80 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 94,64 | 24,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sem23 | s | 157,66 | 157,66 | 0,00 | 49,17 | 73,75 | 98,34 |
| trav.fam.sar1 | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 365,18 | 547,77 | 730,36 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 348,83 | 0,00 | 287,16 | 430,74 | 574,32 |
| trav.fam.re1 | ns | 244,14 | 239,92 | 4,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec21 | s | 28,03 | 28,03 | 0,00 | 145,10 | 217,65 | 290,20 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 116,61 | 14,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 187,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212 | 144519 | 20693 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334 | 649334 | 0,00 | 0,15 | 0,22 | 0,29 |

Source: résultats du modèle MOLP.

Tableau 6.19d Utilisation des ressources et coûts d'opportunité dans le modèle agrosylvicole
(groupe de solutions III) (suite 3).

| contraintes | nature | dotation initiale | niveau d'utilisation | ressources résiduelles | coûts d'opportunité | |
|-----------------|--------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | $w_1=5/w_2=1$ | $w_1=10/w_2=1$ |
| terre saison 1 | s | 1,72 | 1,72 | 0,00 | 327392,90 | 654785,80 |
| terre saison 2 | s | 2,98 | 2,54 | 0,44 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais1 | s | 0,86 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.CV.sais2 | s | 1,51 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class1 | ns | 18,89 | 8,22 | 10,67 | 0,00 | 0,00 |
| T.entr.class2 | s | 17,84 | 17,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.DHR | s | 258,96 | 258,96 | 0,00 | 938,90 | 1877,80 |
| trav.fam.but1 | s | 75,37 | 75,37 | 0,00 | 635,00 | 1270,00 |
| trav.fam.but2 | s | 102,25 | 102,25 | 0,00 | 635,00 | 1270,00 |
| trav.fam.sem1 | s | 172,66 | 172,66 | 0,00 | 842,25 | 1684,50 |
| trav.fam.sem21 | s | 215,58 | 215,58 | 0,00 | 842,25 | 1684,50 |
| trav.fam.sem22 | ns | 118,96 | 94,64 | 24,32 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sem23 | s | 157,66 | 157,66 | 0,00 | 122,92 | 245,85 |
| trav.fam.sarcl | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.sarhr | s | 276,31 | 276,31 | 0,00 | 912,95 | 1825,80 |
| trav.fam.2sar | s | 348,83 | 348,83 | 0,00 | 717,90 | 1435,80 |
| trav.fam.rec1 | ns | 244,14 | 239,92 | 4,22 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec21 | s | 28,03 | 28,03 | 0,00 | 362,75 | 725,50 |
| trav.fam.rec22 | ns | 131,02 | 116,61 | 14,41 | 0,00 | 0,00 |
| trav.fam.rec23 | s | 187,58 | 187,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais1 | ns | 165212 | 144519 | 20693 | 0,00 | 0,00 |
| capital sais2 | s | 649334 | 649334 | 0,00 | 0,37 | 0,74 |

Source: résultats du modèle MQLP.

Ces résultats révèlent que tant que le paysan accorde une importance minimum aux arbres, il réalise une allocation efficiente de ses ressources en terres et en main d'oeuvre familiale. Et cette allocation est identique pour les groupes de solutions I et III. Cependant dans le groupe de solutions III, la réalisation de ces mêmes allocations de ressources est sujette à plus de variabilité dans le revenu global optimal puisque la somme des déviations pondérées devient de plus en plus grande. Le paysan développe donc dans ces cas alternatifs du groupe de solutions III, des niveaux d'ambitions qui renforcent ses contraintes de performances agrosylvicoles.

Il ressort de cette analyse que du point de vue de l'allocation des ressources en terre, le paysan opère de façon plus efficiente dans le système agrosylvicole que dans le système agricole traditionnel. Il en est de même pour l'allocation des ressources de main d'oeuvre. En effet pour l'utilisation de la terre, le paysan en agrosylviculture alloue 100% de ses terres en première saison et 85,23% en deuxième saison (tableaux 5.12 et 5.16), contre respectivement 70,63% et 81,75% dans le système agricole traditionnel. En ce qui concerne les ressources en main d'oeuvre, il y a en agrosylviculture une utilisation globale en travail salarié de 70,68% (tableaux 6.14 et 6.18), contre 34,29% pour le système agricole (tableau 6.8).

Au regard de ces résultats, le constat est que l'activité d'entretiens des arbres permet une allocation plus efficiente du facteur travail. Et l'hypothèse 3 ne peut donc être rejetée.

Le facteur travail n'est pas une ressource abondante chez les ménages agricoles et agrosylvicoles. L'allocation intertemporelle et spatiale faite par le paysan indique plutôt une contrainte d'intensité relative inhérente à

chaque période. Si certaines périodes sont de fortes contraintes à l'utilisation du travail familial, d'autres par contre ne le sont pas. Une observation intéressante est que le travail n'étant pas en abondance dans les ménages ruraux, en aucune circonstance le paysan agricole ou agrosylvicole ne se permet un gaspillage. Ce comportement est-il une constance du paysan dans le système? Cette question sera analysée dans la suite de l'analyse par un exercice de simulation.

Les résultats du groupe de solutions III en terme d'allocation des ressources sont identiques à ceux du groupe de solutions I, mais inférieurs en terme de rentabilité optimale globale. Le passage du groupe de solutions I au groupe de solutions III (pour ses différentes variantes) s'opère essentiellement à travers un renforcement des contraintes de performances agrosylvicoles. En terme d'implication de politiques, cela signifie un effort accru d'incitation dans le groupe de solutions III pour un même objectif allocatif. La solution 3 ($w_1 = 1$ $w_2 = 1$) est plus proche de la solution 1 ($w_1 = 1$ $w_2 = 0$). Elle présente des gains d'opportunité plus intéressants, mais une rentabilité globale optimale plus faible. La stratégie contractuelle la plus intéressante semble donc être le groupe de solutions I ($w_1 = 1$ $w_2 = 0$); autant du point de vue du forestier que de celui du paysan.

- Simulation des effets de modifications des incitations financières agrosylvicoles sur le comportement du paysan.

L'environnement décrit jusqu'à présent pour le paysan est de nature déterministe. Il y alloue ses ressources pour un état donné du système. La préoccupation actuelle est de déterminer l'effet sur sa rentabilité financière et allocative de tout changement de certaines données critiques, telles que les primes versées par la SODEFOR. Une telle démarche permettra de prendre en compte de possibles variations temporelles, et d'orienter le décideur dans ses options de politiques. Cette analyse post-optimale peut permettre non seulement de mesurer l'influence des erreurs non voulues sur les données utilisées, mais aussi celle des changements intentionnels (Schweigman et al., 1993). Elle sera conduite à partir des primes versées au paysan par la SODEFOR. Les primes versées sont pour rappel en espèces et en nature. Si les primes en espèces ont subi des variations volontaires observées, il n'en est pas de même pour les primes en nature. Pour ce faire ne seront ici simulées que les modifications possibles de primes en espèces.

Cette analyse s'interprétera en terme de modifications de comportement allocatif et de rentabilité financière dans le système agrosylvicole décrit, face aux modifications du niveau des primes. Sur la base des modifications de primes observées lors de l'enquête de terrain, les variations suivantes ont été adoptées; à savoir un accroissement des primes à l'hectare de 5%, de 10%, de 15%, de 20%, de 25%, de 30%, et de 35%. Une réduction de 5%, à 50% a aussi été envisagée ainsi qu'une hausse de 35% à 60%, pour observer le comportement du paysan face à différents niveaux de primes. L'analyse de sensibilité sera conduite essentiellement à partir des résultats précédemment analysés. L'idée

est de déterminer le niveau d'intervention du paysan, à partir duquel il faut le stimuler pour encore plus le rapprocher de la préoccupation de préservation de l'environnement forestier.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

. Groupe de solutions I

Tableau 6.20 Effets des variations simultanées des primes sur la solution optimale dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions I) (de -50% à +60%).

| activités | observations | prédictions du modèle |
|---|--------------|-----------------------|
| activités de productions vivrières: | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 |
| I.T. | 0,50 | 0,50 |
| AR1 | 0,38 | 0,38 |
| MA1 | 1,34 | 1,34 |
| AR2 | 0,36 | 0,36 |
| MA2 | 1,10 | 0,73 |
| activités d'entretiens en cultures: | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 |
| TAIT | 0,25 | 0,25 |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 |
| activités d'entretiens classiques: | | |
| TALLS | 7,36 | 7,36 |
| TALIS | 10,67 | 0,00 |
| TALIF | 0,86 | 0,86 |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 |
| activités de sous-traitance: | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 |
| activité de location de main d'oeuvre: | | |
| LSCDHR | 284,30 | 104,89 |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 |
| LSCBUTT1 | 266,41 | 176,77 |
| LSCBUTT2 | 102,75 | 81,30 |
| LSCSEM1 | 130,40 | 79,95 |
| LSCSEM21 | 128,17 | 11,83 |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 |
| LSCSAR1 | 128,19 | 0,00 |
| LSASAR1 | 195,48 | 156,24 |
| LSCSARHR | 218,86 | 149,25 |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 |
| LSC2SAR | 423,75 | 306,98 |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 |
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 |
| LSCREC21 | 60,00 | 27,81 |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,14 |
| valeur de la fonction objectif | | 308084,30 |

Source: résultats du modèle MOLP.

Tableau 6.21 Effet des variations simultanées de primes sur les niveaux de revenus optimaux (de -50% à +60%) (groupe de solutions I).

| variation des primes (%) | revenu net optimal | | revenu net global | variation relative du revenu net global (%) |
|--------------------------|--------------------|-----------|-------------------|---|
| | cultures | arbres | | |
| - 50 | 588086,20 | 448500,40 | 1036586,60 | -13,07 |
| - 45 | 588086,20 | 464088,90 | 1052175,10 | -11,76 |
| - 40 | 588086,20 | 479677,40 | 1067763,60 | -10,46 |
| - 35 | 588086,20 | 495265,90 | 1083352,10 | - 9,15 |
| - 30 | 588086,20 | 510854,40 | 1098940,60 | - 7,84 |
| - 25 | 588086,20 | 526442,90 | 1114529,10 | - 6,54 |
| - 20 | 588086,20 | 542031,40 | 1130117,60 | - 5,23 |
| - 15 | 588086,20 | 557619,90 | 1145706,10 | - 3,92 |
| - 10 | 588086,20 | 573208,40 | 1161294,60 | - 2,61 |
| - 5 | 588086,20 | 588796,90 | 1176883,10 | - 1,31 |
| 0 | 588086,20 | 604385,40 | 1192471,60 | - |
| + 5 | 588086,20 | 619973,90 | 1208060,10 | + 1,31 |
| + 10 | 588086,20 | 635562,40 | 1223648,60 | + 2,61 |
| + 15 | 588086,20 | 651150,90 | 1239237,10 | + 3,92 |
| + 20 | 588086,20 | 666739,40 | 1254825,60 | + 5,23 |
| + 25 | 588086,20 | 682327,90 | 1270414,10 | + 6,54 |
| + 30 | 588086,20 | 697916,40 | 1286002,60 | + 7,84 |
| + 35 | 588086,20 | 722334,90 | 1310421,10 | + 9,89 |
| + 40 | 588086,20 | 729093,40 | 1317179,60 | +10,46 |
| + 45 | 588086,20 | 744681,90 | 1332768,10 | +11,76 |
| + 50 | 588086,20 | 760270,40 | 1348356,60 | +13,07 |
| + 55 | 588086,20 | 775858,90 | 1363945,10 | +14,38 |
| + 60 | 588086,20 | 791447,40 | 1379533,60 | +15,69 |

Source: résultats du modèle MOIP.

Les modifications de primes de -50% à 60% n'affectent pas la solution de base, en terme du comportement allocatif du paysan, qui reste identique (tableau 6.20). La rareté associée aux ressources en terres affectées aux activités agrosylvicoles est invariable. La fonction objectif est minimisée pour une somme des déviations pondérées constante de 308084,3Fcfa. Le paysan garde donc le même niveau de réalisation associé au revenu global. Le tableau 6.21 montre par contre que la rentabilité du paysan est très sensible aux modifications de primes. Lorsque les primes baissent jusqu'à 50%, il perd en rentabilité de 13,07% par rapport à la solution de base initiale. La déviation négative observée sur les cultures vivrières n'est donc pas compensée par le gain additionnel obtenu sur les arbres. Par contre lorsque les primes varient à la hausse, alors la rentabilité s'améliore. Il atteint pour 60% d'accroissement des primes, 15,69% d'avantage net financier supplémentaire par rapport à la solution de base initiale. La déviation négative constante associée aux cultures vivrières est compensée par un gain additionnel croissant sur les arbres.

. Groupe de solutions III

L'analyse initiale a montré que ce groupe de solutions admet pour toute ses combinaisons de poids, une même solution de base. L'analyse de sensibilité va alors se faire sur une seule solution. La solution 3 ($w_1=1/w_2=1$) qui présente la plus faible somme des déviations pondérées fera l'objet de cette analyse. Elle développe pour un même plan optimal de production et de réalisation financière, moins de contraintes.

Le constat premier qui ressort de cette simulation est la stabilité du comportement allocatif du paysan, pour différents niveaux de variations des

primes. Pour ces différents niveaux de primes, les coûts d'opportunité de la terre pour les cultures vivrières ne changent pas. Cependant les activités d'entretiens des arbres ont leurs coûts d'opportunité affectés selon le cas. La déviation négative sur les cultures vivrières reste invariable, alors que le gain additionnel sur les arbres varie dans le même sens que le niveau des primes.

Il y a une constance dans le revenu net optimal sur les cultures pour tout niveau de variation des primes; associée à une variabilité dans le revenu net optimal sur les arbres. Lorsque les primes diminuent de 5% à 50%, la déviation sur les arbres se réduit. Le revenu net global optimal subit alors une baisse de 1,37% à 8,84%. Lorsque les primes augmentent de 5% à 60%, la déviation sur les arbres augmente et la réalisation de l'aspiration devient plus problématique. Le revenu net global optimal subit alors une variation à la hausse de 1,37% à 16,45%.

Tableau 6.22 Effets des variations simultanées des primes sur la solution optimale dans le modèle agrosylvicole (groupe de solutions III) (de -50% à +60%).

| activités | observations | prédictions du modèle | | |
|---|--------------|-----------------------|-----------|-----------|
| activités de productions vivrières: | | | | |
| I.P. | 1,02 | 0,95 | | |
| I.T. | 0,50 | 0,50 | | |
| AR1 | 0,38 | 0,38 | | |
| MA1 | 1,34 | 1,34 | | |
| AR2 | 0,36 | 0,36 | | |
| MA2 | 1,10 | 0,73 | | |
| activités d'entretiens en cultures: | | | | |
| TAIP | 0,53 | 0,53 | | |
| TAIT | 0,25 | 0,25 | | |
| TAAR1 | 0,17 | 0,17 | | |
| TAMA1 | 0,69 | 0,69 | | |
| TAAR2 | 0,16 | 0,16 | | |
| TAMA2 | 0,57 | 0,57 | | |
| activités d'entretiens classiques: | | | | |
| TA1LS | 7,36 | 7,36 | | |
| TA1IS | 10,67 | 0,00 | | |
| TA1IF | 0,86 | 0,86 | | |
| TA2LS | 4,91 | 4,91 | | |
| TA2IS | 11,86 | 11,86 | | |
| TA2IF | 1,07 | 1,07 | | |
| activités de sous-traitance: | | | | |
| TA1IC | 8,83 | 8,83 | | |
| TA2IC | 2,86 | 2,86 | | |
| activité de location de main d'oeuvre: | | | | |
| LSCDHR | 284,30 | 104,89 | | |
| LSADHR | 140,21 | 66,71 | | |
| LSCBUTT1 | 266,41 | 176,77 | | |
| LSCBUTT2 | 102,75 | 81,30 | | |
| LSCSEM1 | 130,40 | 79,95 | | |
| LSCSEM21 | 128,17 | 11,83 | | |
| LSCSEM22 | 60,31 | 0,00 | | |
| LSCSEM23 | 117,90 | 0,00 | | |
| LSCSAR1 | 128,19 | 0,00 | | |
| LSASAR1 | 195,48 | 156,24 | | |
| LSCSARHR | 218,86 | 149,25 | | |
| LSASARHR | 118,87 | 71,94 | | |
| LSC2SAR | 423,75 | 306,98 | | |
| LSA2SAR | 286,80 | 1105,38 | | |
| LSCREC1 | 306,70 | 0,00 | | |
| LSCREC21 | 60,00 | 27,81 | | |
| LSCREC22 | 52,12 | 0,00 | | |
| LSCREC23 | 288,50 | 0,14 | | |
| valeur de la fonction objectif: | | | | |
| | | | -50% | -45% |
| | | | 570598,60 | 586187,10 |
| -40% | -35% | -30% | -25% | -20% |
| 601775,60 | 617364,10 | 632952,60 | 648541,10 | 664129,60 |
| -15% | -10% | -5% | 5% | 10% |

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 679718,10 | 695306,60 | 710895,10 | 742072,10 | 757660,60 |
| 15% | 20% | 25% | 30% | 35% |
| 773249,10 | 788837,60 | 804426,10 | 820014,60 | 835603,10 |
| 40% | 45% | 50% | 55% | 60% |
| 851191,60 | 866780,10 | 882368,60 | 897957,10 | 913545,60 |

déviations:

| | | | | |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | -50% | -45% |
| d ₁ | | | -308084,20 | -308084,20 |
| d ₂ | | | 262514,40 | 278102,90 |
| | -40% | -35% | -30% | -25% |
| d ₁ | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 |
| d ₂ | 293691,40 | 309279,90 | 324868,40 | 340456,90 |
| | -15% | -10% | -5% | 5% |
| d ₁ | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 |
| d ₂ | 371633,90 | 387222,40 | 402810,90 | 433987,90 |
| | 15% | 20% | 25% | 30% |
| d ₁ | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 |
| d ₂ | 465164,90 | 480753,40 | 496341,90 | 511930,40 |
| | 40% | 45% | 50% | 55% |
| d ₁ | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 | -308084,20 |
| d ₂ | 543107,40 | 558695,90 | 574284,40 | 589872,90 |

source: résultats du modèle MOLP.

d₁ est la déviation du niveau d'aspiration sur les cultures;

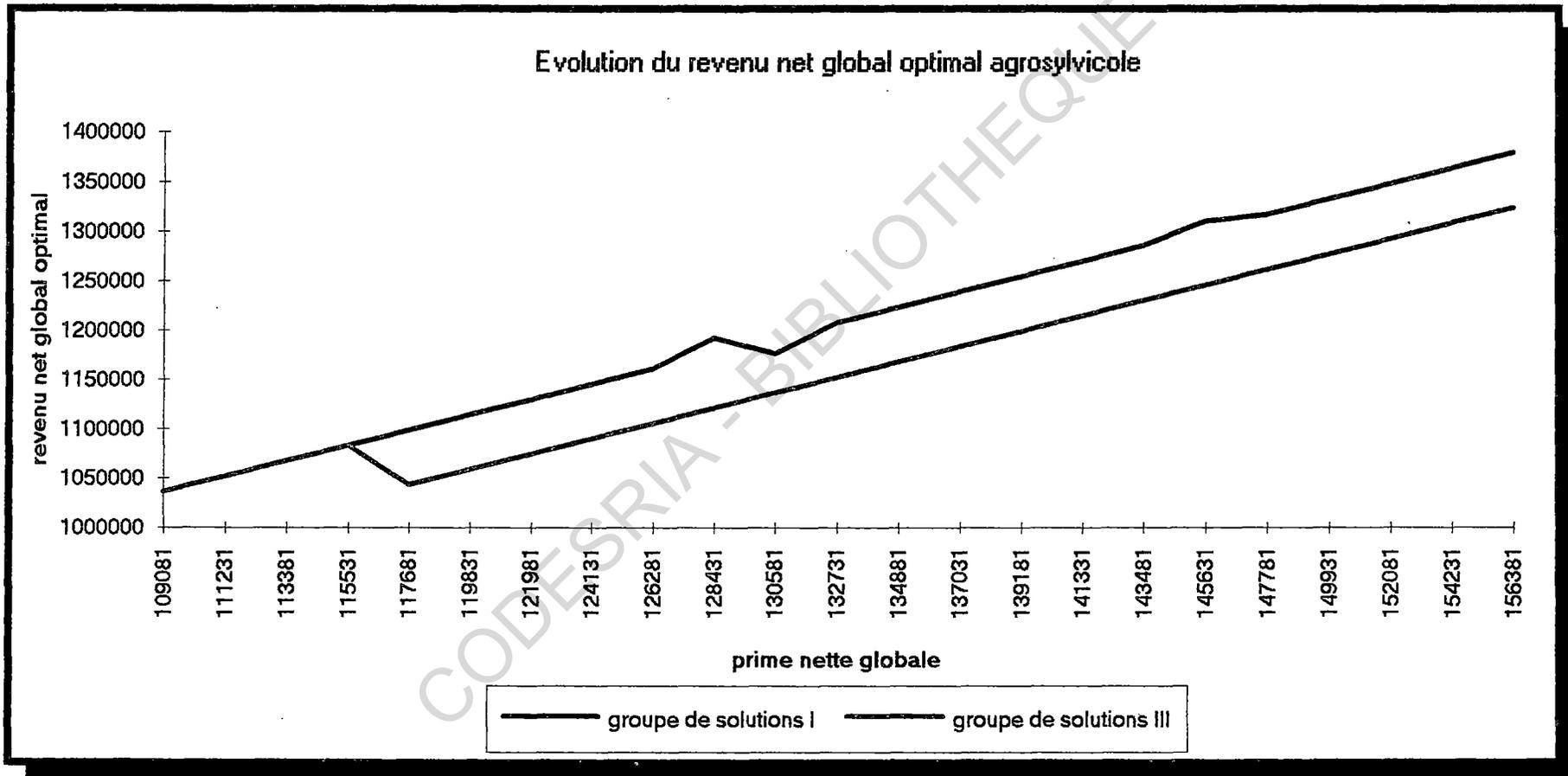
d₂ est la déviation du niveau d'aspiration sur les arbres.

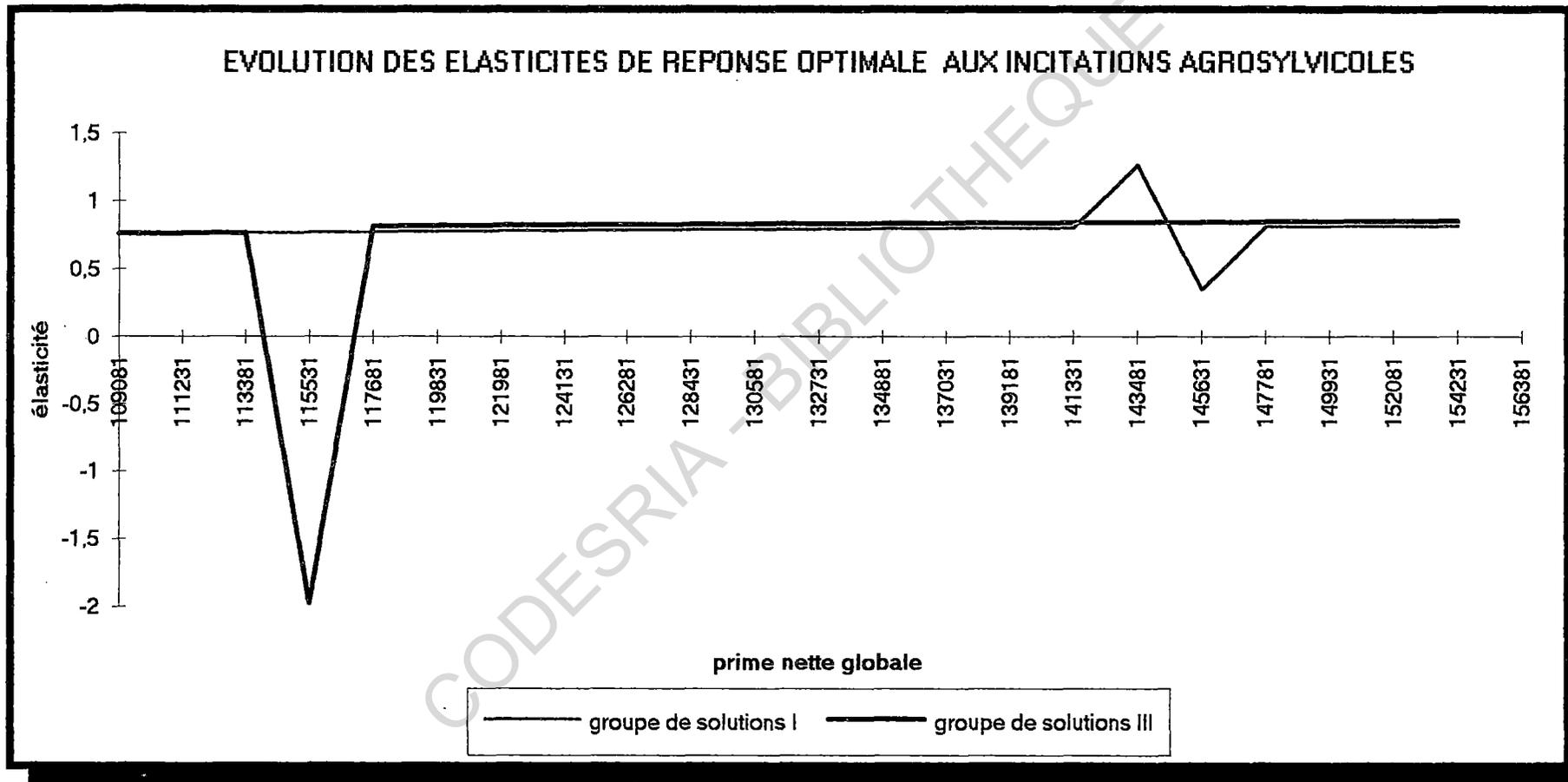
CODESRIA - BIBLIOTHÈQUE

Tableau 6.23 Effet des modifications de primes sur les niveaux de revenus optimaux
(de -50% à + 60%)(groupe de solutions III).

| variation des primes (%) | revenu net optimal | | revenu net global | variation relative du revenu net global (%) |
|-----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|--|
| | cultures | arbres | | |
| - 50 | 588086,20 | 448500,90 | 1036587,10 | - 8,84 |
| - 45 | 588086,20 | 464088,40 | 1052174,60 | - 7,46 |
| - 40 | 588086,20 | 479677,90 | 1067764,10 | - 6,09 |
| - 35 | 588086,20 | 495265,40 | 1083351,60 | - 4,72 |
| - 30 | 588086,20 | 455448,90 | 1043535,10 | - 8,22 |
| - 25 | 588086,20 | 471037,40 | 1059123,60 | - 6,85 |
| - 20 | 588086,20 | 486625,90 | 1074712,10 | - 5,48 |
| - 15 | 588086,20 | 502214,40 | 1083850,60 | - 4,68 |
| - 10 | 588086,20 | 517802,90 | 1105889,10 | - 2,74 |
| - 5 | 588086,20 | 533391,40 | 1121477,60 | - 1,37 |
| 0 | 588086,20 | 548979,90 | 1137066,10 | - |
| + 5 | 588086,20 | 564568,40 | 1152654,60 | + 1,37 |
| + 10 | 588086,20 | 580156,90 | 1168243,10 | + 2,74 |
| + 15 | 588086,20 | 595745,40 | 1183831,60 | + 4,11 |
| + 20 | 588086,20 | 611333,90 | 1199420,10 | + 5,48 |
| + 25 | 588086,20 | 626922,40 | 1215008,60 | + 6,85 |
| + 30 | 588086,20 | 642510,90 | 1230597,10 | + 8,22 |
| + 35 | 588086,20 | 658099,40 | 1261235,60 | +10,92 |
| + 40 | 588086,20 | 673687,90 | 1246185,10 | + 9,60 |
| + 45 | 588086,20 | 689276,40 | 1277362,60 | +12,34 |
| + 50 | 588086,20 | 704864,90 | 1292951,10 | +13,71 |
| + 55 | 588086,20 | 720453,40 | 1308539,60 | +15,08 |
| + 60 | 588086,20 | 736041,90 | 1324128,10 | +16,45 |

Source: résultats du modèle MOIP.





Ces résultats peuvent donner lieu à une combinaison des deux stratégies d'interventions paysannes. L'illustration en est faite par l'utilisation de l'instrument graphique. Le graphique 6.1 décrit l'évolution du revenu net global optimal pour différents niveaux de primes nettes globales. Le graphique 6.2 permet de visualiser l'évolution des élasticités de réponse optimale aux incitations agrosylvicoles. Cette élasticité mesure la réponse en terme de variation relative du revenu net global optimal, à une variation relative unitaire de la prime nette globale. Il apparaît alors (graphiques 6.1 et 6.2) que pour des niveaux d'incitations très faibles en agrosylviculture (en dessous de -35%), les deux stratégies sont équivalentes du double point de vue allocatif et de rentabilité. Alors le paysan et le forestier sont indifférents à adopter l'une ou l'autre forme de stratégie. De -35% à 60%, la stratégie du groupe de solutions I génère les revenus les plus élevés pour un même niveau d'allocation. De -30% à 60% le groupe de solutions III présente un accroissement positif constant du revenu à toute incitation. Le groupe de solution I présente un accroissement tendanciellement identique, avec quelques variations entre -10% et +5%, et +30% et +45%.

Il ressort que les deux groupes de solutions donnent les mêmes allocations des ressources (le même plan de production optimal). Le groupe de solution I associe un revenu global plus élevé à une plus faible variabilité dans le revenu optimal. Le groupe de solutions III associe un revenu global plus faible à une plus grande variabilité dans le revenu optimal. Ce type d'arbitrage est très risqué pour un plus faible niveau de gain net.

Ces résultats suggèrent que dans un tel environnement agroforestier, l'arbitrage d'accorder toute l'importance aux cultures vivrières est moins risqué et garantit une meilleure rentabilité. Il apparaît alors que le paysan

maximise son utilité espérée avec moins de risque en accordant une importance absolue aux cultures vivrières. Tant que le paysan pratique les cultures recommandées pour l'association, et qu'il y injecte l'essentiel de ses ressources, tout en réalisant le minimum d'effort à fournir pour l'entretien des arbres, il optimise son comportement allocatif; et concourt à la reconstitution de l'environnement forestier.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

CHAPITRE 7 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce dernier chapitre permettra de conclure l'étude. Il y sera exposé tout d'abord un résumé des résultats majeurs, et ensuite quelques éléments de recommandations de politique.

7.1 Résumé des résultats majeurs

L'objectif de l'étude consiste en une évaluation économique comparée du système agrosylvicole pratiqué dans le Centre-Nord de la Côte d'Ivoire, pour en déterminer les possibilités économiques optimales de productions simultanées des arbres et des cultures vivrières. L'idée fondamentale était de s'appuyer sur une pratique agroforestière existante en vue d'analyser le comportement du paysan dans un environnement de production dans lequel l'arbre est une composante incontournable. L'analyse a donc été conduite sur un système agrosylvicole qui initie une cogestion entre les services forestiers et les populations rurales. Les populations interviennent pour l'entretien des arbres forestiers, et perçoivent en retour des primes rémunératrices de leur travail. Cette intervention a été analysée par les approches de rentabilité financière et économique.

7.1.1 Sur la rentabilité

Les paysans en agrosylviculture sont dans un environnement de contrat qui leur garantit une rémunération finale préalablement établie. Ils organisent donc leurs activités avec la connaissance de certaines conditions de productions, qu'ils comparent aux conditions habituelles. Il se révèle que la spécificité du système engendre une faible productivité agricole des terres

(variant de -14,57% pour l'igname précoce, à -53,74% pour le maïs de deuxième saison), associée à des coûts de production très élevés. Il s'en suit une rentabilité financière plus faible par rapport au système traditionnel de cultures pratiqué dans la région (globalement de -52%). L'analyse instruit que l'alternative que constitue ce système ne peut être de substitution, mais plutôt complémentaire. Dans une logique de substitution, le système traditionnel de cultures aurait été dominé par traitement alternatif. Ce qui n'a pas été le cas. Le fait que le maïs de première saison et l'igname tardive présente un meilleur gain net, ne permet pour autant pas de les recommander systématiquement; étant moins rémunérateur que l'allocation du capital liquide consacré à sa meilleure alternative.

Du point de vue de l'allocation du facteur travail, le paysan obtient un gain net économique positif dans le système agrosylvicole (1093,72 Fcfa/jour). Cela ne lui permet pour autant pas de prétendre être dans la meilleure alternative sociale possible, puisqu'il réaliserait un meilleur gain dans le système agricole traditionnel (3252,57 Fcfa/jour).

Ces résultats caractérisent cette pratique agroforestière. Cependant le paiement régulier des primes constituerait un appoint important pour les paysans dans la diversification de leurs productions, en vue de mieux gérer et stabiliser leur revenu.

7.1.2 Sur l'utilisation des facteurs de production

La spécificité relative de chaque système de production a été analysée à partir d'un modèle adéquat. Il en ressort que les conditions du contrat sont des contraintes pour le paysan dans le système agrosylvicole, et comme telles

il doit les respecter. Le modèle d'allocation optimale utilisé, enseigne que lorsque ces contraintes sont imposées au paysan, non seulement il les réalise mais en plus il alloue mieux ses autres ressources (notamment la terre, le travail familial et salarié). La terre est pleinement allouée en première saison, et à 85,23% en deuxième saison; contre respectivement 70,63% et 81,75% dans le système agricole. Le travail salarié est utilisé à hauteur de 70,68% en agrosylviculture, contre 34,29% en agriculture traditionnel. Le paysan agrosylvicole observe ainsi une gestion plus efficace de ses facteurs de production. Cette performance lui permet une réponse positive aux incitations financières croissantes.

7.1.3 Sur l'objectif du forestier

Le forestier en favorisant la cogestion avec le paysan développe l'idée d'aplanir ses conflits répétés avec lui, en l'intégrant au processus de conservation et de production forestière. Il entend aussi de manière sous-jacente faire des économies de ressources financières sur sa ligne budgétaire de production et de protection. Cela est déjà scientifiquement et empiriquement admis chez les forestiers. Si le deuxième objectif est supposé atteint (cela n'a pas fait l'objet d'investigation par l'étude), le premier objectif est empiriquement réalisé par l'allocation efficiente que fait le paysan agrosylvicole. Il contribue ainsi réellement pour cette phase d'intégration à réaliser dans une logique optimale les objectifs du forestier. Cela est profitable à l'environnement forestier qui peut ainsi se renouveler sans gaspillage des ressources productives agricoles.

Ces trois grandes conclusions reposent sur les prémisses de l'étude. Mais un système agrosylvicole viable repose sur la validation de conditions foncières et économiques. Si au niveau foncier la contrainte de terre cultivable est effective, il peut donc être véritablement pris en compte d'autres formes de gestion allocative des terres, qui garantissent au paysan l'usufruit total de son labeur. Ce qui n'est pas le cas du système agrosylvicole, dans lequel le paysan n'a ni la propriété de la terre ni celle de la production principale du système qui est le bois; et dont il peut se considérer comme le producteur.

Du point de vue économique, les aspects allocatifs et financiers doivent être soutenus par l'existence et le développement de marchés de produits agricoles et forestiers. Ce qui sera une incitation à une production agroforestière durable dans une optique marchande. Si au delà des produits agricoles, les produits et sous-produits forestiers sont pris en compte au bénéfice du paysan, comme cela se passerait dans un système agroforestier autonome, les analyses actuelles peuvent ouvrir un horizon positif sur la portée durable de cette autre forme de gestion des terres. Dans un environnement forestier fortement dégradé, et menaçant pour la production agricole comme dans le cas ivoirien, ces résultats peuvent suggérer une organisation foncière favorable à une telle forme d'utilisation des terres; de sorte à envisager avec optimisme la transférabilité de cette pratique dans le domaine rural. Mais sous forme de pratique agroforestière plus stable.

7.2 Recommandations

Les résultats de cette étude suggère une orientation de recommandations à trois niveaux.

Le paysan, principal acteur du système agrosylvicole, organise traditionnellement ses ressources dans le sens de sa production agricole. Lorsqu'il intervient dans le système agrosylvicole, il développe une allocation meilleure qui tient compte des contraintes réelles auxquelles il fait face. Cependant la rentabilité est moindre. Si le paysan agit dans le sens de l'optimisation de ses ressources, il doit faire l'effort de mieux contrôler ses coûts de production. La spéculation est très forte dans le système agrosylvicole à cause des primes payées. Tous les participants au système (paysan, manoeuvre) veulent en bénéficier, ce qui engendre la spéculation. Pour réduire cette spéculation qui lui est préjudiciable, le paysan devrait effectuer plus tôt ses entretiens forestiers, et les répartir sur toute la durée de la période indiquée par le contrat. En évitant d'attendre le délai de réception, où toutes les parcelles doivent être absolument nettoyées, la demande de travail agricole devient forte et les prix grimpent.

A la SODEFOR, il sera recommandé une consolidation de l'action de cogestion pour maintenir l'efficacité du paysan en améliorant ses conditions de travail, et une plus grande responsabilisation participative. Le monde rural est d'une telle complexité que le résultat obtenu à un moment donné n'est gage d'aucun succès continu. Les erreurs de la politique agricole devrait être évitées, en adoptant une approche pluridisciplinaire plus effective dans la cogestion. Une meilleure conservation de la diversité

biologique résulterait certainement de là.

Pour l'Etat, les problèmes de sécurité alimentaire sont d'une importance capitale. Au delà d'une telle approche qui permet au paysan de satisfaire ses besoins tout en participant à la reconstitution et à la préservation de l'environnement, il faut tendre vers des systèmes productifs plus autonomes qui garantissent au paysan une propriété foncière et l'usufruit total de son labeur. L'Etat doit donc créer les bases d'une conciliation agriculture-forêt en favorisant l'accès de la propriété foncière au monde rural. La gestion privée des ressources naturelles pourrait certainement favoriser une meilleure internalisation des coûts et dommages causés à l'environnement par l'action humaine.

Cette étude a montré que l'agrosylviculture telle que pratiquée n'est pas plus rentable pour le paysan à court terme. Cependant la particularité du système et l'horizon de l'analyse n'ont pas permis d'évaluer les perspectives de moyen et long terme. Ce qui serait d'un intérêt certain du point de vue autant des gains économiques et financiers ultérieurs, que des avantages écologiques non encore perceptibles.

Partant de cette base, les axes de recherches futures devraient davantage s'articuler autour des systèmes de production intensifs et stabilisant l'agriculture. Il s'agit d'une stratégie intégrée de rationalisation de l'occupation de l'espace agricole, qui pourrait être à base de valorisation des jachères, et de régénération de la fertilité des sols par la fixation de l'azote atmosphérique avec les légumineuses; telle qu'initiée par des instituts de recherche comme l'IDEFOR et l'IDESSA en Côte d'Ivoire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN, C. J. (1985), Wood energy and preservation of woodlands in semi-arid developing countries: the case of Dodoma region, Journal of Development Economics, 19, pp 59-84, North-Holland.
- ANDERSON, D., FISHWICK, D. (1984), Fuelwood consumption and deforestation in Africa countries, World Bank staff working paper N°74, Washington D.C.
- ANDERSON, D. (1987), The economics of afforestation: a case study in Africa, published for the World Bank.
- BAMBA, Singo (1994), Test de descendances du verger à graines et d e s meilleures parcelles de Matiamba-Bamoro; évaluation de l'association Teck/cultures vivrières. Rapport de stage, SODEFOR, Bouaké.
- BANQUE AFRICAINE DE DEVELOPPEMENT (1987), Rapport d'évaluation: projet de reboisement et d'aménagement forestier dans la zone de savane et de contact forêt-savane; République de Côte d'Ivoire, Abidjan.
- BANQUE MONDIALE (1992), Le développement et l'environnement rapport sur le développement dans le monde, Washington D.C.
- BARBIER, Edward B., (1989), Economics, natural resource scarcity and development, conventional and alternative views, London, Earthscan publications limited
- BAUMER, Michel (1987), Agroforesterie et désertification: le rôle possible de l'agroforesterie dans la lutte contre la désertification et la dégradation de l'environnement, CTA, Wageningen.
- BAUMER, Michel (1990), Agroforesterie pour les zones sèches africaines, bois et forêts des tropiques, No.225,
- BINSWANGER, Hans (1990), The policy response of agriculture, proceedings of the World Bank annual conference on development economies, 1989

- BLACKWELL, J.M; GOODWILLIE, R.N; WEBB, R. (1991), Environment and development in Africa: selected case studies, Economic Development Institute of the World Bank, analytical case studies N.6, Washington D.C.
- BOND, Marian (1983), Agricultural responses to prices in Sub-Saharan African countries, staff paper N.30 IMF.
- LOSCH, Bruno (1992), L'avenir du café en Afrique: conditions de compétitivité des cafés africains. Séminaire de Chantilly 2 et 3 Juillet 1992
- CAISSE FRANCAISE DE DEVELOPPEMENT (1994), Les filières café-cacao en Côte d'Ivoire: situations 1992/1993 et 1993/1994
- CHARRY, A.; DARAMOLA, A. G.; DILLON, J. L. (1992), Application of mathematical programming in a farming systems research and extension: a methodological outline, Agricultural Systems in Africa, 1992, vol.2, N.1
- CIMMYT (1988), From agronomic data to farmer recommendations: an economics training manual. Completely revised edition. Mexico, D.F.
- CIRES (1991), Structural adjustment and the environment: the case of Côte d'Ivoire, for World Wide Fund for Nature. project WWF 3976 Sept 1991.
- COENRAD, H. (1987), The humid and Subhumid Tropics, in Accelerated food production in Subsaharan Africa, John Hopkins University press, 1987, Baltimore.
- COLLINSON, M.P. (1972), Farm management in peasant agriculture: a handbook for rural development planning in Africa, Praeger, New York,
- DCGTx (1990), Diagnostic du secteur biomasse, in plan national d'énergie, Abidjan

- DIXON, J. A.; CARPENTER, R. A.; FALLON, L. A.; SHERMAN, P. B; MANOPIMOKE, S. (1988), Economic analysis of the environmental impacts of development projects, Earthscan publications limited, London.
- ECOFORÉT (1988), Bulletin d'information de la SODEFOR No.11 & 13
- EHUI S. K.; HERTEL, W. T. (1989), Deforestation and agricultural productivity in the Côte d'Ivoire, American agricultural economics association, 1989
- EICHER, K. et BAKER, D. (1984), Etude critique de la recherche sur le développement agricole en Afrique subsaharienne. IDRC, Canada.
- GAUTHAM, K.H (1986), Private planting: forestry practices outside the forest by rural people, forestry research paper series, Dec 1986.
- GILLIS, M.; PERKINS, D. H.; ROEMER, M.; SNODGRASS, D. R. (1990), Economie du développement, nouveaux horizons, Belgique.
- GITTINGER, J.P. (1985), Analyse économique des projets agricoles, 2e édition, Economica, Paris.
- GREWAL, S. S.; MITTAL, S. P.; DYAL, S.; AGNIHOTRI, Y. (1992), Agroforestry systems for soil and water conservation and sustainable production from foothill areas of north India, Agroforestry Systems, 1992, vol.17, N.3
- HAZELL, P. B. R.; NORTON, R. D. (1986), Mathematical programming for economic analysis in agriculture, Macmillan, New York
- HUMPHREYS C.; JAEGER W. (1988), The effect of policy reforms on agricultural incentives in Subsaharan Africa, American agricultural economics association
- IITA (1988), Annual report and research highlights, Ibadan, Nigeria
- KABORE, P. D. (1988), Analyse économique de la gestion de la fertilité des sols au Burkina, thèse de doctorat 3e cycle, CIRES, Abidjan, 1988 non publié

- KELI, J. Z.; De La SERVE (1988), Association temporaire hévéa-vivriers en basse Côte d'Ivoire, Caoutchouc et Plastiques, No.679, JUIN-juillet 1988
- KELI, J. Z.; OMONT, H.; HAINNAUX, G. (1990), L'association temporaire hévéa-vivriers dans le Sud de la Côte d'Ivoire, Caoutchouc et Plastiques No. 701 Decembre 1990
- KELI, J. Z.; OMONT, H.; HAINNAUX, G. (1991), Comportement des jeunes hévéas dans leur association avec des vivriers en basse Côte d'Ivoire, Agronomie Africaine II, 1991, vol.2
- KELI, J. Z., OBOUAYEBA, S.; ZEHI, B. (1992), Influence de quelques systèmes vivriers sur le comportement des jeunes hévéas en basse Côte d'Ivoire: partie 1, Agricultural Systems in Africa, 1992, Vol.2, No.1.
- KERKHOF P. (1990), Agroforestry in Africa: a survey of project experience @ PANOS, London.
- KHYBRI, M. L.; GUPTA, R.K.; RAM, S.; TOMAS, H. P. S. (1992), Crop yields of rice and wheat in rotation as intercrops with three tree species in the outer hills of Western Himalaya, Agroforestry Systems, 1992, vol.17
- KONE, Amidou, (1992), Analyse des déterminants de la demande du charbon de bois à Abidjan, thèse de doctorat 3e cycle, CIRES, Abidjan, 1992 non publié
- KRAUSE, M.A.; DEUSON, R.; MALIKI, K.; REDY, K.C.; ISSA, M., (1987), ~~Effets~~ de la gestion du travail sur la rentabilité relative des systèmes alternatifs de culture associée de mil et sorgho au Niger. Symposium sur la recherche sur les systèmes de production agricole à Fayette du 18 au 21 Octobre 1987
- KRUEGER, A.O, et al. (1988), Agricultural incentives in developing countries: measuring the effect of sectoral and economywide policies, World Bank, Washington D.C.

- MATTHEWS, R. B.; HOLDEN, S. T.; VOLK, J.; LUNGU, S. (1992a), The potential of alley cropping in improving cultivation systems in the high rainfall areas of Zambia: I- Chitemene and Fundilika, Agroforestry Systems, 1992, vol.17.
- MATTHEWS, R. B.; LUNGU, S.; VOLK, J.; HOLDEN, S. T.; SOLBERG, K. (1992b), The potential of alley cropping in improvement of cultivation systems in the high rain fall areas of Zambia: II-maize production, Agroforestry Systems, 1992, vol.17, N.3
- MATTHEWS, T; KUMAR, B. M.; BABU, K. V. S.; UMAMAHESWARAN, K. (1992), Comparative performance of four multi-purpose trees associated with four grass species in the humid regions of Southern India, Agroforestry Systems, 1992, vol.17, N.3
- McNAMARA, Robert, S. (1990), Africa's development crisis: agricultural stagnation, population explosion, and environmental degradation, adress to the Africa leadership Forum OTA, Nigeria, June 21, 1990
- MARY, Fabienne (1987), Agroforêts et sociétés; analyse socioéconomiques des systèmes agroforestiers indonésiens, INRA série: notes et documents No.81
- MATLON, P.J. (1977), The size distribution, structure, and determinants of personal income among farmers in the north of Nigeria. Ph.D; Economics agricultural; Ann Arbor (US): University microfilms international
- MATLON, P.J. (1987), West african semi-Arid tropics, in the accelerated food production in SubSaharan Africa
- MAXWELL, L. Brown (1979), Farm budgets: from farm income analysis to agricultural project analysis. World Bank staff occasional papers N° 29, the John Hopkins University Press, Baltimore and London.

- MENDOZA, G. A.; CAMPBELL, G. E.; ROLFE, G. L. (1986), Multi-objectif programming: an approach to planning and evaluation of agroforestry systems: part 1; model description and development, Agricultural Systems, vol.22, p.243-253
- MENDOZA, G. A.; CAMPBELL, G. E.; ROLFE, G. L. (1987) Multi-objective programming: an approach to planning and evaluation of agroforestry systems: part 2; an illustrative example and analysis, Agricultural Systems
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DES RESSOURCES ANIMALES (1992), Charte pour la réhabilitation du domaine forestier de l'Etat, Abidjan.
- MINISTERE DES EAUX ET FORETS-REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE (1988), Plan directeur forestier 1988-2015, Abidjan.
- MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT-REPUBLIQUE FRANCAISE (1981), Mémento du forestier, Paris.
- MINISTERE FRANCAIS DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT (1990), mémento du forestier, Paris.
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISME-REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE (1991), Rapport national sur l'état de l'environnement, Abidjan.
- O'CONNOR, D. et TURNHAM, D. (1992), La gestion de l'environnement dans les pays en développement, centre de développement de l'OCDE, cahier de politique économique No.2.
- OUALOU, Kollou (1989), Agroforesterie et développement rural intégré en Côte d'Ivoire: le cas de la région d'Oumé, mémoire pour l'obtention du grade de maître ès sciences, école des gradués, Université Laval, 1989 non publié

- OUALOU, Kollou (1994), Agroforesterie: quelles stratégies pour un développement écologique et durable de l'environnement rural et forestier en Côte d'Ivoire? communication au forum international d'Abidjan sur la forêt, organisé par la SODEFOR, 24 au 27 Mai 1994, Abidjan.
- OSSENI, B. et DIOMANDÉ, M. (1989), Importance de la jachère dans les systèmes traditionnels de cultures en Côte d'Ivoire, Fruits, 1989, vol.44, No.1.
- OYEJIDE, (1990), Supply response in the context of structural adjustment in Sub-Saharan Africa, AERC special paper No.1, 1990, Nairobi.
- PEGATIENAN, H.J. (1990), Les politiques commerciales et macroéconomiques et les changements structurels de l'agriculture: le cas de la Côte d'Ivoire communication séminaire IFPRI, 20 Février 1990, Yamoussoukro.
- PEGATIENAN, H.J. (1995), Bilan et perspectives de l'ajustement structurel en Côte d'Ivoire, document de travail, CIRES, Abidjan.
- PERRAULT, P. (1990), La sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire: un essai de mesure, Cahiers du CIRES, N° spécial 1990, Abidjan.
- RAINTREE, J. B. (1987), Land, trees, and tenure, Proceedings of an international workshop on tenure issues in agroforestry, Nairobi, Mai 1985
- RAMIREZ, A.; SERE, C.; UQUILLAS, J. (1992), An economic analysis of an improved agroforestry practices in the Amazon lowlands of Ecuador, Agroforestry Systems, vol 17, N.1
- RESEAUX R/D-GAO-ARBRES TROPICAUX (1992); groupe "avenir des zones intertropicales humides", L'avenir des zones forestières en Côte d'Ivoire: compte rendu de la réunion du 2 Juillet 1992
- ROMERO, C.; REHMAN, T. (1989), Multiple criteria analysys for agricultural decisions, Elsevier

- ROSECRANCE, R.C.; BREWBAKER, J. L.; FOWNES, J. H. (1992), Alley cropping of maize with nine leguminous trees, Agroforestry Systems, vol.17, N.2
- SCHWEIGMAN, C.; HANEVELD, W.K.K.; KIJNE J.W.; SNIJDERS, T.A.B.; WANDJA, J.G. (1993), Application de la recherche opérationnelle: problèmes de l'agriculture dans les pays en voie de développement. Institut royal des tropiques; Pays bas.
- SEKHWELA, M. (1990), Agroforestry: technical aspects and cost-benefits analysis in the contexte of land degradation, in agroforestry for sustainable production: economic implications from Prinsleys, ed. London: commonwealth science council 1990
- SHARMA, K.K. (1992), Wheat cultivation in association with *Acacia nilotica* (L.): wild ex Del. field bund plantation, a case study, Agroforestry Systems, 1992, vol.17
- SOUTHGATE D., PEARCE, D. (1987), Agricultural colonization and environmental degradation in frontier developing economies, environment working paper N.9, 1988
- STOCKING, M., BOJO I., NICK, A. (1990), Financial and economic analysis of agroforestry : key issues, in agroforestry for sustainable production, from Prinsley, ed. London commonwealth science council 1990
- TIEDEMAN, J. A.; JOHNSON, D. E. (1992), *Acacia cyanophylla* for forage and fuelwood in north Africa, Agroforestry Systems, vol.17, N.2
- TIETENBERG, T. (1988), Environmental and natural resource economics, 2e ed. Scott, foresman and company Boston London
- WORLD BANK (1981), Accelerated development in Subsaharan Africa: an agenda for action, Washington D.C
- YOUNG, A. (1989), Agroforestry for soil conservation, CAB international, ICRAF

ANNEXES

1 LES TABLEAUX DESCRIPTIFS

Tableau A.1 Evolution historique de la déforestation en Côte d'Ivoire

| Années | millions d'hectares |
|--------|---------------------|
| 1950 | 20 |
| 1960 | 12 |
| 1966 | 9 |
| 1970 | 7 |
| 1974 | 5 |
| 1983 | 3 |
| 1985 | 2.5 |
| 1991 | 2 |

Source: ministère de l'agriculture (cf. CIRES, 1991).

Tableau A.2 Production de maïs selon le type d'exploitation

| type d'exploitation | densité des tiges de maïs (pieds/ha) | nombre d'épis de maïs/ha | nombre d'épis par pied |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| champs de maïs | 10 605 | 27 534 | 2.6 |
| association Teck-maïs | 10 767 | 24 755 | 2.3 |
| association Gmelina-maïs | 11 522 | 16 726 | 1.45 |
| association Fraké-maïs | 9 643 | 19 374 | 2.01 |

Source: Oualou (1989)

Tableau A.3 Essai temporaire fraké et cultures vivrières (but: production de bois d'oeuvre)

| | | Fraké associé pendant 2 ans à igname, maïs, arachide | Fraké en sylviculture pure |
|-----------------------------|--------------------|--|------------------------------|
| rendements moyens par arbre | hauteur (m) | 2.25 | 1.75 |
| | circonférence (cm) | 10.00 | 8.00 |
| nombre d'entretiens par an | | 2 à 3 sarclages | 2 à 3 passages à la machette |

Source: Rapport CTFT-CI, techniques culturales et associations culturales (cf. Oualou, 1989)

Tableau A.4 Taux d'occupation annuel de la forêt par les activités agricoles en Côte d'Ivoire

| cultures de rente | % annuel | cultures vivrières | % annuel | total (%) |
|-------------------|----------|--------------------|----------|-----------|
| hévéea | 5 | arachide | 5 | |
| fruit | 3 | riz | 4.7 | |
| Palmier | 3 | maïs | 3.9 | |
| Bananier | 3 | manioc | 2.7 | |
| cacaoyer | 2 | sorgho | 2.3 | |
| colatier | 2 | taro | 2 | |
| caféier | 1 | igname | 1.7 | |
| Ananas | 1 | | | |
| total | 20 | | 22.3 | 42.3 |

Source: Ministère de l'agriculture (cf. CIRES, 1991).

Tableau A.5 Evolution des superficies agricoles en Côte d'Ivoire

| années | taux de couverture du territoire national (%) |
|--------|---|
| 1965 | 06 |
| 1975 | 11 |
| 1989 | 23 |

Source: MECU (1991).

Tableau A.6 Evolution de l'exploitation des grumes

| années | production de grumes en volume (millions de m ³) | transformation locale de grumes en volume (millions de m ³) | % |
|--------|--|---|-------|
| 1960 | 1.033 | 0.211 | 20.4 |
| 1965 | 2.560 | 0.655 | 25.6 |
| 1970 | 3.540 | 1.037 | 29.29 |
| 1975 | 3.960 | 1.541 | 38.91 |
| 1985 | 3.895 | 1.682 | 43.18 |
| 1989 | 2.000 | - | - |

Source: Ministère de l'agriculture (cf. CIRES, 1991).

Tableau A.7 Exportation de bois et de produits forestiers en Côte d'Ivoire

| années | milliards fefa |
|--------|----------------|
| 1980 | 123 |
| 1983 | 111 |
| 1984 | 121.566 |
| 1985 | 105.931 |
| 1986 | 99 |

Source: Forforêt No.11 (1988).

Tableau A.8 Superficies/an des nouvelles plantations SODEFOR.

| années | superficies |
|--------|-------------|
| 1980 | 4 004 |
| 1981 | 4 867 |
| 1982 | 3 875 |
| 1983 | 4 950 |
| 1984 | 2 728 |
| 1985 | 5 213 |
| 1986 | 3 390 |
| 1987 | 5 025 |
| 1988 | 3 951 |
| 1989 | 4 116 |
| 1990 | 2 604 |
| 1991 | 1 045 |
| 1992 | 1 737 |
| TOTAL | 47503 |

Source: SODEFOR (1992)

Tableau A.9 Coefficients de pondération des producteurs équivalents

| | âge (ans) | | | |
|----------|-----------|-------|---------|---------|
| | 0 - 4 | 5 - 9 | 10 - 15 | 16 et + |
| sexe: | | | | |
| masculin | 0,00 | 0,25 | 0,80 | 1,00 |
| feminin | 0,00 | 0,25 | 0,50 | 0,60 |

Source: Matlon (1977).

Tableau A.10 Coefficients de pondération des consommateurs équivalents

| | âge (ans) | | | |
|----------|-----------|-------|---------|---------|
| | 0 - 4 | 5 - 9 | 10 - 15 | 16 et + |
| sexe: | | | | |
| masculin | 0,20 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| feminin | 0,20 | 0,50 | 0,75 | 0,75 |

Source: Matlon (1977).

Les budgets d'exploitation

Tableau A.11 Budgets par hectare d'activité du paysan moyen agricole (Fcfa/ha).

| | saison 1 | | saison 2 | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| | arachide | maïs | igname précoce | igname tardive | arachide | maïs |
| REVENU BRUT | 387824,90 | 160488,00 | 567316,10 | 321284,20 | 483036,70 | 161539,60 |
| .rendement | 3478,25 | 2972,00 | 7195,79 | 7208,53 | 3294,48 | 2919,04 |
| .prix de vente | 111,50 | 54,00 | 78,84 | 44,57 | 146,62 | 55,34 |
| COÛTS VARIABLES | | | | | | |
| TOTAUX | 48050,72 | 31132,82 | 250702,40 | 144026,30 | 48096,59 | 30659,00 |
| .semences | 15180,00 | 4500,00 | 181015,10 | 64693,87 | 16962,00 | 4500,00 |
| .main d'oeuvre salarisée | 32870,72 | 26632,82 | 69687,30 | 79332,41 | 31134,59 | 26159,00 |
| MARGE BRUTE | 339774,20 | 129355,20 | 316613,70 | 177257,90 | 434940,10 | 130880,60 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Tableau A.12a Budgets par hectare d'activité de production vivrière et d'entretiens sylvicoles en cultures du paysan moyen agrosylvicole (Fcfa/ha).

| | saison 1 | | saison 2 | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| | arachide | maïs | igname précoce | igname tardive | arachide | maïs |
| REVENU BRUT | 340063,00 | 111941,60 | 514800,60 | 179960,30 | 395079,30 | 74730,58 |
| VALEUR PRODUCT^o | 317205,20 | 89083,80 | 484643,70 | 179960,30 | 395079,30 | 74730,58 |
| . rendement | 2844,89 | 1649,70 | 6147,18 | 4037,70 | 2694,58 | 1350,39 |
| . prix de vente | 111,50 | 54,00 | 78,84 | 44,57 | 146,62 | 55,34 |
| PRIMES GLOBALES | 22857,80 | 22857,80 | 30156,93 | - | - | - |
| . espèces (Fcfa/ha) | 15000,00 | 15000,00 | 15000,00 | - | - | - |
| . dotation PAM (Fcfa/ha) | 7857,80 | 7857,80 | 15156,93 | - | - | - |
| COÛTS VARIABLES | | | | | | |
| TOTAUX | 67300,50 | 30804,11 | 396910,20 | 66411,42 | 84712,57 | 79583,85 |
| . semences | 15180,00 | 4393,50 | 236632,70 | 21942,84 | 16962,00 | 4393,50 |
| . main d'oeuvre salarisée CV | 46580,72 | 21042,46 | 132477,60 | 35547,92 | 55738,01 | 53641,20 |
| . main d'oeuvre salarisée arbres | 5539,78 | 5368,15 | 27799,89 | 8920,66 | 12012,56 | 21549,15 |
| MARGE BRUTE | 272762,50 | 81137,49 | 117890,40 | 113548,90 | 310366,80 | - 4853,26 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

Tableau A.12b Budgets par hectare d'activité d'entretiens classiques du paysan moyen agrosylvicole (Fefa/ha).

| | saison 1 | | | | saison 2 | | | |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | TA1IS | TA1IS | TA1IF | TA1IC | TA2IS | TA2IS | TA2IF | TA2IC |
| <u>PRIME BRUTE</u> | 11857,80 | 15857,80 | 13857,80 | 22857,80 | 19156,93 | 23156,93 | 21156,93 | 30156,93 |
| PRIMES GLOBALES | 11857,80 | 15857,80 | 13857,80 | 22857,80 | 19156,93 | 23156,93 | 21156,93 | 30156,93 |
| .espèces (Fefa/ha) | 4000,00 | 8000,00 | 6000,00 | 15000,00 | 4000,00 | 8000,00 | 6000,00 | 15000,00 |
| .dotation PAM (Fefa/ha) | 7857,80 | 7857,80 | 7857,80 | 7857,80 | 15156,93 | 15156,93 | 15156,93 | 15156,93 |
| <u>COUTS VARIABLES</u> | | | | | | | | |
| <u>TOTAUX</u> | | | | | | | | |
| .main d'oeuvre | | | | | | | | |
| salarisée arbres | 3144,20 | 11700,40 | 6008,96 | | 3144,20 | 11700,37 | 6008,96 | |
| <u>PRIME NETTE</u> | 8713,60 | 4157,43 | 7848,84 | 22857,80 | 16012,73 | 11456,56 | 15147,97 | 30156,93 |

Source: données d'enquête (1993-1994).

2 CLASSIFICATION DES PRATIQUES AGROFORESTIERES

(individualisation des systèmes agroforestiers selon la nature des composantes, avec des exemples de sous-systèmes ou de techniques courantes, selon Nair, P. K., (1985))(cf. Oualou, 1989)

1 SYSTEMES AGRO-SYLVICOLES: ce sont des systèmes qui associent des ligneux et des cultures vivrières et/ou pérennes.

- ligneux de jachère améliorée dans la culture itinérante
- ligneux en lignes intercalées avec cultures (alley cropping)
- ligneux de jardins de case
- ligneux à usage multiples sur l'exploitation
- cultures ligneuses avec autres cultures
- cultures ligneuses en mélange
- arbres d'ombrage pour cultures ligneuses
- agroforesterie pour production de bois de feu
- zones d'abri, brise-vent, haies anti-érosives, etc...

2 SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX: ces systèmes associent à la fois des ligneux, des cultures et des animaux:

- ligneux, cultures et animaux associés autour des cases (jardins de case)
- haies de ligneux pour fourrage, engrais vert, conservations des sols, etc...
- production intégrée de cultures, d'animaux et de ligneux (bois de feu, poteaux)

3 SYSTEMES SYLVO-PASTORAUX: ils sont essentiellement composés de ligneux et d'animaux:

- réserve de protéines (ligneux fourragers, sur ou hors de l'exploitation)
- haies vivés fourragères
- ligneux dans les pâturages
- production intégrée (élevage et bois)

4 **AUTRES SYSTEMES**: ce sont tous les systèmes intégrés qui associent des ligneux à usages multiples ou non à d'autres pratiques culturelles utiles en milieu rural:

- agriculture et ligneux
- bouquets de ligneux à usages multiples
- aquaculture dans les zones de mangrove

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

3 LISTE DES VARIABLES

| | | |
|----------|---|--|
| I.P | = | terre cultivée en igname précoce |
| I.T | = | terre cultivée en igname tardive |
| AR1 | = | terre cultivée en arachide en première saison |
| MA1 | = | terre cultivée en maïs en première saison |
| AR2 | = | terre cultivée en arachide en deuxième saison |
| MA2 | = | terre cultivée en maïs en deuxième saison |
| TAIP | = | terre d'arbres entretenue en igname précoce |
| TAIT | = | terre d'arbres entretenue en igname tardive |
| TAAR1 | = | " " arachide de saison1 |
| TAMA1 | = | " " maïs de saison 1 |
| TAAR2 | = | " " arachide de saison2 |
| TAMA2 | = | " " maïs de saison 2 |
| TA1LS | = | terre d'arbres sarclée en ligne en saison 1 |
| TA1IS | = | terre d'arbres sarclée en interligne en saison 1 |
| TA1IF | = | terre d'arbres fauchée en interligne en saison 1 |
| TA2LS | = | terre d'arbres sarclée en ligne en saison 2 |
| TA2IS | = | terre d'arbres sarclée en interligne en saison 2 |
| TA2IF | = | terre d'arbres fauchée en interligne en saison 2 |
| TA1IC | = | terre en cultures sous-traitée en saison 1 |
| TA2IC | = | terre en cultures sous-traitée en saison 2 |
| LSCDHR | = | travail salarié au défrichage hors réception (HR) de cultures vivrières |
| LSADHR | = | " " pour les arbres |
| LSCBUTT1 | = | travail salarié au buttage d'igname précoce |
| LSCBUTT2 | = | travail salarié au buttage d'igname tardive |
| LSCSEM1 | = | travail salarié au semis de la saison 1 |
| LSCSEM21 | = | travail salarié au semis d'igname précoce |
| LSCSEM22 | = | travail salarié au semis d'igname tardive |
| LSCSEM23 | = | travail salarié au semis d'arachide et maïs de saison 2 |
| LSCSAR1 | = | travail salarié au sarclage de cultures en saison1 |
| LSASAR1 | = | travail salarié au sarclage des arbres en saison1 |
| LSCSARHR | = | travail salarié au sarclage hors réception de cultures |
| LSASARHR | = | travail salarié au sarclage HR des arbres |

LSC2SAR = travail salarié au 2e sarclage de cultures
LSA2SAR = " " d'arbres
LSCREC1 = " à la récolte de la saison 1
LSCREC21 = " " de l'igname précoce
LSCREC22 = " " des deux variétés d'igname
LSCREC23 = " " de l'arachide et du maïs de
saison 2

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

4 LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS

| | |
|-----------|---|
| CIDT | : Compagnie Ivoirienne pour le Développement Textile |
| CIRES | : Centre Ivoirien de Recherches Economiques et sociales |
| CTFT-CI | : Centre Technique Forestier Tropical-Côte d'Ivoire |
| DCGTx | : Direction de Contrôle des Grands Travaux |
| Fcfa | : Franc de la Coopération Financière Africaine |
| FAO | : Organisation Mondiale de l'Alimentation |
| ha | : Hectare |
| ICRAF | : International Council for Research in Agroforestry |
| IDEFOR | : Institut de Développement des Forêts |
| IDESSA | : Institut Des Savanes |
| IITA | : International Institute of Tropical Agriculture |
| IRCA | : Institut de Recherche sur le Caoutchouc |
| kg | : Kilogramme |
| m | : mètre |
| MECU | : Ministère de l'Environnement, de la Construction et de l'Urbanisme |
| MINECOFIN | : Ministère de l'Economie et des Finances |
| MINEF | : Ministère des Eaux et Forêts |
| OTA | : Office of Technology Assessment |
| PIB | : Produit Intérieur Brut |
| PVD | : Pays en Voie de Développement |
| Rs | : Roupies (unité monétaire de l'Inde) |
| SATMACI | : Société d'Assistance Technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire |
| SODEFOR | : Société des Forêts |

5 LISTES DES ARBRES CITES

Acacia nilotica (Acacia)
Anacardium occidentale (Anacardier)
Borassus aethiopicum (Rônier)
Carica papaya (Papaye)
Cassia siamea (Cassia)
Cedrela odorata
Ceiba pentandra (Fromager)
Citrus aurantifolia
Curcuma domestica
Daniellia oliveri
Eucalyptus hybrid
Flemingia congesta
Gmelina arborea (Gmelina)
Grewia optiva
Hévéa
Leucaena leucocephala
Morus alba
Parkia biglobosa (Néré)
Sesbanian sesban
Tarriera utilis (Niangon)
Tectona grandis (Teck)
Tephrosia vogelii
Terminalia ivorensis (Framiré)
Terminalia superba (Fraké)
Triplochiton scleroxylon (Samba)
Vitellaria paradoxa (Karité)

MATRICE AGREGÉE DU MODÈLE AGRICOLE DE BASE

| Contraintes | IP | IT | AR1 | MA1 | AR2 | MA2 | Ldefs _j | Lbutts _j | Lsems _j | Lsars _j | Lre _{csj} | ressources |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|
| MAX | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | -w1 | -w2 | -w3 | -w4 | -w5 | ≤ b1 |
| Terres de cultures vivrières pures | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | ≤ b2 |
| | | | | | | | | | | | | ≤ b3 |
| | | | | | | | | | | | | ≤ b4 |
| | | | | | | | | | | | | ≤ b5 |
| | | | | | | | | | | | | ≤ b6 |
| Terres d'exploitation | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | ≤ b7 |
| | a11 | a12 | a13 | | a16 | | -1 | | | | | ≤ b8 |
| Travail familial manuel | . | . | . | | | | | -1 | | | | ≤ b91s |
| | . | . | . | | | | | | -1 | | | . |
| | . | . | . | | | | | | | -1 | | . |
| | a51 | a52 | a53 | | a56 | | | | | | -1 | ≤ b95s |
| | | | | | | | 1 | | | | | ≤ b101s |
| Travail salarié manuel | | | | | | | | 1 | | | | . |
| | | | | | | | | | 1 | | | . |
| | | | | | | | | | | 1 | | . |
| | | | | | | | | | | | 1 | ≤ b102s |
| Capital1 | | | a11 | a12 | | | | | | | | ≤ b111 |
| Capital2 | a21 | a22 | | | a23 | a24 | | | | | | ≤ b112 |
| | a11 | | | | | | | | | | | ≥ b12 |
| Autoconsommation | | a21 | | | | | | | | | | ≥ b13 |
| | | | a31 | | | | | | | | | ≥ b14 |
| | | | | a41 | | | | | | | | ≥ b15 |

Source: modèle de l'étude.

| Contraintes | superficies en cultures vivrières par saison | superficies des arbres entretenus en cultures | superficies des arbres en entretiens classiques | superficies entretenues en sous- traitance | location de travail par saison (CV) | location de travail par saison (arbres) | d_1^+ | d_1^- | d_2^+ | d_2^- | res- sources |
|------------------------------|---|--|--|---|--|--|------------|---------|---------|---------|-----------------|
| MIN | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Terres de cultures vivrières | 1 | ... | | | | | | | | | $\leq b1$ |
| Terres d'entret. en cultures | | 1 | ... | | | | | | | | $\leq b6$ |
| Terres d'entret. classiques | | | 1 | | | | | | | | $= b7$ |
| Terres en sous-trait. | | | | 1 | | | | | | | $= b12$ |
| Travail familial (CV+arbres) | | | | | 1 | | | | | | $= b13$ |
| | a11....a16 | | | | | | -1 | | -1 | | $= b18$ |
| | | | | | | | | | | | $= b19$ |
| | | | | | | | | | | | $= b20$ |
| | a51....a56 | | | | | | | | | | $\leq b21s$ |
| Travail salarié sur CV | | | | | 1 | | | | | | $\leq b21s$ |
| | | | | | | | | | | | $\leq b22s$ |
| | | | | | | | | | | | $\leq b22s$ |
| | | | | | | | | | | | $\leq b23s$ |
| Travail salarié sur arbres | | | | | | | | | | | $\leq b23s$ |
| Capital1 | a11....a16 | -a17...-a112 | -a113...-a118 | | | | | | | | $\leq b241$ |
| Capital2 | a11....a16 | -a57...-a512 | -a513...-a518 | | | | | | | | $\leq b242$ |
| Auto-con-sommation | a21 | | | | | | | | | | $\geq b25$ |
| | a31 | | | | | | | | | | $\geq b26$ |
| | a41 | | | | | | | | | | $\geq b27$ |
| Objectif 1 | a11....a16 | | | | | | | | | | $\geq b28$ |
| Objectif 2 | | a11....a16 | a17...a112 | a113 a114 | | | -w1....-w5 | 1 | -1 | | $= b29$ |
| | | | | | | | | | | 1 -1 | $= b30$ |

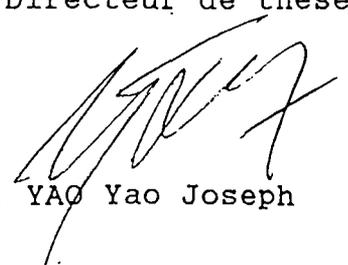
Source: modèle de l'étude.

THESE DE DOCTORAT DE 3ème CYCLE
EN SCIENCES ECONOMIQUES

KOFFI
Kouamekan Jean Marcel

VU ET APPROUVE
Abidjan, le 04/06/96

Le Directeur de thèse

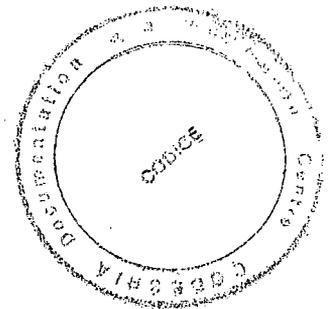

Pr. YAO Yao Joseph

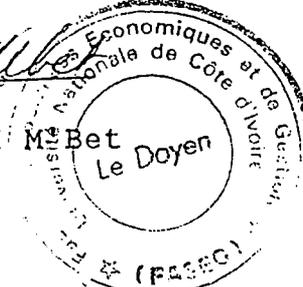
TITRE

STRATEGIE DE GESTION FORESTIERE DURABLE EN COTE D'IVOIRE:
ETUDE DE CAS DES SYSTEMES AGROSILVICOLES
DANS LA REGION DU CENTRE

VU ET APPROUVE
Abidjan, le 4 juin 1996

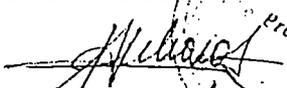
Le Doyen de la Faculté
des Sciences Economiques et de Gestion




Pr. ALLECHI M. Bet
Le Doyen


VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Abidjan, le 18-JUIN 1996

Le Président de
l'Université de Cocody


Pr. HAUHOOT Asseypo
