

Burkina Faso

Unité-Progrès-Justice

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE, SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

RENFORCEMENT DE LA
CAPACITÉ DE RECHERCHE
PLURIDISCIPLINAIRE SUR
L'ENVIRONNEMENT
(ENRECA)

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE
DE BOBO DIOULASSO
(U.P.B.)

INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

présenté en vue de l'obtention du :

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : Agronomie

THEME : **INCIDENCE DES MODES DE GESTION SUR LA VEGETATION LIGNEUSE
ET LA FERTILITE D'UN SOL FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE DANS LE
TERROIR DE BAN, EN ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA FASO**

Directeur de mémoire : Dr Bernard BACYE

Maître de stage : Dr Bernard BACYE

Juin 2002

Georges GUEBRE

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	i
DEDICACES	iv
REMERCIEMENTS	v
Sigles et Abréviations	vii
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	ix
RESUME	xi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES EN ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA FASO	3
I. INTRODUCTION DE LA CULTURE COTONNIERE DANS LE SYSTEME TRADITIONNEL DE PRODUCTION AU BURKINA FASO	4
II. TRANSFORMATION DU SYSTEME DE PRODUCTION	4
II.1. Equipement en matériel agricole.....	4
II.2. Assolement et rotation.....	5
II.3. Introduction systématique de l'élevage dans le système de production.....	5
II.4. Accroissement des superficies cultivées.....	6
II.5. Intensification des techniques culturales.....	6
III. INCIDENCE DE LA CULTURE COTONNIERE SUR LES RESSOURCES NATURELLES	7
III.1. Ressources végétales.....	7
III.2. Ressources en sols.....	7
CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	9
I. MILIEU PHYSIQUE	10
<i>I.1. Localisation de la province des Banwa et du site d'étude</i>	10
<i>I.2. Climat</i>	10
<i>I.3. Paysage et géomorphologie</i>	12
<i>I.4. Sols</i>	12
<i>I.5. Végétation</i>	12
<i>I.6. Hydrographie</i>	13
II. MILIEU HUMAIN ET ACTIVITES AGRICOLES	13
II.1. Population et mouvements migratoires.....	13
II.2. Système culturel.....	13
CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES	15

I. CARACTERISATION DES SYSTEMES DE CULTURE.....	16
I.1. Choix de l'échantillon d'exploitations.....	16
I.2. Enquête – Exploitation.....	17
I.3. Enquête parcellaire.....	17
I.4. Suivi agronomique des champs au cours de la saison culturale 2001-2002.....	18
II. ETABLISSEMENT DES BILANS MINERAUX EN FONCTION DES SYSTEMES DE FERTILISATION.....	18
II.1. Choix des situations étudiées.....	18
II.2. Évaluation quantitative des entrées des éléments N, P et K.....	19
II.2.1. <i>Evaluation des entrées de N, P, et K par les apports d'engrais (En(e))</i>	19
II.2.2. <i>Evaluation des entrées de N, P, et K par les apports de fumier (En(f))</i>	19
Eléments.....	20
II.2.3. <i>Evaluation des entrées totales des éléments N, P et K (En(t))</i>	20
II.3. Évaluation quantitative des sorties des éléments N, P et K.....	20
II.3.1. <i>Estimation des rendements des cultures dans les 4 systèmes</i>	20
II.3.2. <i>Evaluation des exportations minérales (N, P et K) des cultures (Exp)</i>	21
II.4. Expression finale des bilans.....	21
III. EVALUATION DE L'INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS.....	22
III.1. Type de sol étudié.....	22
III.2. Analyse statistique des données et interprétation des résultats.....	23
IV. EVALUATION DE L'INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA VEGETATION LIGNEUSE.....	24
IV.1. Inventaires floristiques.....	24
IV.1.1. <i>Choix de la formation de référence</i>	24
IV.1.2. <i>Dispositif d'échantillonnage de l'inventaire floristique</i>	24
IV.1.3. <i>Taille et installation des placettes</i>	25
IV.1.4. <i>Forme des placettes</i>	25
IV.2. Paramètres étudiés.....	25
IV.2.1. <i>Circonférence du fût</i>	25
IV.2.2. <i>Diamètres des houppiers et taux de recouvrement ligneux</i>	25
IV.2.3. <i>Densité de ligneux</i>	26
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	27
I. CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE CULTURE.....	28
I.1. Résultats.....	28
I.1.1. <i>Cultures et assolements</i>	28
I.1.2. <i>Successions culturales</i>	29
I.1.3. <i>Superficies emblavées sur les types d'exploitations</i>	30
I.1.4. <i>Itinéraires techniques au cours de la saison culturale 2001-2002</i>	31
I.1.4.1. Préparation du sol.....	31
I.1.4.2. Semis.....	32
I.1.4.3. Gestion de la fertilité des sols et fertilisation des cultures.....	32
I.1.4.4. Entretien des cultures.....	35
I.1.4.4.1. Sarclages.....	35
I.1.4.4.2. Buttages.....	35

I.1.4.4.3. Entretien phytosanitaires	36
I.1.5. Rendements des cultures	37
I.2. Discussion	38
II. VEGETATION LIGNEUSE	41
II.1. Résultats	41
II.1.1. Composition floristique	41
II.1.2. Structure démographique du peuplement ligneux	44
II.1.3. Densité des ligneux	45
II.1.4. Taux de recouvrement des ligneux	47
II.2. Discussion	48
III. BILANS MINÉRAUX DES CHAMPS	53
III.1. Résultats	53
III.1.1. Rendement des cultures en fonction des systèmes de fertilisation	53
III.1.2. Bilans minéraux dans les différents systèmes de fertilisation	54
III.1.2.1. Bilan azoté	54
III.1.2.2. Bilan du phosphore	54
III.1.2.3. Bilan potassique	55
III.2. Discussion	55
IV. INCIDENCE DES SYSTÈMES DE CULTURE SUR LA FERTILITÉ D'UN SOL FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE	57
IV.1. Résultats	57
IV.1.1. Caractéristiques des systèmes de culture étudiés	57
IV.1.2. Effets des systèmes de culture sur les teneurs en matière organique, Azote total, Potassium et phosphore du sol	58
IV.1.2.1. Effets sur les teneurs en matière organique	59
IV.1.2.2. Effets sur les teneurs en azote total	59
IV.1.2.3. Effets sur les teneurs en potassium disponible	60
IV.1.2.4. Effets sur les teneurs en phosphore assimilable	61
IV.2. Discussion	62
CONCLUSION	64
BIBLIOGRAPHIE	66

DEDICACES

A la mémoire de mon père GUEBRE Henri, décédé le 11 janvier 1978 quand j'avais à peine 3 ans,

A la mémoire des grands-mères Adissa et Louise,

A la mémoire de l'oncle COMPAORE Alain décédé pendant mes études secondaires,

A l'oncle GUEBRE Momini pour le sacrifice consenti,

A l'oncle GUEBRE Octave pour m'avoir hébergé pendant de nombreuses années,

A ma mère Albertine GUEBRE, née COMPAORE qui nonobstant ces moments éprouvants qu'elle endure n'a cessé de m'encourager dans mes études,

A mon grand frère Issouf, qui malgré ces années d'absence n'a cessé de m'encourager et me soutenir dans mes études,

je dédie ce présent mémoire.

REMERCIEMENTS

Ce travail, aboutissement de plusieurs mois d'efforts et d'abnégation, est également la concrétisation matérielle du concours d'une multitude de personnes physiques ou morales dont l'appui multiforme nous a été d'un apport inestimable.

Par ces quelques mots, nous voudrions leur faire part de notre profonde gratitude pour le soutien dont nous avons eu à bénéficier au cours de ces nombreuses années d'études.

Nos remerciements vont à l'endroit des responsables du projet ENRECA, à la fois pour l'encadrement et le financement dont nous avons bénéficié tout au long de ce stage.

Nos remerciements vont également à :

- Dr BACYE Bernard, à la fois notre maître de stage et directeur de mémoire. En dépit de ses multiples tâches, notre formation technique et scientifique s'est toujours placée au centre de ses préoccupations. Ses multiples visites sur le terrain en sont une des preuves patentes. Par ailleurs il n'a ménagé aucun effort pour nous créer les conditions favorables au bon déroulement des différents travaux qui constituent l'ossature de ce présent mémoire.
- l'ensemble du corps professoral de l'IDR, pour la formation reçue.
- M. Gaspard Vognan, chercheur à l'INERA/Programme Coton pour sa contribution pendant nos dix mois de stage
- M. Lissané Octave Djiébré qui a bien voulu accepter nous héberger durant une partie de nos études secondaires et supérieures et pour le soutien multiforme dont il nous a fait bénéficier. Nous lui devons une grande partie de notre réussite scolaire pour son attachement à la rigueur dans le travail et pour les conseils prodigués.
- Notre grand frère Issouf, qui a consenti beaucoup de sacrifices à notre égard et dont les absences prolongées depuis des années pèsent de façon incontestable au niveau de toute la famille particulièrement chez maman. Il a su nous motiver et nous encourager dans nos études et aiguïser très tôt notre conscience.
- Diadoma Régis Diébré, qui nous a toujours été un modèle tout le long de nos études universitaires. Nous lui devons le succès de nos études universitaires aussi bien pour ses

soutiens financiers que pour ses précieux conseils et encouragements. Qu'il trouve ici l'expression de notre simple et réelle gratitude.

- M. Lucien Compaoré, Agent technique Coton pour avoir facilité nos entretiens sur le terrain avec les producteurs.

- Nos remerciements vont à l'égard des camarades promotionnaires de l'I.D.R, en particulier Traoré Abdoulaye Somsoré, Sawadogo Philippe, Coulibaly Issouf, Kima Aimé Sévérin et Ouédraogo Bernadette pour l'ambiance fraternelle qu'ils ont toujours su faire naître et pour l'essentiel qu'ils ont toujours su privilégier dans nos relations.

- A Ouédraogo Agnès, qui nous a beaucoup encouragé dans nos études ainsi que pour avoir toujours su privilégier l'essentiel pendant nos trois années d'études et de séparation.

- A Yanra Jean de Dieu, un de nos cadets de l'IDR, pour la simplicité de ces relations et pour l'ambiance fraternelle et chaleureuse vécue.

- Nos remerciements vont enfin aux braves producteurs du terroir de Ban pour l'hospitalité dont ils ont fait montre pendant la phase terrain de nos travaux et pour leur franche collaboration

- A tous ceux dont le nom n'a pu être cité ici, nous les rassurons de notre profonde gratitude.

Sigles et Abréviations

SOFITEX : Société des fibres et textiles

IRCT : Institut de recherches du coton et des textiles exotiques

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

MEF : Ministère de l'Economie et des Finances

CES/DRS : Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols

Liste des figures

<i>Figure 1 : carte de situation de la province des Bamwa et du site d'étude</i>	10
<i>Figure 2 : Pluviosité de Solenzo</i>	11
<i>Figure 3 : Distribution des individus en classes de circonférence</i>	45
<i>Figure 4 : Densité de ligneux en fonction du niveau d'équipement des exploitations</i>	46
<i>Figure 5 : Densité des ligneux en fonction de l'âge de mise en culture des parcelles</i>	46
<i>Figure 6 : Taux de recouvrement des ligneux en fonction du niveau d'équipement des exploitations</i>	47
<i>Figure 7 : Taux de recouvrement des ligneux en fonction de l'âge (en années) de mise en culture des parcelles</i>	48
<i>Figure 8 : Teneurs en matière organique du sol en fonction des système de culture</i>	59
<i>Figure 9 : Teneurs en azote total du sol en fonction des systèmes de culture</i>	60
<i>Figure 10 : Teneurs en potassium disponible du sol en fonction des systèmes de culture</i>	60
<i>Figure 11 : Teneurs en phosphore assimilable du sol en fonction des systèmes de culture</i>	62

Liste des tableaux

<i>Tableau I : Nombre d'exploitations retenues selon les niveaux d'équipement.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau II : Caractéristiques des systèmes de fertilisation étudiés</i>	<i>19</i>
<i>Tableau III : Composition moyenne des fumiers en Zone Cotonnière Ouest du Burkina Faso.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau IV : Exportations minérales des cultures (en kg/ha) pour un rendement en sorgho grain, maïs grain ou coton graine égal à 1 tonne à l'hectare</i>	<i>21</i>
<i>Tableau V : Caractéristiques analytiques d'un profil du sol ferrugineux tropical lessivé</i>	<i>23</i>
<i>Tableau VI : Répartition des placettes dans les formations des champs</i>	<i>24</i>
<i>Tableau VII : Assolement (superficies en hectares cultivées /exploitation) en fonction du niveau d'équipement.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau VIII : Assolement (superficies en hectares cultivées/exploitation) selon le groupe ethnique d'appartenance des exploitations</i>	<i>29</i>
<i>Tableau IX : Principales successions culturales.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau X : Evolution de la superficie totale cultivée par exploitation (STE) et de la superficie exploitée par actif sur les différentes exploitations.....</i>	<i>30</i>
<i>Tableau XI: Importance des différents modes de préparation du sol (en % de parcelles) dans les exploitations.....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau XII: Importances des modes de préparation du sol (en % de parcelles) dans les différentes exploitations par spéculation.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau XIII: Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les différentes exploitations.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau XIV: Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture manuelle selon la spéculation cultivée.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau XV : Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture motorisée selon la spéculation cultivée.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau XVI : Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture attelée selon la spéculation cultivée.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau XVII : Importance des sarclages et buttages dans les différentes exploitations</i>	<i>36</i>
<i>Tableau XVIII : Nombre moyen des traitements insecticides et des doses d'insecticides utilisées sur le cotonnier en fonction du type d'exploitation.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau XIX : Nombre moyen de traitements insecticides et des doses d'insecticides utilisés sur le niébé en fonction du type d'exploitation.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau XX : Rendements grain et paille (en kg/ha).....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau XXI : Cortège floristique de la strate ligneuse de la jachère et des champs.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau XXII : Fréquences spécifiques relatives (en % du peuplement ligneux)</i>	<i>43</i>
<i>Tableau XXIII : Rendement grain et paille des cultures dans les 4 systèmes de fertilisation.....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau XXIV : Bilan azoté des parcelles en fonction des systèmes de fertilisation (kg/ha).....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau XXV : Bilan du phosphore des parcelles en fonction du système de fertilisation (kg/ha)...</i>	<i>54</i>

<i>Tableau XXVI : . Bilan du potassium des parcelles en fonction du système de fertilisation (kg/ha)</i>	<i>55</i>
<i>Tableau XXVII : Caractéristiques des systèmes de culture sur le sol ferrugineux tropical lessivé..</i>	<i>57</i>
<i>Tableau XXVIII : Teneurs en matière organique, en carbone total, en azote total, en potassium disponible et en phosphore assimilable du sol en fonction des systèmes de culture.....</i>	<i>58</i>

RESUME

L'état des sols et de la végétation ligneuse a été évalué dans différents modes de gestion paysans en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso à l'aide d'enquêtes auprès des producteurs, d'observations de terrain, d'inventaires et d'analyses de sol.

Les résultats montrent que la fertilisation minérale est de loin la principale stratégie de gestion de la fertilité des sols et concerne surtout le cotonnier et le maïs. Toutefois la pratique de la fumure organique associée ou non à la fumure minérale tend à se développer alors que la jachère tend à disparaître des systèmes de culture. Les systèmes de culture de la zone sont caractérisés par la dominance du sorgho, coton et maïs comme cultures et par la rotation coton/céréales.

La végétation ligneuse des champs est caractérisée par une faible richesse spécifique, une baisse de la densité des arbres et par une absence de régénération ligneuse par rapport à une jachère de plus de 20 ans. Le niveau d'équipement des exploitations ainsi que l'âge de la mise en culture continue des parcelles affectent négativement la richesse spécifique, la densité des ligneux et le niveau de recouvrement ligneux des parcelles.

Les bilans minéraux des parcelles dépendent du système de fertilisation pratiqué et des niveaux de rendement. Les systèmes caractérisés par des restitutions organiques et surtout organo-minérales sont ceux qui induisent des bilans positifs.

L'évaluation des effets des modes de gestion sur la fertilité du sol ferrugineux tropical lessivé montre que ce sont les systèmes de culture pratiquant des restitutions organo-minérales qui ont des niveaux organique et minéral élevés.

Le maintien voire l'amélioration de la fertilité des sols passe par une amélioration des pratiques culturales avec une bonne intégration de la fumure organique et minérale dans les systèmes de production.

Mots clés : Modes de gestion, sol ferrugineux tropical lessivé, niveau organique/niveau minéral, végétation ligneuse des champs, Zone cotonnière Ouest, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, la question de la fertilité des sols et du maintien des rendements agricoles est de plus en plus préoccupante. En effet, face à un accroissement rapide de la population ayant pour corollaire la saturation foncière en plusieurs endroits du territoire national (Drabo, 1999), la culture permanente sans jachère tend à prendre de l'ampleur dans les systèmes de production en zone cotonnière ouest du Burkina Faso (Schwartz, 1991). Ce qui risque de compromettre l'avenir des ressources naturelles et les rendements cultureux. Aussi, la conciliation de la satisfaction des besoins de la population avec le maintien de la fertilité des sols exige t-elle une intensification de la production agricole. Ceci exige l'adoption des systèmes de culture basés sur des pratiques culturales appropriées (restitutions des résidus de récolte, fertilisation organique et minérale, pratique des CES/DRS, rotation culturale etc.). Ces systèmes de culture devront produire des hauts rendements sans porter préjudice aux ressources naturelles.

Cependant, pour avoir des informations fiables sur les systèmes de culture en milieu paysan et porter des jugements sur leur reproductibilité, il y a lieu de mettre en relation les caractéristiques des ressources naturelles avec les pratiques ou les modes de gestion paysans de ces mêmes ressources. A cet effet, la réalisation des diagnostics sur l'état des ressources naturelles dans les différents systèmes de culture pratiqués s'avère indispensable.

Par ailleurs, plusieurs auteurs dont Mourifié (1993) et INERA (1994) signalent des risques de dégradation des ressources naturelles particulièrement dans les systèmes de culture à base de cotonnier. Ces observations rendent urgente la nécessité d'une évaluation permanente de l'état de ces ressources dans les zones cotonnières. La présente étude formulée sous le thème : «Incidence des modes de gestion sur la végétation ligneuse et la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans le terroir de Ban, en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso» s'inscrit dans cette optique.

L'objectif global de cette étude est de mieux connaître l'état du peuplement ligneux des champs, de la fertilité physico-chimique des sols en fonction des différents systèmes de culture pratiqués.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- caractériser les systèmes de culture ;
- évaluer la fertilité physico-chimique des sols dans différents systèmes de culture pratiqués ;
- déterminer la structure ; la composition floristique des peuplements ligneux des champs ;
- établir pour les différents systèmes de fertilisation identifiés , un bilan minéral des parcelles qui permettra de porter un jugement sur leurs performances et donc sur leur reproductibilité.

Le présent document qui fait une synthèse des différents travaux réalisés s'articule autour de quatre (04) chapitres :

- le premier chapitre présente la problématique de la gestion des ressources naturelles en Zone cotonnière ;
- le deuxième donne les caractéristiques générales de la zone d'étude ;
- le troisième chapitre est consacré à la méthodologie utilisée et enfin
- le chapitre 4 présente les principaux acquis de l'étude.

**CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DES RESSOURCES
NATURELLES EN ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA FASO**

I. INTRODUCTION DE LA CULTURE COTONNIERE DANS LE SYSTEME TRADITIONNEL DE PRODUCTION AU BURINA FASO

Le développement de la culture cotonnière au Burkina Faso, plus particulièrement dans sa zone cotonnière Ouest, s'est fait en plusieurs étapes (Schwartz, 1993). Selon Bélem (1985) et Schwartz (1993), jusqu'en 1895, la culture du coton n'était encore qu'une activité secondaire ne demandant pas trop de travail supplémentaire aux paysans. Le coton était le plus souvent associé aux céréales.

A partir de l'année 1903, la culture du coton connaîtra un tournant décisif marqué par son intégration dans le système traditionnel de production avec la pratique de la culture pure à grande échelle. Cependant, la décision de cultiver le coton à grande échelle et en culture pure n'a pas été la volonté des paysans mais plutôt, celle du colonisateur pour satisfaire aux besoins de la métropole. Ainsi, des mesures coercitives telles que l'instauration de l'impôt de capitation à toute personne âgée de dix ans au moins obligeaient à l'adoption de la culture du coton (IRCT, 1988 et Bélem, 1985), la culture du coton étant la principale source de revenus monétaires qui puisse permettre de s'acquitter de l'impôt auprès du colonisateur.

Mais par la suite, les avantages dont bénéficient les producteurs de coton (accès aux facteurs de production à crédit, la garantie d'un prix connu du coton graine avant la campagne, la certitude d'un écoulement total de la production) les ont amenés à la pratique volontaire de la culture du coton à grande échelle dans les systèmes de production (Bélem, 1985).

L'intégration de la culture du coton dans le système traditionnel de production a entraîné une profonde mutation au sein de ce système (Bélem, 1985 ; Schwartz, 1993 et Drabo, 1999) aussi bien sur le plan des techniques culturales que sur celui des facteurs de production.

II. TRANSFORMATION DU SYSTEME DE PRODUCTION

II.1. Equipement en matériel agricole

Une des actions développées dans le cadre de l'extension et l'intensification de la culture cotonnière est l'équipement des exploitations en matériel pour l'exécution des travaux culturaux (labour, semis, sarclages buttages etc.). En effet, grâce aux crédits auxquels la culture du coton a permis l'accès et les revenus engendrés par la vente du coton, le nombre d'exploitations équipées en matériel agricole a considérablement augmenté (Bélem, 1985, Schwartz, 1993, Mourifié, 1993).

II.2. Assolement et rotation.

La rotation culturale est définie comme étant la succession des cultures sur une même parcelle dans le temps, alors que l'assolement désigne la répartition des cultures dans l'espace à un moment donné (Dupriez et De Leener, 1983).

La rentabilité économique des cultures vivrières (mil, sorgho) peu commercialisées n'incite pas les paysans à leur appliquer des moyens onéreux de production (surtout l'utilisation des engrais minéraux). Ainsi, pour faire bénéficier les céréales des bienfaits de l'engrais, il a été recommandé par la recherche (Bélem, 1985) une rotation sur trois ans comme suit :

1^{ère} année : culture de coton avec apport d'engrais ;

2^{ème} année : culture d'une céréale sans engrais ;

3^{ème} année : culture d'une légumineuse (arachide) moins exigeante, sans engrais.

Le coton recevant l'engrais devrait revenir à la quatrième année. Selon Bélem (1985) une telle rotation a permis d'augmenter les productions céréalières en permettant surtout d'exploiter les arrières effets de la fertilisation minérale du précédent cotonnier au bénéfice des céréales qui le succèdent.

Par ailleurs, la succession coton/céréales permet une meilleure gestion de la fertilité des sols. En effet, le coton est une plante à système racinaire pivotant tandis que les céréales présentent un système racinaire fasciculé, ce qui permet à ces cultures d'exploiter des volumes différents de sol pour assurer leur nutrition minérale de façon plus durable qu'en monoculture.

II.3. Introduction systématique de l'élevage dans le système de production

L'introduction de la culture du coton dans le système traditionnel de production vivrière s'est accompagnée de l'utilisation considérable des bovins et des asins à des fins de traction (INERA, 1994). Le cheptel bovin de trait de la zone cotonnière est estimé à 59% des effectifs du pays (INERA, 1994). Ce fait est consécutif à l'économie de marché liée au développement de la culture cotonnière qui a permis de générer des revenus agricoles importants et leur investissement dans la constitution des troupeaux comme épargne (Bélem, 1985 et INERA, 1994). Par ailleurs, les crédits dont ont bénéficié les producteurs de coton et qui ont permis l'achat des animaux de trait expliquent en partie les importants effectifs de troupeaux observés en zone cotonnière (Bélem, 1985 et Garnier, 1995).

INERA (1994) indique que les immigrations des pasteurs et des agropasteurs du nord vers le sud du pays, suite aux épisodes de sécheresse, se sont accompagnées de déplacements du cheptel à la recherche du pâturage. Ceci a fortement contribué à accroître les effectifs des troupeaux de la zone cotonnière dont le climat s'avère propice aux activités agropastorales.

II.4. Accroissement des superficies cultivées

La culture cotonnière a considérablement contribué à accroître les superficies cultivées dans les exploitations de la zone cotonnière (Schwartz, 1991 et Drabo, 1999). En effet, à travers les facilités d'emblavement que la culture attelée et motorisée permettent, les exploitations de la zone cotonnière ont étendu les superficies agricoles à tel enseigne qu'en certains endroits de la zone on observe des saturations foncières (MEF, 1997, Drabo, 1999).

Toutefois, cette pression foncière s'explique également par les mouvements d'immigration intenses qu'a connus pendant des décennies la zone cotonnière avec comme conséquence un accroissement de la population rurale et des problèmes de disponibilité en terres cultivables.

II.5. Intensification des techniques culturales

L'équipement de plus en plus important en matériel de culture a entraîné des transformations au sein du système traditionnel de production. Ce sont en l'occurrence :

- l'utilisation de plus en plus importante des amendements organiques issus des déjections animales sur les exploitations pour la fertilisation des parcelles facilitée par l'équipement en charrettes qui permet le transport du fumier (Bélem, 1985);
- l'intégration de l'élevage dans le système de production qui a eu pour conséquence une relative intensification des systèmes de culture par la disponibilité de la fumure organique et son utilisation pour la fertilisation des cultures ;
- la culture du coton a favorisé la diffusion de paquets technologiques (fertilisation, lutte phytosanitaire, mécanisation du travail du sol, variétés améliorées, rotation culturale, etc.).

III. INCIDENCE DE LA CULTURE COTONNIERE SUR LES RESSOURCES NATURELLES

Le développement à grande échelle de la culture du coton est de plus en plus confronté à des problèmes de saturations foncières et de déséquilibre écologique (Faure, 1991; Drabo, 1999). En effet, les capacités d'emblavement des superficies importantes (liées à l'acquisition des équipements modernes de production) constituent de sérieuses menaces pour les ressources naturelles.

III.1. Ressources végétales

La pression foncière entretenue par le développement de la culture attelée en zone cotonnière a fortement contribué à une réduction des formations végétales. En effet, les mises en culture se sont effectuées au détriment des formations végétales (Garnier, 1995, Guiré, 1997 et Somda, 2000). Certaines exploitations équipées en matériel de culture attelée et motorisée procéderaient dans les champs à un dessouchage systématique. Ceci limite le potentiel de régénération des quelques rares espèces épargnées par les mises en culture et compromet à long terme l'avenir des arbres dans les systèmes de production.

INERA (1994) souligne que les effectifs élevés de troupeaux de la zone cotonnière jouent un rôle important dans la dégradation des formations végétales par surexploitation pastorale.

III.2. Ressources en sols

La pression foncière accrue et entretenue par les mouvements d'immigration et l'équipement en matériel de traction ont eu comme conséquence la saturation de l'espace agricole en plusieurs endroits de la zone (Schwartz, 1991 ; MEF, 1997; Drabo, 1999). Ceci constitue une menace importante pour la fertilité des sols. En effet, Schwartz (1991) et Drabo (1999) ont indiqué que la pratique de la jachère, stratégie traditionnelle d'entretien de la fertilité des sols s'est raréfiée dans les systèmes de production. Ainsi, Drabo (1999) signale qu'à Ban, terroir situé dans la zone cotonnière la plupart des parcelles sont cultivées pendant plus de vingt (20) ans sans jachère tandis que Schwartz (1991) montre que dans les endroits où la jachère est toujours intégrée dans le système de production, sa durée s'est fortement écourtée. Ce qui ne permet pas de relever de façon substantielle la fertilité du sol après plusieurs années de culture continue.

Par ailleurs, la détérioration du couvert végétal nuit énormément au potentiel de production en l'exposant ainsi aux actions néfastes des agents d'érosion.

Mais la culture du coton n'a pas eu que des effets négatifs sur les ressources naturelles. En effet, le développement de la fumure minérale qu'elle a suscité est un facteur de gestion du potentiel de production des sols. Ainsi, en apportant les éléments minéraux au sol, la fertilisation minérale permet à la fois d'assurer les besoins minéraux des cultures tout en améliorant les propriétés des sols.

Par ailleurs, les apports de phosphore via les engrais ont beaucoup contribué à corriger la déficience originelle des sols de la zone soudano-sahélienne en phosphore constatée par certains auteurs (Piéri, 1989; Dakouo, 1991).

La culture cotonnière, par les investissements des revenus issus de la vente du coton dans la constitution des troupeaux, a permis également le développement de la pratique de la fumure organique dans les systèmes de production de la zone (Bélem, 1985; Schwartz, 1991). De même, la pratique courante des rotations coton/céréales permet une gestion durable de la fertilité des sols grâce à l'exploitation des arrières effets de la fumure minérale des « précédents cotonniers » et une amélioration des rendements des céréales (Bélem, 1985; IRCT, 1988).

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

I. MILIEU PHYSIQUE

I.1. Localisation de la province des Banwa et du site d'étude

Le terroir de Ban est situé à 25 km environ au Sud-Est du département de Solenzo. La figure 1 montre la localisation de la province des Banwa et du site d'étude.

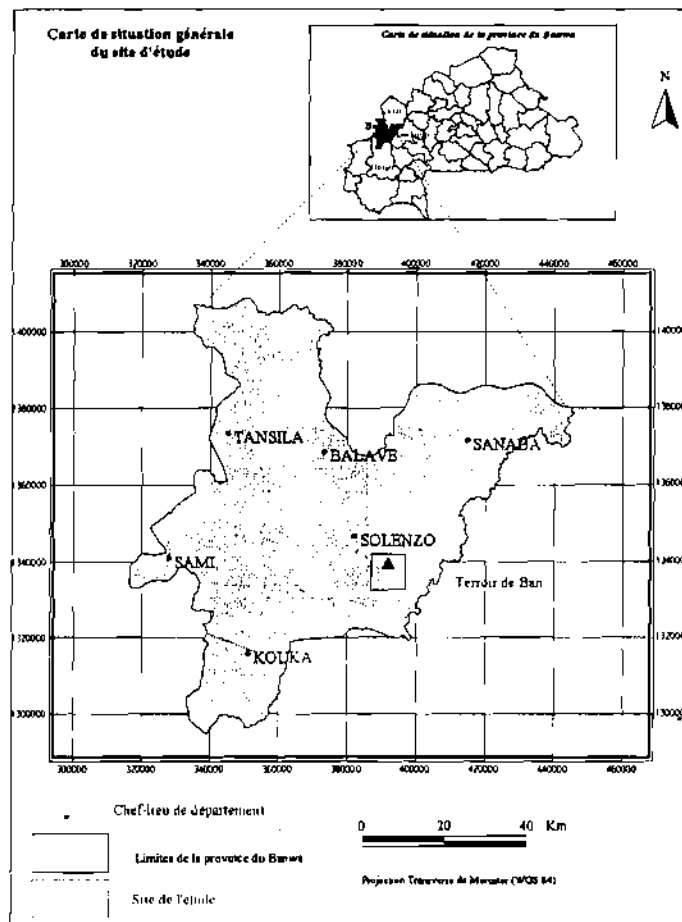


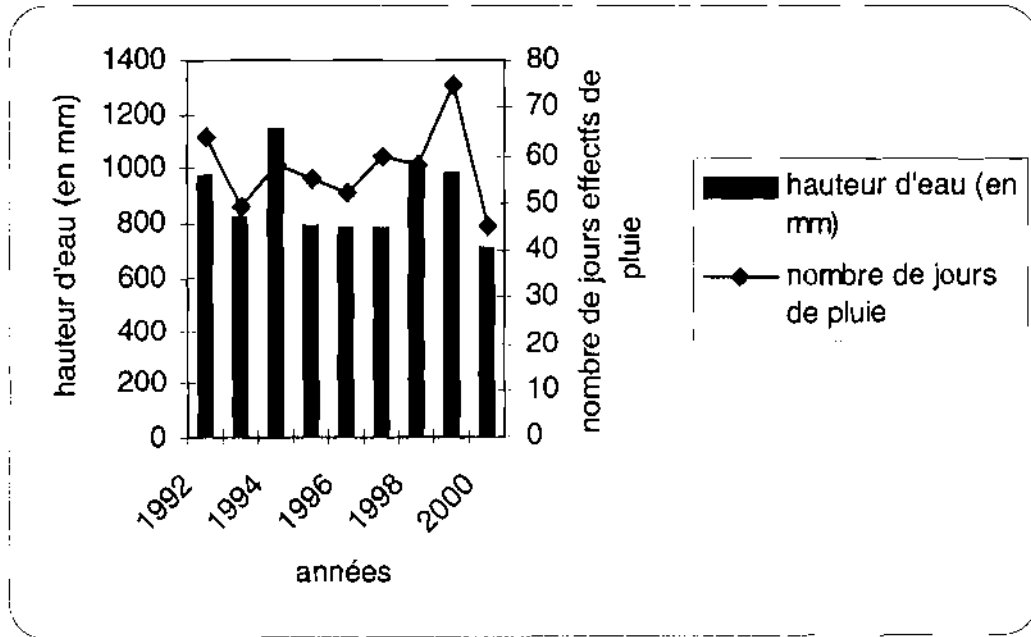
Figure 1 : carte de situation de la province des Banwa et du site d'étude

I.2. Climat

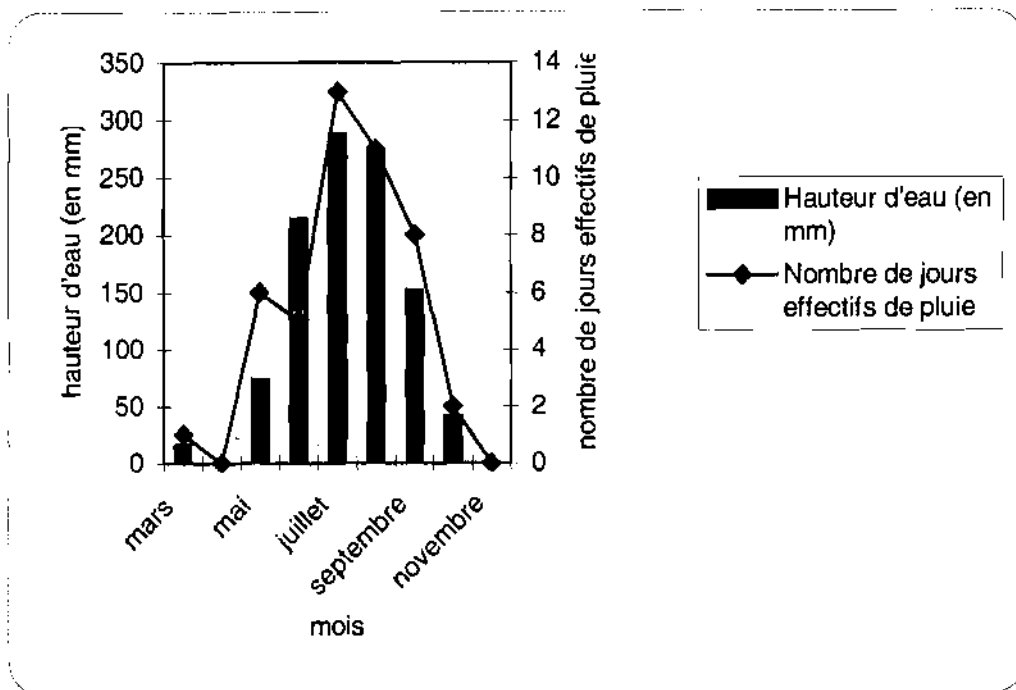
La province des Banwa est située dans la zone nord-soudanienne, entre les isohyètes 650 mm et 1000 mm avec une période de végétation de 120 à 170 jours. On y rencontre deux saisons :

- une saison pluvieuse de mai à octobre ;
- et une saison sèche de novembre à avril marquée par l'activité de l'harmattan, vent sec et chaud. Les températures sont fortes avec des moyennes dépassant parfois 35°C.

La pluviosité connaît une grande variabilité interannuelle (figure 2.a). La figure 2.b présente la pluviosité mensuelle de Solenzo au cours de la saison pluvieuse 2001-2002.



a) Pluviosité annuelle de Solenzo de 1992 à 2000



b) Pluviosité mensuelle de Solenzo pour la saison pluvieuse 2001-2002

Figure 2 : Pluviosité de Solenzo

I.3. Paysage et géomorphologie

La province de la Banwa est en grande partie une région peu accidentée (MEF 1997). Les altitudes sont moyennes dépassant rarement les 360 m. Trois grands ensembles s'y distinguent : les hauts ensembles, les plateaux et les plaines.

La monotonie du relief est rompue par endroits par des hauts ensembles situés à des altitudes supérieures à 360 m.

Les plateaux représentent des ensembles situés à des altitudes moyennes comprises entre 360 et 320 m. Ils sont directement contigus aux hauts ensembles et constituent le haut glacis.

Quant aux plaines, elles correspondent au bas glacis. Leur altitude moyenne est comprise entre 300 et 320 m. Elles se localisent au centre des plateaux à l'Est de la province jusqu'aux abords inondables du Mouhoun.

Les bas fonds sont localisés au niveau de la partie inférieure du bas glacis. Ils représentent généralement les parties inondables des plaines.

I.4. Sols

Selon INERA (1994) et MEF (1997) la province de la Banwa est caractérisée sur le plan pédologique par trois types de sols.

- les sols minéraux bruts qui sont les plus représentés et couvrent plus de la moitié de la superficie provinciale

- les sols ferrugineux lessivés à peu lessivés qui occupent 30 % environ de la superficie provinciale. Ces sols reposent sur des matériaux divers : sablo-argileux et argilo-sableux.

- les sols hydromorphes qui sont rencontrés dans les bas fonds, le long des cours d'eau. Ils sont formés sur matériau colluvio-alluvial.

I.5. Végétation

La province des Banwa comprend quatre principaux types de formations végétales (MEF, 1997). Ce sont en l'occurrence :

- une savane arborée à arbustive avec comme espèces dominantes *Combretum ssp* ; *Anogeissus leiocarpus* et *Vitellaria paradoxa* ;

- des formations mixtes des vallées associées aux cultures qui sont représentées par des parcs à *Vitellaria paradoxa* et à *Acacia albida*. Il s'agit en fait de formations des champs où sont fortement représentées des essences à usages multiples ;

- une savane arbustive à arborée où dominant des espèces comme *Vitellaria paradoxa* et *Detarium microcarpum* ;
- une savane arborée à boisée dont les espèces dominantes sont *Burkea africana* et *Pterocarpus erinaceus*.

I.6. Hydrographie

Selon MEF (1997), la province des Banwa dispose d'un chevelu hydrographique très dense surtout dans sa moitié sud. Ce réseau hydrographique relève des bassins versants du Mouhoun et de la Kossi. Le Mouhoun constitue la frontière naturelle Est de la province de la Banwa et coule du sud vers le nord sur plus de 80 km. Tout au long du Mouhoun, dans la zone d'inondation des mares pérennes.

II. MILIEU HUMAIN ET ACTIVITES AGRICOLES

II.1. Population et mouvements migratoires

La population de province de la Banwa à l'instar de l'ensemble de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso, est caractérisée par un pluralisme ethnique subséquent à une immigration importante avec pour pôle de départ essentiel le Plateau mossi. En effet, les épisodes de sécheresse qui ont sévi dans le pays en 1973 et 1983 ont engendré des flux migratoires vers le sud-ouest du pays dont le climat est favorable aux activités agropastorales. Les mossi (population allochtone) et les Bwaba (population autochtone) constituent les groupes ethniques les plus représentés.

Schwartz (1991) indique que le ratio effectif des chefs d'exploitations allochtones /chefs d'exploitations autochtones est de 53,8 % pour la zone de Solenzo traduisant ainsi une très forte contribution des chefs d'exploitations allochtones à l'effectif démographique total des chefs d'exploitations. De 1975 à 1985 la population de Solenzo est passée de 32305 habitants à 72826 habitants soit un taux de croissance annuel moyen égal à 8,5 % (MEF 1997). De 1985 à 1996 le taux de croissance annuel moyen n'est plus que de 2,7 % au niveau de Solenzo. Selon MEF (1997) la décennie 1985-1996 a été marquée par une chute notable des mouvements d'immigration et une stabilisation de la population.

II.2. Système cultural

Selon MEF (1997) et Drabo (1999), les systèmes de culture pratiqués sont caractérisés par une très forte consommation d'espace aboutissant à des saturations foncières par endroits. D'une façon générale la culture continue sans jachère est de loin la plus pratiquée.

Sur la base de la succession culturale, deux principaux systèmes peuvent être identifiés : la céréaliculture continue et les systèmes coton / céréales.

L'intégration de la culture du coton a entraîné des modifications profondes du système traditionnel de production en permettant l'accès aux engrais et à travers l'encadrement dont cette culture bénéficie (Bélem, 1985 ; IRCT, 1988, Drabo, 1999). Par ailleurs, les revenus engendrés par la vente du coton et l'accès au crédit dont les producteurs de coton ont bénéficié ont permis d'élever le niveau d'équipement des exploitations en matériel de culture (charrue, sarcleurs et charrettes). L'équipement en matériel de transport notamment la charrette a joué un rôle important dans la fertilisation des cultures dans les champs éloignés en facilitant le transport du fumier (Bélem, 1985) et partant dans l'intensification des systèmes de culture en zone cotonnière.

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

I. CARACTERISATION DES SYSTEMES DE CULTURE

I.1. Choix de l'échantillon d'exploitations

Au total 31 exploitations ont été retenues pour cette étude sur les critères du niveau d'équipement des exploitations et du groupe ethnique (autochtone ou allochtone) des chefs d'exploitations. Le tableau I donne l'effectif des types d'exploitations définies selon le niveau d'équipement. Il est à noter qu'au sein de l'échantillon retenu, 10 représentent des exploitations d'autochtones soit environ 22% du total. Le reste environ 78% du total d'exploitations est constitué par des exploitations d'allochtones. Un tel choix visait l'obtention d'un échantillon reflétant la composition ethnique du terroir estimée à 98% d'allochtones contre seulement 2% d'autochtones (INSD, 1996).

Les niveaux d'équipement sont définis comme suit :

- les exploitations de culture manuelle caractérisées par l'absence de l'équipement en matériel de travail (charrue et bœufs de trait) ;
- les exploitations de culture attelée qui disposent d'au moins une charrue + une houe manga + 2 bœufs de traits. Elles constituent le groupe le plus important.
- les exploitations de culture motorisée qui ont en plus du matériel de culture attelée un tracteur acquis par un groupement de producteurs (Brigade de production) ou acquis par l'exploitation (1 exploitation).

Tableau I : Nombre d'exploitations retenues selon les niveaux d'équipement

	Niveaux d'équipement		
	Exploitations de culture manuelle	Exploitations de culture attelée	Exploitations de culture motorisée
Nombre d'exploitations	4	22	5
Proportion (en %)	12,9	71	16,1

Il faut noter que les exploitations de culture manuelle font appel pour certains de leurs champs à la location de matériel pour le labour attelé.

De même les champs des exploitations motorisés ou de culture attelée ne bénéficient pas tous de la pratique de labour.

I.2. Enquête – Exploitation

Une enquête préliminaire auprès des chefs d'exploitations concernés par l'étude a été effectuée. Elle a consisté en un entretien direct à l'aide d'un questionnaire structuré avec les chefs d'exploitations sur les caractéristiques générales des exploitations. Elle a ainsi permis de caractériser chaque exploitation par :

- le statut autochtone ou allochtone du chef d'exploitation ;
- la date d'installation du chef d'exploitation pour les allochtones ;
- le nombre d'actifs et son effectif démographique ;
- le nombre de parcelles de l'exploitation;
- le niveau d'équipement;
- les techniques de gestion de la fertilité des sols et de l'arbre sur pied ;
- etc.

Cette étape a permis de valider l'échantillon choisi sur la base des deux critères que sont le niveau d'équipement des exploitations et le groupe ethnique d'appartenance des chefs d'exploitations.

I.3. Enquête parcellaire

Toutes les parcelles appartenant à chaque exploitation choisie ont fait l'objet d'une enquête.

La collecte de données s'est faite à travers un questionnaire structuré et administré de façon directe aux chefs d'exploitations. Ce questionnaire a permis de caractériser chaque parcelle par :

- son passé cultural au cours des cinq dernières années ;
- l'âge de mise en culture ;
- la superficie ;
- les techniques de gestion de la fertilité des sols (rotations, fertilisation minérale et/ou organique, pratique de la jachère, les techniques de CES/DRS etc.).

Au total 167 parcelles ont été concernées.

I.4. Suivi agronomique des champs au cours de la saison culturale 2001-2002

Le suivi des champs au cours de la saison de culture a permis d'identifier les cultures et les techniques culturales adoptées à l'échelle de la parcelle.

Ce suivi a permis également de caractériser la situation de la parcelle sur la toposéquence, la texture du sol et les états de surface (encroûtements, ensablements et formes d'érosion).

Pendant cette étape des placettes ont été implantées dans les parcelles de céréales et de coton afin d'évaluer la densité du peuplement végétal, et les rendements en grain et en paille de ces mêmes cultures. Trois placettes de 25 m² ont été posées sur chaque parcelle. Le poids des grains et de la paille a été évalué par récolte intégrale de chaque placette. Le rendement à l'hectare sur chaque parcelle est obtenu, par extrapolation, en affectant au poids moyen des grains et de la paille des placettes un coefficient multiplicateur égal à 400.

II. ETABLISSEMENT DES BILANS MINÉRAUX EN FONCTION DES SYSTÈMES DE FERTILISATION

II.1. Choix des situations étudiées

L'établissement des bilans minéraux a pour but d'évaluer le niveau d'utilisation des éléments majeurs (N, P, K) en fonction du système de fertilisation des champs.

Quatre (04) types de systèmes de fertilisation correspondant à quatre parcelles ont été retenus (tableau II) :

- le système sans fumure organique et minérale ;
- le système avec fumure minérale seule ;
- le système avec fumure organique seule ;
- le système de fertilisation basé sur l'utilisation de la fumure minérale et de la fumure organique.

Dans les quatre (04) types de systèmes de fertilisation les résidus de récolte sont exportés quel que soit la culture. Le choix des trois cultures (sorgho, coton et maïs) entrant dans l'élaboration des bilans est lié au fait qu'elles constituent les principales spéculations produites.

Les bilans des éléments N, P et K dans chaque système sont obtenus en faisant la balance entre les quantités de chacun de ces éléments entrant dans le système au cours de la campagne et celles qui en sortent en fin de campagne.

Tableau II : Caractéristiques des systèmes de fertilisation étudiés

Systèmes de fertilisation	Caractéristiques
SF	Culture de sorgho sans labour et sans fumure organique et minérale
Fm	Culture de maïs avec labour sans fumure organique, apport de 267 kg/ha d'engrais N P K (22-14-13-4,5-0,75)
Fo	Culture de coton avec labour et apport 5,25 t/ha de fumier, sans fumure minérale
Fom	Culture de coton avec labour, avec apport de 5,25 t/ha de fumier et 167 kg/ha d'engrais NPK (22-14-13-4,5-0,75)

II.2. Évaluation quantitative des entrées des éléments N, P et K

Les sources d'entrée des éléments minéraux N, P et K sont représentées ici par les apports d'engrais et ceux de fumier.

II.2.1. Evaluation des entrées de N, P, et K par les apports d'engrais (En(e))

Si (Qe) est la dose (kg/ha) d'engrais coton (22-14-13-4,5-0,75) apportée au système au cours de la campagne 2001/2002, et (ni) le nombre d'unités de l'élément (i) apporté par 100 kg d'engrais, alors la quantité de (i) entrée par l'engrais en kg/ha est :

$$En(e)_i = Q_e * n_i / 100$$

II.2.2. Evaluation des entrées de N, P, et K par les apports de fumier (En(f))

Si (Qf) est la quantité de fumier (en tonnes/ha) apportée en début de campagne et (ti) la teneur moyenne du fumier (en % de MS) en l'élément (i), alors la quantité de (i) entrée par le fumier s'obtient comme suit :

$$En(f)_i = Q_f * t_i/100$$

Le tableau III indique les teneurs moyennes du fumier en éléments N, P et K utilisées pour l'évaluation des apports en N, P et K la fumure organique (fumier).

Tableau III : Composition moyenne des fumiers en Zone Cotonnière Ouest du Burkina Faso

	Eléments			
	Matière organique	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Teneur (en % de MS)	18,3 – 60	1,03	0,48	1,49

Source : Dakouo (1994)

II.2.3. Evaluation des entrées totales des éléments N, P et K (En(t))

Les entrées totales de l'élément (i) est la somme de ses entrées par les apports d'engrais (En(e)_i) et de celles par les apports de fumier (En(f)_i).

$$En(t)_i = En(e)_i + (En(f)_i)$$

II.3. Évaluation quantitative des sorties des éléments N, P et K

Seules les pertes des éléments N, P et K par exportations minérales des cultures ont été prises en compte dans l'établissement des bilans minéraux. En effet les pertes par érosion solide, liquide, par volatilisation n'ont pas été considérées.

II.3.1. Estimation des rendements des cultures dans les 4 systèmes

Les rendements ont été estimés à l'aide des placettes de 25 m² dans les parcelles correspondant aux quatre (04) systèmes de fertilisation étudiés en raison de trois (03) placettes par parcelle. La biomasse des grains et de la paille est prélevée par récolte intégrale de chaque placette, séchée puis pesée à l'aide d'une balance Salter. Le rendement à l'hectare de chaque culture est obtenu, par extrapolation, en affectant au poids moyen des grains et de la paille des placettes un coefficient multiplicateur égal à 400.

II.3.2. Evaluation des exportations minérales (N, P et K) des cultures (Exp)

Les quantités des éléments exportées par chaque culture ont été déterminées à partir des rendements mesurés et de l'utilisation des données secondaires de la littérature sur les exportations minérales des cultures (tableau IV) en supposant les exportations proportionnelles aux rendements des cultures.

Tableau IV : Exportations minérales des cultures (en kg/ha) pour un rendement en sorgho grain, maïs grain ou coton graine égal à 1 tonne à l'hectare

	Eléments minéraux		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Coton	28	9	25,9
Maïs	21	10	15
Sorgho	26	10	20

Source : Rouanet (1984), Sément (1986) et FAO (1987)

Connaissant la quantité exportée notée Exp(1 tonne/ha) de l'élément (i) par une culture donnée pour un rendement de 1 tonne de grain, la quantité exportée de l'élément (i) pour un rendement réellement mesuré Rr (en tonnes/ha) est donnée par la formule :

$$\text{Exp}(i) = \text{Exp}(1 \text{ tonne/ha}) * Rr$$

II.4. Expression finale des bilans

Le bilan de l'élément (i) (en kg/ha) dans chaque système s'obtient en effectuant la différence entre les entrées et les sorties de cet élément au niveau du système.

$$\text{Bilan}(i) = \text{En}(t)i - \text{Exp}(i)$$

III. EVALUATION DE L'INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS

III.1. Type de sol étudié

L'évaluation de l'incidence des modes de gestion a concerné un seul type de sol. Il s'agit d'un sol ferrugineux tropical lessivé à taches et à concrétions qui est le plus représenté dans le terroir (plus de 60% des sols).

Les caractéristiques analytiques d'un profil sous jachère sont présentées dans le tableau V.

Il s'agit d'un sol moyennement profond à profond de texture limono-argileuse en surface à argileuse en profondeur. Les teneurs en matière organique sont moyennes en surface (1,24%) à très faibles en profondeur (0,38%).

Le complexe absorbant est faible à moyen avec un taux de saturation en bases échangeables moyen à fort.

Cinq (05) des principaux systèmes de culture auxquels le sol est soumis ont été choisis de façon à pouvoir évaluer les effets combinés ou non des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols. Il s'agit en outre de : type de rotation culturale, l'utilisation de la fumure organique et/ou minérale, de la pratique de la jachère.

Dans chacun des cinq (05) systèmes correspondant à un champ, quatre (04) échantillons de la couche 0-20 cm ont été prélevés après les récoltes pour des déterminations analytiques de laboratoire.

Les paramètres suivants ont été déterminés :

- la matière organique
- le carbone total
- l'azote total
- le phosphore assimilable
- le potassium disponible

Les analyses de sol ont été faites selon les méthodes en vigueur au BUNASOLS.

Tableau V : Caractéristiques analytiques d'un profil du sol ferrugineux tropical lessivé sous jachère

Caractères physiques et chimiques	Profondeur (en cm)				
	0-7	7-25	25-40	40-75	75-120
Granulométrie					
Argile (%)	15,69	25,49	37,25	39,22	41,18
Limons totaux (%)	43,13	37,26	31,38	29,41	27,45
Sables (%)	41,18	37,25	31,37	31,37	31,37
Constantes hydriques					
pF 2,5 (%)	17,74	18,92	24,04	23,67	22,47
pF 3 (%)	15,15	15,69	21,49	22,17	20,96
pF 4,2 (%)	5,63	8,42	11,64	12,75	13,36
(pF 2,5 – pF 4,2) (%)	12,11	10,5	12,45	10,92	9,11
Matière organique					
Matière organique total (%)	1,24	0,88	0,64	0,50	0,38
Carbone total (%)	0,72	0,51	0,37	0,29	0,22
Azote total (%)	0,062	0,041	0,035	0,029	0,025
C/N	12	12	11	10	9
Bases échangeables (méq/100g)					
Ca ²⁺	2	2,15	3,05	2,67	1,06
Mg ²⁺	0,98	1,07	1,37	1,49	0,48
K ⁺	0,29	0,15	0,14	0,11	0,15
Na ⁺	0,08	0,04	0,06	0,06	0,08
Somme des bases échangeables (S)	3,35	3,41	4,62	4,33	1,77
CEC (T) meq/100 g	5,75	5,55	7,31	7,04	3,23
Taux de saturation (S/T) en %	58	61	63	62	55

III.2. Analyse statistique des données et interprétation des résultats

L'interprétation des résultats a été faite selon les normes en vigueur au BU.NA.SOLS.

L'incidence des systèmes de culture sur chacun de ces paramètres a été évaluée par une analyse comparative des différents résultats. Le traitement statistique des données a été effectué avec le

logiciel Systat version 8.0 et a constitué en une analyse de variance et de comparaison des moyennes selon le test statistique de Newman-Keuls.

IV. EVALUATION DE L'INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA VEGETATION LIGNEUSE

IV.1. Inventaires floristiques

IV.1.1. Choix de la formation de référence

L'évaluation de l'impact des systèmes de culture sur la végétation ligneuse exige l'existence d'un domaine forestier à végétation climacique pris comme témoin (Taïta, 1997 cité par Somda, 2000). La présence d'un tel témoin est rare au niveau du terroir où la végétation a subi une pression agrodémographique accrue aboutissant à l'émergence d'une végétation de type savanicole fortement dégradée. Toutefois, nous avons comparé la structure, la composition floristique et la densité du peuplement ligneux des champs par rapport à celle d'une jachère de plus de vingt (20) ans.

IV.1.2. Dispositif d'échantillonnage de l'inventaire floristique

L'échantillonnage stratifié a été adopté au cours de cette étude. Deux strates ont été retenues : la strate ligneuse des champs et celle de la jachère. La strate ligneuse des champs a été analysée suivant les critères que sont le niveau d'équipement des producteurs et l'âge d'exploitation des parcelles.

Quelle que soit la strate considérée, l'unité de sondage a été la placette. Au total 31 placettes ont été implantées dans les types de formations étudiées dont 27 sur les champs et 4 sur la jachère.

Les tableaux VI donne la répartition des placettes dans les formations des champs suivant les niveaux d'équipement des exploitations et l'âge de la mise en culture des parcelles.

Tableau VI : Répartition des placettes dans les formations des champs

Formations définies par l'âge de mise en culture	Formations définies par le niveau d'équipement des exploitations		
	Champs des exploitations de culture manuelle	Champs des exploitations de culture attelée	Champs des exploitations de culture motorisée
[3-15[ans	2	4	3
[15-30[ans	3	5	2
[30-45[ans	1	4	3
Total par niveau d'équipement	6	13	8

IV.1.3. Taille et installation des placettes

La taille et la forme des unités de sondage ou placettes influencent les coûts et les précisions - des informations recherchées. Selon Ganaba (1990), l'unité doit comprendre un nombre suffisant de ligneux sur lesquels les paramètres de l'étude seront estimés. Ainsi pour éviter tout «vide anormal» au sein des placettes des champs nous avons opté pour une taille de placette de 10000 m² sur les champs et 2500 m² sur la jachère.

IV.1.4. Forme des placettes

Les placettes d'inventaires peuvent être de formes diverses : isotrope (carré, circulaire) ou anisotropes ; allongée (rectangulaire, losangique, elliptique) (Poda, 1990 cité par Ganaba, 1990). Toutefois, au cours de cette étude, la forme carrée a été utilisée à cause de sa facilité d'implantation sur le terrain et la forme particulière des parcelles.

IV.2. Paramètres étudiés

IV.2.1 Circonférence du fût

La circonférence du fût est mesurée à 1,30 m au-dessus du sol. Elle a permis d'appréhender la structure démographique des peuplements ligneux. Selon Toutain *et al.* (1983) et Grouzis (1988), ce paramètre est généralement retenu pour l'étude des formations sahéliennes. Par ailleurs ce paramètre indique l'état de régénération ou de vieillissement des peuplements ligneux (Grouzis, 1988). En effet, selon cet auteur un peuplement où il y aurait abondance d'individus à faibles diamètres est un peuplement en pleine régénération tandis qu'un peuplement où il y aurait beaucoup d'individus à grande circonférence est un peuplement vieillissant.

Pour les espèces multicaules, seule la plus grosse tige a fait l'objet de mensurations. Les mensurations ont été effectuées à l'aide d'un ruban métrique. Une circonférence de précomptage a été fixée à 10cm.

IV.2.2. Diamètres des houppiers et taux de recouvrement ligneux

La mesure du diamètre moyen (Dm) de la couronne des arbres a été réalisée de façon indirecte par projection verticale des points extrêmes du houppier réel au sol suivant les directions est-ouest et nord-sud. La mesure est effectuée à l'aide d'un ruban de 50 mètres.

Le taux de recouvrement (R en %) est estimé en supposant la surface de chaque houppier circulaire.

Le recouvrement est obtenu en effectuant la somme des surfaces des houppiers des ligneux contenus dans la placette que l'on divise par la superficie de la placette d'inventaire, le tout multiplié par 100.

$$R (\%) = Sh / Ss \times 100$$

Sh = somme des surfaces des houppiers assimilés chacun à un cercle

avec $Sh = \sum (\Pi Dm^2 / 4)$ et Ss = surface de la placette

Dm = diamètre moyen du houppier

IV.2.3. Densité de ligneux

La densité des peuplements ligneux a été évaluée par inventaire exhaustif des ligneux au sein des placettes. Par ailleurs au sein de chaque placette l'espèce a été identifiée et reportée sur la fiche d'inventaire. A cet effet des manuels d'identification des espèces ont été utilisés sur le terrain pour la détermination de certaines espèces.

Les différents paramètres mesurés ont permis d'apprécier l'évolution de la végétation ligneuse sous l'influence de la culture permanente et le rôle de la jachère longue dans la régénération des ligneux.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. CARACTÉRISTIQUES DES SYSTEMES DE CULTURE

I.1. Résultats

I.1.1. Cultures et assolements

Le tableau VII montre que les principales spéculations sont représentées par le sorgho, le coton, le maïs, et le sésame. Le mil, l'arachide, et le niébé constituent les cultures secondaires eu égard à leur faible proportion dans les assolements.

Le sorgho (2,1 à 6,1 ha) est de loin la spéculations la plus produite parmi les principales spéculations. Il est suivi par le coton (0,9 à 5,3 ha), le maïs (0,7 à 2,9 ha) puis le sésame (0,6 à 2,4 ha). Le mil (0,3 à 0,9 ha), culture traditionnelle tend donc à s'effacer des différents assolements.

Toutefois, la part de chaque culture dans l'assolement semble être liée au niveau d'équipement des exploitations et au groupe ethnique d'appartenance des chefs d'exploitations. Ainsi les cultures vivrières telles que le sorgho et le mil sont plus représentées dans les assolements des exploitations de culture manuelle où ils occupent la moitié des superficies cultivées alors que leur proportion dans les assolements d'exploitations de culture attelée et motorisée est inférieure à la moitié de leurs assolements.

Selon le groupe ethnique d'appartenance du chef d'exploitation (tableau VIII), il apparaît que la part des cultures de rapport est supérieure à celles vivrières avec une légère supériorité sur les exploitations autochtones.

Tableau VII : Assolement (superficies en hectares cultivées /exploitation) en fonction du niveau d'équipement

Exploitations définies par le niveau d'équipement	Spéculations cultivées					
	Coton	Sorgho	Maïs	Mil	Sésame	Arachide+niébé
Exploitations de culture manuelle	0,9	2,1	0,7	0,3	0,6	0,2
Exploitations de culture attelée	5,1	6	2	0,9	1,8	0,3
Exploitations de culture motorisée	5,3	6,1	2,9	0,3	2,4	0,4

Tableau VIII : Assolement (superficies en hectares cultivées/exploitation) selon le groupe ethnique d'appartenance des exploitations

Types d'exploitations	Spécultures cultivées					
	Coton	Sorgho	Maïs	Mil	Sésame	Arachide+niébé
Exploitations autochtones	4,7	6	2,2	0,3	2	0,3
Exploitations allochtones	8	5,5	1,9	0,9	1,8	0,3

I.1.2. Successions culturales

Le tableau IX montre les principales successions culturales des six dernières années. Les cultures ont été dans un premier temps regroupées en quatre (04) grands groupes (céréales, coton, légumineuses et sésame) puis chaque groupe a été subdivisé en sous groupes.

Tableau IX : Principales successions culturales

Groupes de successions culturales	Sous groupes	Fréquence (en %)
Coton/céréales	Coton/sorgho /Coton/sorgho/ Coton/sorgho	24,1
	Coton/sorgho/maïs/ Coton/sorgho/maïs	12,7
	Coton/maïs/ Coton/maïs /Coton/maïs	20,3
	Coton/sorgho/mil/ coton/sorgho/mil	3
	Sorgho/sorgho/sorgho/coton/coton/coton	0,8
Céréales/légumineuses	Niébé/arachide/mil/ niébé/arachide/mil	1,5
	Mil/arachide/ mil/arachide/ mil/arachide	0,8
Coton/céréales/légumineuses	Coton/sorgho/arachide ou niébé	3
	Coton/arachide/mil/niébé/coton/arachide	0,8
Monoculture	Sorgho/sorgho/sorgho/sorgho/sorgho/sorgho	13,3
	Coton/Coton/coton/coton/coton/coton/	4,5
	Maïs/maïs/maïs/maïs/maïs/maïs	2,3
	Arachide/arachide/arachide/arachide/arachide/arachide	0,8
Cultures/jachère	Jachère/jachère/maïs/sorgho/sorgho/arachide	0,3
	Jachère/jachère/jachère/jachère/jachère/sésame	3
Autres		8,8

Les successions coton/sorgho et coton/maïs sont les plus pratiquées avec respectivement des taux de pratique de 24,1 et 20,3%. Par ailleurs, la pratique de la culture continue du sorgho et du coton est un peu développée.

On observe une faible intégration des légumineuses dans les combinaisons culturales tandis que l'alternance des cultures avec des périodes de jachère est quasi inexistante.

I.1.3. Superficies emblavées sur les types d'exploitations

Le tableau X indique les plages d'emblavement par exploitation et par actif au sein des exploitations définies par le niveau d'équipement et le groupe ethnique d'appartenance. La superficie totale exploitée varie aussi bien en fonction du niveau d'équipement que selon le groupe ethnique d'appartenance des exploitations. Toutefois les différences sont beaucoup plus nettes selon le niveau d'équipement des exploitations. Ainsi, la superficie moyenne totale emblavée passe de 4,9 ha sur les exploitations de culture manuelle pour atteindre 16,04 ha chez les attelés et 17,25 ha chez les motorisés.

Tableau X : Evolution de la superficie totale cultivée par exploitation (STE) et de la superficie exploitée par actif sur les différentes exploitations

	Exploitations définies par le niveau d'équipement			Exploitations définies par le groupe ethnique du chef d'exploitation	
	Manuelle	Attelée	Motorisée	Autochtone	Allochtone
Effectif Démographique	18	26	20	19	26
Nombre moyen d'actifs	5	8	10	10	7
STE (en ha)	4,90	16,04	17,25	15,53	14,50
Superficie (en ha) cultivée /actif	1,03	1,97	1,82	1,6	2,06

Les autochtones exploitent en moyenne 1 ha de plus que les exploitations d'allochtones. Cependant lorsque l'on ramène la superficie totale exploitée au nombre total d'actifs (actifs

familiaux et journaliers) des exploitations on s'aperçoit qu'un actif en exploitation allochtone exploite environ 0,5 ha de plus que celui situé en exploitation autochtone.

La faiblesse des superficies emblavées sur les exploitations de culture manuelle est liée en partie à leur nombre d'actifs réduit (Tableau X).

I.1.4. Itinéraires techniques au cours de la saison culturale 2001-2002

I.1.4.1. Préparation du sol

Trois (03) modalités de préparation du sol sont utilisées : les semis directs sans travail du sol, le labour à plat et le labour en billons ou billonnage.

L'adoption des différentes techniques est variable aussi bien en fonction du niveau d'équipement des exploitations que selon la spéculation mise en place comme l'indiquent les tableaux (XI, XII). Ainsi, le taux de pratique du semis direct décroît des exploitations de culture manuelle vers celles de culture attelée et motorisée avec une différence plus accentuée entre exploitations de culture manuelle et celles de culture motorisée.

Toutefois, quel que soit le niveau d'équipement des exploitations, les modes de préparation du sol par billonnage puis par labour à plat demeurent de loin les plus mis en œuvre même dans les exploitations de culture manuelle bien que ces dernières ne disposent pas de matériel attelé de travail du sol.

Des quatre (04) cultures principales que sont le sorgho, le coton, le maïs et le sésame, les trois (03) dernières constituent de loin les plus intensives sur plan de la mécanisation des opérations culturales notamment celles de la préparation du sol (tableau XI et XII).

Tableau XI: Importance des différents modes de préparation du sol (en % de parcelles) dans les exploitations

	Modes de préparation (en % de parcelles)		
	Sans préparation	Labour à plat	Labour en billons
Exploitations de culture manuelle	29	24	47
Exploitations de culture attelée	22,5	35	42,5
Exploitations de culture motorisée	10	57	33

Tableau XII: Importances des modes de préparation du sol (en % de parcelles) dans les différentes exploitations par spéculation

	Exploitations de culture manuelle			Exploitations de culture attelée			Exploitations de culture motorisée		
	Sp	Lp	Lb	Sp	Lp	Lb	Sp	Lp	Lb
Coton	0	25	75	8	33	59	0	71	29
Sorgho	100	0	0	63	6	31	30	20	50
Maïs	0	33	67	0	59	41	0	86	14
Mil	50	50	0	10	10	80	0	100	0
Sésame	0	50	50	0	100	0	0	100	0
arachide	0	0	100	0	0	100	0	0	100
niébé	0	0	100	20	40	40	0	0	100

Sp = Sans préparation du sol, Lp = Labour à plat, Lb = Labour en billons

I.1.4.2. Semis

Cette opération est pour la plupart effectuée manuellement sauf sur une seule exploitation en culture attelée où le semoir a été utilisé à cet effet sur quelques parcelles de l'exploitation.

Les semis sont le plus souvent effectués en lignes sur les crêtes des nouveaux billons ou d'anciens billons.

I.1.4.3. Gestion de la fertilité des sols et fertilisation des cultures

Le coton, le maïs et dans une moindre mesure le sorgho constituent les cultures bénéficiant de la fertilisation minérale et organique. Il est à noter que les taux de pratique de la fumure minérale est plus élevé (40,9% à 23,5%) que celui de la fumure organique (12,5% à 5,9%) (tableau XIII).

Pour chaque type de fumure, le taux de pratique est plus élevé dans les exploitations de culture attelée.

Les quantités moyennes apportées à l'hectare varient de 45 kg à 153 kg de NPKSB contre 200kg préconisés par la recherche avec toutefois des variations selon le niveau d'équipement des exploitations et le type de spéculation mise en place.

En exploitation manuelle (tableau XIII), les taux d'application de la fumure organique et minérale sont respectivement 5,9 % et 23,5 % toutes les parcelles confondues. Ces chiffres connaissent une légère hausse en exploitation de culture motorisée et surtout en culture attelée où ces valeurs sont respectivement 12,5 % et 40,9 %. Ainsi une exploitation de culture attelée fume

environ deux fois plus de parcelles qu'une exploitation de culture manuelle et apporte sensiblement deux fois plus d'engrais minéraux que dans les exploitations de culture manuelle.

Tableau XIII: Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les différentes exploitations

	Fumure organique (en % de l'ensemble de parcelles)	Fumure minérale (en % de l'ensemble des parcelles)
Exploitations de culture manuelle	5,9	23,5
Exploitations de culture attelée	12,5	40,9
Exploitations de culture motorisée	6,3	30

Le taux de pratique de ces deux fumures varie au sein de chaque exploitation selon le type de spéculations cultivées (tableau XIV, XV et XVI).

Tableau XIV: Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture manuelle selon la spéculations cultivées

Spéculations	Fumure organique (fumier ou compost)		Fumure minérale (NPKSB)	
	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en charretées /ha	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en kg /ha
Coton	0	0	25	100
Maïs	33,3	12 ± 5,2	100	108,3 ± 38,2
Sorgho	0	0	0	0

Tableau XV : Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture motorisée selon la spéculacion cultivée

Fumure organique (fumier ou compost)			Fumure minérale (NPKSB)	
Spéculacions	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en charretées /ha	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en kg /ha
Coton	0	0	28,6	45 ± 7,1
Sorgho	0	0	0	0
Maïs	28,6	6,7 ± 10,7	100	127,9 ± 36,7

Tableau XVI : Importances des modes de gestion de la fertilité des sols dans les exploitations de culture attelée selon la spéculacion cultivée

Fumure organique (fumier ou compost)			Fumure minérale (NPKSB)	
Spéculacions	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en charretées /ha	Taux de pratique (en % de parcelles)	Dose moyenne en kg /ha
Coton	19,4	10,1 ± 6,3	77,8	125 ± 51,6
Sorgho	5,7	3,7 ± 5,7	11,4	76,3 ± 20,6
Maïs	35,3	11,1 ± 8,8	100	152,6 ± 60,1

I.1.4.4. Entretien des cultures

I.1.4.4.1. Sarclages

Les sarclages ont été effectués à l'aide de la daba en culture manuelle et à de sarcleurs ou de houes manga souvent associés à la daba, en culture attelée et motorisée.

Le nombre moyen de sarclages varie selon les types d'exploitations définis par le niveau d'équipement et à l'intérieur d'un type donné d'exploitation selon la spéculacion cultivée comme l'illustre le tableau XVII. Cependant, le nombre moyen de sarclages décroît des exploitations de culture manuelle à celles de culture motorisée puis de culture attelée.

Le coton, le maïs et le sorgho représentent de loin les cultures les plus sarclées Le désherbage chimique a été très faiblement usité dans les systèmes de culture pendant cette campagne. En effet cette pratique n'est observée que sur quelques parcelles d'exploitations de culture attelée correspondant à 2,5% des parcelles cultivées en coton et en maïs. Cet état de fait est indubitablement conjoncturel ou ponctuel. En effet, l'enquête sur le passé cultural parcellaire révèle que 23% des parcelles étudiées ont reçu pendant la campagne écoulée des herbicides. Les principaux herbicides utilisés sont le cotodon 400, le gramoxone et le primagram.

I.1.4.4.2. Buttages

Le buttage est effectué sur le cotonnier, le maïs et le mil. Le tableau XVII montre la fréquence du buttage sur les différentes cultures au sein des types d'exploitations définis par le niveau d'équipement. Pour un niveau d'équipement donné, les fréquences de buttages décroissent de la façon suivante : cotonnier, maïs, sorgho puis mil.

Tableau XVII : Importance des sarclages et buttages dans les différentes exploitations

	Nombre moyen de Sarclages			Fréquence de buttages (en % de parcelles)		
	Manuelles	Attelées	Motorisées	Manuelles	Attelées	Motorisées
Coton	2,8 ± 0,5	2,5 ± 0,6	2,4 ± 0,5	50	88,89	100
Sorgho	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,9	1,2 ± 0,8	0	57,1	80
Maïs	2,3 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,2 ± 0,4	33,3	94,1	85,7
Mil	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,5	1	50	40	0
Sésame	1	1,2 ± 0,4	1	0	0	0
Arachide	1	1,5 ± 0,7	1	0	0	0
niébé	2	1,6 ± 0,5	2	0	0	0

1.1.4.4.3. Entretien phytosanitaires

Les entretiens phytosanitaires pratiqués sont orientés vers la gestion du parasitisme d'ordre entomologique. Seuls le cotonnier et le niébé bénéficient d'une telle protection phytosanitaire, cultures qui sont d'ailleurs les plus parasitées.

Le nombre moyen de traitements effectués sur le cotonnier varie énormément selon les types d'exploitations comme l'indique le tableau XVIII. Pour le cotonnier 6,3 traitements ont été enregistrés en moyenne sur dans les exploitations de culture manuelle contre 6 et 5 traitements respectivement dans les exploitations de culture attelée et motorisée. Les doses totales à l'hectare sont en moyenne 8,3 ; 8,7 et 8,1 litres respectivement pour les exploitations de culture manuelle, de culture attelée et de culture motorisée.

Il faut souligner que la recherche préconise en matière de la gestion des parasites inféodés au cotonnier 6 à 8 traitements insecticides en fonction des dates de semis et du degré de parasitisme réellement observé en parcelle SOFITEX (2001).

Tableau XVIII : Nombre moyen des traitements insecticides et des doses d'insecticides utilisées sur le cotonnier en fonction du type d'exploitation

	Exploitations manuelles	Exploitations attelées	Exploitations motorisées
Nombre moyen de traitements	6,3 ± 2,6	6 ± 1,5	5 ± 1,3
Dose moyenne (en litres/ha)	8,3 ± 4,2	8,7 ± 2,3	8,1 ± 2,2

La protection phytosanitaire du niébé a été seulement réalisée dans les exploitations de culture attelée et motorisée comme en témoigne le tableau XIX. Le nombre de traitements effectué varie entre 3 et 3,6. Par ailleurs, les doses mises en jeu sont de 1,5 litres à 3 litres respectivement. Les produits utilisés dans la protection phytosanitaire du cotonnier surtout le cypercal et le cyperthion constituent en même temps les insecticides utilisés pour la protection du niébé.

Tableau XIX : Nombre moyen de traitements insecticides et des doses d'insecticides utilisés sur le niébé en fonction du type d'exploitation

Exploitations définies par le niveau d'équipement			
	Manuelles	Attelées	Motorisées
Nombre moyen de traitements	néant	3,6 ± 1,7	3 ± 1,4
Dose totale en litres /ha	néant	1,5 ± 0,6	3 ± 0,4

I.1.5. Rendements des cultures

Le tableau XX donne les rendements grain ou coton graine et paille du sorgho, du coton, du maïs et du mil obtenus de 173 placettes de 25 m² implantées dans les parcelles.

Tableau XX : Rendements grain et paille (en kg/ha)
et densité de peuplement végétal (en plants/ha) des cultures

Cultures	Rendement grain	Rendement paille	Densité de peuplement
Coton	1557 ± 778	2063 ± 837	58340 ± 1689
sorgho	1577 ± 512	5997 ± 2391	72800 ± 22056
maïs	2048 ± 1042	3280 ± 1442	54000 ± 1355
mil	978 ± 476	2240 ± 987	55600 ± 1784

Les rendements présentent de fortes variabilités. Ceci est lié essentiellement aux différences de pratiques culturales entre les producteurs (labour, fumure, traitements phytosanitaires etc.).

Les rendements en paille de sorgho sont élevés (5997 kg/ha). Ce qui constitue un potentiel de restitutions organiques important pour la gestion de la fertilité des sols.

1.2. Discussion

Le suivi agronomique des parcelles révèle une grande diversification des productions végétales avec un éventail de 7 spéculations produites.

Le sorgho et le coton dominent les assolements. L'assolement dans les exploitations de culture manuelle comporte 7 % sorgho de plus qu'en exploitations de culture attelée et 9 % de plus qu'en celles de culture motorisée.

La part du coton dans l'assolement des exploitations de culture attelée est 1,6 fois supérieure à celle dans l'assolement des exploitations de culture manuelle et sensiblement mais est comparable à celle des exploitations de culture motorisée.

La part relativement élevée des cultures céréalières dans les exploitations de culture manuelle traduit une stratégie de production priorisant avant tout la recherche d'une autosuffisance alimentaire en accordant alors une faible place à la grande culture de coton, exigeant de forts investissements en intrants.

Quel que soit le type d'exploitation, le sorgho occupe plus de 35 % de l'assolement. Ceci constitue un potentiel important de résidu de récolte dont la gestion à travers le compostage permettra la fertilisation organique de superficies importantes chaque année.

Cependant les résultats des enquêtes ont montré une faible utilisation de la fumure organique dans les parcelles des différentes exploitations. La vaine pâture pratiquée sur les parcelles en fin de récolte rend faible le niveau de restitution des résidus de récolte laissés sur certaines parcelles après les récoltes. Les doses d'engrais NPKSB appliquées sont très en déca des 200 kg d'engrais préconisés par la recherche pour la fertilisation du cotonnier et l'incidence de la fertilisation minérale sur l'ensemble des parcelles reste faible sur tous types d'exploitation. Ces faiblesses des restitutions minérales ne seront pas sans conséquence sur la nutrition minérale des cultures et le maintien de la fertilité du potentiel de production. En effet, la restitution des éléments minéraux exportés par les cultures est indispensable pour la viabilité des systèmes de culture (Richard, 1980 ; Piéri, 1983 et Berger *et al.*, 1987).

Malgré leur équipement en matériel de travail, les exploitations de culture attelée et de culture motorisée ont un taux des semis directs élevés et des nombres de sarclages faibles. Cet état de fait s'expliquerait par l'importance des superficies emblavées dans ces deux types d'exploitations entraînant souvent des goulots d'étranglement pendant l'exécution des travaux de préparation du sol et des sarclages.

Les principales successions culturales sont coton/sorgho, coton/maïs et coton/sorgho/maïs. En mettant en rotation les céréales avec le coton, culture recevant systématiquement des apports d'engrais, ceci permet de faire bénéficier les céréales des effets arrières de la fertilisation minérale du cotonnier.

Le nombre de traitements insecticides effectué sur le cotonnier se situe dans la fourchette recommandée par la recherche en ce qui concerne les exploitations de culture manuelle et attelée. Par contre les exploitations de culture motorisée le nombre de traitements phytosanitaires effectués est en déca des recommandations de la recherche ce qui peut compromettre les rendements en cas de fortes pressions parasitaires.

Quant aux doses mises en jeu, toutes les exploitations se situent dans le domaine de recommandation de la recherche.

Les rendements grain sont dans l'ensemble relativement satisfaisants avec des écarts types très élevés. Ces écarts types observés traduisent une forte variabilité des rendements des différentes placettes. Ceci s'expliquerait par l'hétérogénéité des itinéraires techniques ou pratiques culturales observée entre producteurs au cours de la campagne. Les rendements paille des céréales (sorgho, mil et maïs) sont relativement élevés. Ceci constitue un potentiel important de restitutions

organiques dans les champs après compostage ou transformations en fumier par les animaux. Cependant, le faible niveau d'utilisation de la fumure organique constatée au cours de la campagne fait ressortir que la gestion des résidus de récolte à des fins agronomiques est une pratique peu intégrée dans les systèmes de production végétale au niveau du terroir.

II. VEGETATION LIGNEUSE

II.1. Résultats

II.1.1. Composition floristique

La richesse floristique a été évaluée à 36 espèces réparties en 16 familles et 30 genres et (tableau XXI). La strate ligneuse de la jachère comprend 31 espèces tandis que celle des champs est composée de 15 espèces. Les résultats indiquent que le peuplement ligneux des parcs est caractérisé par la présence de quelques espèces à usages multiples (*Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Ficus sp*, *Daniellia oliveri*, et *Azelia africana*).

Tableau XXI : Cortège floristique de la strate ligneuse de la jachère et des champs

Famille	Genre et espèce	Types de formations			
		Jachère	Champs des manuelles	Champs des attelées	Champs des motorisées
Cesalpiniaceae	<i>Piliostigma reticulatum (Dc.)Hochst.</i>	x	x		
Combretaceae	<i>Terminalia avicennioides G. et Perr.</i>	x			
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa Gaerth.</i>	x	x	x	x
Anacardiaceae	<i>Lannea acida A. Rich.</i>	x			
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis J.F.Gmol.</i>	x			
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis Hochst</i>	x			
Combretaceae	<i>Combretum lecardii</i>	x			
Cesalpiniaceae	<i>Cassia sieberiana Dc.</i>	x	x		
Annonaceae	<i>Annona senegalensis Pers.</i>	x			
Combretaceae	<i>Combretum nigricans Lepr.</i>	x			
Cesalpiniaceae	<i>Detarium microcarpum G. et Perr.</i>	x			
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis (Desr.) A.Juss.</i>	x			
Combretaceae	<i>Combretum micranthum G. Don.</i>	x			
Bombacaceae	<i>Bombax costatum Pell. et Vuill.</i>	x	x	x	
Rubiaceae	<i>Sarcocephalus latifolius</i>	x			

Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana Lam.</i>	x			
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea (Rich.) Hochst.</i>	x			
Anacardiaceae	<i>Lannea microcarpa Eng. et K. Krause</i>	x	x		
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus (Dc.) Guill. et Perr.</i>	x	x		
Apocynaceae	<i>Saba senegalensis (A. Dc.) Pichon</i>	x			
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca (L.) Del.</i>	x			
Rubiaceae	<i>Gardenia erubescens Stapf.</i>	x			
Sterculiaceae	<i>Sterculia setigera Del.</i>	x			
Cesalpiniaceae	<i>Daniellia oliveri (R.) Hutch. Et Dalz.</i>	x		x	
Cesalpiniaceae	<i>Azelia africana</i>	x		x	
Combretaceae	<i>Combretum molle R. Br.</i>	x			
Mimosaceae	<i>Acacia ataxacantha D.C</i>	x			
Mimosaceae	<i>Parkia biglobosa (Jacq.) Benth.</i>	x	x	x	x
Combretaceae	<i>Terminalia macroptera G. et Perr.</i>	x	x	x	
Verbanaceae	<i>Vitex doniana Sw.</i>	x			
Mimosaceae	<i>Prosopis africana (G. et Perr.) Taub.</i>	x			
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>				x
Moraceae	<i>Ficus sp</i>		x	x	x
Cesalpiniaceae	<i>Tamarindus indica L.</i>			x	
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>			x	x
Bombacaceae	<i>Adansonia digitata L.</i>			x	
	36 espèces au total	31 espèces	9 espèces	10 espèces	5 espèces

Le signe (x) indique la présence de l'espèce

La tendance vers une mono spéciation des champs semble être observée. En effet, l'examen du tableau XXII fait ressortir que le peuplement ligneux des parcs est à dominance de *Vitellaria paradoxa*, (78,4% du peuplement). Cette espèce est suivie de *Anogeissus leiocarpus* (4,7%), de *Ficus sp* (3,1%), de *Tamarindus indica* et *Parkia biglobosa* (2,4% chacun). Par contre, la jachère présente un spectre floristique important dont la majeure partie appartient à trois familles de légumineuses ligneuses (Combretaceae 8, Césalpiniaceae 6 et Mimosaceae 2, soit 51,2% de la

diversité spécifique de la jachère). Elles constituent 55,8 % du peuplement ligneux de la jachère avec une fréquence particulièrement élevée pour les Combretaceae (35,6 % du peuplement ligneux).

Tableau XXII : Fréquences spécifiques relatives (en % du peuplement ligneux)

dans la formation de la jachère et des champs

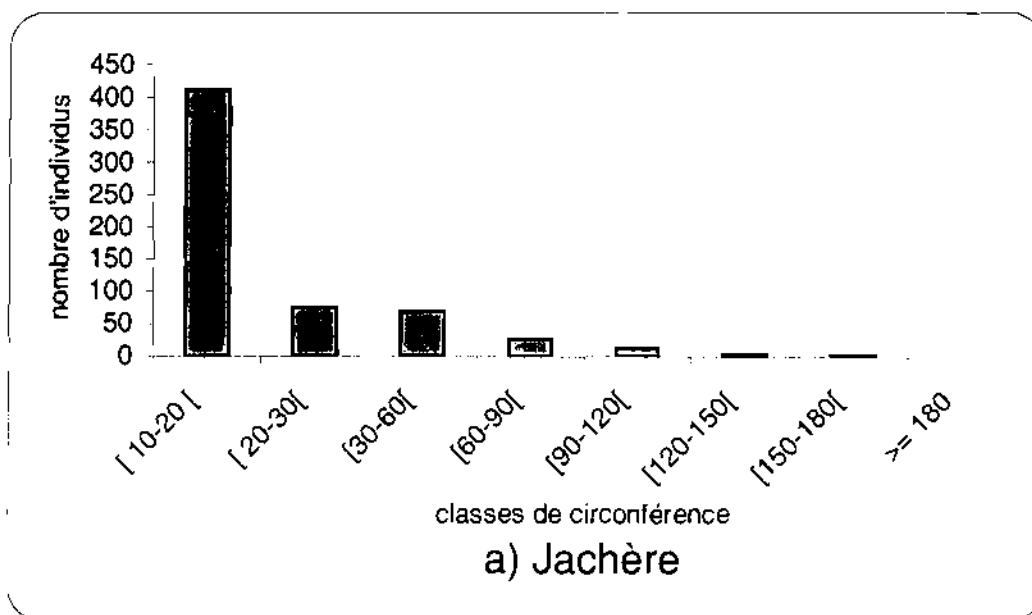
Genre et espèce	Types de formations végétales	
	Jachère	Champs
<i>Annona senegalensis</i>	22,1	0
<i>Guiera senegalensis</i>	7,1	0
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	3,8	4,7
<i>Piliostigma reticulatum</i>	8,3	0,4
<i>Combretum nigricans</i>	10,8	0
<i>Vitellaria paradoxa</i>	7,3	78,4
<i>Combretum lecardii</i>	3,5	0
<i>Combretum molle</i>	0,5	0
<i>Combretum micranthum</i>	0,5	0
<i>Cassia sieberiana</i>	9,3	0,4
<i>Terminalia avicennioides</i>	9	0
<i>Terminalia macroptera</i>	0,3	2
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3,7	0
<i>Prosopis africana</i>	1	0
<i>Parkia biglobosa</i>	0,3	2,4
<i>Lannea acida</i>	2,3	0
<i>Lannea microcarpa</i>	0,3	0,4
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1,2	0
<i>Vitex doniana</i>	0,2	0
<i>Sclerocarya birrea</i>	2	0
<i>Gardenia erubescens</i>	1	0
<i>Saba senegalensis</i>	1,8	0
<i>Acacia ataxacantha</i>	0,3	0
<i>Detarium microcarpum</i>	0,2	0
<i>Daniellia oliveri</i>	0,7	1,2
<i>Afzelia africana</i>	0,2	0,4
<i>Khaya senegalensis</i>	0,5	0

<i>Bombax costatum</i>	0,7	2
<i>Ceiba pentandra</i>	0	0,4
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	0,2	0
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,8	0,4
<i>Ficus sp</i>	0	3,1
<i>Sterculia setigera</i>	0,2	0
<i>Mangifera indica</i>	0	0,8
<i>Adansonia digitata</i>	0	0,8
<i>Tamarindus indica</i>	0	2,5
Total (en %)	100	100

II.1.2. Structure démographique du peuplement ligneux

La structure du peuplement ligneux est appréhendée à travers la distribution des individus dans des classes de circonférence. La figures 4 donne la répartition des individus en classes de circonférence respectivement dans la formation de la jachère et dans celle des champs.

La strate ligneuse de la jachère est constituée à près de 67% d'individus à circonférence comprise entre 10 et 20 cm et 12% d'individus à circonférence comprise entre 20 et 30 cm. Ces deux classes sont absentes dans les champs tandis que les individus de la classe [90-120[et [120-150[représentent près de 81 % du peuplement ligneux des champs. Les sujets à circonférence comprise entre 30 et 90 cm ne représentent que 11% du peuplement ligneux des champs.



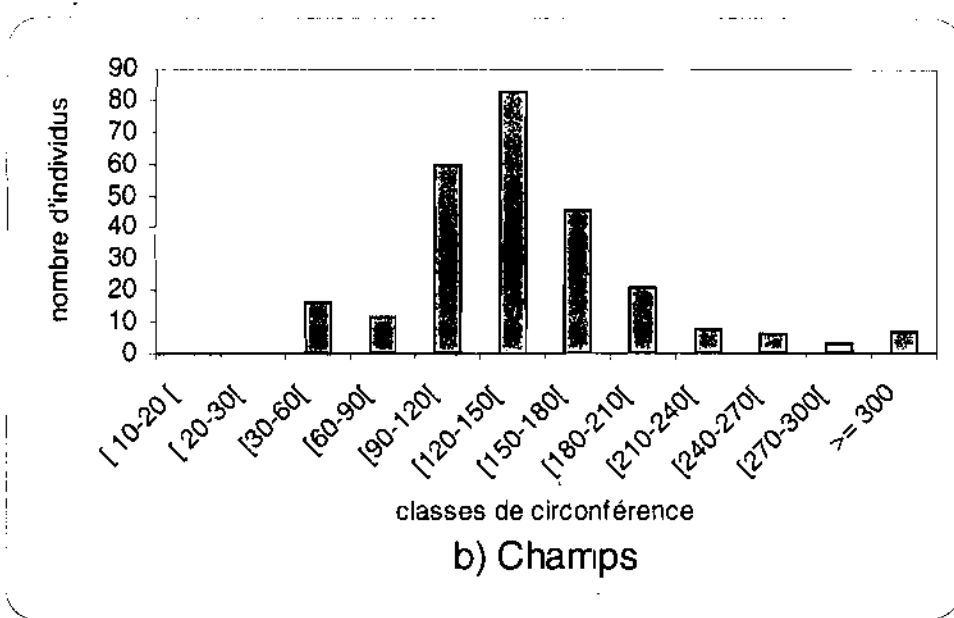


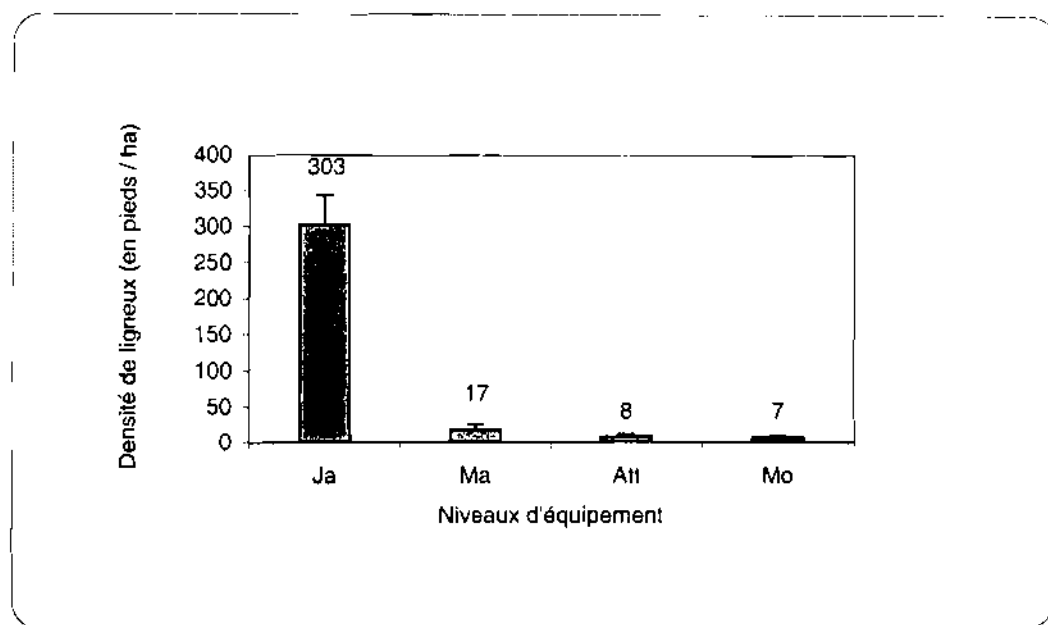
Figure 3 : Distribution des individus en classes de circonférence

II.1.3. Densité des ligneux

Les figures 5 et 6 indiquent la densité des ligneux en fonction respectivement du type de mécanisation et de l'âge de mise en culture.

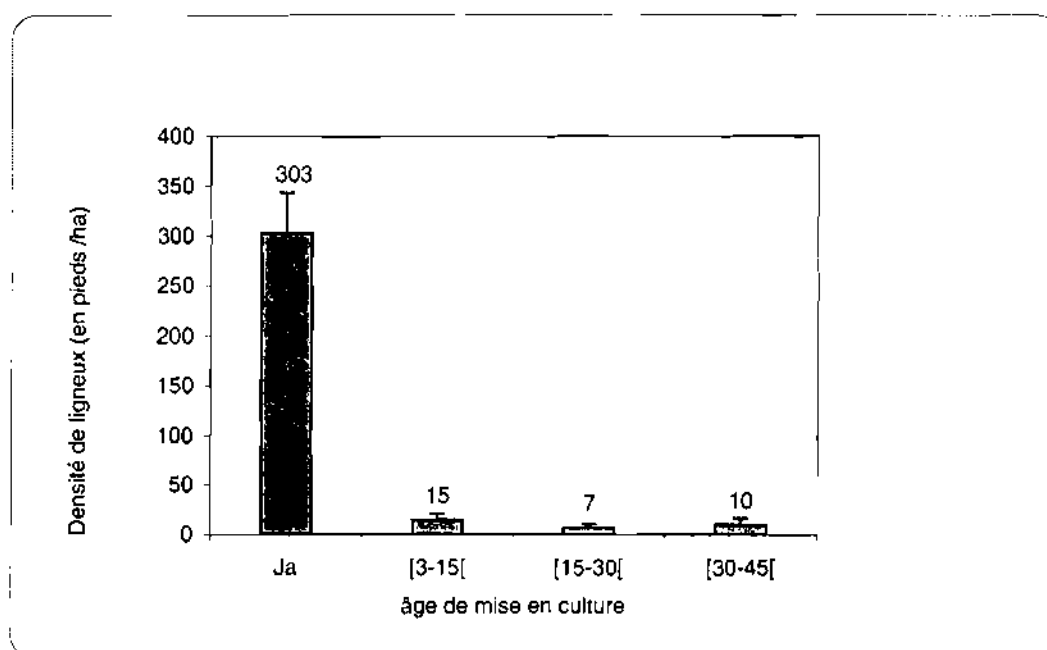
La strate ligneuse de la jachère présente une densité de ligneux égale à 303 pieds/ha.

La végétation ligneuse des champs connaît une baisse importante de la densité de ligneux par rapport à celle de la jachère. En effet, elle varie de 17 pieds/ha dans les parcelles des exploitations de culture manuelle à 7 pieds/ha sur celles des exploitations de culture motorisée. Par ailleurs, l'analyse de la densité arborée des champs en fonction de la durée d'exploitation des parcelles montre qu'elle passe de 15 pieds/ha sur les parcelles de [3-15 ans[d'âge à 10 pieds/ha sur les parcelles exploitées de façon permanente pendant plus de 30 ans.



(Ma= manuelle, Att= attelée, Mo= motorisée, Ja= jachère)

Figure 4 : Densité de ligneux en fonction du niveau d'équipement des exploitations



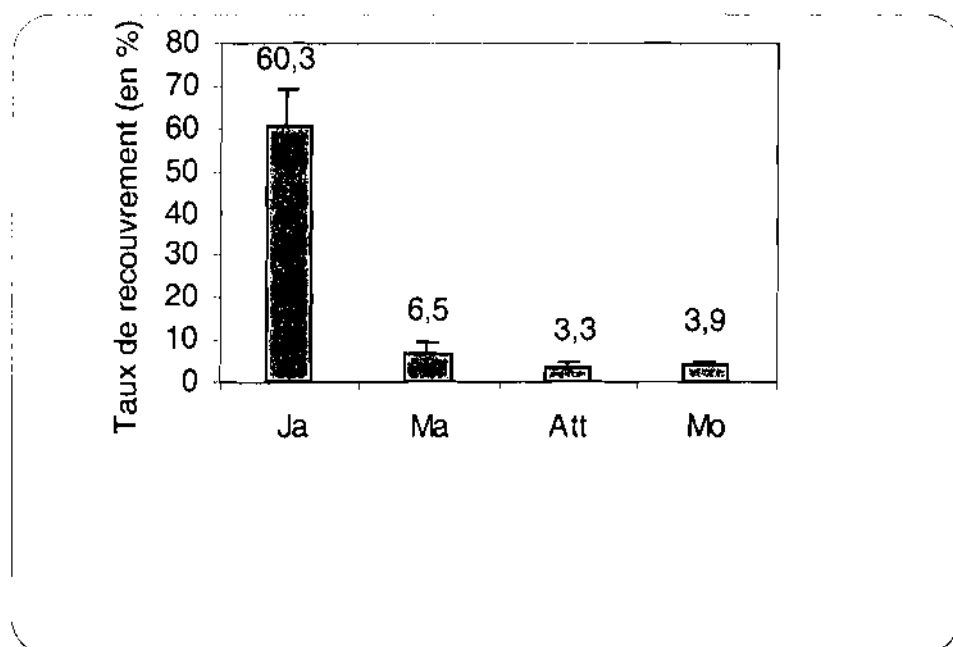
La densité des ligneux de la végétation sous jachère est élevée comparativement à celui des champs mettant ainsi en relief le rôle de la jachère dans la reconstitution de la végétation ligneuse dans les systèmes de culture.

Figure 5 : Densité des ligneux en fonction de l'âge de mise en culture des parcelles

II.1.4. Taux de recouvrement des ligneux

Le taux de recouvrement ligneux est très bas dans les champs (3,2 à 6,5%) par rapport à la jachère où il atteint 60%.

Dans les champs, il varie en fonction du niveau d'équipement des exploitations (figure 7) et de l'âge de mise en culture des parcelles (figure 8). En effet, le taux de recouvrement passe de 6,5% en moyenne dans les parcelles des exploitations à culture manuelle à 3,9% dans celles des



(Ma= manuelle, Att= attelée, Mo= motorisée, Ja= jachère)

Figure 6 :Taux de recouvrement des ligneux en fonction du niveau d'équipement des exploitations

exploitations de culture attelée. Par contre, les valeurs sont de 4,1% à 4,7% respectivement dans les parcelles âgées de [3-15 ans] et de [30-45 ans].

Le taux de recouvrement augmente légèrement lorsque la durée d'exploitation des parcelles s'allonge et subit une chute lorsque le niveau d'équipement des producteurs augmente.

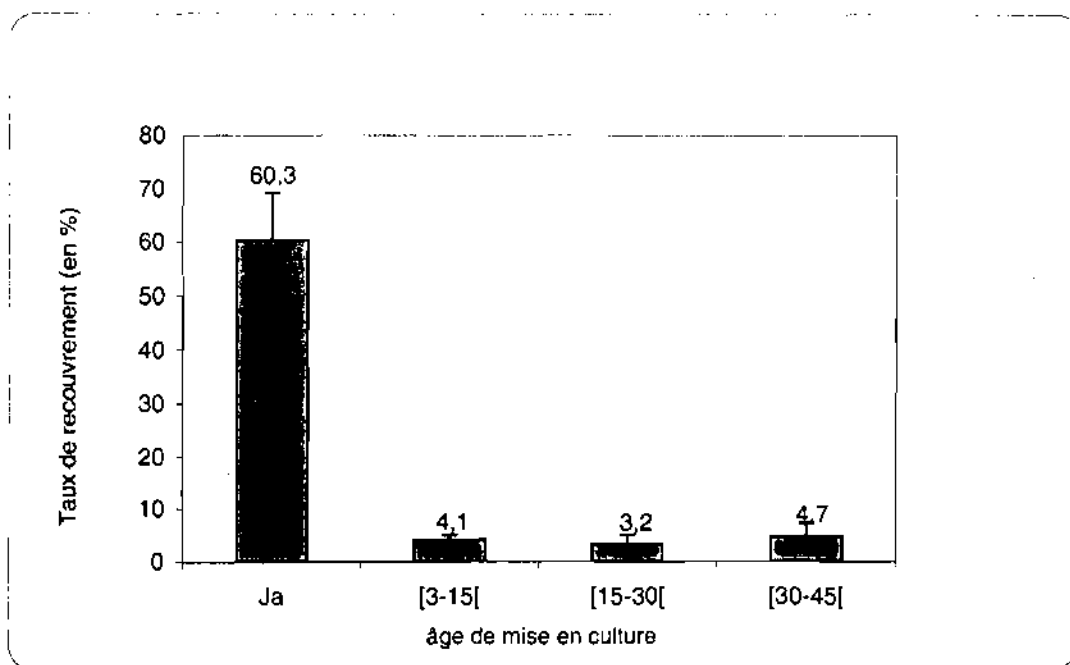


Figure 7 : Taux de recouvrement des ligneux en fonction de l'âge (en années) de mise en culture des parcelles

II.2. Discussion

Les investigations sur la végétation ligneuse de la jachère et des champs du terroir de Ban ont permis d'obtenir une liste floristique constituée par 36 espèces réparties en 16 familles et 30 genres. Parmi les 36 espèces recensées, 17 appartiennent au groupe des légumineuses ligneuses (Combretaceae 8, Cesalpiniaceae 6 et Mimosaceae 3). Ce groupe de légumineuses ligneuses constitue près de 55,81 % du peuplement ligneux de la jachère et 13,73 % du peuplement ligneux des champs. Ces légumineuses ligneuses ont été pour la plus part recensées dans la formation de la jachère (sauf *Tamarindus indica* inventorié au niveau des champs).

Ces résultats sont en accord avec les observations de Thiombiano (1996) et Doulkom (2000) qui indiquent que la végétation ligneuse des savanes soudanaises doit une grande partie de sa richesse floristique aux légumineuses ligneuses et surtout aux Combretaceae.

La richesse floristique des champs est évaluée à 16 espèces dont 8 espèces (soit 50 % de la diversité spécifique du peuplement ligneux des champs) appartiennent au groupe des légumineuses.

A titre comparatif les travaux de Diallo (1996) dans des jachères de plus de vingt ans d'âge à Kassaho (Zone soudanaise du Burkina Faso) ont permis de mettre en exergue une richesse floristique composée de 15 espèces ligneuses. Ces espèces appartenaient à 11 familles réparties en

15 genres. Les légumineuses ligneuses (Combretaceae ; Cesalpiniaceae ; Mimosaceae et Papilionaceae) contribuent à près de 80 % à cette diversité spécifique observée.

Gijbers *et al.* (1994) se sont intéressés à l'étude du peuplement ligneux des champs du Passoré (Burkina Faso) et des formations naturelles adjacentes. Ces auteurs aboutissent à une diversité spécifique de 46 espèces dans les champs et 64 espèces dans les formations naturelles.

Par ailleurs les travaux de Somda (2000) au niveau de la strate ligneuse des champs, de la jachère et de la forêt classée de la mare aux hippopotames du terroir de Bala (Zone cotonnière ouest du Burkina Faso) ont abouti à une liste floristique de 33 espèces en Forêt classée ; 17 espèces dans la jachère et 14 espèces au niveau de la strate ligneuse des champs. Cet ensemble se répartissait en 26 familles et 45 genres au sein desquels les légumineuses ligneuses représentaient 28 espèces.

Les résultats des travaux d'inventaire floristique de Diallo (1996) dans les jachères d'âge compris entre 15 et 20 ans mettent en évidence une faible richesse en espèces comparativement à la jachère de vingt ans ayant servi de témoin dans notre étude de la végétation ligneuse. Ces différences pourraient s'expliquer par le fait que les jachères ayant fait l'objet des investigations de Diallo (1996) étaient des jachères fortement pâturées. En effet Donfack (1998) signale que l'attrait exercé par la jachère sur certaines pratiques (pâturage ; coupe de bois ; et pratiques de feu) est variable selon les milieux. Ceci peut entraîner des disparités sur plan de la composition floristique entre des jachères de même âge ou induire une apparente stagnation ou régression dans l'évolution de la savane. Le niveau de richesse spécifique des champs ayant fait l'objet de nos investigations est similaire à celui obtenu par Somda (2000) dans les systèmes de culture à base de cotonnier du terroir de Bala mais reste tout de même très faible comparativement aux résultats rapportés par Gijbers *et al.* (1994). Les travaux de ces derniers se sont déroulés dans des systèmes de culture à base de céréales caractérisés par une faible utilisation de la traction animale et motorisée contrairement aux nôtres qui se sont effectués dans les systèmes de culture à base de cotonnier et utilisant relativement plus la traction animale et motorisée. En effet Bertelsen et Kaboré (1994) ; et Cissé (1995) ont signalé un effet négatif de la traction animale sur la composition spécifique des parcs et sur les densités arborées.

L'étude de la distribution des individus en classes de circonférence avait pour objectif une meilleure connaissance des catégories d'arbres éliminées des espaces sous culture et une appréciation de la capacité de régénération des ligneux dans les champs. En effet l'existence et la protection des jeunes individus sont essentiels pour la survie des parcs agroforestiers traditionnels caractérisés par l'absence de stratégies de renouvellement des essences mortes ou âgées. Les résultats révèlent que la strate ligneuse de la jachère est constituée à 68 % par des sujets à circonférence comprise entre 10 et 20 cm alors que la végétation ligneuse des champs est dominée

par des sujets à grosse circonférence (classe [90-120[cm et celle [120-150[cm essentiellement). Des observations similaires ont été faites par Donfack (1998) ; Maïga (1987) et CEE (1996). Pour ces auteurs l'abondance des sujets de faible circonférence pourrait être attribuée à la fréquence des feux annuels dans les milieux ouverts tels que les jachères et les coupes répétées dans ces milieux. Ces pratiques induiraient un accroissement de rejets annuels et un arrêt de la croissance ou la mort de certains vieux individus. L'abondance relative des sujets à grosse circonférence dans les champs serait attribuable à la réduction de la compétition spécifique liée aux faibles densités arborées des champs et à la protection des essences contre les feux dans les champs.

La faible représentation des sujets de très grande circonférence (supérieure à 180 cm) sur les parcs traduirait l'existence chez les producteurs d'un certain mode de gestion des individus à très grosse circonférence de manière à limiter leur effets dépressifs sur les rendements cultureux. En effet Maïga (1987) ; Kessler,(1992) et Bertelsen et Kaboré (1994) signalent que des baisses de rendements cultureux peuvent survenir lorsque des arbres sont juxtaposés aux cultures. Par ailleurs le cotonnier, l'une des cultures principales dans les systèmes de culture à base de cotonnier est une plante héliophile dont le développement est fortement contrarié par la présence de grands arbres. Ceci pourrait également expliquer la faible représentation des sujets à très grosse circonférence dans les champs par élimination afin de minimiser leur effet dépressif sur le cotonnier.

L'abondance relative des individus à faible circonférence (classe [10-20cm [) sur la jachère par rapport aux autres classes traduit l'existence d'un bon niveau de la régénération ligneuse en son sein. En effet, selon Grouzis (1988) un peuplement caractérisé par une abondance des individus à faible circonférence traduit un peuplement en régénération et le contraire traduisant un peuplement vieillissant. Ainsi la dominance des individus à grosse circonférence ([90-120[cm et [120-150[cm) et l'absence des petites classes de circonférence ([10-20[et [20-30[cm) au sein du peuplement ligneux des champs traduit un état de vieillissement des parcs et une absence de régénération dans les champs, pourtant essentielle pour le maintien des espèces sur les champs.

Ouédraogo (1994) attribue cette absence de la régénération des parcs aux pratiques culturelles des producteurs. Pour cet auteur les dommages causés aux jeunes plantules par les outils aratoires divers (daba, charrue) entravent fortement leur maintien et leur évolution dans les champs. Par ailleurs la vaine pâture dans les champs après les récoltes et la pression des cueillettes des fruits des essences des champs affectent négativement la régénération ligneuse dans les champs. En effet les cueillettes limitent le potentiel de reproduction des espèces par réduction du potentiel séminal et la dent du bétail compromet fortement la survie des jeunes individus dans les champs.

Le peuplement ligneux des champs est constitué à 78,4% de *Vitellaria paradoxa*. Des résultats similaires ont été rapportés Boffa *et al.* (1994). La fréquence élevée de quelques espèces

sur les parcs serait liée à l'existence d'une sélection anthropique des espèces au sein des peuplements des champs dont l'intensité peut entraîner l'émergence de parcs monospécifiques ou dominés seulement par quelques espèces.

Somda (2000) a obtenu une densité de ligneux de 306 pieds/ha sur jachère ; 12 pieds/ha sur les parcelles d'exploitations manuelles ; 10 pieds/ha sur celles d'exploitations de culture attelée ; 8 pieds/ha sur celles d'exploitations motorisées dans les systèmes de culture à base de cotonnier du terroir de Bala.

De même les travaux de Boffa *et al.* (1994) sur les parcs à Thiougou et dans les formations naturelles adjacentes aboutissent à des densités respectives de 23 pieds/ha et 307 pieds/ha

Les travaux d'inventaire floristique effectués au sein de la formation de la jachère et celle des champs au cours de cette étude ont permis de recenser 303 pieds/ha sur la jachère ; 17 sur les parcelles d'exploitations de culture manuelle ; 8 sur celles de culture attelée et 7 sur celles de culture motorisée.

Robins (1994) attribue la faiblesse des densités arborées sous parcelles d'exploitations équipées en matériel de culture attelée aux pratiques culturales peu propices au maintien de l'arbre sur les parcs. En effet ces producteurs équipés procéderaient à l'abattage d'un certain nombre d'arbres pour créer un espace de passage des bœufs de traits. Par ailleurs ils procéderaient à une extirpation des racines par dessouchage pour éviter d'endommager leur matériel, ce qui limite le développement du potentiel végétatif des arbres. Or Faye (2000) a montré que la préservation des souches dans les systèmes de culture où la pression de culture a compromis l'expression du potentiel édaphique séminal (semences dans le sol) reste le principal moyen de maintien d'un certain niveau de densité de peuplement dans les champs.

Les résultats indiquent par ailleurs une décroissance de la densité arborée lorsque la durée d'exploitation des parcelles va croissant. Ceci est en accord avec Pullan (1974) qui indique que la durée d'exploitation des parcelles affecte également l'évolution de la densité arborée des parcs. Toutefois, il est observé que la densité arborée est plus faible sur les parcelles d'âge de mise en culture comprise entre 15 et 30 ans (7 pieds/ha) par rapport à celle des parcelles exploitées plus de 30 ans (10 pieds/ha). Certes, les enquêtes sur le passé cultural des parcelles nous ont permis de constater l'absence de période de jachère sur les parcelles sous culture ayant fait l'objet de nos travaux d'inventaire mais l'hypothèse d'occurrence d'une jachère dans la passé sur les parcelles de 30-45 ans d'âge ayant échappé à la mémoire des producteurs de même que la variabilité de pratiques culturales entre producteurs peuvent éventuellement expliquer cette apparente augmentation de la densité arborée sous parcelles d'âge de mise en culture entre 30 et 45 ans par rapport à celles de 15 à 30 ans d'âge.

Un fort taux de recouvrement ligneux (60,3 %) est observé dans la jachère alors que celui des champs reste très faible quoique variable selon le niveau d'équipement des producteurs et l'âge de la mise en culture des parcelles. Yossi et Dembellé (1994) ont signalé un niveau de recouvrement (60%) similaire au niveau de la strate ligneuse des jachères âgées de 11 à 20 ans.

Le paramètre taux de recouvrement ligneux subit une légère hausse avec l'augmentation de la durée d'exploitation des parcelles. Ceci s'expliquerait par un développement important des houppiers au fil des ans en raison d'une limitation des phénomènes de compétition interspécifique pour les éléments minéraux, la lumière et l'espace vital.

III. BILANS MINÉRAUX DES CHAMPS

III.1. Résultats

III.1.1. Rendement des cultures en fonction des systèmes de fertilisation

Les rendements des cultures en grain ou coton graine et en paille sont présentés au tableau XXIII.

Tableau XXIII : Rendement grain et paille des cultures dans les 4 systèmes de fertilisation

Fertilisation	Culture portée (2001-2002)	Rendement grain (tonnes/ha)	Rendement paille (tonnes/ha)
SF	Sorgho	0,56	4
Fm	Maïs	4,28	6
Fo	Coton	1,04	2,1
Fom	Coton	2,76	2,9

Le rendement en sorgho grain sans fumure est faible (560 kg/ha). Par contre, ceux du maïs, du coton qui ont reçu respectivement de la fumure minérale, de la fumure organique et de la fumure organo-minérale sont satisfaisants

III.1.2. Bilans minéraux dans les différents systèmes de fertilisation

III.1.2.1. Bilan azoté

Le tableau XXIV présente le bilan azoté des quatre (04) systèmes de fertilisation ainsi que les valeurs des différents termes.

La culture de sorgho sans fumure (SF) et la culture de maïs avec apport de la fumure minérale seule (Fm) présentent des bilans azotés apparents déficitaires. Le déficit azoté est près de deux fois plus important au niveau de (Fm) (-31,14 kg/ha) que celui estimé au niveau de (SF) (-14,56 kg/ha).

Tableau XXIV : Bilan azoté des parcelles en fonction des systèmes de fertilisation (kg/ha)

Termes du bilan	Systèmes de culture			
	SF	Fm	Fo	Fom
Entrées				
En(e)	0	58,74	0	36,74
En(f)	0	0	54,1	54,1
En(t)	0	58,74	54,1	90,84
Sorties				
Exp	14,56	89,88	29,12	77,28
Bilan = En(t) - Exp	-14,56	-31,14	+24,98	+13,56
Appréciation	négatif	négatif	positif	positif

Les deux autres systèmes pratiquant des restitutions organiques (Fo) et organo-minérales (Fom) ont des bilans azotés nettement positifs de +24,98 kg/ha et +13,56 kg /ha respectivement.

III.1.2.2. Bilan du phosphore

Le bilan du phosphore varie en fonction du système de fertilisation (tableau XXV).

Tableau XXV : Bilan du phosphore des parcelles en fonction du système de fertilisation (kg/ha)

Termes du bilan	Systèmes de culture			
	SF	Fm	Fo	Fom
Entrées				
En(e)	0	37,38	0	23,38
En(f)	0	0	25,2	25,2
En(t)	0	37,38	25,2	48,58
Sorties				
Exp	5,6	42,8	9,36	24,84
Bilan = En(t) - Exp	-5,6	-5,42	+15,84	+23,74
Appréciation	négatif	négatif	positif	positif

Seuls les systèmes de fertilisation avec des restitutions organiques (Fo) et organo-minérales (Fom) présentent des bilans du phosphore satisfaisants avec des valeurs respectives de +15,84 et 23,74 kg/ha. La culture sans restitutions et la fumure minérale ont des bilans négatifs de -5,6 et -5,42 kg/ha respectivement. Comme pour l'azote, le déficit est plus accentué au niveau de Fm qu'au niveau de SF.

III.1.2.3. Bilan potassique

Le tableau XXVI récapitule le bilan du potassium selon le type de système de fertilisation. Il fluctue d'un système à un autre, les systèmes Fo et Fom étant les seuls à induire des bilans potassiques positifs voire excédentaires de +51,29 et +28,46 kg/ha respectivement.

Tableau XXVI : . Bilan du potassium des parcelles en fonction du système de fertilisation (kg/ha)

Termes du bilan	Systèmes de culture			
	SF	Fm	Fo	Fom
Entrées				
En(e)	0	34,71	0	21,71
En(f)	0	0	78,23	78,23
En(t)	0	34,71	78,23	99,94
Sorties				
Exp	11,2	64,2	26,94	71,48
Bilan = En(t) - Exp	-11,2	-29,49	+51,29	+28,46
Appréciation	négatif	négatif	positif	positif

Pour la culture de sorgho sans fumure et celle de maïs avec fumure minérale seule, les bilans en potassium sont déficitaires avec un déficit au niveau de Fm sensiblement supérieur au double de celui observé au niveau de SF.

III.2. Discussion

Les résultats de l'étude des bilans minéraux montrent que les systèmes de fertilisation pèsent énormément sur les balances minérales. La culture de sorgho caractérisée par une absence de restitution minérale (SF) et la culture de maïs avec utilisation de la fumure minérale seule, se soldent par des bilans azoté, phosphaté et potassique déficitaires. Les déficits plus accentués au

niveau de Fm qu'au niveau de Fo s'expliquent par le rendement élevé du maïs estimé au niveau du système de Fm, entraînant la mobilisation de grandes quantités d'éléments minéraux à partir du sol.

Les déficits azoté et potassique sont plus marqués au niveau de ces systèmes que celui du phosphore. Ceci est attribuable aux fortes exportations de l'azote et du potassium par ces cultures par rapport à celles du phosphore.

Par rapport à Fm, la culture du coton avec apport de la fumure organique (Fo) induit une amélioration du bilan azoté, phosphaté et potassique respectivement de 180%, 392,25% et 273,92%. Ainsi les restitutions organiques agissent plus sur les bilans du phosphore et du potassium que sur celui de l'azote.

L'amélioration des bilans dans les systèmes pratiquant des restitutions organiques ou organo-minérales concordent avec les observations des auteurs tels que Sédogo (1981), Berger *et al.* (1987), Bacyé (1993), Dakouo *et al.*, 1993 et Bado *et al.* (1997) qui ont établi la nécessité des restitutions organiques dans l'amélioration et la gestion de la fertilité des sols.

Le système basé sur la fumure organique et minérale (Fom), bien que capitalisant plus de restitutions en éléments N et K par rapport à Fo, présente des bilans tous positifs en ces éléments mais ces bilans sont inférieurs à ceux de Fo. Ceci est lié aux différences de rendement en coton graine dans ces deux systèmes.

Les bilans nettement positifs de l'azote, du phosphore et du potassium observés dans Fo et Fom laissent penser qu'il s'agit probablement des systèmes potentiellement viables. En effet, selon Richard (1980) et Piéri (1983) pour qu'un système de culture correspondant à un certain niveau d'intensification soit agronomiquement viable, une des conditions nécessaires est que l'équilibre du bilan minéral soit respecté. Toutefois, dans le calcul des bilans, certaines voies non négligeables de sortie d'éléments dans les systèmes (érosion solide et liquide, volatilisation de l'azote, etc.) n'ont pas été prises en compte, ce qui rend difficile le jugement de la reproductibilité des systèmes Fo et Fom.

IV.: INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE D'UN SOL FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE

IV.1. Résultats

IV.1.1. Caractéristiques des systèmes de culture étudiés

Les caractéristiques des systèmes de culture retenus pour l'étude de l'évolution de la fertilité du sol sont présentées dans le tableau XXVII.

Cette étude vise une meilleure connaissance des effets des systèmes de culture sur certains caractères analytiques des sols. Au total 5 systèmes de culture ont été étudiés. Leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau XXVII.

Tableau XXVII : Caractéristiques des systèmes de culture sur le sol ferrugineux tropical lessivé

Systèmes de culture	Caractéristiques
SF	Culture continue de sorgho sans apport d'engrais, de fumure organique et sans labour
Fm	Culture avec rotation coton/maïs avec apport annuel d'engrais NPK et labour annuel mais sans fumure organique
Fo	Culture continue de coton avec apport annuel de fumure organique (fumier et/ou compost) et labour annuel, mais sans apport d'engrais
Fom	Culture continue de coton avec apport annuel de fumure organique (fumier et/ou compost) et d'engrais NPK et labour annuel
Jach	Jachère arbustive de 20 ans sur bas de glakis, taux de recouvrement estimé à 60,3 %, densité de ligneux ($C \geq 10$ cm) = 303 pieds/ha

SF= sans fumure, Fm= fumure minérale seule, Fo= fumure organique seule, Fom= fumure organo-minérale, Jach= jachère, $C \geq$ désigne la circonférence du fût supérieure ou égale à 10 cm

Les quatre (04) situations sous culture (SF, Fm, Fo et Fom) sont représentatives des principaux systèmes de culture tant sur le point de vue des cultures (sorgho, coton, maïs), des

rotations culturales (céréales en culture continue, rotation céréales/coton et coton en culture continue), que du système de fertilisation. Pour ce dernier critère, les systèmes retenus se distinguent par la pratique ou non de la fumure organique (sous forme de fumier et/ou de compost) et de la fumure minérale (sous forme d'engrais NPK).

IV.1.2. Effets des systèmes de culture sur les teneurs en matière organique, Azote total, Potassium et phosphore du sol en fonction des systèmes de culture

Les résultats montrent que les systèmes de culture affectent très significativement les différents paramètres analysés au seuil de 5% (tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Teneurs en matière organique, en carbone total, en azote total, en potassium disponible et en phosphore assimilable du sol en fonction des systèmes de culture

Systèmes de culture	Paramètres				
	Mo (%)	Ctotal (%)	Ntotal (%)	Kdisponible (ppm)	Passimilable (ppm)
SF	1,39 (c)	0,81 (c)	0,06 (b)	127 (b)	3,78 (a)
Fm	0,85 (a)	0,49 (a)	0,05 (a)	71,67 (a)	8,15 (b)
Fo	1,26 (b)	0,73 (b)	0,07 (c)	75 (a)	4,55 (a)
Fom	1,49 (d)	0,87 (d)	0,08 (d)	163 (c)	9,1 (b)
Jach	1,26 (b)	0,73 (b)	0,06 (b)	74,67 (a)	3,65 (a)
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Signification	THS	THS	THS	THS	THS
Coefficient de Variation (%)	18,9	18,9	16,3	38,4	42,5

Les valeurs d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5 %.

IV.1.2.1. Effets sur les teneurs en matière organique

Les systèmes de culture modifient significativement la teneur du sol en matière organique ($p = 0,000$) comme l'indique la figure 8. La teneur du sol sous jachère (Jach) est identique à celle enregistrée sur le sol cultivé avec apport annuel de fumure organique (Fo). Toutefois, ces deux derniers systèmes accusent des baisses significatives de teneur par rapport au systèmes de culture comportant des apports de fumure organo-minérale (Fom) et au système sans fumure (SF).

La teneur la plus élevée est observée au niveau de Fom (1,49%) suivie de celle de SF (1,39%) puis Fo et Jach avec une teneur de 1,26% chacun. Le système de culture coton/maïs avec apport annuel de fumure minérale seule (Fm) induit la plus faible valeur (0,85%), laquelle est significativement différente des teneurs observées dans les autres systèmes de culture.

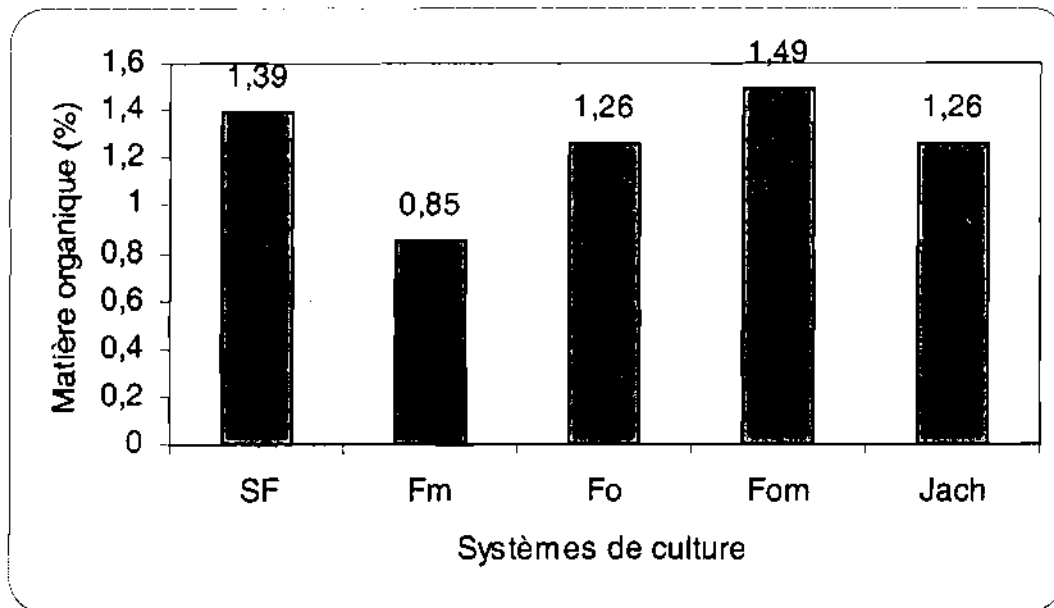


Figure 8 : Teneurs en matière organique du sol en fonction des système de culture

IV.1.2.2. Effets sur les teneurs en azote total

La figure 9 montre que le système de culture coton/maïs avec fumure minérale seule enregistre la plus faible teneur en azote total (0,05%). Il est suivi par le système de culture de sorgho sans fumure SF (0,06%) puis suit celle enregistrée avec apport de fumure organique Fo (0,07%). Par contre, par rapport aux systèmes SF et Jach qui présentent des teneurs comparables en Ntotal, FO et Fom entraînent des hausses significatives de teneur en Ntotal par rapport à ces derniers

(Tableau XXVIII). Les plus fortes valeurs sont observées dans le système avec fumure organique (0,07%) et surtout avec l'association fumure organique et fumure minérale (0,08%).

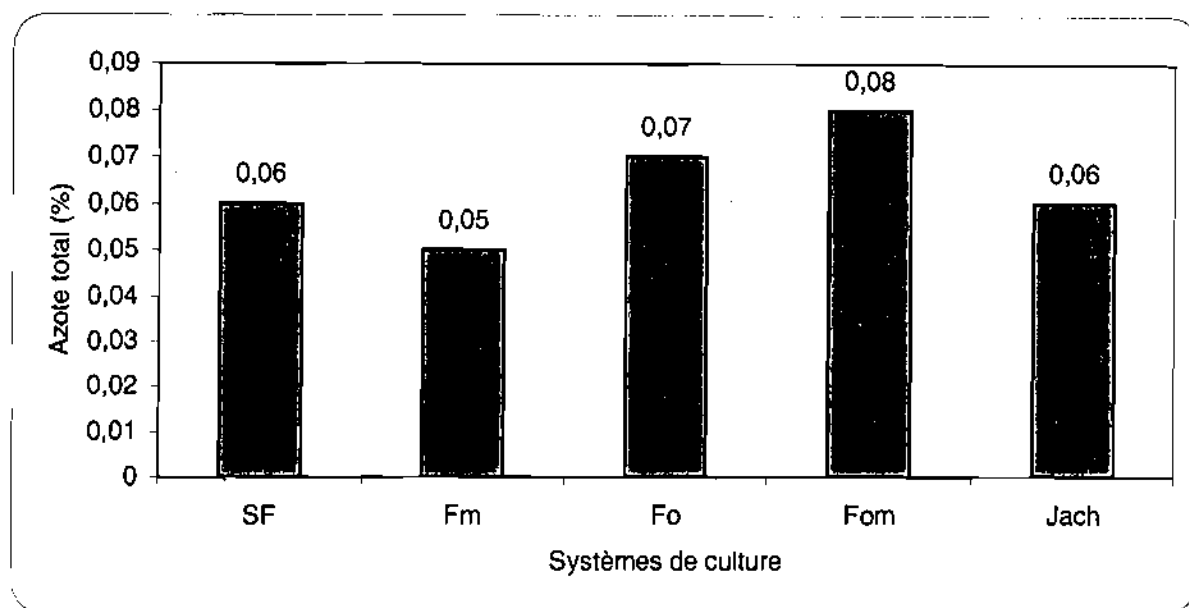


Figure 9 : Teneurs en azote total du sol en fonction des systèmes de culture

IV.1.2.3. Effets sur les teneurs en potassium disponible

La figure 10 indique que la plus forte teneur (163 ppm) est enregistrée dans le système de culture continue de coton avec fumure organo-minérale (Fom). Il est suivi par le système de culture continue de sorgho sans fumure (SF) qui enregistre 127 ppm. Les plus faibles valeurs sont enregistrées au niveau des systèmes de culture Fm, Jach et Fo.

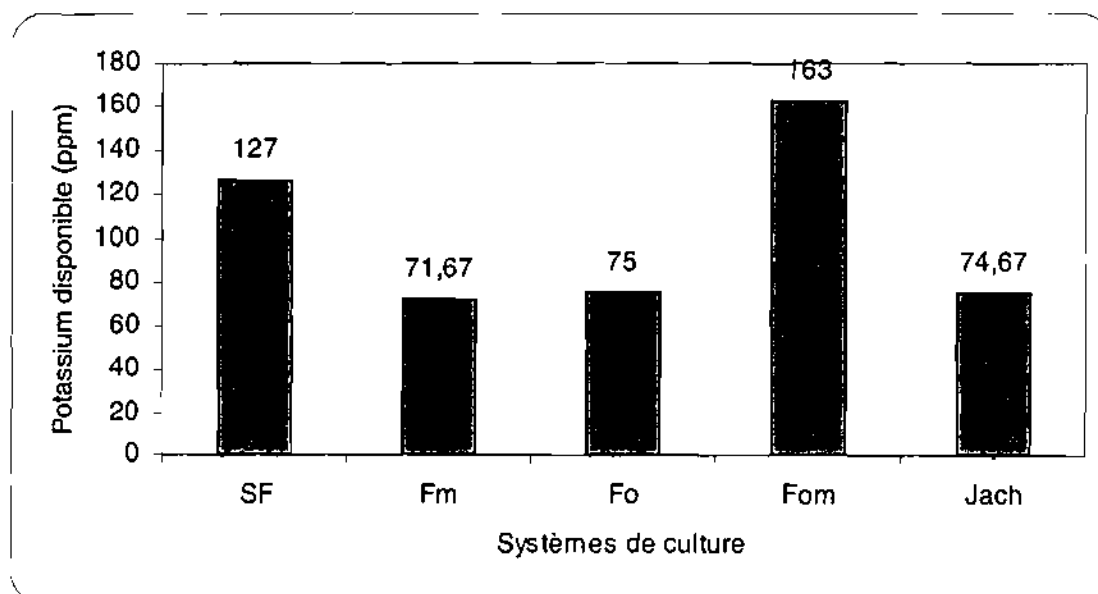


Figure 10 : Teneurs en potassium disponible du sol en fonction des systèmes de culture

IV.1.2.4. Effets sur les teneurs en phosphore assimilable

La figure 11 montre que la teneur la plus élevée (9,1 ppm) est enregistrée au niveau du système de culture de coton avec apport annuel de fumures organique et minérale (Fom). Cette valeur est comparable à celle observée au niveau du système de culture apportant annuellement la fumure minérale seule, qui enregistre 8,15 ppm.

Les autres systèmes de culture ont des teneurs comparables (3,78 ppm pour le système sans fumure, 4 ppm au niveau du système pratiquant la fumure organique seule et 3,65 ppm pour la jachère) significativement plus faibles.

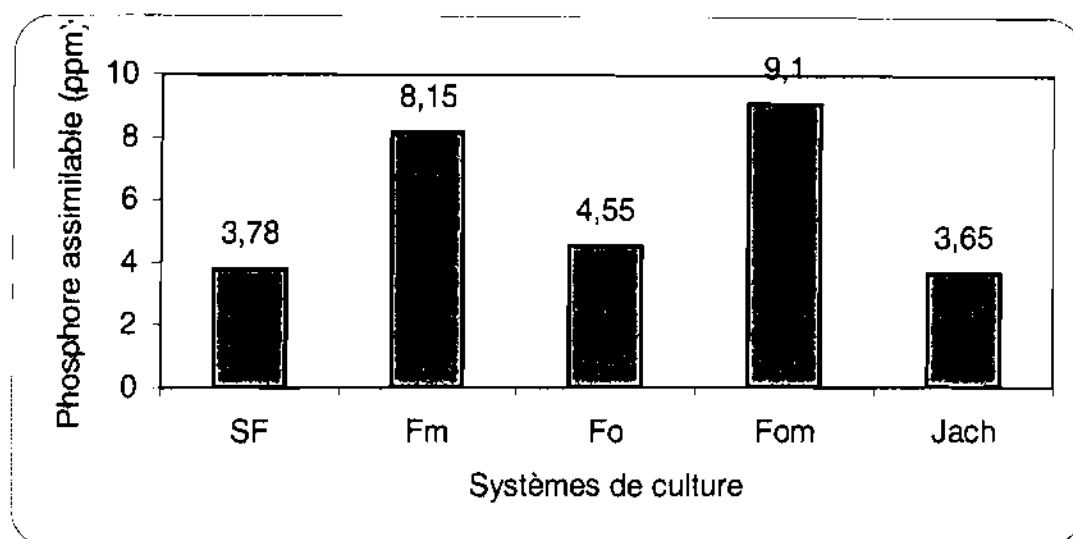


Figure 11 : Teneurs en phosphore assimilable du sol en fonction des systèmes de culture

IV.2. Discussion

Les résultats montrent que les systèmes de culture induisent des variations significatives des teneurs en matière organique, azote total, potassium disponible et phosphore assimilable du sol ferrugineux tropical lessivé. Ils mettent nettement en évidence les effets de différents modes de gestion de la fertilité du sol sur les paramètres analysés.

Ainsi, les effets positifs de pratiques associant fumure organique et fumure minérale rapportés par plusieurs auteurs (Sédogo, 1981, Piéri, 1983, Bacyé, 1993, Bado et al., 1997 et Venugopalan et Pundarikashudu, 1999) ont été confirmés. En effet, pour tous les paramètres analysés, le sol sous système comportant la fumure organique-minérale, enregistre les teneurs les plus élevées par rapport au sol sous fumure minérale seule ou sous fumure organique seule. Ces résultats s'expliquent par le fait que la technique associant engrais et fumier est la seule qui permet à la fois d'apporter des éléments minéraux en grand nombre et en quantité aux cultures tout en améliorant le potentiel de production du sol.

Dans le contexte de la zone soudano-sahélienne où la pratique de la longue jachère qui permettait autrefois la restauration des sols, tend à disparaître, plusieurs auteurs (Piéri, 1989, Havlin *et al.*, 1990, Zangré, 2000) considèrent la fumure organo-minérale comme la seule pouvant permettre le maintien voire l'amélioration de la fertilité des sols.

Au contraire, les résultats révèlent un effet négatif de la fumure minérale seule sur les teneurs en matière organique, Azote total, et Potassium assimilable. Des observations similaires ont été faites par plusieurs auteurs (Pichot *et al.*, 1981, Dick, 1983, Piéri, 1989, Havlin *et al.*, 1990 et

Zangré, 2000). Ces auteurs ont en effet mis en exergue une baisse plus prononcée des teneurs en matière organique et Azote total des sols dans les systèmes de culture caractérisés par des apports d'engrais minéraux seuls et par des labours annuels sans restitutions. Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus dans le paragraphe III (page 55), qui montrent que, durant une saison de culture, l'apport d'engrais NPK seul sur le maïs avait un bilan négatif concernant l'Azote total.

L'effet de la fumure minérale seule paraît par contre positif sur les teneurs en phosphore assimilable dont la valeur est comparable à celle enregistrée dans le sol sous fumure organo-minérale. La différence de comportement entre le Potassium disponible et le phosphore assimilable peut s'expliquer par la formule de l'engrais minéral utilisé. En effet, jusqu'à une date très récente, c'est l'engrais complexe 14-23-14 qui était utilisé. Cette formule est nettement favorable à l'augmentation des teneurs en phosphore du sol.

La pratique de la culture continue de sorgho sans labour et sans fumure semble avoir un effet positif par rapport à la pratique de la fumure minérale seule pour tous les paramètres analysés sauf pour le phosphore dont les teneurs sont nettement faibles. La différence des teneurs en matière organique entre ces deux situations serait liée autant à la pratique de la fumure minérale associée au labour. En effet, l'association du labour et de la fumure minérale NPK est favorable à l'activité biologique qui est à l'origine d'une forte dégradation de la matière organique du sol (Dick, 1983, Piéri, 1989 et Zangré, 2000).

Toutefois, l'importance des racines de sorgho restant dans le sol après chaque culture pourrait expliquer en partie le fait que les teneurs en matière organique soient élevées dans le système de culture sans fumure. En effet, Chopart (1980), Havlin *et al.* (1990), et Bambara (1993) ont mis en évidence des quantités de biomasse racinaire appréciables sous culture de sorgho constituant ainsi une source de matière organique pour le sol.

Les résultats révèlent une faible performance de la jachère de plus de vingt (20) ans par rapport au système de culture sans labour ni fumure.

CONCLUSION

La zone cotonnière Ouest du Burkina Faso a connu pendant plusieurs décennies des flux migratoires intenses, ce qui a eu pour conséquence une augmentation de sa population et une saturation de l'espace agricole en plusieurs endroits. Ainsi, la stratégie de gestion de la fertilité des sols à travers des jachères longues n'est plus dans les pratiques paysannes d'entretien de la fertilité.

Il s'avère donc indispensable de connaître les stratégies actuelles d'entretien de la fertilité développées dans les systèmes de production afin de prévenir des risques de dégradation du potentiel de production et d'assurer une gestion durable des ressources naturelles.

La présente étude s'inscrivait dans cette vision avec pour objectif une meilleure connaissance de l'état du peuplement ligneux des champs et de la fertilité des sols en rapport avec les principaux modes de gestion appliqués.

Pour atteindre cet objectif, une approche plus globale de la fertilité intégrant des travaux d'enquêtes sur les modes de gestion de la fertilité des sols, un suivi agronomique des champs au cours de la campagne 2001/2002, des travaux d'inventaires floristiques de la strate ligneuse des champs et des analyses d'échantillons de sol dans des principaux systèmes de culture pratiqués a été adoptée et appliquée au terroir de Ban.

Le suivi agronomique révèle que les assolements à Ban sont à dominance de coton, de sorgho et de maïs. Par ailleurs, la culture de sésame tend à se développer. Les successions culturales les plus mises en œuvre sont celles coton/sorgho, coton/sorgho/maïs et coton/maïs. On observe également des cas de culture continue de sorgho.

La pratique de la jachère tend à s'effacer des systèmes de production.

Sur le plan de la gestion de la fertilité des sols, la pratique de la fumure minérale est de loin la plus adoptée tandis que la fumure organique connaît une timide intégration dans les stratégies d'entretien de la fertilité des sols.

L'étude des bilans minéraux des principaux systèmes de fertilisation pendant un cycle de culture a révélé des bilans négatifs pour tous les paramètres analysés dans les systèmes basés sur la fumure minérale seule et dans ceux ne comportant aucune fumure. A contrario, la culture du coton avec apport de fumure organique seule et en association avec la fumure minérale induisent des bilans minéraux positifs à excédentaires.

La végétation ligneuse des champs est caractérisée par une absence de régénération, une baisse de la densité des ligneux et appauvrissement floristique par rapport à la formation de la jachère. Mais ces paramètres sont variables en fonction de l'âge de la mise en culture des parcelles

et du niveau d'équipement des exploitations propriétaires. La plus faible densité, et la plus faible richesse spécifique sont observées dans les parcelles des exploitations équipées en matériel de culture motorisée et attelée.

Les statuts organique, azoté, phosphaté et potassique du sol ferrugineux lessivé sont significativement liés aux modes de gestion auxquels il se trouve être soumis. Les systèmes de culture avec apport de fumure minérale seule sont ceux qui présentent les faibles statuts (exception faite du statut phosphaté). Par contre, les systèmes associant fumure minérale et fumure organique sont ceux qui induisent des teneurs élevées de ces différents paramètres étudiés.

Les résultats acquis au cours de cette étude font ressortir des possibilités d'amélioration de la fertilité des sols dans les systèmes de production. Ainsi, dans le sens d'une gestion durable de la fertilité des sols les suggestions suivantes peuvent être faites :

- l'association des fumures organique et minérale dans les pratiques d'entretien de la fertilité des sols car l'étude a montré une performance significative de cette pratique dans l'amélioration des caractères du sol ferrugineux tropical peu lessivé;
- la pratique des parcages d'animaux sur les parcelles en vue d'obtenir des quantités suffisantes de fumier pour l'amélioration du stock organique des sols. Ceci peut se faire à travers des contrats de fumure entre éleveurs et agriculteurs d'autant plus que la zone regorge des effectifs importants de troupeaux ;
- par rapport à la vulgarisation, les techniques de compostage des résidus cultureux sur les parcelles doivent être mises à la disposition des producteurs;
- les pratiques des techniques de conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols afin de protéger le sol contre les effets dégradants des agents d'érosion.

BIBLIOGRAPHIE

- Bacyé (B.), 1993** . Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de doctorat, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, 243 + annexes.
- Bado (B.V.), Sédogo (M.P.), Cescas (M.P.), Lompo (F.) et Bationo (A.), 1997**. Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers d'études et de recherches francophones. Agricultures, vol.6, n°6 pp : 571-575.
- Bambara (D.), 1993**. Dynamique de la matière organique selon les systèmes de culture dans les sols agricoles du finage de Thiougou, approche quantitative, mémoire de fin d'études IDR, 100 p + annexes.
- Bélem (P.C.), 1985**. Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle en géographie de l'aménagement, Université Paul Valérie de Montpellier III, 322 p + annexes.
- Berger (M.), 1996**. L'amélioration de la fumure organique en Afrique Soudano-Sahélienne. Agriculture et développement, n° hors série, fiches techniques, Paris, 16p.
- Berger (M.), Bélem (P.C.), Dakouo (D.) et Hien (V.), 1987** . Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture – élevage. Coton Fibres Tropicales, vol. XL II Fasc.3. pp : 201-210.
- Bertelsen et Kaboré, 1994** . Analyse économique du système des parcs agroforestiers d'Afrique de l'Ouest : Résultats préliminaires obtenus dans deux villages du Plateau Central au Burkina Faso. Recherche Intégrée en Production Agricole et en Gestion des Ressources Naturelles pp : 250-265.
- Boffa (J.M.), Lompo (L.) et Knudson (D.M.), 1994** . Implantation et gestion paysanne des parcs à Karité (*Vitellaria paradoxa*) en zone soudanienne au Burkina Faso. Recherche Intégrée en Production Agricole et en Gestion des Ressources Naturelles pp : 275-297.
- CCE, 1996**. Raccourcissement du temps de jachère, biodiversité et développement durable en Afrique centrale (Cameroun) et en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Mali). Rapport scientifique, 79 p.
- Chopart (J.L.), 1980**. Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil, sorgho, riz pluvial). Thèse de doctorat, production végétale et qualité des produits. Institut National Polytechnique de Toulouse, 160 p.
- Cissé, 1995**. Les parcs agroforestiers du Mali. Etat des connaissances et perspectives pour leur amélioration. Rapport de consultation. ICRAF/SALWA, n° 93, 53 p.
- Dakouo (D.), 1991** . Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire : Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Rapport annuel, 49p.

- Dakouo (D.), 1994** . Les carences en potassium sur le cotonnier (*Gossypium Hirsutum L.*) dans les systèmes de culture : Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université Nationale de Côte-d'Ivoire (Abidjan), 141p.
- Dakouo (D.), Koulibaly (B.) et Hien (V.), 1993**. Agronomie et techniques culturales. Rapport de synthèse (1987-1991), Programme coton, 130 p.
- Diallo (M.S.), 1996** .La végétation des jachères fortement pâturées à Kassaho (Zone soudanienne du Burkina Faso), IRD, 43 p.
- Dick (W.A.), 1983** . Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. Soil sci. Am.J., vol. 47, 102-107.
- Donfack (P.), 1998**. Végétation des jachères du nord-Cameroun : Typologie, Diversité, Dynamique, Production. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Yaoundé 1, Faculté des sciences, Biologie et Physiologie Végétale, Yaoundé, 225 p.
- Douïkom (G.), 2000**. Problématique des espaces agro-sylvo-pastoraux dans la province du BAM : Le Cas de la relique de brousse de TANLILI. Mémoire de fin d'études, IDR, 113p + annexes.
- Drabo (I.), 1999**. Migration et insécurité foncière en pays bwa du Burkina Faso. Cahiers du CERLESS n° 16, pp : 163-193.
- Dupriez (H.) et DE Leener (P.), 1983**. Agriculture tropicale en milieu paysan africain. Ed. Terres et Vie, 280 p.
- Faure (G.), 1991**. Mécanisation, productivité du travail et risques : Le cas du Burkina Faso, 16 p.
- Faye (E.H.), 2000**. Etude de la dynamique des souches ligneuses dans le cycle culture-jachère en zone soudanienne. Mémoire de fin d'études IDR, 103 p.
- Ganaba (S.), 1990** . Approche des méthodes d'inventaire des ressources ligneuses à petites et moyennes échelles. Application d'une méthode d'inventaire par télédétection à une région test du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 100p + annexes.
- Garnier (A.), 1995**. Bilan et perspectives de la traction animale dans la zone cotonnière du Burkina Faso, CRPA des HAUTS-BASSINS et de la Boucle du Mouhoun. Mémoire d'ingénieur des Techniques Agricoles des Régions Chaudes, 97 p.
- Gijsbers (H.J.M.), Kessler (J.J.) et Knevel (M.K.), 1994**. Dynamics and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahel region (Province of Passoré, Burkina Faso). Forest Ecology and Management vol.64, pp : 1-12.
- Grouzis (M.), 1988** . Structure , productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Ed.ORSTOM, 318p.
- Guiré (M.), 1997**. Contribution à l'étude de la végétation ligneuse à Karangasso-Vigué. Mémoire de maîtrise en géographie, Université de Ouagadougou, 112 p.
- Havlin (J.L.), Kissel (D.E.), Maddux (L.D.), Claassen (M.M.) et Long (J.H.), 1990**. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. Soil Sci. Soc. A.M.J., vol. 54, pp : 448-452.

- INERA, 1994.** Les systèmes de production agricoles dans la zone Ouest du Burkina Faso : potentialités, contraintes, bilan et perspectives de recherche, 95 p.
- IRCT, 1988 a .** Recherche d'accompagnement réalisée pour le projet Motorisation intermédiaire. Bobo-Dioulasso, 79p + annexes.
- IRCT, 1988 b.** Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina, 333 p.
- Kessler (J.J.), 1992 .** The influence of Karité and Néré Trees on sorghum production in Burkina Faso. Agroforestry systems vol. 17 : 97-118.
- Maïga (A), 1987 .** L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province du Bazèga (Burkina Faso). Influence du karité, du néré et de l'*Acacia albida* sur le sorgho et le mil. Rapport de stage. IRBET/CNRST, Université de Ouagadougou, 86p.
- MEF, 1997.** Monographie des Banwa, ministère de l'économie et des finances, Burkina Faso, 63 p.
- Mourifié (K.), 1993 .** Contribution à l'analyse de la motorisation conventionnelle dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat 3^e cycle, CNEARC, Montpellier, 87p.
- Ouédraogo (S.) 1994 .** Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du Plateau Central Burkinabè : influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée. Thèse de doctorat Biologie Végétale tropicale , Université Paris VI, 194p.
- Pichot (J.), Sédogo (M.P.), Poulain (J.F.) et Arrivets (J.), 1981.** Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Agron., 36 (2), pp : 122-133. .
- Piéri (C.), 1983 .** Nutrients balances in rainfed farming systems in arid and semi-arid regions. 17th coll. Of the international potash Institute. Rabat and Marrakesh, Morocco, pp : 131-141.
- Piéri (C.), 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente années de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara. Ministère de la coopération. IRAT/CIRAD, 444p.
- Pullan (R.A.), 1974.** Farmed parkland in West Africa Savanna 3 (2), pp : 119-151.
- Robins (E.), 1994 .** La gestion de l'arbre dans les systèmes de production dans le village de Thiougou sur le Plateau Central, Burkina Faso. Recherche Intégrée en Production Agricole et en Gestion des Ressources Naturelles, pp : 239-249.
- Rouanet (G.), 1984.** Le maïs. Ed. Maisonneuve et Larose, 141 p.
- Schwartz (A.), 1991 .** L'exploitation agricole de l'aire cotonnière burkinabè. Caractéristiques sociologiques, démographiques, économiques. Centre ORSROM de Ouagadougou, doc. multigr., 88p.
- Schwartz (A.), 1993.** Brève histoire de la culture du coton au Burkina Faso. ORSTOM, 19p + annexes.
- Sébillote (M.), 1989.** Fertilité et systèmes de production, INRA, 369p.

- Sédogo (M.P.), 1981.** Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut Polytechnique de Lorraine, Nancy, 195p.
- Sément (G.), 1986.** Le cotonnier en Afrique tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose, 133 p.
- Sofitex, 2001.** Note technique sur la protection phytosanitaire, 4 p.
- Somda (K.), 2000 .** Evolution des Ressources Naturelles dans les systèmes de culture à base de coton : Cas du terroir de Bala (Ouest du Burkina Faso), 95 p + annexes.
- Taïta (P.), 1997 .**Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux hippopotames (Bala, Ouest du Burkina Faso). Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 201 p.
- Thiombiano (A.), 1996 .** Contribution à l'étude des Combretaceae dans les formations végétales de la région Est du Burkina Faso. Thèse de doctorat de 3^e cycle. Université de Ouagadougou, 220 p + annexes.
- Toutain (B.), Bortoli (L.), Dulieu (D.), Forgiarni (G.), Menaut (J.C.) et Piot (J.), 1983.** Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes pâturés sahéliens de Haute-Volta. ACC GRIZA (LAT), GERDAT, 124 p.
- Venugopalan (M.V.) et Pundarikakshudu, 1999.** Long term effect of nutrient management and cropping system on cotton yield and soil fertility in rainfed vertisols. Nutrients Cycling in Agroecosystems vol.55, pp : 159-164.
- Yossi (H.) et Dembélé (F.), 1994.** Dynamique de la végétation post-culturale en zone soudanienne au Mali. Evolution de la composition floristique et de la strate ligneuse. La jachère en Afrique de l'Ouest, pp : 341-350.
- Zangré (B.V.C.A) (2000).** Effets combinés du travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans la région de Saria (zone centre du Burkina Faso), mémoire de fin d'études, IDR, 63 p.