

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO**

**CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE**

**INSTITUT DE DEVELOPPEMENT
RURAL**

**INSTITUT DE RECHERCHE EN SCIENCES
APPLIQUEES ET TECHNOLOGIES**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLÔME D'INGENIEUR DE DEVELOPPEMENT RURAL
OPTION : AGRONOMIE

Thème:

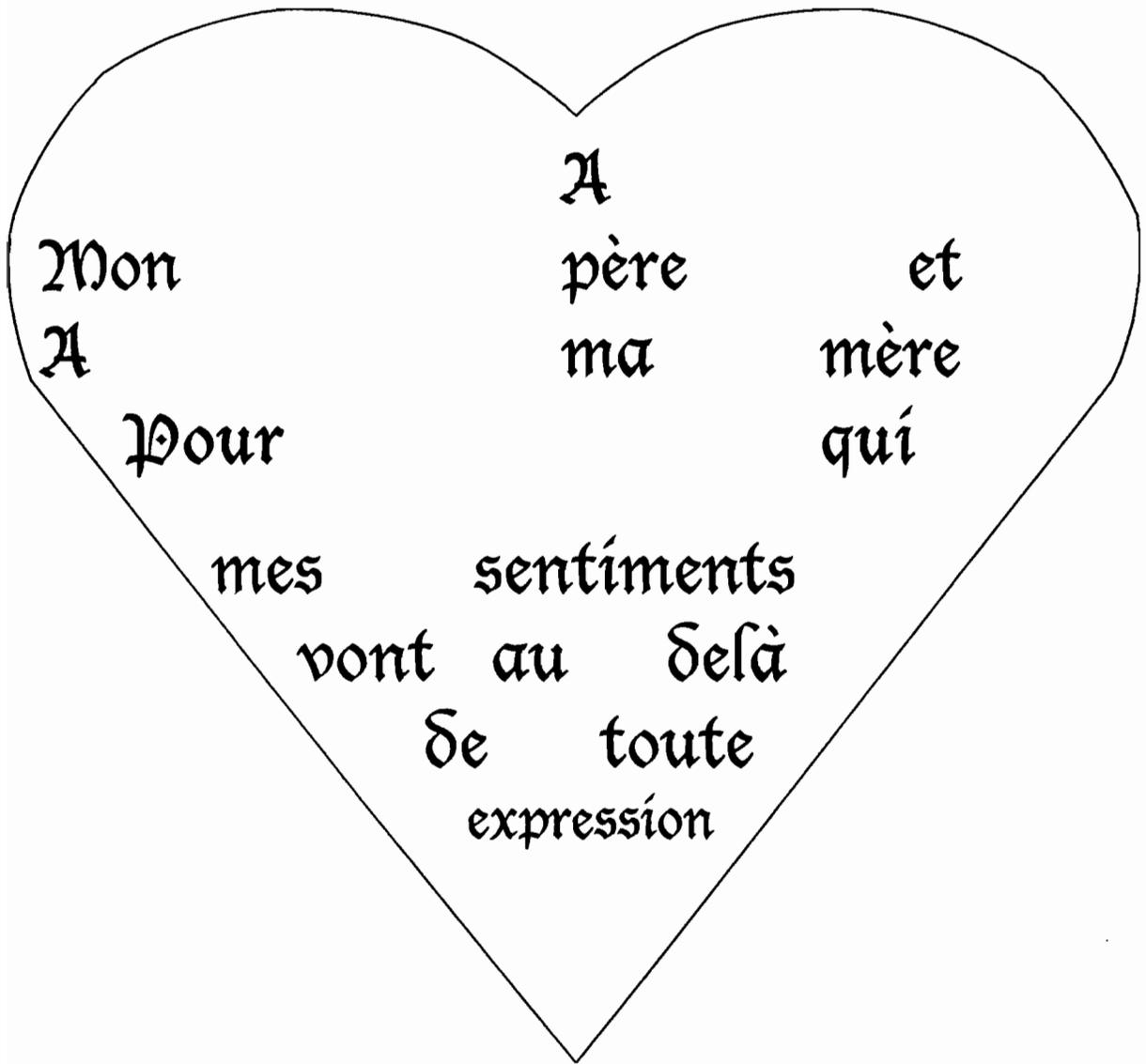
**DIAGNOSTIC DES MODES DE GESTION DE LA FERTILITE DES SOLS
DANS LES SYSTEMES DE CULTURE MOTORISES
EN ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA FASO.**

Directeur de Mémoire : Dr OUEDRAOGO Dramane

Maître de Stage : M. SON Gouyahali

Juin 2002

MILLOGO Dibi.



Mon

A

Pour

mes

vont

de

expression

A

père

ma

sentiments

au

toute

et

mère

qui

delà

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX	pages
Tableau n°I : Répartition des tracteurs des exploitations enquêtées en fonction des marques et puissances.....	29
Tableau n°II : Répartition des exploitations motorisées en fonction des classes d'équipements.....	31
Tableau n°III : Chronologie d'acquisition des exploitations motorisées.....	32
Tableau n°IV : Répartition des principales spéculations en fonction des types de sols....	35
Tableau n°V : Occupation des toposéquences par les trois principales cultures (%).....	36
Tableau n°VI : Utilisation de la terre en fonction du niveau de mécanisation.....	38
Tableau n°VII : Type de rotations culturales adoptées par les systèmes de cultures(%)...	43
Tableau n°VIII : Utilisation de la fumure minérale en fonction du niveau de mécanisation.	45
Tableau n°IX : Répartition proportionnelle de la fumure minérale entre les principales cultures.....	46
Tableau n°X : taux d'utilisation des différentes formes de fumures organiques.....	47
Tableau n°XI : Utilisation de la fumure organique en fonction du niveau de mécanisation.....	48
Tableau n°XII : destination des tiges des principales cultures (%des producteurs).....	53
Tableau n°XIII : Superficies moyennes couvertes par les aménagements anti-érosifs.....	54
Tableau n°XIV : Technique de préparation du sol en fonction du niveau de mécanisation.....	58

LISTE DES CARTES

CARTES	Pages
Carte n°1 : Situation de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso.....	4
Carte n°2 : pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 ans 1969-1998.....	5
Car n°3 : les sols de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso.....	6

LISTE DES FIGURES

FIGURES	pages
Figure n°1 : Evolution du nombre des principaux outils de préparation du sol dans les zones de Kouka et de Houndé.....	33
Figure n°2 : Superficies exploitées et jachères disponibles en fonction du niveau de mécanisation.....	37
Figure n°3 : Les superficies exploitées et jachères disponibles en fonction du groupe ethnique.....	39
Figure n°4 : Age moyen des jachères et parcelles sous cultures.....	40
Figure n°5 : Rendement en coton- graine, en maïs- grain et du sorgho en fonction du niveau de mécanisation.....	41
Figure n°6 : Répartition proportionnelle des superficies entre les principales cultures (campagne 2001-2002).....	42
Figure n°7 : Taux de couverture par des superficies par la fumure organique et minérale.....	49
Figure n°8 : Mode de gardiennage du cheptel pour les exploitations mécanisées.....	50
Figure n°9 : Superficies moyennes aménagées en brise-vent et en haies vives (ha).....	55
Figure n°10 : Nombre d'arbres par hectare en fonction du système d'exploitation.....	56
Figure n°11 : Stratégie de préparation du sol en fonction du niveau de mécanisation.....	59
Figure n°12 :Taux d'utilisation des différentes pièces travaillantes pour le labour dans les exploitations motorisées.....	61

SIGLES & ABREVIATIONS

B.I.T. : Bureau International du Travail

F.A.O. : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

I.N.E.R.A. : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole

I.R.A.T. : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

I.R.S.A.T. : Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologies.

R.S.P. : Recherche sur les Systèmes de Production

I.R.C.T. : Institut de Recherche du Coton et Textiles Exotiques

SO.FI.TEX. : Société burkinabé des Fibres et Textiles

D.R.A. : Direction Régionale de l'Agriculture

M.A. : Ministère de l'Agriculture

P.D.R./H.K.B. : Projet de Développement Régional Intégré / Houet, Kossi, Banwa

C.N.R.S.T. : Centre National de la Recherche Scientifique et technologique

I.C.R.I.S.A.T. : International Crop Rescearch Institute in Semi Arid Tropics

I.N.S.D. : Institut National de la Statistique et de la Démographie

O.R.S.T.O.M. : Office de Recherche Scientifique et technique d'Outre Mer

C.F.D.T. : Compagnie Française pour le Développement des Textiles

C.R.P.A. : Centres Régionaux de Promotion Agropastorale

G.R.N./ S.P : Gestion des Ressources Nationales / Système de Production

Cv : Cheval vapeur

I.D.R. : Institut du Développement Rural

Méq : milliéquivalent

O.R.D. : Organisme Régional de Développement

TABLE DES MATIERES.....pages

RESUME

ABSTRACT

INTRODUCTION.....1

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA ZONE COTONNIERE OUEST.....4

I.1. Localisation géographique.....4

I.2. Le climat.....5

I.3. Les sols.....6

I.4. La végétation.....7

I.5. La formation anthropique.....8

I.6. Le milieu humain.....8

CHAPITRE II : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA FERTILITE DES SOLS10

II.1. Définition de la fertilité.....10

II.1.1. La fertilité biologique.....10

II.1.2. La fertilité chimique.....11

II.1.3. La fertilité physique.....12

II.2. Influence de la fertilisation et des systèmes de culture sur la fertilité des sols.....13

II.2.1. Influence de la matière organique et des éléments minéraux sur la structure du sol.....13

II.2.2. Influence des systèmes de culture sur la structure du sol.....14

II.3. Action des tracteurs sur la structure du sol.....15

II.3.1. Influence des outils à dents sur la structure du sol.....15

II.3.2. Influence des charrues à socs et à disques sur la structure du sol.....16

II.3.3. Les outils de reprises.....17

REMERCIEMENTS

Ce mémoire qui couronne dix mois de stage sous les auspices du Département Mécanisation de l'IRSAT n'aurait pu être réalisé sans la contribution, combien louable, de notre entourage. Avant tout nous souhaitons nous acquitter de la dette de reconnaissance contractée envers lui. Qu'il me soit alors permis à travers ces quelques lignes, de présenter nos sincères remerciements à tous ceux ou celles qui, d'une manière ou d'une autre, nous ont aidé à la réalisation de ce travail.

Nous citons particulièrement :

Monsieur le directeur de l'IRSAT, le Dr YAMEOGO Rigobert, et ses collaborateurs, en l'occurrence, le Dr SANOU Amadou, Directeur régional de l'IRSAT/ BOBO-DIOULASSO pour nous avoir accepté dans leur structure.

M. SON Gouyahali, chef du Département Mécanisation, notre maître de stage, pour ces conseils, ses critiques et suggestions qui ont été d'un apport capital pour l'aboutissement de ce mémoire.

Dr OUEDRAOGO Dramane, notre directeur de mémoire, pour sa sympathie, son dévouement, et sa constante disponibilité à nous apporter les corrections nécessaires. Nous lui savons gré et à travers lui tout le corps enseignant de l'IDR pour la consistance de la formation reçue.

M. KOULIBALY Bazoumana, agronome au programme coton, pour ses conseils et suggestions pour l'orientation du sujet.

M. KAMBIRE Fabèkourè, agronome au Département Mécanisation, pour sa constante disponibilité et ses apports constructifs pour l'édification de ce document. Qu'il trouve à travers ces lignes le témoignage d'une amitié durable !

MM. OUEDRAGO Moussa et MEDA Laurent, tous Techniciens supérieurs à l'IRSAT, pour leurs conseils et soutiens multiformes : je leurs en sais gré.

M. TRAORE Mamadou, ingénieur, pour ces conseils d'aîné.

M. SOURA Badiermanie, Observateur à KOUKA, qui nous a hébergé et accompagné pendant toute la phase terrain. Qu'il soit comblé de grâce !

Le personnel de l'IRSAT/Bobo qui par son sens élevé du savoir-vivre, a facilité notre intégration.

Les vaillants producteurs de Kouka, pour leur disponibilité et leur collaboration. Hômage soit rendu à eux qui luttent perpétuellement pour la cause du processus de développement.

Mes frères, sœurs et cousin(e)s :Souro, Moussa, Zouma, Fulgence, Sékon, Pascal, Adama Levince, awa, Djibril et Dorothée pour leur affection et soutien multiforme : je leurs serai utile.

Tous nos camarades de classe. Je leurs souhaite plein succès.

Mon père et ma mère qui œuvrent toujours inlassablement pour ma réussite !!!

II.3.4. Les outils d'entretien des cultures.....	17
II.3.5. Influence des condition des travail du sol.....	18
II.4. La résistance mécanique à la pénétration des outils.....	18
CONCLUSION.....	19
CHAPITRE III : PROBLEMATIQUES ET OBJECTIFS.....	20
III.1. Problématique.....	20
III.2. Objectifs.....	25
III.3. Hypothèses.....	25
CHAPITRE IV : METHODOLOGIE.....	26
IV.1. Démarche.....	26
IV.2. Justification du choix de la zone et des sites.....	26
IV.3. Enquête exploratoire.....	27
IV.4. Enquête formelle.....	27
IV.5. Justification de la taille de l'échantillons.....	28
IV.6 Traitement des données.....	28
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS MOTORISEES.....	29
I.1. Les types de motorisation.....	29
I.2. Les niveaux d'équipement des exploitations motorisées.....	30
I.3. Les stratégies d'équipement.....	31
CHAPITRE II: INFLUENCE DE LA MOTORISATION SUR LES SYSTEMES DE CULTURES.....	35
II.1. L'occupation des sols en fonction du niveau de mécanisation et de spéculations.....	35
II.2. Les superficies emblavées.....	37
II.3. Durée de mise en culture des sols.....	39

II.4. Les rendements des cultures.....	41
II.5. L'assolement et la rotation.....	42
II.5.1. L'assolement.....	42
II.5.2. Les rotations.....	43
II.6. La fertilisation.....	44
II.6.1. La fertilisation minérale.....	44
II.6.2. La fertilisation organique.....	46
CHAPITRE III : LES STRATEGIES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS ET DE DEFENCE ET RESTAURATION DE SOLS (C.E.S./D.R.S.).....	52
III.1. Les pratiques culturales.....	52
III.1.1. Le labour d'enfouissement post-récolte.....	52
III.1.2. La gestion des résidus de récoltes.....	52
III.1.3. Les aménagements anti-érosifs.....	53
III.2. Les aménagements agroforestiers.....	55
III.3. les stratégies de préparation du sol.....	58
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	63
BIBLIOGRAPHIE.....	66
ANNEXES.....	72

RESUME

La dégradation des sols et des ressources naturelles au Burkina Faso semble plus préoccupante dans les exploitations motorisées en raison de l'action des outils et engins agricoles et de leur grande consommation en espace. La présente étude a été conduite dans la zone cotonnière Ouest en vue de cerner les modes de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture motorisés.

Il ressort que les modes de gestion de la fertilité dans les exploitations motorisées, sont susceptibles de compromettre la durabilité de la production. En effet, les rotations sont peu ou pas pratiquées. Les apports en fumure organique sont insuffisants pour des superficies de l'ordre du huitième (1/8) contre le tiers (1/3) requis, alors que les doses de fumure minérale ne sont qu'en moyenne de 141 kg/ha au profit du coton et du maïs. Ainsi l'extension des superficies liée à la motorisation, induit une diminution des doses de fertilisants par rapport aux systèmes de culture à traction animale où les doses moyennes sont de 182 kg/ha. Les techniques de CES/DRS (diguettes, bandes enherbées, cordon pierreux,...) sont peu ou pas présentes bien que l'érosion se manifeste. Le travail du sol combine différentes techniques, réalisées dans des conditions d'humidité très variables, en vue d'un respect des délais de semis. Les superficies en coton et maïs sont en grande partie labourées à la charrue à socs (71 à 79 %) contrairement aux outils à disques qui sont plus utilisés en prestation hors exploitation. La qualité de la préparation du sol est en partie imputable aux insuffisances pluviométriques.

Au-delà de cette phase diagnostique, les investigations ultérieures doivent cerner l'influence des modes de gestion sur l'état de la fertilité des sols.

Mots clés : dégradation des sols, exploitations motorisées, fertilité, fumure organique, outil, travail du sol, Burkina Faso.

ABSTRACT

Soils and natural resources degradation in Burkina Faso seem to be more serious in the motorized farming areas because of the agricultural tools and machines action and their facilities to enlarge the fields. This study has been done in the West cotton zone in order to surround the mode of soils fertility management in mechanical farming system.

It appears that, the management of the fertility in the motorized farming areas is sensitive to compromise the production durability. As a matter of fact, farming rotations are few or not done. The doses of organic matter are deficient and the fertilized areas are about the 1/8 against the 1/3 required. The mineral fertilizer doses are on average 141 kg/ha for cotton and maize. In this way, extension of agricultural areas due to the motorization, reduce fertilizer doses comparatively to those of animal traction condition where the average dose is 182 kg/ha. The CES/DRS techniques are few or non existent despite the erosion effects. Soil work is practiced in very variable humidity condition in order to save time because of the short soil preparation range. Farmers use socs tools in their own cotton and maize farming, and discs tools in the others. Therefore, the soil preparation quality depends to rain-gausses deficient. In this way, future investigations must surround the management mode influence on soils fertility condition.

Key words: soils degradation, motorized farming, fertility, organic fertilizer, tool, soil working, Burkina Faso.

INTRODUCTION.

Situé au cœur de l'Afrique occidentale, le Burkina Faso couvre une superficie de 274 200 km² avec environ 11 000 000 d'habitants. Son économie repose essentiellement sur le secteur agricole qui contribue à près de 80% dans les exportations totales du pays (BELEM,1985). La prépondérance de ce secteur justifie les efforts consentis en vue de couvrir les besoins alimentaires de plus en plus croissants sous l'effet de la pression démographique. Pour ce faire, la mécanisation à travers la traction animale et la motorisation a fait l'objet d'énormes attentions. La promotion de la traction animale fut d'abord l'œuvre de missionnaires blancs avec l'introduction des premiers équipements dans les exploitations dans les années 1930 (SON et COULIBALY, 1991). Son évolution a ensuite connu quatre étapes (G.F.A, 1991). La première a débuté dans les années 1950 avec la mise en place des fermes pilotes (1952-1958). Mais à l'époque, la mécanisation de l'agriculture ne constituait pas une préoccupation du fait que jusqu'à la sécheresse des années 1958-1960, la faible densité de la population, la disponibilité des produits de cueillette et la productivité des terres sur de petites superficies procuraient des conditions de sécurité alimentaire aux producteurs. L'échec des fermes pilotes a conduit à partir de 1962, au lancement de l'opération SATEC (Société d'Aide Technique et de Coopération) qui avait en charge la diffusion des équipements notamment la « houe manga ». La troisième étape, intervenue dans les années 1970, avait pour mission la diversification du matériel agricole et la couverture de nouvelles zones par la culture attelée avec la mise en place des Ateliers Régionaux de Construction de Matériel Agricole (ARCOMA) et des Coopératives Régionales de Constructions de Matériel Agricole (COREMA) avec l'aide du BIT (1971-1974), puis de la FAO et le soutien de divers bailleurs tels que les Néerlandais. Les années 1980 marquent une nouvelle ère de la promotion de la traction animale avec la création de la Caisse Nationale de Crédit Agricole (CNCA) dont l'appui a consisté en l'octroi de crédit destiné à l'acquisition du matériel agricole.

Ces initiatives ont favorisé une progression du niveau d'équipement en matériels de traction animale de 2,2 à 5% entre 1975 et 1983 au plan national ; en zone cotonnière Ouest, ce taux atteignait 15% (BELEM, 1985). Cela met en évidence une technicité relativement plus avancée des producteurs de la zone cotonnière Ouest. Cette zone

bénéficie de l'introduction de la motorisation dans la zone pendant la campagne 1977 / 1978 sous le projet "motorisation intermédiaire". Cette notion recouvre une conception spécifique non conventionnelle de la motorisation se situant entre la traction animale et les tracteurs classiques (MOURIFIE, 1993). Cet auteur rapporte que le concept de motorisation intermédiaire est né de la nécessité de moderniser sans bouleverser le système de production traditionnelle, d'où l'idée de concevoir un tracteur adapté permettant à des agriculteurs dont la technicité est assez faible d'accéder sans hiatus technique, sociologique et économique excessif à un premier stade de motorisation maîtrisable. Ainsi des tracteurs dont la marque BOUYER de puissances comprises entre 24 et 30 cv, ont été introduits par la CFDT et les DRA (ex ORD) dans les Hauts Bassins et le Mouhoun. Les résultats encourageants obtenus après les cinq premières campagnes ont incité à la création d'un volet recherche d'accompagnement. Les travaux ont porté sur le maintien de la fertilité, la recherche des techniques et des mesures en vue de limiter les incidences négatives de la motorisation sur les sols qui sont d'ailleurs fragiles. Puis on note une croissance exceptionnelle du taux d'acquisition de tracteurs qui passe de 9 à 23% entre 1994 et 1996, suite à l'amélioration des recettes cotonnières depuis la dévaluation du franc CFA. Ce contexte économique a favorisé l'introduction de la motorisation conventionnelle avec la dynamique des acteurs privés. La motorisation conventionnelle correspond à la forme classique de la motorisation agricole avec des tracteurs de puissance supérieure à 30 cv. Les meilleures potentialités de la zone cotonnière Ouest y ont favorisé une concentration de tracteurs. PALE et OUEDRAOGO (1998) dénombrent 550 tracteurs dont environ 200 sont conventionnels.

Pourtant peu d'exploitants motorisés, selon le constat de DAKOUO (1991) avaient mis en œuvre des facteurs de production susceptibles de pérenniser leurs exploitations. Dans le même sens SEONE (1999), dans une étude sur les exploitations motorisées, affirme au regard des pratiques extensives que : " l'agriculture durable, conservatrice de la fertilité des terres est loin d'être assurée". La motorisation est plutôt un moyen d'extension des superficies qui atteignent en moyenne 27 ha contre 12 ha en traction animale (KIZERBO, 1999). Ce qui est logique pour MAGASA et *al.*, (1994) car la réponse la plus couramment observée à l'accroissement de la population rurale est l'extension des superficies cultivées. Il en résulte une dégradation des ressources naturelles (DAKOUO, 1991, 1998), alors que les besoins alimentaires nationaux sont loin d'être satisfaits bien

que la mécanisation agricole ait atteint son summum (motorisation conventionnelle). C'est dans un tel contexte qu'intervient la présente étude intitulée " **Diagnostic des modes de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de cultures motorisés en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso**". Elle répond à la nécessité de connaître les modes de gestion de la fertilité dans une optique de durabilité des systèmes de production.

L'étude comporte deux parties :

- la première renferme la synthèse bibliographique sur la zone d'étude et la fertilité et expose la problématique du sujet et la méthodologie adoptée.
- la deuxième partie présente les résultats obtenus et les discussions qu'ils suscitent.

Enfin, ces résultats nous conduiront à une conclusion générale et aux perspectives qui en découlent.

Première Partie :

**CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA ZONE COTONNIERE
OUEST**

**CHAPITRE II: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA
FERTILITE DES SOLS**

CHAPITRE III: PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

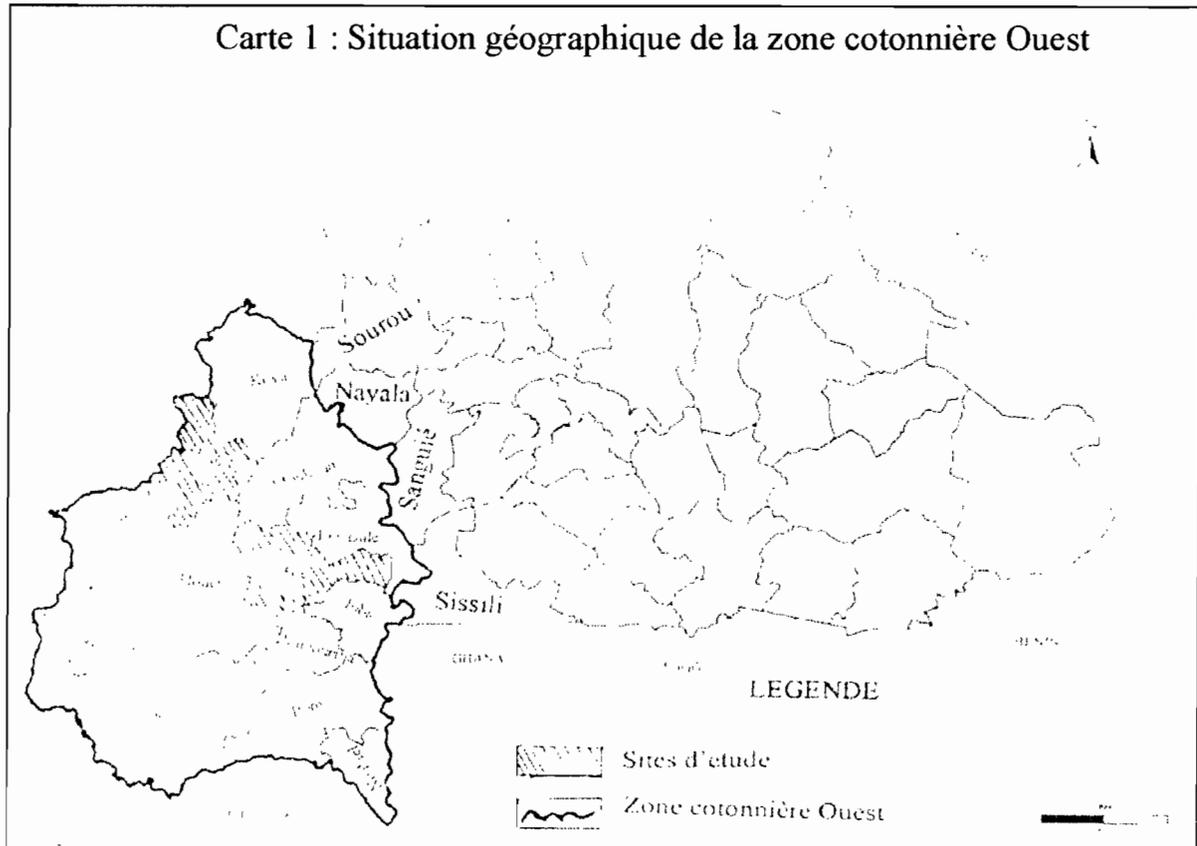
CHAPITRE IV: LA METHODOLOGIE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA ZONE COTONNIERE OUEST.

I.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.

La zone cotonnière ouest se situe entre le 10^{ème} et le 14^{ème} parallèle nord, et couvre le ¼ du territoire national soit 70 000 km². Elle regroupe les Directions Régionales d'Agriculture (DRA) (carte n°1) :

- de la Boucle du Mouhoun à travers les provinces du Mouhoun, de la Kossi, des Banwa et des Balé,
 - de la Comoé qui comprend les provinces de la Comoé et de la Léraba
 - du Sud-Ouest couvrant les provinces de la Bougouriba, du Nounbiel, du Poni.
- et de Ioba.
- enfin celle des hauts-Bassins qui comprend les provinces du Kéné Dougou, du Houet et du Tuy.



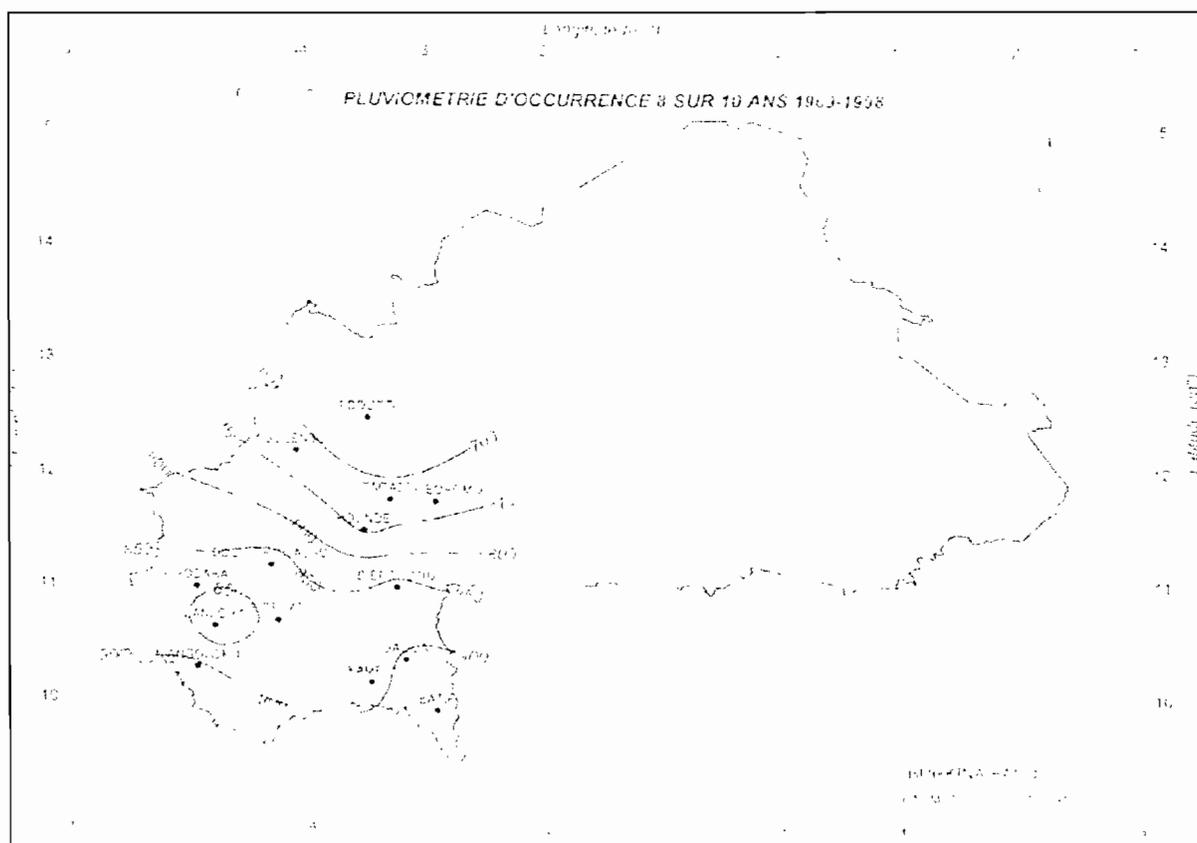
I.2. LE CLIMAT.

L'Ouest du Burkina se situe dans la zone soudano-guinéenne (GUINKO, 1984). Le climat est du type tropical avec une alternance de deux saisons : une saison sèche (7-8 mois) et une saison pluvieuse (5-4 mois).

Les travaux de Mugishawimana (2000) montrent que la pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 ans, varie entre 700 et 900 mm pour la période de 1969-1998 (carte n°2). Ce qui traduit une variation spatiale mais aussi temporelle de la pluviométrie.. Les pluies battantes en début de saison affectent dangereusement la structure des sols qui sont d'ailleurs dénudés alors que les longues poches de sécheresses retardent la mise en place des cultures tout en compromettant considérablement leurs rendements.

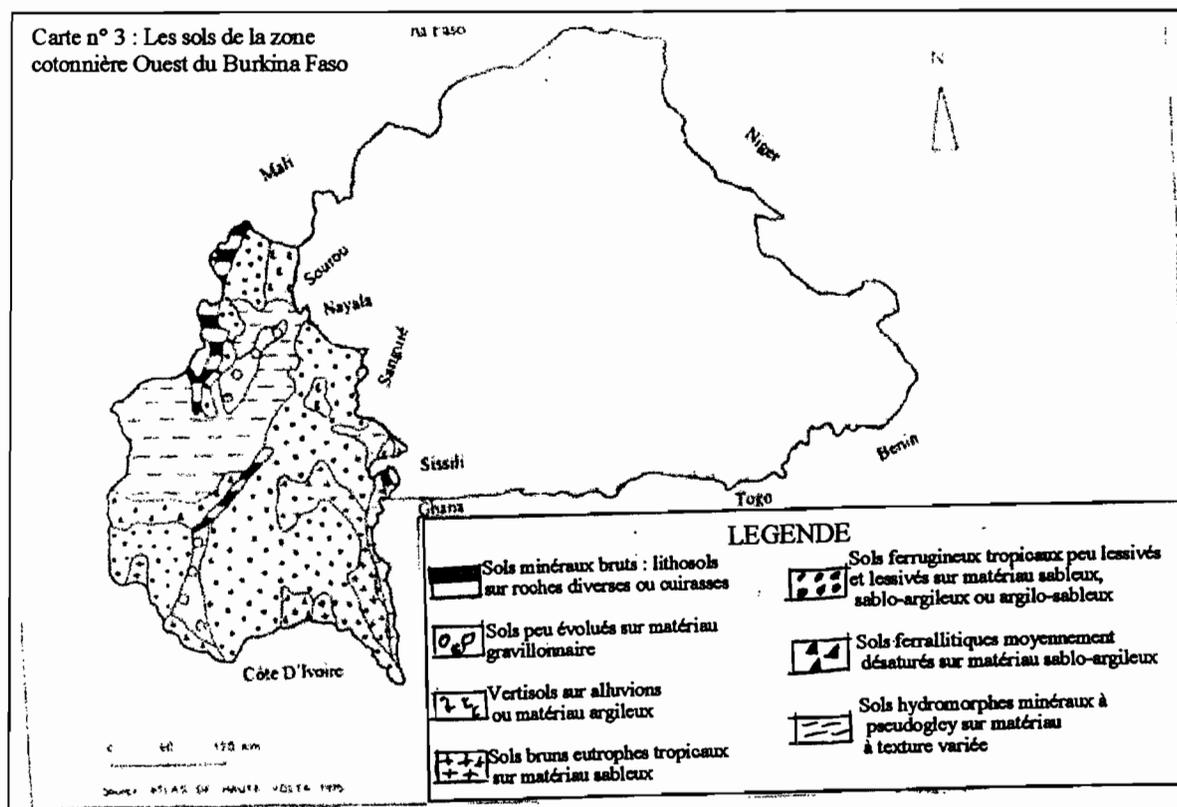
La zone cotonnière Ouest, à l'instar du reste du pays, est parcourue par 2 types de vents qui alternent. La mousson en saison pluvieuse (10 à 120 km/h) et surtout l'hamattan (10 à 15 km/h) en saison sèche contribue au décapage des sols nus.

Quant aux températures, elles sont en moyenne de 27°C avec une amplitude de 5°C. L'humidité relative moyenne de l'air est de 50% avec un maximum de 80% en octobre et un minimum de 18-20% en février-janvier.



I.3. LES SOLS.

Plusieurs types de sols sont rencontrés dans la zone cotonnière Ouest (carte n°3)



- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés ont généralement une mauvaise structure et sont susceptibles d'érosion ;
- les sols hydromorphes à pseudogley sont souvent difficiles à travailler à cause de leur compacité et leur imperméabilité.

On y trouve souvent aussi des enclaves :

- les sols minéraux bruts dont la faible épaisseur, la difficulté de pénétration des racines et la pauvreté chimique leur confèrent une valeur agronomique quasi-nulle ;
- les sols peu évolués d'érosion dont l'insuffisance de la profondeur, la faible réserve en eau, la pauvreté du matériau originel en éléments nutritifs principaux les rendent en grande partie sols inaptes à la mise en culture,
- les vertisols sur alluvions,
- les sols bruns eutrophes tropicaux sur matériaux argileux,

- les sols ferrallitiques sur matériaux sableux qui sont acides et à potentialité chimique faible

Selon DAKOUO,(1991), ces sols sont d'une manière générale pauvres avec une teneur en matière organique comprise entre 1 et 1,5% pour la plupart, inférieur 1% pour 20% des sols. La teneur en K total varie 2 et 10 méq/100g pour un seuil de déficience de 5 méq/100g. 10% de ces sols ont un pH inférieur à 5, comprise entre 5 et 6 pour 60% et supérieur à 6 pour 30%.

La pauvreté en calcium, en potassium et en phosphore se répercute négativement sur la floculation des agrégats du sol, la stabilité structurale et la nutrition minérale des plants.

I.4. LA VEGETATION.

La zone cotonnière est marquée par une forte réduction du couvert végétal liée à l'accroissement des superficies cultivées, des besoins en bois, aux feux de brousse et au surpâturage. RSP/Zone Ouest (1994) attribue à cette réduction du couvert végétal, un appauvrissement des sols qui se régénèrent de plus en plus difficilement et une exposition des sols sur pente à l'érosion hydrique.

On y rencontre néanmoins (BELEM,1985) une composante naturelle dominée par *Vitellana paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus erinaceus* (vène), *Antada africana*, *Terminalia avicenoïdes*, *Detarium microcarpum*, *Ximeni americana*, *Zizyphus mauritiana* (jujubier), *Balanites aegyptiaca*.

Dans les bas-fonds on trouve *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Cassia siberiana* et de nombreuses combrétacées

La composante arbustive naturelle se compose de *Balanites aegyptiaca*, *Comiflora africana* et *Ceiba pentandra* (kapokier) ; le tapis herbacé quant à lui est essentiellement formé de *Andropogon pseudapricus*, *amlectens* ou *gayanus*, *Penicetum pedicelatum*, *Dactyloctenium aegyptum*, *Eragrostis tremula* ou *ciliaris*, *Schaenefeldia gracilis* et *Loudetia simplex* ou *togoensis*.

Cette végétation ne peut pleinement jouer son rôle dans l'équilibre écologique et la protection de la fertilité sans d'autres techniques tels que les agrosystèmes dans un contexte d'une pression foncière.

I.5. LA FORMATION ANTHROPIQUE.

Les études de RSP (1994) renseignent que la formation anthropique est composée d'agrosystèmes relevant d'une agroforestérie de type traditionnel ; Ils se caractérisent par des parcs de nature variée et variable selon les régions. Ainsi dans le secteur soudano-septentrional (la Kossi et le Mouhoun) le parc est constitué de : *Vitellaria paradoxa*, *Acacia albida*, *Lanea microcarpa*, *Sclerocaria birrea* et de *Prosopis africana*.

Dans le secteur méridional (Bougouriba, Houet, Kéné Dougou, Comoé, Poni), les parcs sont les plus divers. Dans la Bougouriba , on trouve *Azadirachta indica*, *Acacia albida*, *Tectona grandis*, *Cordia myxa* à proximité de l'habitat et *Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa* dans les champs de brousse.

Les parcs à *Borassus aethiopum*, *Bligia sapida*, *Acacia albida* proche de l'habitat ; *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* en champs de brousse se rencontrent dans la Comoé et le Poni

Dans le Houet et le Kéné Dougou, ce sont des parcs d'agrumes (anacardiens, manguiers, orangers,...), à *Acacia albida*, *Borassus aethiopum*, *Bligia sapida*, *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa*.

On observe aussi dans cette région le développement d'une agroforestérie "moderne" à travers la culture intercalaire dans les vergers durant les premières années et parfois plus longtemps.

I.6. LE MILIEU HUMAIN

La zone cotonnière Ouest du Burkina Faso présente un peuplement autochtone très diversifié composé majoritairement par les ethnies Bobo, Bwaba, Sénoufo, Marka et Samo. Les potentialités agricoles de cette zone, jadis faiblement peuplée, ont constitué une source d'attraction des migrants, notamment les Mossi et les Peulh. En 1975, la densité de

la population était de 28 hbts/ km² contre 33 au niveau national alors que le coefficient d'intensité culturelle était seulement de 17% contre 51% au plan national.

Si la migration a engendré un "multiculturalisme" et une dynamique socioculturelle, elle a par ailleurs en alliance avec les facteurs naturels (pluie, vent et soleil), les facteurs politiques (forêts classées, réserves naturelles...) et d'autres facteurs humains (pression humaine et animale), favorisé une pression foncière. Cette pression foncière est à l'origine des divisions de l'espace voir des structures communautaires, des conflits entre éleveurs et agriculteurs et d'une mauvaise intégration agriculture élevage qui entravent d'une manière ou d'une autre la gestion de la fertilité (SCHAWARTZ,1991, RSP/ zone ouest, 1994).

CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA FERTILITÉ DES SOLS.

La fertilité d'une manière générale a trois composantes que sont la fertilité physique, la fertilité chimique et la fertilité biologique. Il n'est pas toujours aisé de parler de l'un sans les autres, tant les relations sont souvent fortes et indissociables.

C'est pourquoi, ce chapitre traitera successivement des notions et définitions de la fertilité d'une manière générale, de la fertilité biologique, chimique et physique ainsi que des pratiques, de l'action des outils et tracteurs et leurs périodes d'intervention par rapport à l'état d'humidité qui influencent son évolution.

II.1. DÉFINITIONS DE LA FERTILITÉ

Du point de vue agronomique, la fertilité se définit comme étant l'aptitude à produire d'un sol. Dans la conception globale, la fertilité du sol est un potentiel de production végétale dont l'appréciation est liée à la connaissance des composantes physiques. Ce potentiel ne peut donc se concevoir indépendamment du niveau des techniques culturales employées par les agriculteurs. De ce fait la fertilité reste une notion historique sujette à l'évolution (PIERI, 1989).

Ainsi CHAMINADE (1965) et PIERI (1989) distinguent la fertilité « actuelle » et la fertilité « potentielle ». Selon ces auteurs la fertilité actuelle est évaluée par les récoltes que donne le sol dans son état actuel tandis que la fertilité « potentielle » correspond à la production obtenue lorsque les facteurs modifiables par l'action de l'homme sont optimisés.

Selon SOLTNER (1986), la fertilité d'un sol est la résultante de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques. Ainsi, il apparaît que les différentes composantes de la fertilité sont liées ; d'où la nécessité de les définir succinctement.

II.1.1. La fertilité biologique.

La fertilité biologique d'un sol est la résultante de l'activité de plusieurs groupes d'êtres vivants tels que les vers, les termites, les larves d'insectes (macrofaune), les

acariens, les symphyles, les collemboles (mésafaune), les bactéries, les actinomycètes, les champignons (microorganismes) et les racines des plantes.

Les activités microbiennes consistent :

- à la transformation de la matière organique et des substrats minéraux ;
- à la biosynthèse de l'humus ;
- aux actions spécifiques de fixation de l'azote et de dénitrification ;
- aux actions diverses (modification du pH, rôle sur la structure...).

ROOSE (1977) et SOLTNER (1986) soulignent que ces activités microbiennes influencent sur la fertilité chimique et physique du sol.

II.1.2. La fertilité chimique.

Selon PIERI (1989), l'importance des réserves mobilisables et leur passage sous forme assimilable, déterminent la capacité d'un sol à se maintenir chimiquement fertile ou au contraire à s'épuiser rapidement. C'est cette richesse chimique qui est communément assimilée à la fertilité du sol au point de créer une confusion entre les deux notions. PIERI (1989) distingue schématiquement les éléments nutritifs de « réserve », intégrés à la matrice des sols, notamment aux argiles, et les éléments « assimilables » par la plante qui sont adsorbés à la surface des colloïdes du complexe argilo-humique.

La dégradation des sols se traduit par le remplacement des bases échangeables du complexe absorbant par des éléments minéraux non utiles pour l'alimentation des plantes (ions H^+) ou toxiques (ions Al^{3+} Mn^{2+}). Il en résulte alors l'acidification qui est une manifestation d'une certaine baisse du potentiel de production d'un sol.

Une autre marque très importante de dégradation tient à la destruction partielle du complexe argilo-humique à partir duquel sont prélevés les éléments nutritifs. PIERI (1989) souligne que cette perte de substance par érosion sélective et par minéralisation des colloïdes organiques est la plus pernicieuse en ce sens qu'à la différence d'un simple appauvrissement minéral compensable par la fertilisation, on fait face à une réduction de production liée à la disparition de ressources naturelles (argile, humus) difficilement renouvelables.

PIERI (1976), impute l'acidification des sols cultivés à trois causes principales :

- le lessivage naturel des terres ;
- la mise en culture et l'insuffisance des restitutions minérales ;
- l'application de certains engrais (engrais azotés) qui favorisent le processus d'acidification.

II.1.3. La fertilité physique.

La fertilité physique d'un sol résulte de l'ensemble des propriétés physiques (structure, porosité, différents états sous l'influence de l'humidité). Elle dépend de la topographie, de la profondeur, de la disposition des horizons et de la texture (SOLTNER, 1986).

Pour PIERI (1989) un sol est physiquement caractérisé par une certaine architecture ; C'est à dire un ensemble de parties plus ou moins mobiles et actives dans la croissance de la plante. L'argile et la matière organique en sont le ciment et forment le complexe argilo-humique qui a une fonction de stockage et de mise à disposition des éléments minéraux.

Sur ces bases, un sol physiquement riche est friable, poreux et aéré avec environ 60% de matière solide et 40% du volume réservé à l'eau et à l'air, alors que sa dégradation physique se caractérise par l'apparition, de la compaction, de la prise en masse, de l'encroûtement et de la modification de régime hydrique (BERRADA,et GANDAH, 1994).

L'évolution des caractéristiques physiques des sols sous culture a, selon PIERI (1989), une importance majeure dans le devenir de la fertilité en zone de savane au sud du Sahara du fait de l'agressivité des pluies et de la faible quantité du complexe argilo-humique.

En somme, la fertilité physique d'un sol est fonction d'une part de la texture et de la structure et d'autre part des facteurs agro-climatiques et anthropiques.

II.2. INFLUENCE DE LA FERTILISATION ET DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE DES SOLS

II.2.1. Influence de la matière organique et des éléments minéraux sur la structure du sol.

La matière organique est un élément indispensable au maintien de la stabilité de la structure des sols par le biais de la porosité qu'elle améliore. Ainsi, la matière organique, selon son taux, contribue à la réduction de l'effort de traction et limite les effets de semelle de labour et de lissage (PAPY, 1986). Il ressort des travaux de SEBILLOTTE (1991) et ZANGRE (2000) que la matière organique déplace la sensibilité au compactage vers l'humidité et abaisse le niveau maximum de compacité par les engins agricoles. De part sa minéralisation et son importance dans la dynamique de l'azote, elle influence directement la nutrition des plantes et les propriétés physico-chimiques des sols (SEDOGO et *al.*, 1994)

BACYE (1993) constate que la teneur en matière organique baisse progressivement suite à une réduction des restitutions organiques limitées essentiellement à la biomasse racinaire. Il s'ensuit une dégradation de la structure et une baisse de la porosité des sols (OUATTARA et *al.*, 1998).

CHARREAU et NICOU (1971) et PIERI (1989) observent que l'effet combiné du labour et de l'aménagement anti-érosif, en favorisant le développement racinaire, se traduit par une amélioration de la teneur en matière organique des sols cultivés. Selon OUATTARA (1984, 1994), la matière organique joue un rôle de conservation de la structure créée par le labour d'enfouissement

Par contre, GUIRA (1988) rapporte que l'apport de la fumure exclusivement minérale entraîne une baisse du taux de matière organique dans le sol. Son utilisation contribue par ailleurs à la destruction de certaines microflore et microfaunes du sol et participe ainsi à la dégradation des sols (BANDRE et BATTI, 1998).

II.2.2. Influence des systèmes de culture sur la structure du sol.

Les systèmes de culture jouent un rôle important dans l'évolution de la fertilité des sols. BACYE (1993) soulignent que les sols subissent l'agressivité des différents agents climatiques, lorsque les systèmes de cultures ne peuvent pas lui assurer une couverture suffisante.

Pour COINTEPAS (1982) tout sol mis en culture se dégrade quel que soit le système de culture. Il observe en effet, que la mise en culture des sols entraîne une diminution très sensible (30%) de leur macroporosité et de leur stabilité structurale comparativement à des sols restés sous végétation naturelle. Cette dégradation de l'état structural selon MOREAUX *et al.*, (1969) et PIRAUX *et al.*, (1997) est plus accentuée en culture mécanisée que dans le système traditionnel intégrant la jachère de longue durée précédée d'une mise en culture de 2 à 4 ans. En effet, les systèmes mécanisés créent une perturbation plus importante en profondeur et l'intervention des outils attelés au tracteur est généralement plus sévère en raison de la grande sensibilité de la structure à l'état d'humidité du sol, au poids des engins et à la nature des outils utilisés.

Outre les opérations culturales les itinéraires techniques ont une grande influence sur la structure du sol. MANCHOURI et CHAABOUNI (1997) ont montré que l'itinéraire comportant le labour avec retournement du sol, modifie favorablement la structure du sol par l'amélioration de la porosité, du profil hydrique, pénétrométrique et densitométrique. Par contre le pseudo-labour n'améliore que la couche superficielle du sol tout en laissant un couvert végétal du sol en surface. L'itinéraire sans labour, ne modifie que le profil superficiel du sol exploité par la plante et ameublisse la terre en surface.

Par ailleurs, les relations entre la plante et le sol s'établissent par l'intermédiaire de la racine. Au cours de la croissance de la plante, ses racines modifient continuellement son environnement (CALLOT *et al.*, 1982) par simple perturbation mécanique. Les fissurations provoquées par l'enracinement contribuent à l'amélioration de la macroporosité du sol. La dégradation des résidus racinaires laisse aussi des vides qui favorisent non seulement l'infiltration de l'eau mais aussi le développement de l'activité microbienne. A ces modifications s'ajoutent les transformations physico-chimiques dans la zone d'influence de la rhizocylindre (CALLOT *et al.*, 1982 et KOULIBALY, 1992). CALLOT (1982) rapporte que

dans certains sols la porosité totale peut être augmentée de 50% par simple activité du système racinaire.

II.3. ACTION DES TRACTEURS SUR LA STRUCTURE DU SOL.

Le travail du sol peut se définir comme la manipulation, généralement mécanique des propriétés physiques du sol considérées comme nécessaires, pour une meilleure production agricole dans un itinéraire technique donné (HOOGMED, 1999).

L'utilisation des machines en travail du sol vise entre autre à créer la structure du sol la plus favorable à la croissance des plantes, tout en tenant compte des impératifs économiques et environnementaux (DESTAIN,1997).

Selon DESTAIN (1997) et BOURARACH (2000), les modifications de structure induites par la machine sont liées à plusieurs paramètres :

- Le tracteur à travers son poids, la dimension des roues.
- Le type d'outils qui peuvent être des dents, des socs, des disques.
- le mode d'action des pièces travaillantes à savoir leur mouvement de translation pure et/ou rotation, leur action de sectionnement, de fendillement.
- le réglage des angles de travail, de l'étauçon.
- les paramètres fonctionnels que sont les vitesses d'avancement, de rotation la profondeur de travail, le nombre de passages.
- la texture du sol, la structure et la teneur en eau.
- les précédents culturaux du site.

II.3.1. Influence des outils à dents sur la structure du sol.

Les outils à dents regroupent les sous-soleuses, la dent canadienne et les chisels. On recense pour la traction animale la dent IR 12 mise au point à l'IRSAT.

L'action des sous-soleuses consiste à désorganiser les couches imperméables ou rocheuses profondes (50 à 60 cm) pour assurer un meilleur drainage et une meilleure aération sans modifier la structure de la zone arable (Mémento de l'Agronome, 1980). Pour BERANDA et GANDAH (1994) le chisel dont la profondeur de travail est de 15 à 46 cm a

une action d'éclatement important en sec et permet une bonne conservation de l'eau. Selon ces auteurs, le travail du sol au chisel réduit l'érosion éolienne et hydrique grâce à la conservation des résidus de récolte à la surface possible en raison du faible retournement du sol.

OUATTARA et *al.* (1998) n'ont pu observer une modification notable du profil cultural suite au scarifiage des sols en sec avec les outils à dents. En revanche, cette opération favorise l'infiltration des eaux des premières pluies (KAMBIRE, 2000). Par contre, les outils à dents de reprise ont une action d'aménagement du sol. En émiettant les mottes en terre fine, ces outils réduisent la macroporosité.

II.3.2. Influence des charrues à socs et à disques sur la structure du sol.

Les outils à socs et à disques sont généralement utilisés pour l'opération du labour. Le labour constitue une technique conventionnelle de travail du sol et d'économie d'eau à l'échelle de la parcelle. Il améliore l'état physique du sol en augmentant la porosité (NICOU, 1977 ; NICOU et *al.* , 1990). Cette amélioration de la porosité est d'autant plus importante que le labour a un rôle d'enfouissement de la matière organique (OUATTARA et *al.* , 1994).

Cependant l'effet bénéfique du labour a des limites suivant ses conditions de réalisation (taux d'humidité, profondeur de travail, ...). OUATTARA (1994) montre ainsi, que la sorptivité et conductivité hydraulique d'un sol ferrugineux baisse avec la durée de mise en culture du sol quelle que soit la nature et l'intensité des pratiques culturales même malgré des apports souvent massifs de fumier.

Par ailleurs, les effets positifs ou négatifs du labour sont fortement liés au type d'outils utilisés. En effet, le labour à la charrue à socs, permet un enfouissement des mauvaises herbes et des engrais par le biais d'un retournement complet de la terre ; mais ces types d'outils sont très souvent à l'origine des semelles de labour sous l'action de la pression exercée par la base du soc et du contre-sep (CHANBOUNI et MANSOURI, 1997). En condition humide, il favorise le labour moulé qui est susceptible d'entraîner des prises en masse (BERRADA et GANDAH, 1994). En condition sèche la charrue à soc exige une importante énergie provoquant les cassures des pièces travaillantes retardant ainsi les travaux de préparation du sol (PALE et *al.*, 1998).

Le labour à la charrue à disques expose les couches profondes à l'action des agents atmosphériques, tout en favorisant un dessèchement rapide du sol et son réchauffement. Pour BERRADA et GANDAH (1994) cette situation favorise l'érosion hydrique suite à la perte de cohésion entre particules après le travail du sol. Un labour effectué en condition très humide, engendre après séchage de grosses mottes très dures dont la destruction nécessitera de nombreuses reprises superficielles qui entraînent une compaction préjudiciable à la partie inférieure de la couche labourée (HENIN et *al.*, 1969). En sol sec, le labour à disques conduit à une réduction de la porosité à la profondeur de travail du fait de son raclage et à un émiettement excessif de la terre en particules fines qui peuvent être facilement emportées par l'eau et le vent. Ce phénomène s'accroît si le travail est effectué dans le sens de la pente et/ou à grande vitesse (NICOU et CHARREAU, 1985).

II.3.3. Les outils de reprises.

Ces outils sont généralement le cover-crop (pulvérisateur léger), les cultivateurs et les herseuses, utilisés pour briser les mottes créées par le labour. Ils permettent le contrôle des mauvaises herbes et la préparation du lit de semis en une structure fine. Cependant, l'IRCT (1958), souligne qu'il ne faut pas abuser de ces outils car il semble dangereux de multiplier à l'excès les façons culturales superficielles tel que le pulvérisage des sols aux disques. Mais en zone cotonnière cette pratique est selon PALE et *al.* (1998) très développée pour un gain de temps pour la préparation du lit de semis.

II.3.4. Les outils d'entretien des cultures.

En zone cotonnière Ouest, ils se composent essentiellement des sarclours généralement équipés de socs patte-d'oie. L'opération de sarclage permet de détruire les mauvaises herbes tout en aérant la couche superficielle du sol (BERGER et *al.*, 1987).

Le corps butteur est quant à lui, utilisé pour le buttage. Le buttage permet à la fois d'enfouir les engrais, d'augmenter la zone d'exploration racinaire tout en améliorant l'humidité aux pieds des cultures et leur résistance à leur verse (IN.E.R.A., 1988b).

II.3.5. Influence des conditions de travail du sol.

Lors du travail du sol, deux processus interviennent : le compactage, essentiellement lié au passage des pneumatiques de l'engin agricole et la fragmentation liée à l'action des pièces travaillantes de l'outil. MANSOURI et CHAABOUNI (1997) démontrent une influence de l'humidité du sol au moment de l'intervention sur le compactage, celui-ci étant apprécié à travers la porosité structurale et le pourcentage des zones compactées. En effet, il apparaît que plus l'humidité au moment de l'intervention est élevée, plus la porosité structurale est faible et plus le pourcentage des zones ayant une structure massive et une porosité non visible, est élevée. A une humidité donnée, la porosité structurale est d'autant plus faible et le pourcentage des zones compactées est d'autant plus élevé que la pression de gonflage des pneumatiques est forte. C'est d'ailleurs aux fortes pressions que la profondeur et la largeur des zones compactées sont plus importantes.

Pour une pression donnée à la surface du sol, la contrainte exercée au sein de la couche labourée est d'autant plus faible que la profondeur de labour est grande (MANSOURI et CHAABOUNI, 1997). Les mêmes sources soutiennent par ailleurs que le choix de l'outil de travail et de son itinéraire, influencent et modifient la densité apparente du sol.

II.4. LA RESISTANCE MECANIQUE A LA PENETRATION DES OUTILS

Elle est un indicateur des difficultés de développement racinaire et de travail du sol. Elle exprime son état d'ameublissement et se traduit par la plus ou moins grande facilité des racines à explorer le sol. Elle est, selon HAFIDI (1988), fonction du type de sol : Ainsi pour les sols sableux la résistance augmente avec la profondeur, tandis que pour les sols argileux cohérents, elle croît jusqu'à un certain seuil puis reste constante. Pour les sols compacts la résistance croît jusqu'à un certain seuil puis décroît.

CONCLUSION

Cette synthèse bibliographique permet d'appréhender les notions de fertilité d'une manière générale ainsi que les pratiques à l'origine de son évolution. Les paramètres de la fertilité évoluent avec ses modes de gestion du sol. Ainsi, il ressort que :

- la fumure organique est indispensable à la stabilité structurale ; elle réduit la compaction du sol sous l'action des tracteurs et l'effort de traction ;
- le taux d'humidité au moment de l'intervention des outils et le choix des outils est très déterminant pour la fertilité physique ;
- les fertilisants minéraux accélèrent le processus d'acidification ;
- les systèmes racinaires des plantes accroissent la macroporosité ;
- l'influence des systèmes de culture sur la fertilité est variable selon leurs types ;
- suivant le mode et les conditions d'utilisation, les outils et les tracteurs agissent plus ou moins favorablement sur la fertilité physique ;
- les techniques culturales (scarifiage, sous-solage, labour, hersage, sarclage,...) ainsi que les itinéraires techniques agissent positivement ou négativement sur la fertilité physique.

Cet ensemble de constats conforte la position de PIERI (1989) qui soutenait que toute recommandation agronomique en matière de gestion de la fertilité d'un espace agricole doit résulter de la confrontation entre la connaissance du milieu physique et celle de la réalité agricole propre à cet espace ; la notion de fertilité ayant évolué et appelle à une appréciation plus large basée sur la confrontation entre les caractéristiques pédo-climatiques du milieu, les systèmes de production et les techniques agricoles appropriés.

CHAPITRE III : PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS.

III.1. PROBLEMATIQUE

Au Burkina Faso, comme dans la zone soudano-sahélienne, la problématique de l'agriculture se pose en terme de productivité et de durabilité des systèmes de production (LOMPO et *al.*, 1993). Les terres sont pour la plupart soumises à des systèmes de production de type « minier » et les cultures, à une forte consommation d'espace où l'exportation d'éléments nutritifs du sol sans restitution est la règle d'or (HIEN et *al.*, 1994 ; EDZANG MBA, 1999).

A l'instar du reste du pays, l'agriculture dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso est restée longtemps basée sur la culture sur brûlis pendant 3 à 5 ans en alternance avec une jachère naturelle de 20 à 40 ans (DAKOUO, 1991 ; LOMPO, 1997). Ces pratiques paysannes basées sur une agriculture itinérante associées à des systèmes de culture permanents autour des cases, combinant parc arboré, élevage sédentaire, jardins et cultures vivrières et des activités de chasse et cueillette ont permis au système traditionnel de production de se reproduire (LOMPO 1997). Mais cet équilibre entre l'homme et son environnement, nécessitant de vastes espaces sera profondément perturbé sous l'action de plusieurs processus : une pression démographique de plus en plus forte, l'introduction et le développement de cultures commerciales, une monétarisation des activités agricoles, et la priorité accordée à l'agriculture dans le programme de développement.

Un tel déséquilibre appelle à la mise en place des systèmes de culture adéquats et capables de préserver les sols cultivés d'une éventuelle dégradation tout en assurant une productivité acceptable et un développement durable satisfaisant les besoins des générations présentes sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs (MICHEL et *al.*, 1994). En cela, l'intensification n'était plus un choix parmi tant d'autres mais une obligation ; et la durabilité des systèmes de production requérait l'usage conjoint d'un ensemble de pratiques dont des techniques adaptées de mécanisation ; l'enjeu principal des futures actions de mécanisation était de permettre le passage des modes extensifs aux modes intensifs et conservateurs (FAO, 1998). C'était donc avec juste raison que la mécanisation fut introduite au Burkina Faso dans les années

1950 et connaît aujourd'hui un grand essor dans la zone cotonnière Ouest. Cette zone revêt une importance capitale dans l'économie du Burkina Faso. Elle constitue le « grenier » du pays en fournissant 46% de la production céréalière, 86% de la production cotonnière et 24% du cheptel burkinabé (MARA,1996 cité par KABORE,1999). La « prospérité » de l'agriculture dans cette zone a, selon bon nombre de spécialistes pour pilier la mécanisation/motorisation. Elle a en outre, dès les premières années, favorisé entre autres :

- la sédentarisation des populations des exploitations,
- une augmentation des productions qui selon les années sont multipliées par 1,4 à 1,7 pour le coton et par 1,6 à 2,3 pour les céréales.

Il s'en est suivi une augmentation du revenu monétarisable qui est multiplié par un facteur de l'ordre de 1,3 à 1,5 (INERA, 1988a, 1988b ; NYANGEZI, 1989)

Elle aurait même selon PRIMO (1999) favorisé une mise en place de certains dispositifs de calculs prévisionnels dont les comptes d'exploitation afin de faire des calculs réalistes, de formuler un appui conseil en équipements adaptés et de proposer des techniques culturales permettant de rentabiliser les exploitations.

C'est dire donc qu'il y a eu une amélioration sensible du niveau de vie des agriculteurs. Cependant, pour peu qu'on s'intéresse à la gestion des ressources naturelles, la situation n'est guère des meilleures. En effet, cette augmentation de la production et du revenu monétarisable suite à la motorisation serait essentiellement liée à une facilité de mise en culture qui a permis de multiplier en 6 ans les superficies par 9 (DAKOUO, 1991). Ainsi, NYANGEZI (1989), SEONE (1999) et KI-ZERBO (1999) relèvent que les superficies moyennes emblavées par les exploitants motorisés sont de l'ordre de 27,4 à 27,9 ha contre 9,8 à 14,7 ha en traction animale et 3,4 ha en culture manuelle (PALE et *al.* , 1998). Les superficies moyennes des exploitations motorisées dépassent les limites de 17 ha prévus au départ selon DAKOUO (1991). Pour NYANGEZI (1989), cela est incompatible avec la pratique d'une agriculture intensive, car les exploitants se heurtent à un déséquilibre entre la taille de leur exploitation et leurs capacités d'appliquer les différents itinéraires techniques recommandés.

Ce constat suscite plus de crainte pour la zone cotonnière ouest qui compte environ 550 tracteurs dont 350 en motorisation intermédiaire et 200 en motorisation

conventionnelle. Le taux d'équipement en matériel motorisé y est de 0,7 à 0,8% contre 0,13% sur le plan national (PALE et al. , 1998 ; IRSAT, 2000).

SEONE (1999) indique une prédominance de matériel aratoire dans la chaîne d'équipement en zone Ouest cotonnière. Ainsi, 94 % des producteurs disposeraient d'une charrue à soc, 19 % de charrues à disques, 13 % de pulvérisateurs, 33 % de corps butteurs, 38 % des sarclours, 62 % de semoirs, 63 % des herses. KI-ZERBO (1999) observe par ailleurs une tendance croissante de l'utilisation des pulvérisateurs et des charrues à disques.

La faible diversité du matériel aratoire fait que la préparation du sol se résume essentiellement au labour suivi de semis. KI-ZERBO (1999) constate qu'à l'exception de quelques parcelles de haricot et d'arachides, la quasi-totalité des champs (98%) sont ainsi préparés, avec 64 % au tracteur. Selon ce même auteur ce chiffre (élevé) s'explique par le fait que des producteurs équipés en traction animale font recours aux prestataires de service de tracteurs pour labourer 52 % de leurs parcelles. La même étude indique que 95% des superficies des demandeurs de prestation, sont labourées avec des charrues à disques et des pulvérisateurs.

Les effets néfastes du matériel à disques sur le sol sont démontrés et il semble dangereux de multiplier à l'excès le pulvérisage des sols (IRCT, 1958). Ainsi BOUABID (1998) montre que l'utilisation des outils à disques dans les conditions agroclimatiques locales est risquant en raison du fort émiettement du sol en condition peu humide, du mauvais retournement et du dépôt de la terre fine sur les mottes. En condition humide, il se forme des copeaux avec peu de terre fine et des mottes de dimensions importantes sans une reprise secondaire.

Le problème de fertilité en général et physique en particulier, est donc loin d'être résolu dans une zone dont les sols se caractérisent d'ailleurs par un faible taux de matière organique (BERGER et al. ,1985, 1987 ; DAKOUO, 1991 ; FAURE, 1994). Du reste ces auteurs soutiennent que le potentiel de restitution organique ne permet pas d'améliorer cette teneur. SEONE (1999) constate que seulement 44% des exploitants motorisés apportent du fumier à 2 t/ha et ce, sur de petites superficies. Selon le même auteur, seulement 12% des exploitants en motorisation possèdent des fosses compostières et ne maîtriseraient pas les normes de compostage. Les poudrettes des parcs à bétail qui sont

les principales sources de fumier contiendraient 40-60% de terre et des graines d'adventices.

Le problème de gestion de la matière organique apparaît encore plus crucial au regard du faible potentiel de restitution à travers la réduction des superficies du sorgho à seulement 7% (SEONE, 1999) ; les normes étant de 33% soit le tiers de l'exploitation (DAKOUO, 1991). La rotation qui se voulait être au moins triennale (coton-maïs-sorgho), tend à être biennale au profit du coton-maïs pour leur valeur commerciale.

Il résulte de l'ensemble de ces pratiques paysannes, une stagnation, sinon une baisse progressive des rendements. En effet, le nombre des exploitations produisant en moyenne plus de 2 t/ha de coton graine, plus de 2,5 t/ha de maïs et plus de 1,5 t/ha de sorgho durant les quatre premières années de motorisation, avait diminué respectivement de 40 %, 38 % et 55 % les quatre années suivantes. (BERGER et al. ,1985, 1987). Ces mêmes auteurs rapportent que le rendement moyen pour le coton oscillait autour de 1 500 à 1 600 kg/ha avec une trop forte proportion des producteurs qui avaient des rendements inférieurs 1 300 kg/ha ; et même 500 kg/ha. Cette baisse de rendement est le reflet d'une dégradation continue des sols dont le potentiel est d'ailleurs faible pour la plupart. On note également de faibles teneurs en matière organique (souvent inférieur à 1%), une forte minéralisation (2%) et en général un problème d'acidification (DAKOUO, 1991).

Par ailleurs, les travaux de SOMDA (2000) effectués dans le terroir de Bala, montrent une dégradation des ressources naturelles dans les systèmes de culture à base de coton durant la période de 1981-1999 (période correspondante à celle de la motorisation au Burkina Faso). Ainsi, les superficies des champs ont augmenté de 175 % au détriment des jachères et des savanes dont la régression est respectivement de 76 % et de 44 %. Aussi, il constate un pH plus acide et une teneur en matière organique plus faible dans les exploitations motorisées. Ces constats montrent que les pratiques paysannes dans leur ensemble, engendrent de façon très perceptible une dégradation physique des sols susceptible de compromettre une productivité durablement satisfaisante.

Cet état de fait suscite que des mesures soient prises sous peine de remettre en cause tant les objectifs de la motorisation que le concept même de la durabilité de

production. Cette durabilité repose en grande partie sur une gestion adéquate de la fertilité des sols.

La question de la fertilité des sols sous ses trois aspects a été abordée par plusieurs auteurs (OUATTARA, 1984 ; BERGER et *al.*, 1985; 1987 ; DAKOUO, 1991 ; LOMPO, 1997 ; SOMDA, 2000). Cependant l'action de l'outil et de l'engin sur le sol, a très souvent été occultée. Ainsi, très peu (ou pas) d'écrits abordent la question des modes de gestion de la fertilité physique.

L'insuffisance sinon l'absence d'investigation fait place à des polémiques sur les causes de la dégradation de la fertilité des sols et des ressources naturelles : BERGER et *al* (1985) l'imputent aux mauvaises pratiques culturales et au manque d'apport de la fumure organique ; RSP (1996) pense que ce phénomène est dû à la sous exploitation et/ou à l'inadaptation du matériel ; DAKOUO (1991) et MUGISHAWIMANA (2000) le justifient en partie par la croissance démographique. Pour PIERI (1989), les phénomènes de dégradation des sols sont causés par la conjugaison des modes de gestions de l'espace agricole et des conditions climatiques.

Or, agir sur le climat est d'autant plus complexe que ces paramètres sont multiples et difficilement maîtrisables. La question que l'on peut se poser à présent est : qu'a t-on fait pour arriver à cet état ? En d'autres termes, quels ont été les modes de gestion qui ont conduit à cette dégradation des sols ?

La présente étude intitulée « diagnostic des modes de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture motorisés en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso » est une contribution à la connaissance des pratiques paysannes qui accompagnent l'utilisation de l'équipement motorisé.

III.2. OBJECTIFS

Objectif global : caractériser les modes de gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture motorisés en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso.

Objectifs spécifiques :

- caractériser les exploitations motorisées.
- identifier les stratégies de gestion des parcelles (rotation des cultures, fertilisation organique et chimique),.
- identifier les conditions d'utilisation des tracteurs en préparation du sol.
- appréhender l'influence de la motorisation sur la productivité des sols.
- déterminer les contraintes et les potentialités liées à la gestion de la fertilité des sols.

Pour atteindre ces objectifs, la vérification d'un certain nombre d'hypothèse s'impose.

III.3. HYPOTHESES

1°). Les pratiques paysannes dans les systèmes de culture motorisées, sont inappropriées pour le maintien durable de la fertilité des sols cultivés.

2°). Les itinéraires techniques appliqués en travail du sol dégradent le sol.

3°). Les conditions d'utilisation des équipements (tracteurs et outils) ne sont pas favorables à un maintien durable de la fertilité du sol.

CHAPITRE IV : METHODOLOGIE.

IV.1. DEMARCHE

La démarche globale adoptée dans cette étude est structurée en trois étapes :

1°). La revue bibliographique ayant pour but de mieux cerner le sujet et le contexte de l'étude.

2°). La deuxième a consisté en une enquête exploratoire ayant permis de faire un diagnostic rapide dans la zone, d'identifier les sites, de recenser les producteurs motorisés et de déterminer l'échantillon final pour l'enquête formelle. Un questionnaire sur les modes de gestion de la fertilité physique dans la zone a ensuite été testé auprès de cinq producteurs, puis réadapté en fonction des contraintes de communication afin de le rendre plus exploitable.

3°). L'enquête formelle qui a constitué la troisième étape des travaux de terrain a été menée auprès de trois groupes de producteurs. Pendant cette phase, des visites de parcelles de producteurs, furent effectuées pour entre autres, observer les pratiques paysannes, les sols, les signes d'érosion.

IV.2. JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA ZONE ET DES SITES

La zone cotonnière Ouest du Burkina Faso a été choisie en raison de son fort taux d'équipement en tracteurs. Il est estimé à 0,7 à 0,8 % contre 0,13 % pour le reste du pays. La forte présence de tracteurs dans cette zone est imputable à la culture du coton. Sur cette base les sites d'enquêtes ont été localisés dans les provinces des Banwa et du Tuy et vingt et six (26) villages ont été explorés. Tenant compte des dispositions pratiques, de la qualité des données de l'enquête exploratoire et dans le souci de minimiser les difficultés, dix (10) villages (annexe 3) dans la zone de KOUKA où intervient le Département de Mécanisation de l'IRSAT/ Bobo ont été retenus.

IV.3. L'ENQUETE EXPLORATOIRE

Elle a consisté au recensement des exploitations motorisées et à l'échantillonnage des producteurs pour l'enquête formelle en tenant compte des problèmes de fertilité. A cet effet, 72 producteurs dans la province du Tuy et des Banwa ont été enquêtés sur la base d'un questionnaire et avec l'appui des personnes ressources : les responsables de GPC (Groupement de Producteurs de Coton), les ATC (Agent Technique de Coton), les CC (Correspondant Coton), les encadreurs.... Cela a conduit au choix des villages sur la base de la coexistence des trois systèmes d'exploitations.

Cette enquête s'est déroulée sur la base d'un d'entretien semi-structuré.

Les critères de sélection des producteurs dans leurs groupes respectifs sont définis comme suit :

✓ Exploitations motorisées :

- posséder au moins un tracteur fonctionnel.
- avoir une expérience d'au moins 5 ans dans l'utilisation du tracteur.

✓ Exploitations à traction animale :

- avoir au moins une paire de bœufs de trait.
- avoir une chaîne d'attelage permettant de réaliser au moins le labour, le sarclage et le buttage.
- pratiquer au moins la culture du coton.

✓ Exploitations manuelles : n'utilisant que des outils manuels.

IV.4. ENQUETES FORMELLES

Sur la base des critères précédemment énumérés, l'échantillon des producteurs enquêtés a été constitué dans les proportions suivantes :

- 20 producteurs motorisés ;
- 11 producteurs à traction animale ;
- 10 producteurs manuels.

Les exploitations manuelles et à traction animale constituent les références dans l'échantillon global, afin de cerner l'incidence de la motorisation sur les modes de gestion de la fertilité au sein des exploitations. Le questionnaire (annexe.2.) renseigne sur :

1°). La structure des exploitations ;

2°) Les différents modes de gestion de la fertilité :

- les fertilisants : mode et condition d'application ;
- les pratiques culturales : rotation, assolement, opérations culturales, aménagement des techniques de CES/DRS, d'agroforesterie...

3°). Stratégies d'occupation des sols.

En plus des entretiens individuels, il a été organisé des débats ouverts autour des questions du foncier, de la dégradation des sols, et de la gestion de la fertilité des sols.

IV.5. JUSTIFICATIONS DE LA TAILLE DE L'ECHANTILLON

Il faut rappeler que l'enquête formelle a couvert les villages d'intervention du Département Mécanisation de la province de Banwa. Les producteurs motorisés ont été recensés de façon exhaustive dans ces villages et seulement 1 producteur n'a pas été enquêté car ayant un tracteur non fonctionnel.

A ceux-là, s'ajoutent 11 exploitations à traction animale et 10 exploitations manuelles qui représentent à elles-deux, 50% de l'échantillon global.

La taille réduite de l'échantillon à 42 exploitations tient à celle des exploitations motorisées. La réduction de la taille de l'échantillon pourrait être compensée par le développement de la vie communautaire qui permet à partir d'un petit nombre de producteurs d'appréhender le comportement d'un groupe plus large de la même catégorie. (TRAORE, 2001).

IV.6. TRAITEMENT DES DONNEES

Les données de l'enquête exploratoire ont été dépouillées manuellement et analysées en confrontation avec les données existantes dans la bibliographie.

Le logiciel SPSS très adapté aux études agro-socio-économiques a été utilisé pour l'analyse des données de l'enquête formelle et les graphiques ont été réalisés sur le logiciel Microsoft-Excel.

Deuxième Partie :

Résultats et discussions

CHAPITRE I: CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS
MOTORISEES.

CHAPITRE II: INFLUENCE DE LA MOTORISATION SUR LES
SYTEMES DE CULTURE.

CHAPITRE III: LES STRATEGIES DE CONSERVATION DES
EAUX ET DES SOLS ET DE DEFENCE ET DE
RESTAURATION DES SOLS :CES/DRS.

CHAPITRE IV : LES STRATEGIES DE PREPARATION DU SOL.

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS MOTORISEES

I.1. LES TYPES DE MOTORISATION PRESENTS

Diverses marques de tracteurs sont rencontrées dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso : ce sont, Agrimex, Bouyer, Dankele, fiat, John deere, Hindustan, massey Ferguson, Escorto, et Swaraj. Ils sont pour la plupart des tracteurs classiques à deux roues motrices ou à quatre roues motrices inégales : Les roues avants directrices ont un diamètre inférieur à celui des roues arrières et ne sont motrices qu'à la demande de l'opérateur. Pour les exploitations enquêtées le tableau n°1 donne la répartition des tracteurs en fonction de la puissance et de la marque selon les zones d'enquête.

Tableau n° I : Répartition des tracteurs des exploitations enquêtées en fonction des marques et de la puissance.

Marques	Zone de KOUKA		Zone de HOUNDE	
	Nombre	Puissance (cv)	Nombre	Puissance (cv)
Dankele	1	25	11	28
Bouyer	11	24-25	-	-
Agrimex	2	16 et 30	3	30
Hindustan	5	47	6	30 et 60
Masey ferguson	5	60, 65 et 67	6	40, 45, 65, 70 et 80
Fiat	-	-	5	65, 75, 80 et 95
John deere	-	-	1	80
Escorto	-	-	1	65
Swaraj	-	-	2	55

En fonction de la puissance on distingue deux types de motorisation : la motorisation conventionnelle (tracteurs de plus de 30 cv) et la motorisation intermédiaire (inférieur ou égale à 30 cv). Ainsi, 51% des tracteurs recensés sont du type de motorisation intermédiaire contre 49% en motorisation conventionnelle. La motorisation conventionnelle affiche une progression par rapport à l'année 1998, date à laquelle cette

catégorie comptait pour 36,4% PALE (1998). Cette progression pourrait traduire la volonté des producteurs de s'équiper en tracteurs de plus en plus puissants. Cependant, l'absence de structures d'encadrement adéquates et le faible niveau d'instruction des producteurs, pourraient constituer un frein à leur utilisation optimale.

Les marques Dankele et Bouyer ont été acquises grâce au projet motorisation intermédiaire dans les années 1980 à 1992. Les tracteurs Hindustan et Ferguson ont été acquis pour la plupart respectivement à partir des années 1996 et 1997 en faveur de nombreux programmes d'équipements motorisés qui ont été initiés. Ce sont entre autres le Projet Unité Nationale de Mécanisation Agricole, et SOFITEX /AGRIMEX. Les autres marques sont acquises grâce à une volonté manifeste des producteurs de s'équiper en tracteurs. Ces résultats sont en concordance avec ceux de KI-ZERBO (1999) qui avance que 62 % des motorisés ont acquis leurs premiers tracteurs pendant la période de la motorisation intermédiaire et qu'il y aurait une croissance exceptionnelle de 23 % entre 1994 et 1996 dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso.

Par ailleurs, sur 59 tracteurs recensés dans les zones de Kouka et de Houndé, 20,34% ont été acquis après 1998 contre 79,66% pendant la période d'avant. Ce qui donne un taux moyen de croissance annuelle de 5%.

I.2. LES NIVEAUX D'EQUIPEMENT DES EXPLOITATIONS MOTORISEES.

Les chaînes d'équipement pour les exploitations sont pour la plupart incomplètes. Sur la base de la chronologie des séquences dans les itinéraires techniques et des types d'équipements cinq (05) classes peuvent être considérées :

Classe 1 : «une charrue à disque et/ou à socs » ;

Classe 2 : «une charrue + un pulvériseur et/ou une herse » ;

Classe 3 : « une charrue + un pulvériseur et/ou une herse + un semoir » ;

Classe 4 : « une charrue + un pulvériseur et/ou une herse + un semoir +un sarcler et/ou butteur » ;

Classe 5 « exploitation dont l'équipement ne respecte pas la chronologie du travail du sol » : Ce sont des exploitations disposant par exemple de charrue à socs et/ou disques et un sarcler et/ou butteur.

Les proportions de ces classes se répartissent comme l'indique le tableau n°II.

Tableau n° II : Répartition des exploitations motorisées en fonction des classes d'équipements.

N° classe	Nombre d'exploitations	Pourcentage (%)
1	10	20
2	13	26
3	4	8
4	19	38
5	4	8

Ces résultats montrent que seulement 38 % des exploitations dispose d'une chaîne complète d'équipements de travail du sol (classe 4). Les proportions des exploitations ne disposant que d'une charrue s'élèvent à 20% ; la charrue constitue d'ailleurs 33 % de l'ensemble des équipements agricoles inventoriés. Ce qui confirme qu'une part importante des opérations de préparation du lit de semis se résume au labour. Ce constat semble traduire par ailleurs que le choix de s'équiper est porté prioritairement sur les outils de préparation du sol.

I.3. STRATEGIE D'EQUIPEMENT

L'acquisition des équipements attelés au tracteur suit une stratégie élaborée par le producteur. L'ordre d'acquisition des différents équipements et les fréquences correspondantes selon le type de motorisation sont présentés dans le tableau n°III.

Tableau n° III: Chronologie d'acquisition des équipements motorisés.

Équipement	Motorisation conventionnelle			Motorisation intermédiaire		
	rang	fréquence	pourcentage	rang	fréquence	pourcentage
Charrue à socs	1	7	88	1 ^o	17	100
	2	1	12			
Charrue à disques	1	27	90	1	5	100
	2	3	10			
Pulvériseur	1	12	71	1	2	29
	2	4	23	2	4	57
	3	1	6	3 ^o	1	14
Herse	1	3	43	1	2	25
	2	2	29	2	4	50
	3	1	14	3	2	25
	4	1	14			
Semoir	1	1	8	1	4	29
	2	5	38	2	6	43
	3	3	23	3	2	14
	4	3	23	4	2	14
	5	1	8			
Sarcleur	1	1	9	1	2	18
	2	3	27	2	6	55
	3	7	64	3	3	27
Corps butteur	1	1	12,5	1	2	20
	2	1	12,5	2	5	50
	3	5	62,5	3	3	30
	4	1	12,5			
Remorque	1	8	50	1	6	35
	2	7	44	2	9	53
	3	1	6	3	2	12
Egraineuse	1	2	15,5	1	1	8,25
	2	2	15,5	2	1	8,25
	3	3	23	3	8	67
	4	3	23	4	1	8,25
	5	3	23	5	1	8,25

NB : les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total de chaque type d'équipement.

Il apparaît que l'acquisition des équipements motorisés est échelonnée jusqu'à cinq (05) étapes. Cet échelonnement montre que quel que soit le type de motorisation, la priorité est l'acquisition du matériel de préparation du lit de semis puis le matériel de semis. Cela semble répondre à un souci d'une mise en place rapide des cultures. Le matériel de transport pour les récoltes et les intrants apparaît comme la deuxième préoccupation. Le matériel de sarclage et de buttage occupe une place moins privilégiée du fait que les opérations d'entretiens des cultures sont pour la plupart réalisées manuellement ou par les bœufs.

Une telle stratégie conjugue les paramètres objectifs/utilité et disponibilité financière. Mais il faut noter que la prédominance du matériel à disques est plus important en motorisation conventionnelle contrairement aux charrues à socs qui sont plus nombreux en motorisation intermédiaire. Le développement des charrues et pulvérisateurs à disques semble donc corrélé à celle de la motorisation conventionnelle.

La figure n°1 illustre l'évolution du nombre des outils de préparation du sol de 1980 à 2002.

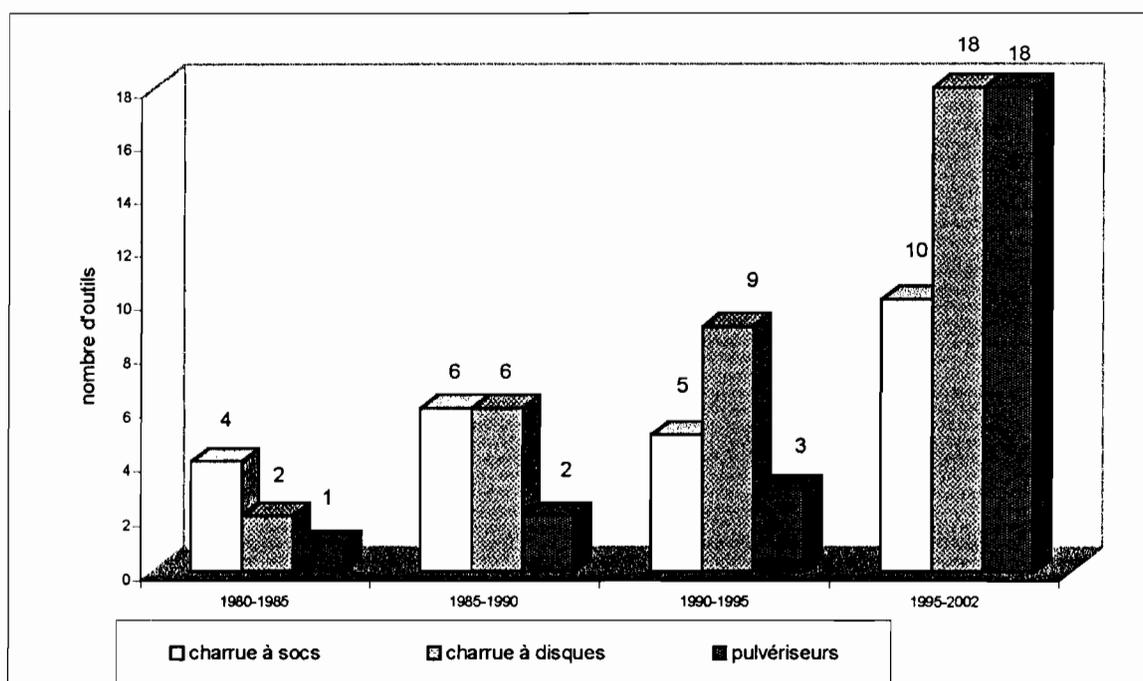


Figure n° 1: Evolution du nombre des principaux outils de préparation du sol dans les zones de Kouka et de Houndé.

On constate en effet, une différence arithmétique en faveur des outils à disques pour la période de 1995 à 2002. Pour les périodes précédentes les outils attelés au tracteur étaient essentiellement composés de charrues à socs. Cette tendance a été déjà affirmée par KI-ZERBO (1999) pour l'ensemble de la zone cotonnière Ouest. Ce constat est inquiétant au regard des effets néfastes liés aux outils à disques, notamment le raclage du sol qui réduit la porosité et l'émiettement excessif du sol qui l'expose à l'érosion.

L'IRCT (1958) souligne que le travail du sol aux disques augmente très rapidement l'érodibilité des sols si les conditions d'utilisation sont défavorables. Les producteurs sont sensibles à ces effets néfastes ; en témoigne leur préférence à utiliser les outils à disques en prestation de service et les charrues à socs dans leurs propres champs (KI-ZERBO, 1999). La tendance à l'acquisition croissante des outils à disques trouve son origine dans la facilité de travail du sol avec cet outil sur des terrains non-déssouchés. En effet, sur un terrain non-déssouché leur utilisation semble être plus facile car ils passent sur les racines et les sectionnent alors que les charrues à socs s'y bloquent. Une des solutions palliatives à été de trouver un système de sécurité qui limite les efforts de traction, mais entraîne des arrêts intempestifs.

A ces contraintes, il faut ajouter les difficultés de manipulation des charrues à socs et son coût considérablement supérieur à celui des charrues à disques. En effet, PALE et OUEDRAOGO (1998) renseignent qu'une charrue bidisques coûte 1 149 540 F CFA, soit 9,5% de moins qu'une charrue bissocs ; la charrue trisocs coûte 1 335 656 F CFA ; alors que l'achat d'une charrue à tridisques permet d'économiser 11,26% de cette valeur. Il convient de souligner en plus que le pulvérisateur à disques est le plus utilisé en prestation de service à tous les états d'humidité car il permet de réduire les temps de travaux (KI-ZERBO, 1999).

CHAPITRE II : INFLUENCE DE LA MOTORISATION SUR LES SYSTEMES DE CULTURES.

II.1. L'OCCUPATION DES SOLS EN FONCTION DU NIVEAU DE MECANISATION ET DES SPECULATIONS.

Les tableaux n°IV et n°V présentent l'affectation des trois principales cultures (coton, maïs et sorgho) en fonction de la nature granulométrique des sols et de leur position topographique

Tableau n° IV : Répartition des principales spéculations en fonction des types de sols (%) :
Zone de Kouka

spéculation	Niveau de mécanisation	Sols argileux	Sols Sablo-argileux	Sols sableux	Sols gravillonnaires
Coton	manuels	25	0	75	0
	T. animale	36,36	18,18	45,45	0
	T. motorisée	47,6	23,53	29,41	0
Maïs	manuel	57,14	28,57	14,28	0
	T. animale	70	10	20	0
	T. motorisée	57,89	31,58	10,53	0
Sorgho	manuel	14,28	0	85,71	0
	T. animale	20	30	40	10
	T. motorisée	35,29	17,65	29,41	17,65

NB : T : traction

Tableau n° V : Occupation des toposéquences par les trois principales cultures (%)
(Zone de Kouka).

spéculations	Niveau de mécanisation	Bas de pente	Moyen glacis	Haut de pente
Coton	manuel	100	-	-
	T. animale	36,36	63,64	-
	T. motorisé	29,41	58,82	11,76
Maïs	manuels	28,57	71,43	-
	T. animale	45,45	45,45	9,09
	motorisé	52,63	42,10	5,26
Sorgho	manuels	12,5	87,5	-
	T. animale	10	80	10
	T. motorisé	37,5	56,25	6,25

NB : T : traction

Quel que soit le niveau de mécanisation le coton occupe les meilleurs sols (sols argileux) après le maïs. Cette affectation se justifie non seulement par les exigences de ces deux spéculations mais aussi et surtout par le souci d'une meilleure productivité pour une meilleure rentabilité économique. La troisième spéculation principale (le sorgho) est préférentiellement cultivée sur les sols sableux considérés moins riches. Cela s'explique par le fait que cette spéculation soit moins exigeante et ne dispose que d'un marché local. Les mêmes préoccupations économiques semblent prévaloir dans l'affectation des trois cultures aux différentes toposéquences. Ainsi, par crainte des inondations, les producteurs mécanisés occupent plus les moyens glacis par le coton. Le maïs se trouve à des proportions presque similaires dans les bas de pente et sur les moyens glacis. Chez les manuels, il est préféré sur les moyens glacis tout comme le sorgho dans tous les trois systèmes d'exploitation. On remarque particulièrement que le coton est à 100% installé sur des bas de pente chez les manuels qui désertent en revanche les hauts de pente.

Cette occupation spatiale semble viser un équilibre entre la garantie économique et la sécurité alimentaire.

II.2. LES SUPERFICIES EMBLAVEES.

La figure n°2 montre les superficies mises en culture et en jachère dans les exploitations manuelle, en traction animale et motorisée de la zone de Kouka.

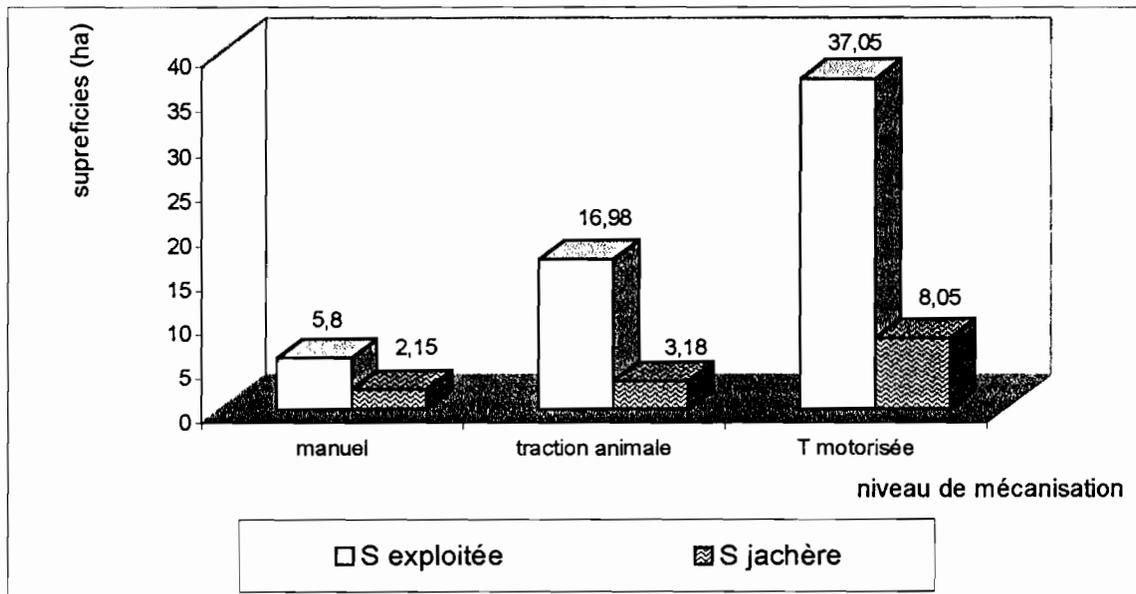


Figure n° 2: Superficies exploitées et jachères disponibles en fonction du niveau de mécanisation.

Il apparaît que le passage de la culture manuelle à l'utilisation de la traction animale engendre une augmentation au triple des superficies cultivées. Elles vont du simple au double en passant des exploitations à traction animale à celle des motorisés. Cette augmentation des superficies semble permanente depuis l'introduction de la motorisation intermédiaire. Des études antérieures (BERGER et al, 1987 ; DAKOUO, 1991 ; PALE et OUEDRAOGO, 1998), il ressort que les superficies moyennes cultivées par les exploitants motorisés sont passées de 25 ha/exploitation en 1987 à 28 ha en 1998 alors qu'elles n'étaient que de 20 ha en 1981. La jachère disponible croît également avec le niveau de mécanisation. Mais en proportion, les superficies en jachère ne dépassent guère 21,72% chez les motorisés, contre 18,72% en traction animale, et 37,06% chez les manuels. Cela pose le problème de la gestion de la fertilité par la mise en jachère de longue durée qui jadis, était utilisée pour la régénération de la fertilité des sols dans les systèmes de culture

traditionnels. Le manque de terre est plus accentué chez les producteurs mécanisés qui affectent moins du tiers des superficies exploitées à la jachère traduisant ainsi une surexploitation des terres. Les intensités culturelles sont présentées dans le tableau n°VI.

Tableau n° VI : Utilisation de la terre en fonction du niveau de mécanisation (Zone de Kouka)

Type d'exploitation	Superficie disponible (ha)	Intensité culturelle en %	Superficie disponible par actif (ha)
Manuelle	7,95	72,95	1,62
T. animale	20,16	84,23	1,76
T. motorisée	45,1	82,15	1,87

NB : T : Traction

L'intensité culturelle est obtenue par le rapport de la superficie cultivée sur la superficie totale disponible pour l'exploitation. Il apparaît que l'intensité culturelle augmente de pair avec le niveau de mécanisation. C'est le signe d'une pression plus forte engendrée par la mécanisation en générale sur les terres. Cela fait craindre de plus en plus une raréfaction des terres ; en témoignent d'ailleurs les superficies disponibles par actif qui sont inférieures à 2 ha. Toutefois, on observe qu'elles croissent avec le niveau de mécanisation. Cela révèle entre autres que la mécanisation est un "moyen de conquête des terres" qui passe devant le souci de leur préservation. Par ailleurs l'emprise sur les terres apparaît aussi liée au statut autochtone/allochtone comme l'illustre la figure n°3.

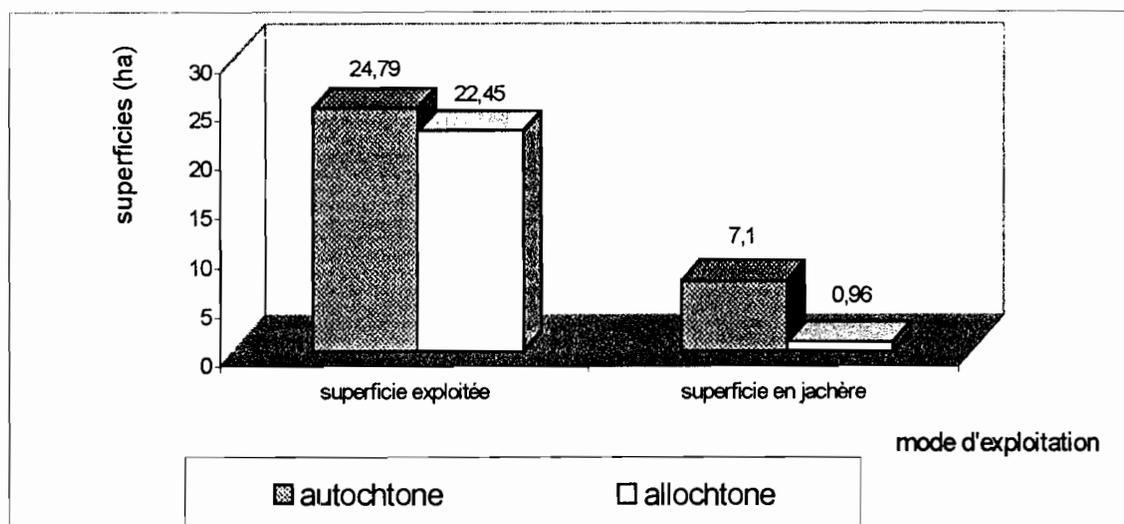


Figure n° 3 : Les superficies exploitées et jachère disponible en fonction des groupes sociaux (ha)

Cette figure illustre les tendances de l'emprise des producteurs sur les terres selon leur groupe d'origine. Il ressort que les jachères occupent 29% des superficies chez les autochtones contre 4% chez les allochtones. Cette situation s'explique par le fait que ces derniers ne sont pas propriétaires de terres qui leurs sont cédées par des propriétaires terriens autochtones et ce dans les limites du disponible. Cette disponibilité limitée de terre prédispose à une surexploitation des terres cultivées surtout par les allochtones.

II.3. DUREE DE MISE EN CULTURE DES SOLS.

La durée d'exploitation d'un sol dépend entre autres de sa nature, sa richesse et de la disponibilité en jachère. La figure n°4 présente l'âge des jachères actuelles, des parcelles sous culture.

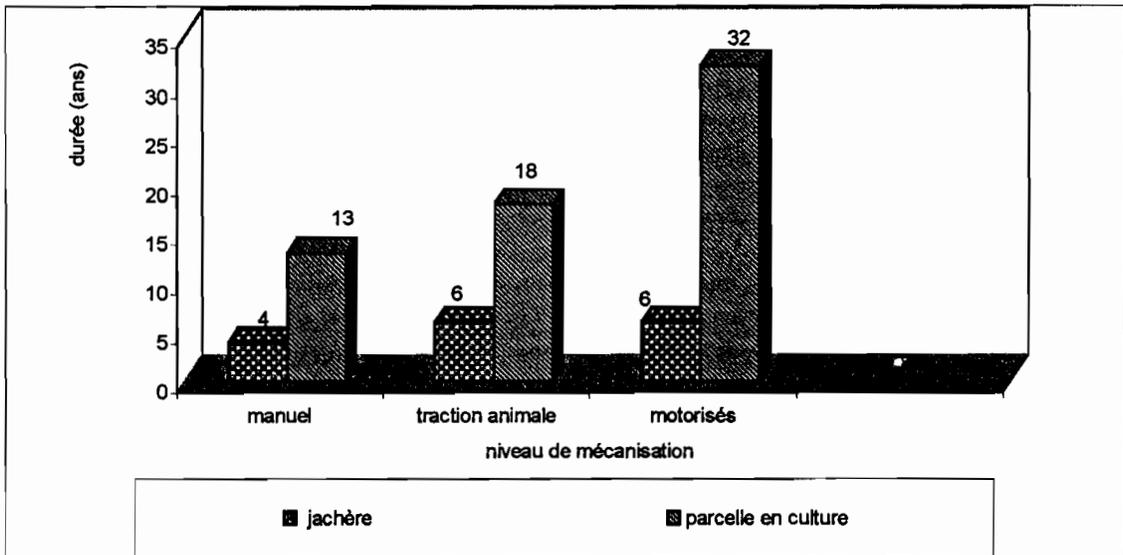


Figure n° 4 : Age moyen des jachères et des parcelles sous cultures (zone de kouka)

La durée d'exploitation des parcelles sous culture varie considérablement d'un système de culture à l'autre. Elle évolue du simple à plus du double en passant des exploitations manuelles aux motorisées. Il apparaît alors que la plupart des champs ont été mis en culture avant la motorisation au début des années 1980. En plus, il faut souligner que les producteurs motorisés en raison de leur statut autochtone (90%) occupent des sols argileux (localement appelé « liai ») réputés plus fertiles. Cette longue durée de mise en culture est le reflet d'un manque de nouvelles terres arables et/ou de jachères régénérées. Les jachères dans les exploitations manuelles sont plus jeunes. Les producteurs manuels sont généralement des allochtones ou de jeunes autochtones qui exploitent des sols au potentiel naturel faible.

Ces résultats laissent penser que le risque d'épuisement des sols est plus important dans les exploitations mécanisées et surtout motorisées en raison de la durée d'exploitation élevée des parcelles mise en culture qui d'ailleurs bénéficient d'une fertilisation insuffisante.

II.4. LES RENDEMENTS DES CULTURES.

Pour PIERI (1989) on peut utiliser le rendement d'une culture comme étant une variable instantanée en série chronologique, pour rendre compte du niveau de la fertilité d'un sol. L'utilisation de cette variable est basée sur les relations qui existent entre la croissance végétale et la fertilité du milieu. La figure n°5 présente les rendements en coton-graine, en maïs grain, et du sorgho en fonction du niveau de mécanisation pour la région de Kouka.

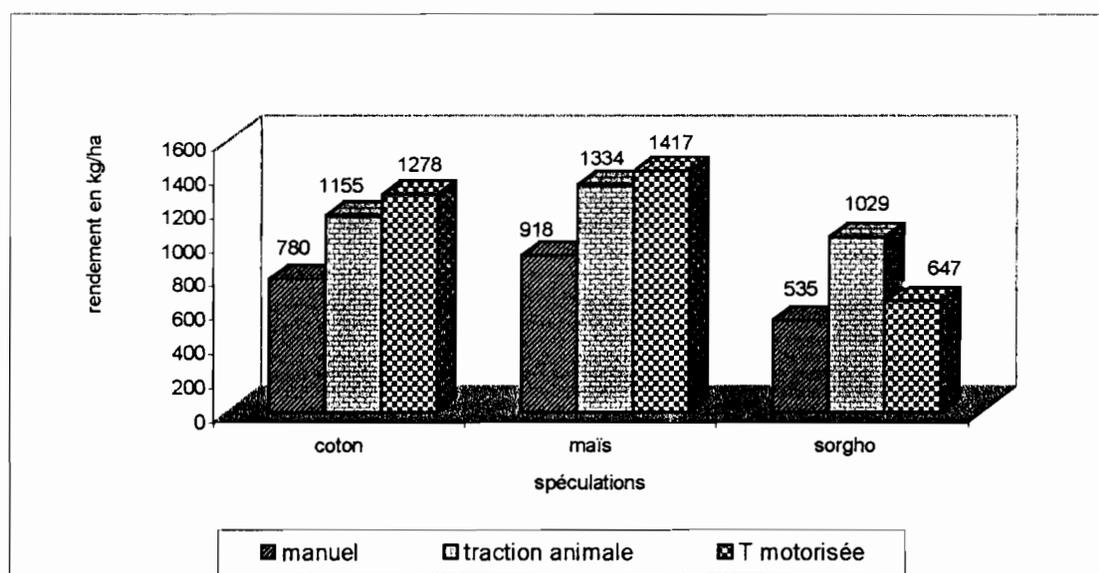


Figure n° 5 : Rendement en coton-graine, en maïs-grain et du sorgho en fonction du niveau de mécanisation (campagne 2001-2002).

Les rendements ont été obtenus par le rapport de la production totale sur la superficie emblavée. Les résultats montrent une différence arithmétique en fonction du niveau de mécanisation pour les trois spéculations. Les rendements en maïs grains et en coton graines sont d'autant importants que le niveau de mécanisation est élevé. Ce qui n'implique pas forcément une meilleure gestion de la fertilité dans ces exploitations. Cette tendance pourrait d'une part s'expliquer par l'importance que ces deux groupes de producteurs accordent à ces cultures ; elles bénéficient de ce fait des meilleures terres, en plus des compléments de fumure organo-minérale. D'autre part, les producteurs équipés disposent de plus de facilités de préparation du sol, favorisant ainsi une installation des cultures dans les meilleures conditions possibles.

Cependant, la productivité des sols dans l'ensemble est en deçà des rendements escomptés par le Projet Motorisation Intermédiaire, qui sont de 2 t/ha pour le coton, de 3t/ha pour le maïs et de 1,5 t/ha pour le sorgho (DAKOUO, 1991).

II.5. L'ASSOLEMENT ET LA ROTATION.

II.5.1. L'assolement.

La figure n°6 montre que l'assolement est variable en fonction du niveau de mécanisation, les objectifs des producteurs n'étant pas les mêmes.

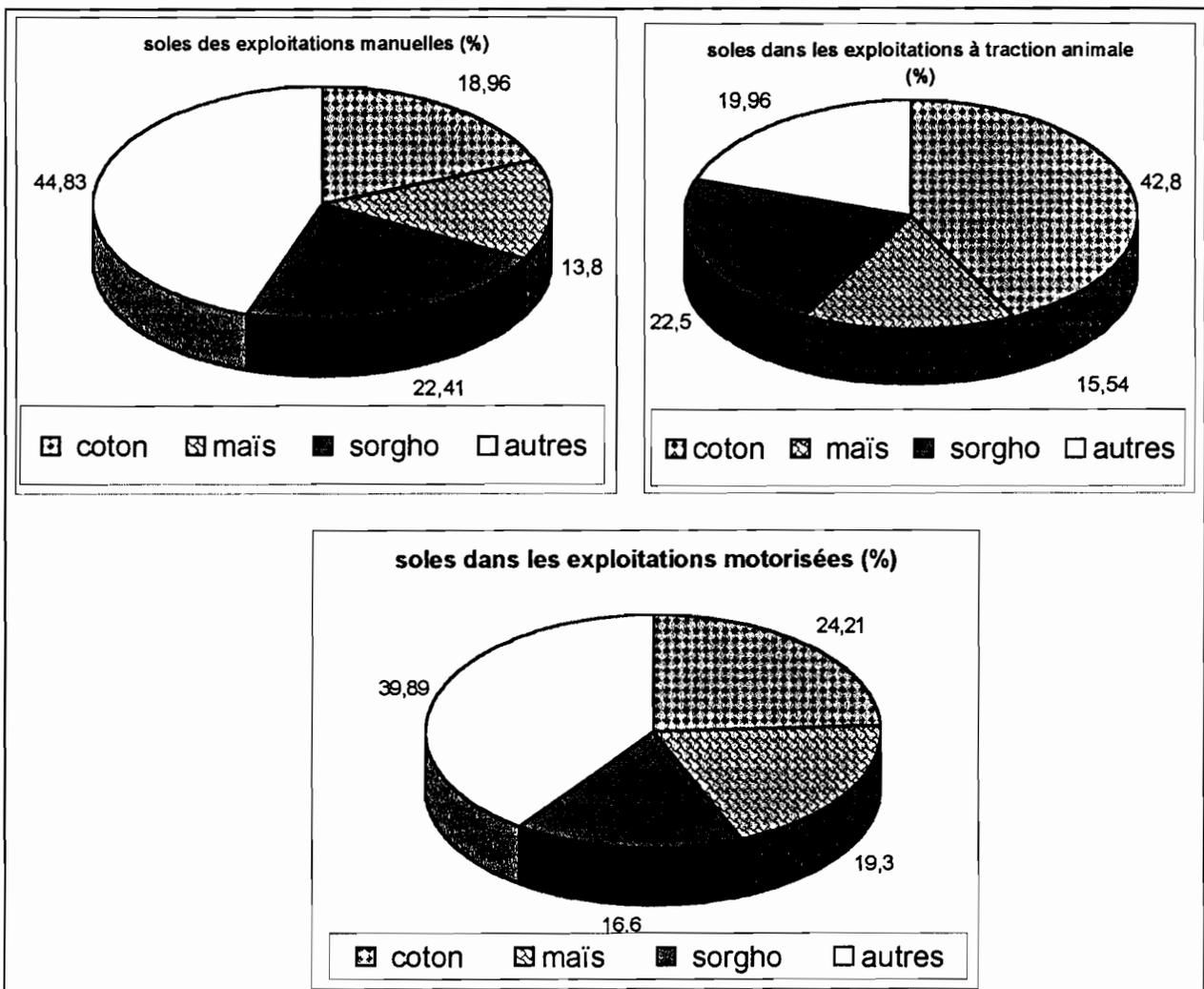


Figure n° 6 : Répartition proportionnelle des superficies entre les principales cultures ;
Campagne 2001-2002.

Sur les trois principales cultures (coton, maïs et sorgho) le coton occupe la plus grande sole dans les exploitations mécanisées contrairement aux manuelles où la sole de sorgho vient en tête. Cet ordre répond respectivement aux objectifs de production commerciale et de consommation. Au regard des normes (DAKOUO, 1991), la sole de sorgho paraît insuffisante pour satisfaire les besoins en restitution organique même si toutes les pailles étaient compostées ou utilisées en parc d'hivernage. Il en découle que l'insuffisance de restitution organique en culture va engendrer un appauvrissement des sols en matière organique et partant une dégradation de la fertilité des sols.

II.5.2. les rotations.

La rotation peut influencer la fertilité à travers la colonisation du sol par le système racinaire des cultures et la production de la biomasse aérienne dont les résidus peuvent servir de mulch.

Les types de rotations observés selon le niveau de mécanisation dans la zone de Kouka, sont résumés dans le tableau n°VII.

Tableau n° VII : Types de rotations culturales adoptées par les trois systèmes de culture (%).

Niveau de mécanisation	Proportions des types de rotations (%)			
	Triennale	Biennale	Biennale et triennale	Aucune rotation
Manuel		0	10	90
T. animale		59,60	22,22	18,18
T. motorisée	25	35	10	30

NB : - rotation triennale adoptée est : coton-maïs-sorgho

- rotation biennale: coton-maïs ou coton-sorgho

- aucune rotation ou monoculture : maïs et/ou sorgho

Les résultats montrent que la rotation est mieux suivie par les exploitations motorisées qui à défaut d'une rotation triennale (coton-céréale-légumineuse) préconisée par l'INERA (1988 a) adoptent à 25 % la succession coton-maïs-sorgho. Cependant les motorisés n'affectent que 17 % des superficies à la culture du sorgho contre 22% pour les autres cultures (figure 9). Les valeurs sont inférieures au tiers requis pour assurer une restitution organique suffisante. Cela laisse présager une insuffisance de restitution organique dans la mesure où l'enfouissement des tiges d'un hectare de maïs n'apporte qu'une (01) tonne de matière organique ; ce qui ne satisfait pas les besoins en matière organique du sol, encore faut-il que cette pratique soit effective. Il découle que même les types de rotations culturales observées (coton-maïs-sorgho et coton-maïs ou coton sorgho), ne peuvent répondre aux besoins de restitution organique à fortiori la monoculture du maïs ou du sorgho; car selon PIERI (1985,1989), la monoculture ne milite pas pour un maintien adéquat des propriétés physico-chimiques du sol.

Les résultats obtenus laissent penser que la motorisation entraîne des dérives par rapport aux normes de rotation et d'assolement et ce pour répondre plus efficacement aux besoins de rentabilité économique.

II.6. LA FERTILISATION

La fertilisation est l'ensemble des pratiques culturales coordonnées et ayant pour objectifs d'assurer aux plantes cultivées une alimentation correcte en éléments nutritifs par l'apport de fertilisants (engrais et amendement) ; l'objectif étant de créer, d'améliorer ou de maintenir les caractéristiques biologiques, chimiques et physiques du sol (SEBILLOTTE, 1991). L'objet de cette partie est de quantifier les fumures utilisées, leurs doses, et les superficies bénéficiaires en fonction des niveaux de mécanisation.

II.6 1. la fertilisation minérale

Les fertilisants minéraux utilisés dans cette zone sont principalement le NPKSB (engrais coton) et l'urée. Les paramètres analysées prennent en compte uniquement les producteurs qui pratiquent la fertilisation minérale ; ce sont :

- 4 producteurs sur 10 en culture manuelle (40%),
- 11 producteurs sur 11 en traction animale (100%) ;
- 16 producteurs sur 20 en culture motorisée (80%).

Les résultats montrent que contrairement aux constats de LENDRES (1992) et BERGER *et al.* (1985, 1987), l'utilisation de la fumure minérale n'est pas systématique pour l'ensemble des producteurs de la zone cotonnière. Cette situation s'explique par le fait que certains GPC (Groupement de Producteurs de Coton) sont endettés et n'ont plus accès aux intrants. Ce qui est une des causes importantes de dérive.

Le tableau n°VIII présente les doses moyennes appliquées, ainsi que les superficies moyennes enfumées dans chaque système de culture

Tableau n° VIII : utilisation de la fumure minérale en fonction du niveau de mécanisation.

Niveau de mécanisation	Doses moyennes (kg/ha)	Superficies moyennes enfumées	
		(ha)	(%)
Manuel	131,5	2	34
Traction animale	182	7,62	45
Traction motorisée	140,5	10,37	28

Ce tableau montre une variation sensible des doses appliquées d'un niveau de mécanisation à l'autre. En effet, les doses varient de 131,5 kg/ha chez les manuels à 182 kg/ha chez les producteurs à traction animale contre 140,5 kg/ha chez les motorisés. Seuls les producteurs à traction animale avoisinent les doses préconisées de 200 kg/ha et couvrent 45% des superficies exploitées. L'extension des superficies ; facilitée par la motorisation se traduit par une dilution des doses des apports minéraux. La faiblesse générale des doses a du reste été observée par PALE et OUEDRAOGO (1998) ,SEONE (1999) et KABORE(1999).

La répartition de la fumure minérale aux différentes cultures bénéficiaires est présentée par le tableau n°IX. A l'exception des exploitations à traction animale, les deux autres catégories réservent la fumure au maïs en priorité suivi du coton. Le sorgho reçoit

une faible quantité de fumure quel que soit le niveau de mécanisation. En revanche chez les motorisés d'autres cultures telles le riz et les pastèques sont de plus en plus fertilisées. Les résultats marquent une évolution dans l'utilisation de la fumure minérale qui était selon BERGER (1985) destinée prioritairement au coton.

Tableau n° IX: Répartition de la fumure minérale entre les principales cultures.

Niveau de mécanisation	Coton (%)	Maïs (%)	Sorgho (%)	Autres (%)
Manuel	42	57	1	-
Traction animale	52	41	5	2
Traction motorisée	35	42	10	13

En définitive, bien que l'utilisation de la fumure soit diversifiée, les doses restent faibles dans l'ensemble. En s'intéressant particulièrement aux motorisés, on constate que le déficit est de 30% par rapport à la dose minimale requise : cela est une preuve que la motorisation n'est pas accompagnée d'une fertilisation minérale adéquate.

II.6.2. la fertilisation organique

Il s'agit de montrer le taux d'utilisateurs de cette fumure, évaluer les quantités, les doses ainsi que les superficies bénéficiaires. Le tableau n°X présente le taux d'adoption des différentes fumures organiques en fonction du niveau de mécanisation.

Tableau n° X : Taux d'utilisation des différentes formes de fumures organiques.

Type de fumure	manuel		Traction animale		Traction motorisée				
	Nb.Producteur	Quantité*	Nb.Producteur	Quantité*	Nb.Producteur	Quantité*			
Compost	1	10%	200	4	36%	1273	5	25%	880
Ordures ménagères	1	10%	100	2	18%	800	12	60%	10540
Poudrettes	6	60%	1700	11	100%	4123	15	75%	8190

*NB : nb. : nombre. * : La quantité totale de fumure organique utilisée est exprimée en kg.*

Il apparaît que ce sont les producteurs mécanisés qui utilisent plus la fumure organique. Le taux d'adoption des poudrettes est plus élevé quel que soit le niveau de mécanisation. L'utilisation des ordures ménagères est faible chez les producteurs à traction animale et chez les manuels mais reste la plus grande source de matière organique chez les motorisés avec plus de 53,75% de la fumure organique totale. L'utilisation des ordures ménagères semble dépendre de la disponibilité de matériel de transport (charrettes et remorques) tandis que celle des poudrettes, est liée non seulement à la disponibilité du matériel de transport mais aussi à la taille du cheptel.

Le taux d'utilisation de la fumure organique est sensiblement supérieur au seuil de 12% donné par SEONE (1999) et KI-ZERBO (1999). Cette progression témoigne d'une prise de conscience par les producteurs, de la dégradation des sols et de la nécessité d'une gestion durable de la fertilité en faisant recours à la fumure organique moins coûteuse que la fumure minérale.

Le tableau n°XI présente les doses apportées ainsi que les superficies bénéficiaires.

Tableau n° XI : Utilisation de la fumure organique en fonction du niveau de mécanisation

Niveau de mécanisation	Doses moyennes (kg/ha)	Superficies moyennes enfumées	
		(ha)	(%)
Manuel	1774	1,13	19,43
Traction animale	1636	3,79	24,34
Traction motorisée	4224	4,64	12,86

NB : Ces doses sont apportées à une fréquence de 3 ans pour les trois systèmes d'exploitation.

Le tableau n°XI montre que la fumure organique est appliquée à des doses variant du simple au double en passant des systèmes de cultures manuelles et à traction animale au système de culture motorisé. Mais quel que soit le système d'exploitation, les apports couvrent moins du quart (1/4) des superficies emblavées avec un taux de couverture particulièrement faible en culture motorisée. En plus, les doses sont loin de satisfaire les normes de la recherche qui préconise un apport de 2 t/ha/an ou 6 t/ha pour 3 ans. Il ressort que le déficit de dosage atteint 30% chez les motorisés. Les doses sont encore plus dérisoires dans les autres systèmes de culture, car ne représentant que 27 à 30% des normes.

En somme la figure n°7 présente les proportions de superficies couvertes par les fumures organiques et minérales au niveau des trois systèmes d'exploitation.

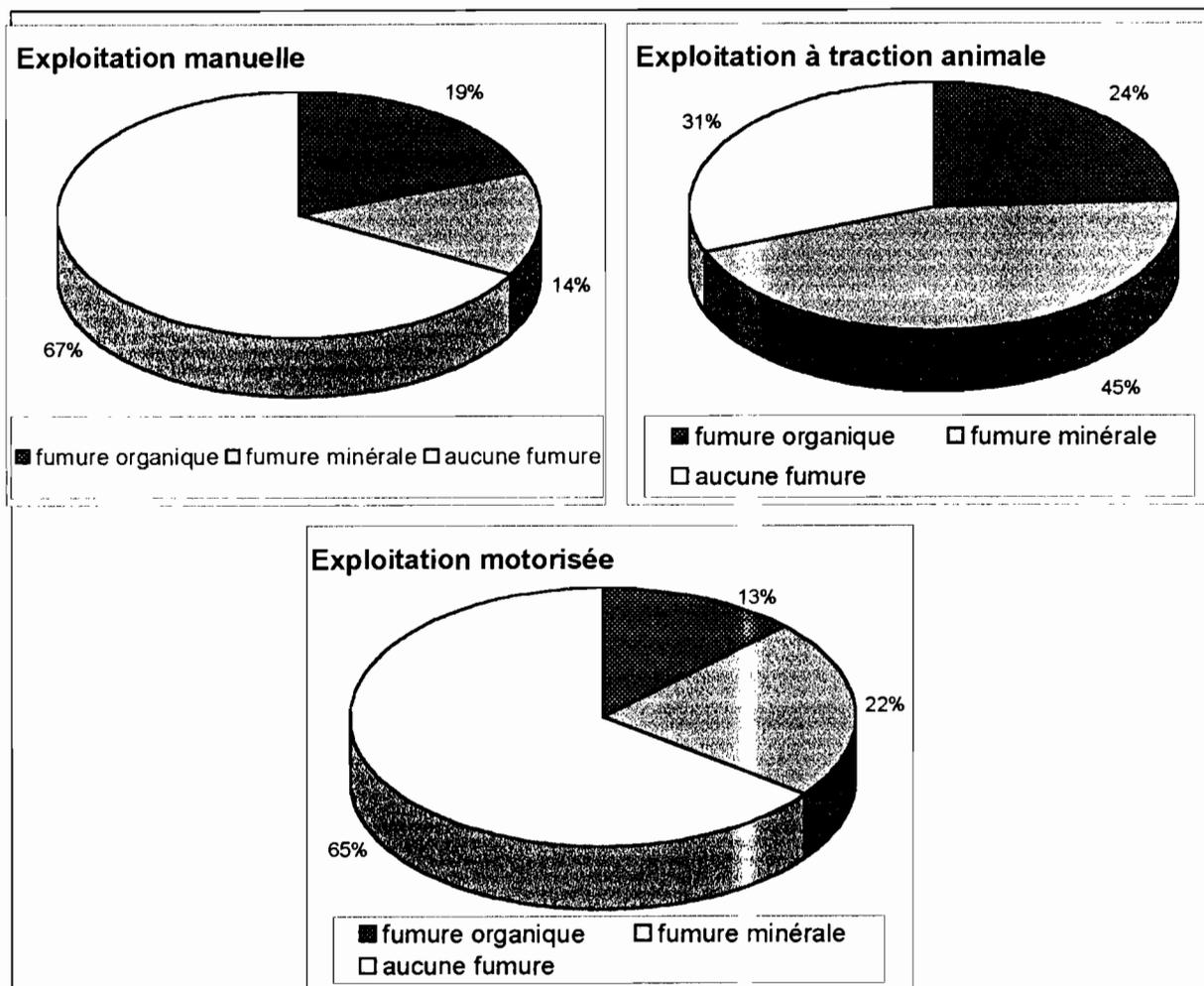


Figure n° 7 : Taux de couverture des superficies par les fumures organique et minérale.

La figure 7 montre que 65% des superficies en culture motorisée, 67% en culture manuelle et 31 % en traction animale ne reçoivent aucune fumure organique et minérale. Ces proportions seraient encore plus élevées dans le cas d'une combinaison des deux types de fumures dans les mêmes parcelles.

Le constat est une fois de plus inquiétant et montre clairement comme l'a souligné NYANGEZI (1989) que l'extension des superficies n'est pas en faveur d'une fertilisation adéquate et suffisante au niveau des exploitations motorisées malgré qu'elles disposent de plus de moyens matériels pour le transport de la fumure organique. On pourrait même croire à une disponibilité limitée de la fumure organique notamment des poudrettes en

raison de la faible intégration entre l'agriculture et l'élevage ; en témoigne le mode de conduite du cheptel illustrée par la figure n°8.

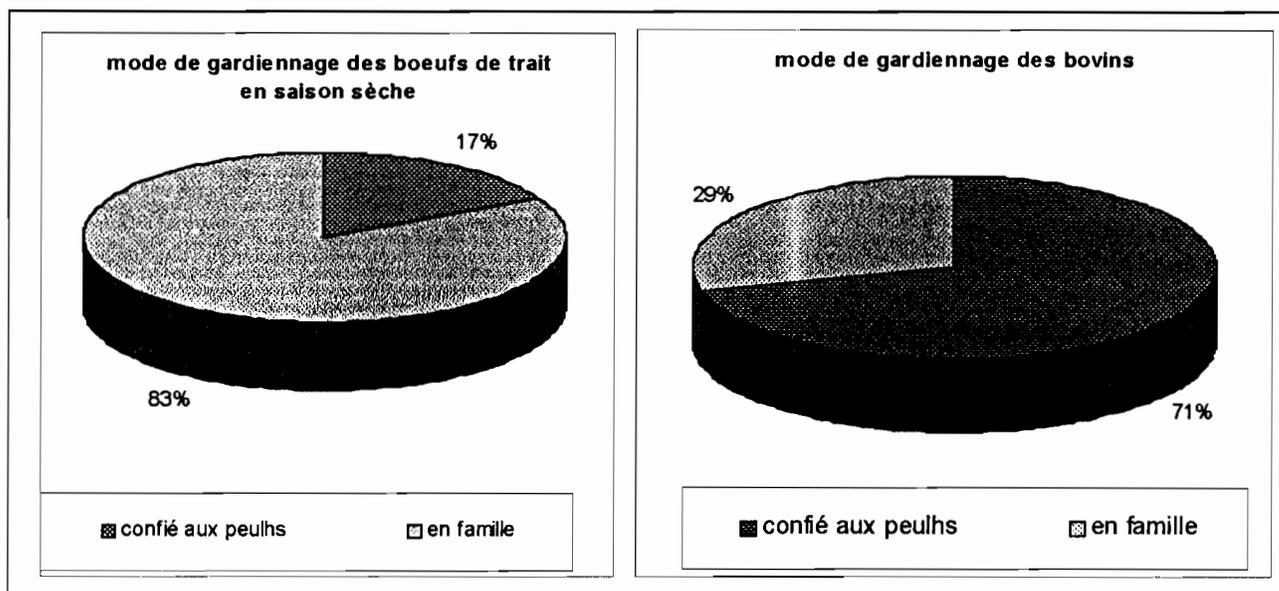


Figure n° 8 : Mode de gardiennage du cheptel pour les exploitations mécanisées.

Les bœufs de traits sont pour 83 % des exploitants gardés au sein des exploitations alors que 17% d'entre eux les confient aux éleveurs peulhs ou à des amis. Pour le reste du cheptel bovin, on constate qu'il est gardé en famille par 29% des exploitations contre 71% qui les confie à une tiers personne. Cela témoigne que l'élevage dans cette zone est encore extensif donc plus un élevage d'épargne qu'agricole.

Cette pratique qui est souvent expliquée par des contraintes culturelles et/ou à l'insuffisance de la main d'œuvre limite considérablement la disponibilité de fumier pour les exploitations. C'est donc dire que dans cette zone l'intégration élevage/agriculture n'est pas encore effective. Pourtant BERGER (1996) estime qu'un bovin représente un potentiel fumier de 3,24 t/an par le biais d'étable fumier. Sur cette base, les exploitations motorisées pourraient produire au moins 87 t/an avec une moyenne 27 bœufs contre 58 t/an dans les exploitations en traction animale qui dispose en moyenne de 18 têtes de bovins. Ces quantités de fumure peuvent couvrir respectivement 14,57 ha (plus du 1/3 des superficies) et 9,71 ha, soit plus de la moitié des superficies cultivées.

Ces résultats sont le témoin que l'agriculture Burkinabé, comme le souligne HIEN et *al* (1994) est essentiellement du type minier. Il est évident que l'insuffisance des apports organiques est une entrave à une exploitation durable des sols au regard du rôle capitale de la matière organique mis en évidence par plusieurs auteurs (PIERI, 1985, 1989 ; SEBILLOTTE, 1991). Cela conforte la position de PALE et OUEDRAOGO (1998) qui craignent que la faible utilisation de la fumure organique n'hypothèque dangereusement l'avenir de la motorisation dont la pérennisation repose sur un système de production durable et économiquement rentable.

CHAPITRE III : LES STRATEGIES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS ET DE DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS (CES/DRS)

Face à l'érosion hydrique et éolienne et ses corollaires que sont la formation des rigoles et des alluvions, l'encroûtement des sols, etc., les producteurs ont entamé timidement des techniques de CES/DRS.

III.1. LES PRATIQUES CULTURALES

III.1.1. Le labour d'enfouissement post-récolte.

Cette pratique est dans l'ensemble connue dans la zone comme technique d'enrichissement du sol en matière organique. Cependant, l'enquête révèle qu'elle est réalisée par seulement 20% des producteurs motorisés soit 9,76% de l'échantillon global. En plus il concerne essentiellement les parcelles de maïs sur une superficie moyenne par producteur de 1,95 ha soit 5,26% de la superficie totale cultivée. Le labour d'enfouissement est jugé très contraignant par les producteurs faute de matériel adéquat, et des conditions pluviométriques idéales en fin de saison pluvieuse.

III 1 2. La gestion des résidus de récoltes

Les résidus de récolte (tiges et feuilles) sont une source importante de matière organique. Bien gérer ces résidus constituent un moyen de maintien de la fertilité physique. En effet, l'utilisation des résidus en paillage protège le sol contre l'érosion hydrique, éolienne et l'encroûtement tout en améliorant le régime hydrique, l'aération et la teneur en matière organique.

Le tableau n°XII montre l'utilisation des résidus des principales cultures dans les trois systèmes d'exploitation dans la région de Kouka.

Tableau n° XII : Destination des tiges des principales cultures (% des producteurs).

Culture	Brûlées (%)			Laissées sur place (%)			Ramassées (%)		
	Motorisé	T. animale	manuel	Motorisé	T. animale	manuel	motorisé	T. animale	manuel
cotonnier	94,12	90,90	87,5	5,88	9,10	12,5	0	0	0
maïs	11,62	0	0	82,23	63,64	100	5,88	36,36	0
sorgho	6,67	12,5	28,57	86,67	75	71,43	6,67	12,5	0

Les tiges de coton pour une grande majorité des producteurs sont brûlées conformément aux recommandations de la lutte phytosanitaire. Celles du maïs et du sorgho sont à majorité laissées sur place au champ. L'abandon des résidus dans les parcelles pour protéger le sol contre les effets pervers des facteurs climatiques (température, vent, précipitation etc.) est moins efficace puisque les tiges de maïs et de sorgho sont pâturées par le bétail. Ces pratiques ne sont pas conformes au plan de fumure de DAKOUO, (1991) en matière de gestion des résidus de récolte. En comparant plusieurs systèmes de gestion des résidus de récolte, DAKOUO (1991) constate que le système en cours (brûlis des tiges de coton, mulch des pailles de maïs et brûlis de tige du sorgho après pâturage) engendre de plus faibles rendements en favorisant moins la structure du sol en raison de l'intensité de brûlis. Les travaux de ROOSE (1981), PIERI (1989), et de BANDRE et BATTÀ (1998) montre qu'une telle gestion est peu efficace dans l'amélioration de la fertilité physique, chimique et biologique.

III.1.3. Les aménagements anti-érosifs :

Les aménagements anti-érosifs observés dans la zone sont : les diguettes, les cordons pierreux et les bandes enherbées. Ils visent à :

- diminuer la force de l'énergie cinétique des eaux de ruissellement ;
- récupérer les eaux d'écoulement et favoriser leur infiltration ;
- créer un micro-climat favorable à l'installation de la végétation après hivernage ;
- favoriser le colmatage en amont des diguettes en supprimant l'évolution des rigoles

Le tableau n°XIII indique les superficies aménagées au sein des différents systèmes de culture.

Tableaux n° XIII : Superficies moyennes couvertes par les aménagements anti-érosifs (%).

Types d'exploitation	diguettes	cordons pierreux	bande-enherbées
manuelle	0	1,72	0
Traction animale	1,87	3,21	0
Motorisée	0	2	6,07

Le taux de réalisation des aménagements anti-érosifs est faible quel que soit le niveau de mécanisation. Certains types d'aménagement semblent inexistant. C'est le cas des diguettes dans les exploitations manuelles et motorisées et des bandes enherbées en traction animale et en culture manuelle. Bien que l'échantillonnage des producteurs ne soit pas exhaustif, ces données soutiennent une faible présence des aménagements anti-érosifs dans la zone.

En somme, les raisons de cette faible présence d'aménagement de CES/DRS sont multiples : Ce sont entre autres le manque de matériel, la non-perception de l'intérêt de la pratique. Aussi la faible présence des aménagements de CES/DRS s'explique par le régime foncier en cours. En effet, l'appropriation de l'espace qui est le fondement du rapport foncier recouvre une double conception de l'espace et des rapports sociaux : L'appropriation de la terre en zone cotonnière est fonction de l'appartenance à un groupe sociale donné. Ainsi elle suit la loi de « l'affectation à l'usage » pour les allochtones et celle « du droit de disposer » chez les autochtones qui héritent leurs champs des parents. Ce type d'affectation de la terre n'autorise pas les allochtones à y investir à travers par exemple les plantations d'arbres (verger, haie-vives, brise-vent...) et la réalisation de certains aménagements de CES/DRS. Ils craignent de se voir retirer leurs champs. Le régime foncier constitue de ce fait une entrave à la gestion de la fertilité chez les allochtones. Ce constat est aussi réalisé par GARNIER (1995) qui le formule en ces termes : « Les autochtones propriétaires de leurs terres par héritage peuvent appliquer les techniques d'intensification sans restriction, alors que les migrants ne peuvent réaliser les aménagements durables qui remettrait en cause leur statut d'occupants provisoires ». Un recours possible pour les allochtones est d'épargner le maximum d'arbres dans leurs

champs. L'enquête a pu révéler qu'il atteint en moyenne 36 pieds/ha dans les parcelles des allochtones contre seulement 20 pour les autochtones. Cette densité contrarie celle donnée par LENDRES (1992) pour qui les migrants se livreraient à un défrichage plus intensif. Cependant, les présents résultats s'expliquent non seulement par la faible proportion des allochtones motorisés (10%) mais aussi par le fait que des propriétaires terriens exigent de couper le moins d'arbres dans les exploitations.

III.2. LES AMENAGEMENTS AGROFORESTIERS

Ils sont représentés par des brise-vents, des haies vives (figure n°9) et des parcs arborés (figure n°10).

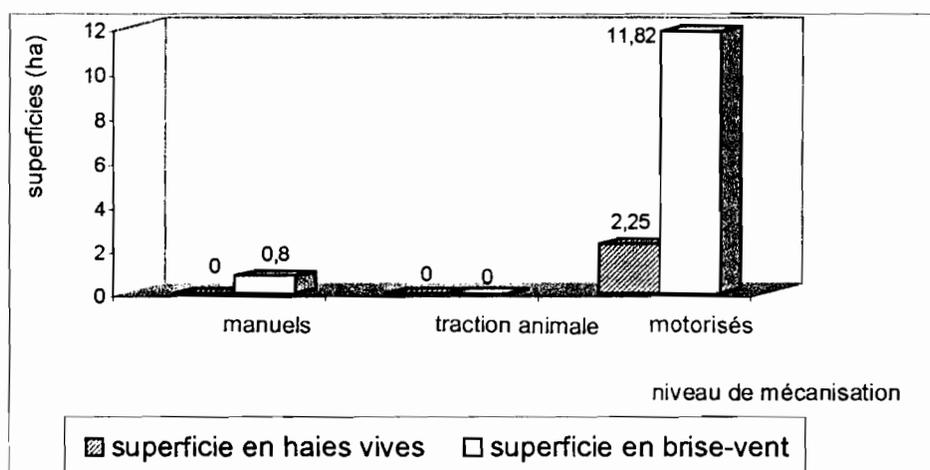


Figure n° 9: Superficies moyennes aménagées en brise-vent et en haies vives (ha).

Les essences utilisées comme brise-vent sont: *Eucalyptus camaldulensis*, *Cassia siamea*, et *Azadirachta indica*. Elles sont plantées autour des champs ou intercalées entre les cultures à distance de 500 m en vue de réduire l'érosion éolienne. La figure 9 montre que les brise-vent ne sont présents que dans les exploitations motorisées sur une superficie moyenne de 12 ha ce qui représente un taux d'aménagement de 1,60% par rapport à la superficie moyenne par exploitation. Ce résultat semble exprimer la crainte des producteurs par rapport à la compétition avec les cultures à proximité des brise-vent. Il est aussi révélateur en partie de l'entrave que constitue le régime foncier pour une certaine frange des producteurs qui ne peuvent planter des arbres dans l'exploitation.

La haie vive est une formation dense et alignée d'arbustes à branches nombreuses et inextricables. Les espèces utilisées sont : *Bauhinia rufesens*, *Agave sisal*, *Acacia nilotica*, le *Citrus sp...* Elle assure la protection contre le passage des animaux et peut servir de brise-vent.

Les résultats montrent que de faibles superficies sont protégées avec de haies vives, qui couvrent en moyenne 0,3% des superficies des exploitations motorisées Les haies vives pour l'instant entourent essentiellement les parcelles des jardins.

Quant aux parcs arborés, ils sont le résultat de défrichage contrôlé préservant certaines espèces utiles. La densité et surtout la distribution spatiale de ces essences forestières constituent des facteurs importants dans la gestion de la fertilité mais peuvent être un frein aux travaux avec les animaux ou les engins motorisés. Selon le niveau de mécanisation la densité d'arbres varie considérablement comme l'illustre la figure n°10.

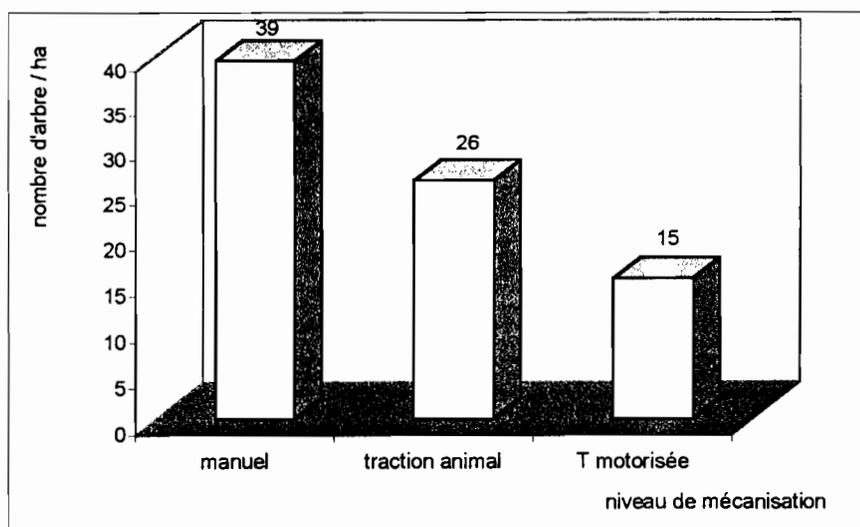


Figure n° 10 : Nombre d'arbres par hectare en fonction du système d'exploitation.

La densité des arbres épargnés apparaît d'autant plus faible que le niveau de mécanisation est élevé. Cette densité passe de 39 arbres /ha en culture manuelle à moins de la moitié en culture motorisée contre une moyenne de 26 arbres/ha en traction animale. Cette différence s'explique par le fait que la mécanisation et surtout la motorisation exige pour un bon travail, des parcelles nettoyées de toute végétation et même de souches.

La mécanisation apparaît ainsi comme une des causes de la déforestation parce que grande consommatrice d'espace d'une part et d'autre part parce que le travail du sol aux engins motorisés oblige une réduction du nombre d'arbres et une élimination des souches.

Les essences épargnées dans l'ensemble sont généralement *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica*, *Detarium microcarpum*, *Adansonia digitata* *Bombax costatum* et *kaya senegalensis*. Ces espèces sont épargnées soit pour leurs fruits ou feuilles soit pour leur caractère sacré. Ces résultats s'accordent avec les conclusions de SOMDA (2000) qui constate en plus une réduction de la biodiversité en fonction du degré de mécanisation. Il a pu identifier seulement trois espèces en culture motorisée contre 8 espèces en culture manuelle. Au regard du rôle de l'arbre dans la protection physico-chimique et biologique du sol, les résultats obtenus laissent craindre une évolution négative de la fertilité physique sous l'impact de la motorisation.

III.3. LES STRATEGIES DE PREPARATION DU SOL.

Divers avantages sont reconnus au travail du sol réalisé dans les conditions idéales. Il est fonction de plusieurs variables, notamment, l'humidité du sol le type d'engin et pièces travaillantes, les exigences des cultures. Le tableau n°XIV présente le taux d'application des opérations de préparation des sols par les producteurs au niveau des trois systèmes de culture.

Tableau n° XIV : Techniques de préparation du sol en fonction du niveau de mécanisation (% de producteurs).

Niveau de mécanisation	labour			billonnage			pulvérisage			hersage		
	coton	maïs	sorgho	coton	maïs	sorgho	coton	maïs	sorgho	coton	maïs	sorgho
Manuel	37,5	87,71	0	37,5	0	28,57	0	0	0	0	0	0
T. animale	100	100	20	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Motorisée	100	100	60	0	0	0	17,65	15	0	11,76	15	0

Il apparaît que les opérations de préparation du sol sont fonction du niveau de mécanisation et de la spéculation. Mais quelle que soit la spéculation, le labour apparaît être la seule opération de préparation primaire du lit de semis chez les motorisés contrairement aux producteurs à traction animale et aux manuels dont 10 à 38% réalisent le billonnage au profit du coton et du sorgho. Le billonnage réalisé à la traction animale utilise la charrue à socs ou le corps butteur. A la différence du labour, le billonnage ne peut se faire que dans les conditions très humides du sol. Adoptée en semis tardifs, cette technique permet de lutter efficacement contre l'enherbement et de gagner du temps au semis en dispensant les producteurs de l'opération du cordage.

Le sorgho bénéficie moins d'une opération de préparation du lit de semis au profit du semis-direct. En revanche, les parcelles de coton et de maïs bénéficient d'une opération de reprise (pulvérisage ou hersage). Cela concerne seulement 12 à 18 % des producteurs motorisés. Ces paramètres sont à mettre en liaison avec les plages

recommandées de mise en place des différentes cultures et la disponibilité des outils de travail du sol.

La figure n°11 illustre la variation des fréquences de labour des parcelles des principales cultures au sein des trois systèmes de culture.

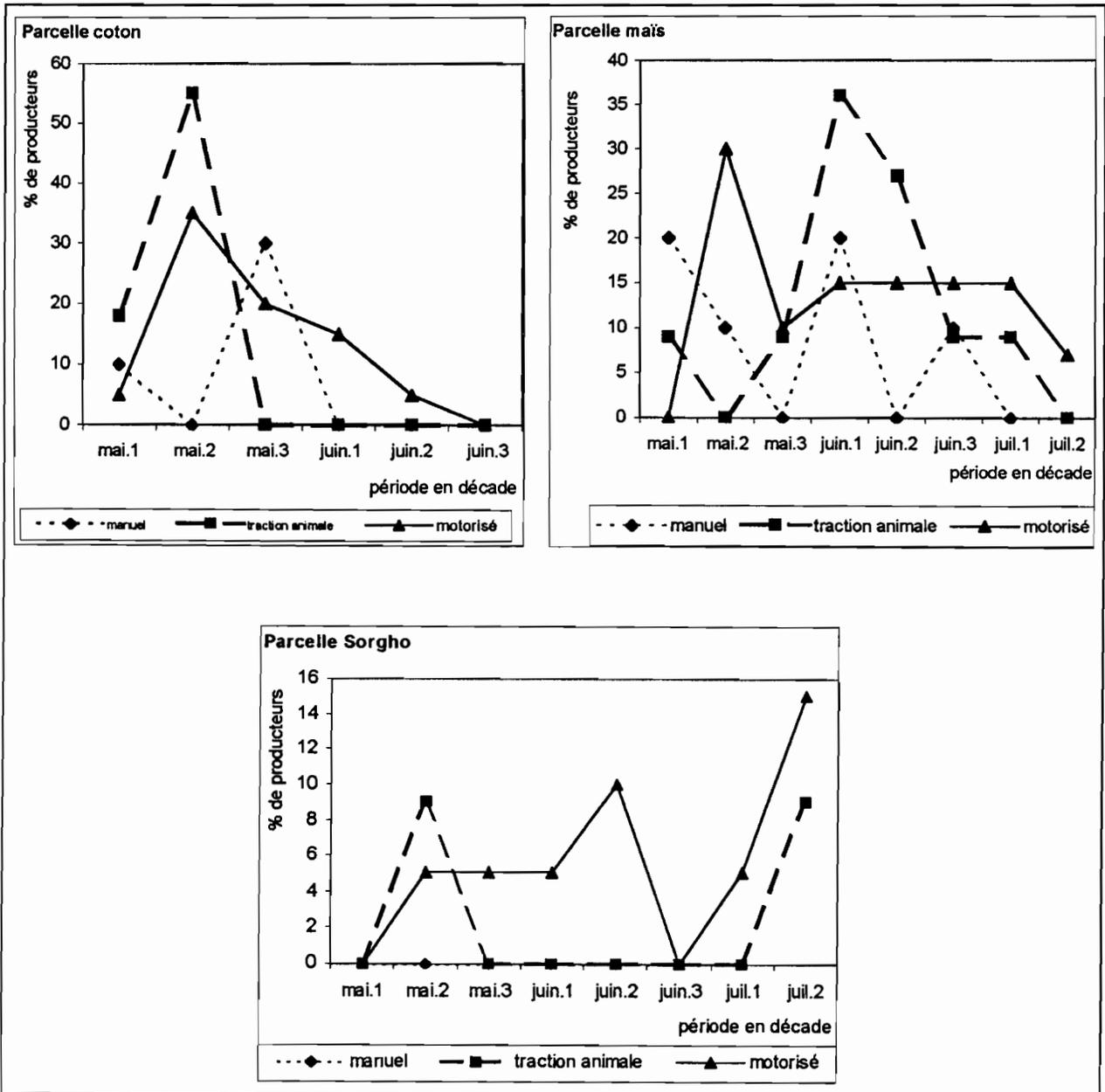


Figure n° 11 : Stratégies de préparation du sol (labour) en fonction du niveau de mécanisation

La figure n°11 montre que les opérations de préparation du sol (labour) s'étalent sur une période de mai à juillet avec toutefois une fluctuation de fréquences en fonction du niveau de mécanisation et de la spéculation. En effet, la préparation du sol en maïs et sorgho se prolonge jusque dans la deuxième décennie de juillet après celle du coton qui s'estompe en fin juin. Ces plages tiennent compte de la longueur des cycles végétatifs des différentes cultures ; le coton ayant un cycle plus long que le sorgho et le maïs, nécessite d'être installé plus précocement ; la recherche préconise la période du 20 mai au 15 juin pour optimiser la productivité et partant maximiser la rentabilité économique.

La variation temporaire des fréquences s'explique au niveau des différentes parcelles, par la possibilité d'intervention liée à l'humidité du sol, à l'énergie de travail (manuel ou mécanisé) et au type de pièces travaillantes disponibles. L'énergie de travail est fonction de la nature granulométrique et de l'humidité du sol. Ainsi, les producteurs manuels et équipés en traction animale, contrairement aux motorisés, installent préférentiellement le coton sur des sols sableux à sablo-argileux (tableau IV), qui sont plus faciles à travailler en traction animale. En complément sur les sols plus durs, la prestation aux bœufs de trait et au tracteur, est respectivement sollicitée par les manuels et les exploitations à traction animale. C'est ce qui explique le raccourcissement de la période de préparation du sol de mai à début juin, dans ces deux types d'exploitation. Elle se prolonge par contre jusqu'en fin juin chez les motorisés. Cela s'explique d'une part par le fait qu'ils offrent des prestations extérieures ; d'autre part, les conditions favorables d'intervention sur les sols argileux se font plus attendre puisque les motorisés préfèrent utiliser sur leurs propres parcelles les charues à socs (figure 15). En plus, on a les opérations de pulvérisage et du hersage, réalisées par 12 à 18% des motorisés (tableau XIV), qui peuvent prolonger la période de préparation du sol.

Il ressort ainsi que la préparation du sol se résume au labour en culture du coton, et d'ailleurs pour le maïs et le sorgho. On note particulièrement que le sorgho bénéficie très peu d'une préparation du sol au profit des semi-directs surtout chez les manuels. La disponibilité et surtout la diversité de matériels chez les motorisés, leur offrent plus de possibilités de préparation même prolongée du sol, pour toutes les trois spéculations.

La figure n°12 montre la répartition des superficies labourées en fonction des types d'outils utilisés au sein des exploitations motorisées de Kouka.

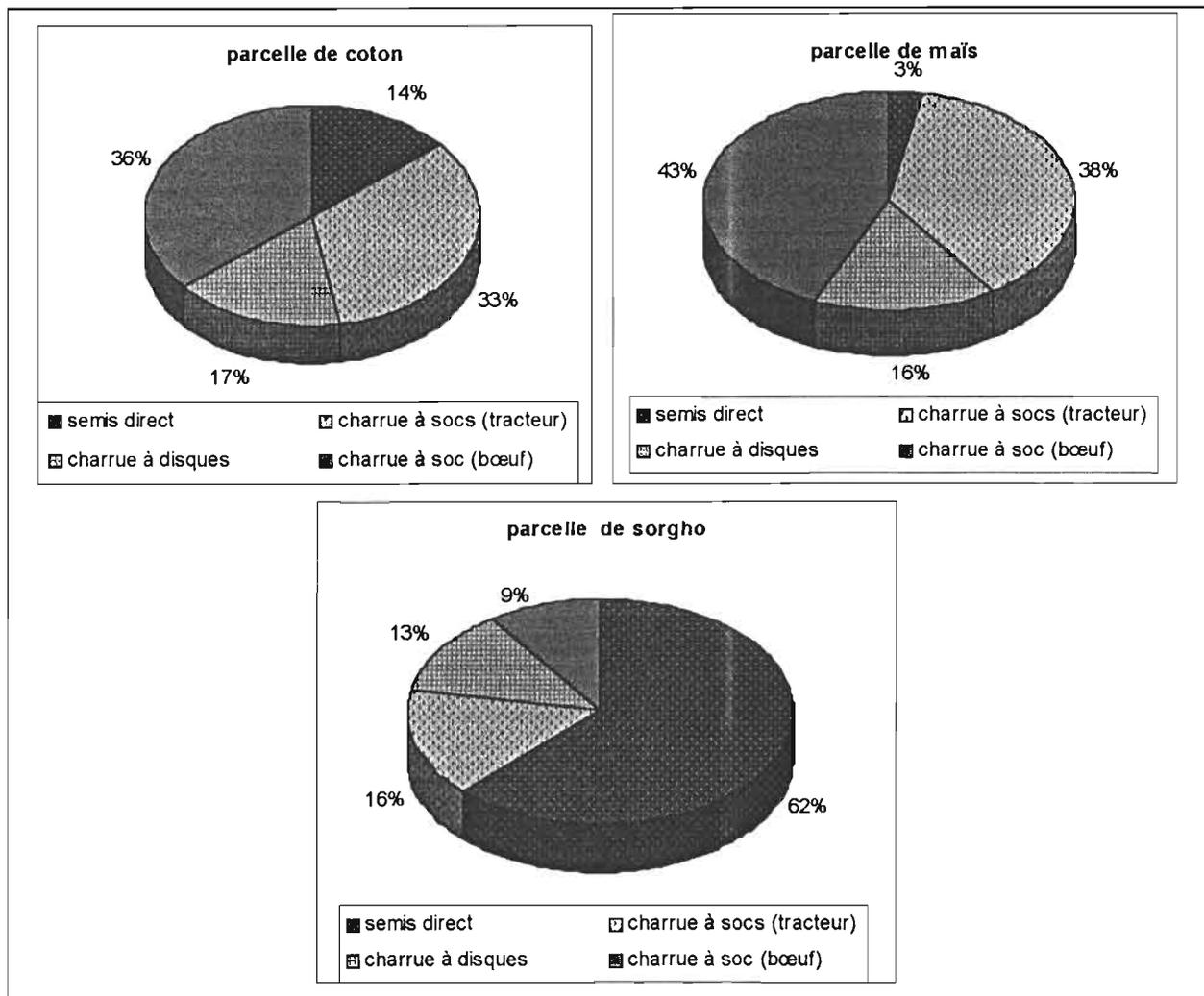


Figure n° 12 : Taux d'utilisation des différents outils pour le labour dans les exploitations motorisées.

Il apparaît pour les superficies labourées, que la charrue à soc est plus utilisée, soit avec l'énergie de traction animale ou motorisée. Avec le tracteur, les superficies labourées aux socs sont de 33% pour le coton, 38% pour le maïs et 16% pour le sorgho. Aux bœufs, ces proportions varient de 36 à 43% respectivement pour le coton et le maïs, contre seulement 9% en sorgho. Les superficies labourées aux disques varient entre 13% et

17% ; Quant aux semi-directs, ils atteignent une proportion prédominante de 62% en sorgho contre respectivement 3 à 14% pour le maïs et le coton.

La faible utilisation des outils à disques dans les parcelles des producteurs motorisés, laisse croire que ceux-ci sont sensibles aux effets néfastes liés ces types d'outils. Mais cela n'empêche pas de penser que ces outils à disques sont massivement utilisés en prestation, à cause de leur rapidité, leur résistance mécanique et leur aptitude à travailler dans des conditions diverses : sols secs, gravillonnaire, présence de souches de racines...

En somme, il est faut souligner que les stratégies de préparation du sol, sont d'abord une réponse aux conditions pluviométriques locales. En effet, la briéveté de la saison pluvieuse réduit la marge de temps de préparation du sol pour des spéculations à cycles longs. Alors il apparaît en priorité le souci du respect des délais de semis au depend de la qualité du travail du sol surtout chez les producteurs les moins équipés. Dans ces conditions, la stabilité physique des sols, peut être dangereusement compromise.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Cette étude visait à connaître les modes de gestion de la fertilité dans les systèmes de culture motorisée en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso.

Il a été identifié 2 types de motorisation à savoir la motorisation intermédiaire (51%) et la motorisation conventionnelle (49%). Le taux moyen de croissance annuelle de 5% mais toutefois la chaîne d'équipement est incomplète pour une grande majorité d'exploitations. Ce qui limite la mécanisation des opérations essentiellement à celles de la préparation du lit de semis, qui d'ailleurs se résume principalement au labour. Les labours en motorisation sont réalisés de mai à juillet dans des conditions d'humidité du sol, très variables, selon la spéculation, la nature du sol et le type de pièces travaillantes :

- la priorité de préparation du sol est accordée aux parcelles du coton pendant une période relativement plus courte par rapport au maïs et au sorgho.
- les superficies de coton, de maïs et sorgho sont respectivement labourées à 71, 79 et 26% avec des charrues à socs contre 17, 16 et 13% aux charrues à disques qui sont le plus utilisés en prestations hors exploitations. Par ailleurs, plus de la moitié des superficies des exploitations motorisées, sont labourées aux bœufs.
- les semis directs prédominent sur 62% des parcelles de sorgho.

Les stratégies de préparation du sol visent beaucoup plus le gain de temps et le respect des délais de semis, qui en somme occultent la nécessité de la préservation des sols à travers la qualité de travail du sol, surtout en prestation de service. Les modes de gestion de la fertilité qui accompagnent la préparation du sol apparaissent aussi insuffisants par rapport aux normes recommandées.

Ainsi, la rotation triennale qui est mieux suivie en culture motorisée n'est pratiquée que par 25% des producteurs ; le labour d'enfouissement post-récolte, réalisé seulement par 20% des motorisés, ne concerne qu'en moyenne 9,75 ha sur des parcelles de maïs. Les superficies protégées par les brise-vent et les haies sont très faibles : elles sont respectivement de 0,3 et 1,6% dans les exploitations motorisées. On constate par ailleurs, que l'extension des superficies suite à la motorisation, engendre une diminution des apports d'engrais minéraux ; ceux-ci étant de 182 kg/ha en traction animale contre 141 kg/ha en culture motorisée. Les cultures bénéficiaires sont en priorité le maïs et le coton. Les apports minéraux en culture manuelle sont de 131 kg/ha, destinés principalement au

maïs produit pour l'autoconsommation. Le coût des engrais et l'insuffisance de revenu chez les producteurs manuels justifient les faibles doses d'engrais apportées. Les doses en fertilisation organique sont aussi dérisoires en traction animale et en culture manuelle et insuffisantes en culture motorisée. Elles atteignent 1636 kg/ha en traction animale, 1774 kg/ha en culture manuelle et 4224 kg/ha en culture motorisée pour trois ans contre 6000 kg/ha requis pour la même fréquence. Ces apports organiques sont essentiellement constitués d'ordures ménagères en culture motorisée (53,75%) et des poudrettes en culture manuelle et en traction animale. Les autres sources de fumure sont les parcsages des animaux et le compost dont la technique ne semble toujours pas être maîtrisée. On note l'absence des parcs d'hivernage dans l'ensemble des exploitations.

Les proportions des superficies enfumées en culture motorisée et manuelle sont comparables mais restent inférieures à celles des exploitations en traction animale. Avec les fumures organiques, elles ne dépassent guère 1/8 des superficies exploitées en culture motorisée contre 1/5 en culture manuelle et le 1/4 en traction animale. Ces valeurs sont loin de la proposition de la recherche qui correspond au 1/3 des superficies cultivées.

Ainsi plus de 65% des superficies en culture motorisée ne reçoivent pas de fumure contre 31% en traction animale et 67% en culture manuelle. Cette faible restitution organo-minérale tend à soutenir que l'agriculture burkinabé en générale et en particulier dans les exploitations motorisées est essentiellement « minière ». Il apparaît une gestion extensive de l'espace agricole au regard des superficies cultivées dans les exploitations motorisées qui croissent continuellement depuis l'introduction de la motorisation intermédiaire, au début des années 1980. Elles représentent le double en superficie des exploitations à traction animale et plus de six (6) fois les superficies en culture manuelle. Le ratio superficie/actif est également en hausse, d'où un problème de gestion adéquate de la fertilité faute de main d'œuvre suffisante.

En tout état de cause, la situation des systèmes de culture motorisés ne milite pas en faveur d'un maintien à fortiori d'une amélioration de la fertilité des sols. La gestion de la fertilité des sols n'est cependant pas meilleure dans les autres exploitations qui disposent surtout de moins de moyen matériel.

La somme de ces constats montre que les modes de gestion actuelle sont insuffisants et peuvent compromettre considérablement la pratique durable de l'agriculture.

Les résultats obtenus dans cette étude diagnostique, conduisent à dégager des perspectives pour les investigations ultérieures dans l'optique de cerner l'influence des modes de gestion des sols sur l'évolution de la fertilité.

Il s'agit de mesurer les paramètres physico-chimiques du sol sur des parcelles-types. Ces mesures doivent prendre en compte :

- la durée de mise en culture des parcelles ;
- les itinéraires techniques et les cultures ;
- des pièces travaillantes et du poids de l'engin ;
- des apports en fertilisants ;
- le type de sol ;
- des conditions de travail du sol.

La somme des mesures doit conduire à l'élaboration d'un bilan de fertilité en fonction des modes de gestion des différents systèmes d'exploitation. Des tels travaux pourront servir de référentiels pour des propositions de modes de gestion favorables à un développement durable de la motorisation agricole.

Bibliographie

- ANDREW W. et CLIVE A., 1988** : Une analyse de la désertification et de la dégradation des terres aux zones arides et semi-arides. Programme des zones arides. IIED, 28p.
- BACYE B., 1993**: Influence des systèmes de culture sur l'évolution des sols ferrugineux en région sahélo-soudanienne. Province du Yatenga, Burkina Faso. Thèse de doctorat troisième cycle. 243p
- BANDRE P. et BATA F., 1998** : Conservation des eaux et des sols (C.E.S) au Burkina Faso, 37p.
- BELEM P.C., 1985**: Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de 3^{ème} cycle. Montpellier. 344p.
- BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D.; TOE A., 1985** : Recherche d'Accompagnement projet Motorisation Intermédiaire-synthèse 1985. INERA/ Programme coton / IRCT. 67p + annexes.
- BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D.; TOE A., 1987** : Recherche d'Accompagnement projet Motorisation Intermédiaire-synthèse 1987. INERA/ Programme coton / IRCT. 79p + annexes.
- BERRADA A. et GANDAH M., 1994** : Le travail du sol. *In*, agronomie moderne. Bases physiologique et agronomique de la production végétale. Ouvrage collectif. 339-360pp
- BOUABID N., 1998**: Influence de l'humidité sur l'action des outils de travail du sol. Mémoire de 3^{ème} cycle pour l'obtention du diplôme d'état en agronomie. Option machinisme agricole- Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, 161p.
- BOURARACH E.H., 1997** : Charrue à soc et à disque. Support de vulgarisation des machines agricoles n°2. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Département de machinisme agricole, 30p.
- BOURARACH E.H., 2000** : Travail du sol: utilisation et réglage des outils. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Département de machinisme agricole, 45p.
- BRABANT P., 1992** : La dégradation des terres en Afrique. *In*, Afrique contemporaine. L'environnement en Afrique. La documentation française. Janvier-mars 1992, n°161, 90-108 pp.
- CALLOT G., CHAMAYOU H., MAERTENS C. et SALSAC L., 1982** : Mieux comprendre les interactions sol-racines. Incidence sur la nutrition minérale. INERA, Paris. 325p.
- CHAMINADE R., 1965** : Recherche sur la fertilité et la fertilisation des sols tropicaux. Principes de base et techniques. *Agro. Trop. Vol. XX (10) ; 1014-1017 pp.*
- CHARREAU C. et NICOU R., 1971** : Les effets d'intervention humaine sur le profil cultural et les rendements agricoles. Le travail du sol avec ou sans enfouissement de la matière végétale. *In*, L'amélioration du profil cultural dans les sols sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest africain et ses indices agronomiques. *Agron. Trop. ; XXVI (11) : 1183-1247 pp.*
- COINTEPAS J.P., MAKILO R., 1982**: Bilan de l'évolution des sols sous cultures intensives dans une station expérimentale en milieu humide. Cahier ORSTOM. *Série pédologie XIX (13) : 271-282pp.*

DAKOUO D.,1991 : Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire. Cas de la zone cotonnière du Burkina Faso. IN.E.R.A/programme coton-ESFIMA. 49, p + annexes.

DAKOUO D., 1998 : Dégradation de la fertilité dans la zone cotonnière d'Afrique au sud du Sahara. *In*, l'utilisation des intrants en culture cotonnière et maraîchère. Colloque organisé par CORAF à Dakar Sénégal du 25 -28 janvier 1998, 343-349 pp.

DEAT M., 1991 : Rapport de mission au Burkina Faso. 23/05/91-04/06/91. Md/91/04. Montpellier, 24p.

DESTAINM.F.,1997 : Action des machines de travail du sol et structure du sol 107-112pp. *In*, le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux. Acte de colloque organisé par Cirad-Sar à Montpellier France du, 11-12 septembre 1996, 107-112pp.

DUTHIL J., 1972 : Eléments d'écologie et d'agronomie, Tome 2. Edition JB. Bailliere. Paris France.

EDZANG MBA J.J.,1999 : Incidence des systèmes de culture sur les rendements de culture et évolution de la fertilité d'un sol ferrallitique dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. IDR/UPB, 78p + annexes.

FADIL A., 1992 : Caractérisations de l'action des outils sur la structure d'un vertisol. Mémoire de 3^{ème} cycle en machinisme agricole. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, 119p + annexes.

FAO, 1991 : L'approche gestion des terroirs. Document de formation pour la planification agricole, 183p.

FAO AGSE, 1998 : Stratégie de mécanisation agricole. TCP/BKF/6611. Document III. Burkina Faso. Cartes et tableaux FAO AGSE. Rome, Italie, 28 p

FAURE G., 1994 : Mécanisation et pratiques paysannes en région cotonnière au Burkina Faso. Agriculture et développement n°2 . CIRAD-CA/INERA, 13p

GARNIER A., 1995 : Bilan et perspective de la traction animale dans la zone cotonnière du Burkina Faso : CRPA des Hauts-Bassins et de la boucle du Mouhoun. Mémoire de fin d'études. CNEARC/EITARC, 97p.

G.F.A, 1991 : Les perspectives de la culture attelée au Burkina Faso, Annexes.

GUINKO S.,1984 : végétation de la Haute Volta. Thèse de doctorat d'état. Université Bordeaux III. 318 p.

GUIRA T.,1988 : Intensification de la culture du sorgho en sol ferrugineux. Etude des effets induits de techniques culturales sur la fertilité des sols. Mémoire de fin d'études. ISN/IDR UO, 96p.

HAFIDI A., 1998 : Etude de la charrue à disque. Effet de l'humidité du sol et de la vitesse d'avancement sur le travail réalisé en sol limoneux au Gharb- Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II – Rabat, 69p + annexes.

HENIN S., GRAS R., MONNIER G., FERODOROFF A., 1969 : Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Ed.Masson.

HENIN S.,1976 : Texture, structure, aération. Initiation documentations techniques. ORSTOM, Paris, Bruxelles. Vol. ½., n° 28, 159p.

HENIN S.,1977 : Cours de physique du sol : l'eau et le sol. Les propriétés mécaniques. La chaleur et le sol. Initiation – documentations techniques ; n°29. ORSTOM, Paris, France, 221p.

HIEN G.F., HIEN V. et SLINGERLAND M.,1999 : Le paillage traditionnel en milieu soudano-sahélien : Effet sur les conditions biophysiques du sol et la production du sorgho. In, Science et techniques. Revue de la recherche au Burkina Faso. Sciences naturelles ; CNRST. *XXIII (2) juillet-décembre 1998, janvier-juin 1999* : 81-93pp.

HIEN V., SEDOGO P.M., LOMPO F.,1994: Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Bilan et perspective pour la promotion des systèmes agricole durables dans la zone soudano-sahélienne CNRST/INERA Burkina Faso. In, promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique Soudano-Sahélienne. Acte de colloque organisé à Dakar, Sénégal en janvier 1994, par FAO- CIRAD CTA, 47-60pp.

HOOGMDED B.W., 1999:. Tillage for soil and water conservation in the semi-arid tropics. Tropical resources management papers, 24. wagenigen agriculture university, wagenigen. 184p.

ICRA, 1992 : Performance des systèmes de production villageois sur la forêt classée de Dindéresso.

IN.E.R.A, 1995 : Projet de recherche « durabilité des systèmes de production et sécurité alimentaire dans le plateau central et l'Ouest du Burkina Faso. 69p.

IN.E.R.A, 1996 : la Zone cotonnière du Burkina Faso. Caractéristique agricole et système de production, 6-21 pp

IN.E.R.A 1988 a : Orientations de la recherche d'accompagnement du projet Motorisation intermédiaire de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Recherche d'Accompagnement du Projet Motorisation Intermédiaire. SOFITEX/Programme coton ; 14p.

IN.E.R.A. 1988 b : Evolution des exploitations agricoles sous l'effet de la motorisation intermédiaire dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso Recherche d'Accompagnement du Projet Motorisation Intermédiaire. SOFITEX/ Programme coton, 19p.

IRCT, 1958 : Conservation de la structure du sol. *Coton et fibres tropicales, XIII* : 23-24pp

IRSAT, 2000 : Les acquis de la mécanisation agricole au Burkina Faso. Rapport de bibliographie analytique, 30p+ Annexes

JENANE C.,1997 : Tracteur agricole (fonction, types, constitution et utilisation). Département de machinisme agricole Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II., 22P.

KABORE S., 1999 : Etude agro-économique en grande culture attelée dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Perspective d'intensification. Mémoire de fin d'études. Agronomie IDR/UPB, 99p + annexes.

KAMBIRE F., 2000 : Effet des techniques d'utilisation de la dent IR12 sur la production du coton et du maïs dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. IDR/UPB, 73p + annexes.

KI-ZERBO B., 1999: Rentabilité et durabilité des exploitations en grande culture attelée ou motorisée dans la zone cotonnière du Burkina. Résultats d'une enquête menée sur la campagne 1997 et 1998, 57p + annexes.

KOULIBALY B., 1992 : Effet de la fertilisation sur l'enracinement et la nutrition minérale du cotonnier. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. IDR. Université de Ouagadougou. 113 P

LENDRES P., 1992 : Pratiques paysannes et utilisations des intrants, en culture cotonnière au Burkina Faso. INERA. Mémoire d'ingénieur CNEARC, 80P + annexes.

LOMPO F., SEDOGO P.M., HIEN V., 1993.:Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso.. *In*, sustaining soil productivity in intensive african agriculture. Seminar proceedings. Accra, Ghana, 15-19Nov, 1993,. 79-87 pp

LOMPO T.T., 1997: Diagnostic des états structuraux des sols en fonction des systèmes de culture en zone cotonnière Ouest du Burkina (région de Bondoukui). Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. IDR/UPB, 98p + annexes.

MAGASSA H., COULIBALY C., 1994 : La dynamique foncière face aux exigences de développement durable : le cas de la zone sud-Mali. Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne. F.A.O, CTA, CIRAD, 1994, 304p

MANSOURI T., CHAABOUNI Z., 1997 : Effet des itinéraires techniques sur l'évolution du profil cultural : Effets immédiats. *In*, le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux. Actes de colloque, organisé, à Montpellier, France du 11-12 septembre 1996, par Cirad-Sar ; 113-118pp.

MATHIEU C. et PIELTAINF., 1997 : analyse physique des sols. Méthodes choisies. Lavoisier TEC& DOC, 275p

MICHEL B., CATTIN et DE GRANDI J.C., 1994 : Introduction. *In*, Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne- Dakar, Sénégal. 10-14 janvier 1994. séminaire régional organisé par la FAO et le CIRAD. Editeurs scientifiques : FAO, CTA, CIRAD, 1-3pp.

MOUREAUX C.I., FAUCK R et THOMANN C.H., 1969 : Bilan de l'évolution des sols de Sefa (Casamance, Sénégal) après 15 années de culture continue. *Agron. Trop.*, 3 : 263-301pp.

MOURIFIE K., 1993 : Contributions à l'analyse de la motorisation dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire du diplôme d'ingénieur d'agronomie tropicale (DIAT) – « agroéconomie » et du master spécialisé du développement rural et projet (MS-DRP). Montpellier ; 87p + annexes.

MUGUSHAWIMANA J., 2000 : Impact de la pluviométrie des dix dernières années sur la mise en place des cultures mécanisées en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso : Cas du coton-maïs. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie ; IDR/UPB, 85p + annexes.

NICOU R., 1977 : Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal. Motivations. Contraintes. Bambey, ISRA-CNRA, 51P.

NICOU R., OUATTARA B., SOME L., 1990 : Effet des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur culture céréalière (sorgho, mil, maïs) au Burkina Faso. *Agron. Trop.* XXIX (11), 1101-1126pp.

- NICOU et CHAREAU, 1985** : Travail du sol et économie de l'eau en Afrique de l'Ouest. *In*, technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest. Université de PERDUE. 9-37PP.
- NYANGEZI I., 1989**: Etude de maintien de la fertilité de système de culture conduit en motorisation intermédiaire dans l'Ouest du Burkina Faso, 44P+annexes.
- OUATTARA B., 1994** : Contribution à l'étude de l'évolution des propriétés physiques d'un sol ferrugineux tropical sous culture: Pratiques culturales et états structuraux des sols. Thèse de docteur-ingénieur, option sciences agronomiques. Université nationale de Côte d'Ivoire, 183p.
- OUATTARA B., 1984** : Actions des techniques de travail du sol sur le bilan hydrique et les rendements d'une culture de sorgho en fonction du type de sol. Mémoire de fin d'études, Option Agronomie ; ISP/UO, 109p.
- OUATTARA B., OUATTARA K., SEDOGO P.M., ASSA A., LOMPO F. et PORTIER M., 1998** : Modification de la porosité du sol après trente trois années de labour d'enfouissement de fumier au Burkina Faso. *Cahier d'agriculture*, 7, 9-14pp.
- OUEDRAOGO D., 1999** : La gestion des ressources naturelles. Atelier sur la « problématique du financement et du développement du secteur agropastoral » ; Organisation de forum inter-service (OFIS). Ouagadougou, juin 1999, 8p.
- OUEDRAOGO D., 2000** : Efficacité de la mécanisation sur les performances techniques et socio-économique des exploitations agricole de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso . Mémoire de fin d'études ; Option Agronomie. IDR/UPB, 59p + annexes.
- PALE S. ; OUEDRAOGO S., TOE E., 1998** : Concertation régionale sur la mécanisation agricole et les intrants en zone cotonnière. Dédougou, 14-17/12/1998. Projet d'appui à la motorisation agricole, 59p.
- PAPY F., 1986** : Effet de l'état structural d'une couche labourée sur sa rétention en eau. *Agronomie*, 6 (6), 685-691pp
- PIERI C., 1976**: L'acidification des terres exondées au Sénégal. *Agro. Trop. XXXI (4)*, 339-368pp.
- PIERI C., 1985** : Fertilisation des cultures vivrières et fertilité des sols en agriculture paysanne sud-saharienne : l'expérience de l'IRAT. *In*, technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest. Université de Purdue. 1985, 85-126pp.
- PIERI C., 1989**: Fertilités des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du sahara. Ministère de Coopération et du développement – CIRAD, 444P.
- PRIMO J., 1999** : Les besoins d'appui aux entreprises de la fabrication des équipements à traction animale au Burkina Faso. Une contribution à l'étude sur la fabrication artisanale locale des équipements agricoles. Phase 2- Projet d'appui à la mécanisation agricole. 131P.
- PIRAUX M., BOCK L., BULDGEN A., LEFORT., 1997** : Influence des conditions climatiques, topographiques et intensification sur la fertilité physique et chimique des sols ferrugineux en région sahélo-soudanienne. *Sécheresse* 1997 ; 8(4) : 247-256pp.

ROOSE E., 1977 : Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. ORSTOM. Paris, 108p.

ROOSE E., 1981: Dynamique actuel des sols ferralitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologique et biologique de matière sous végétation naturelle ou cultivée. ORSTOM Paris, 569p.

RSP/zone Ouest, 1994 : Les systèmes de production agricole dans la zone Ouest du Burkina : potentialité, contraintes, bilan et perspectives de recherche, 48p.

RSP/zone Ouest, 1996 : Démarche générale de la recherche sur les systèmes de production agricole dans la zone Ouest du Burkina Faso : Quelles leçons tirer ? INERA, 48p.

SEBILLOTTE M., 1991 : La fertilité et système de production, 369p.

SEDOGO P.M., LOMPO F. et OUATTARA B., 1994 : le carbone et l'azote dans les différents fractions granulométriques d'un sol ferrugineux tropical : Effet de quatre types d'amendement organique. Science et technique. Sciences naturelles. Vol. XXI, n°1. 114-124pp.

SEDOGO P.M., 1993: Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat es-sciences, Université nationale de Côte d'Ivoire, 333p

SEDOGO P.M., 1981: Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sols ferrugineux et sous climat tropical semi-aride(matière organique du sol nutrition azoté des cultures). Thèse de docteur ingénieur ; science agronomique, institut nationale de Lorraine, Nancy, 198p.

SEONE H., 1999 : Contributions à l'analyse microéconomique des exploitations motorisées de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études. Agronomie - IDR/UPB, 84p + annexes.

SO.FI.TEX, 1997 : Rapport sur la campagne agricole cotonnière 1996/97.34p + annexes.

SOLTNER D., 1986 : Les bases de la production végétale. Tome 1. le sol. 14^e édition collection sciences et techniques agricoles, 464p.

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). Mémoire de fin d'études ; option : eaux et forêt ; IDR/UPB, 95p + annexes.

SON G., et COULIBALY K., 1991 : L'expérience du Burkina Faso en mécanisation. Communication, 6p.

SCHWARTZ A., 1991 : L'exploitation agricole de l'ère burkinabé : caractéristique sociologique, démographique économique». Ouagadougou. ORSTOM, 88p.

TRAORE M., 2001: Diagnostic des facteurs d'adoption du travail du sol en sec dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. IDR/UPB, 85p + annexes.

ZANGRE B.V.C., 2000 : Effet combiné 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. Agronomie IDR/UPB, 73 p + annexes.

AnneXes

ANNEXE 1 : Questionnaire de l'enquête : fiches d'enquête sur les modes de gestion de la fertilité dans les systèmes de culture motorisés en zone cotonnière ouest du Burkina Faso.

I. Identification du chef d'exploitation

Objectif : Identifier le chef d'exploitation et déterminer la main d'œuvre disponible

Village.....Village d'origine.....
 Nom.....Prénoms.....Ethnie.....Age.....
 Niveau d'instruction.....fonction.....
 Superficie de l'exploitation(ha).....Nombre de personnes en charge.....
 Nombre d'actifs masculin.....Nombre d'actifs féminins.....
 Nombre de personne à l'étranger.....
 Main d'œuvre salarialefrais de personnel.....
 Sollicitation de prestation.....frais

II. Tenure foncière

Objectif : Comprendre la gestion du foncier car cela peut expliquer le mode de gestion de la fertilité

1 Comment avez-vous acquis votre champ ? Dor pr héritag De qui ?
 Pour combien de temps ?.....
 2 La superficie exploitée est-elle suffisante ?.....Si non, de combien comptez-vous l'agrandir ?.....Motivations.....

 3 Avez-vous de la jachère ? ou non depuis quand ?..... où ?.....superficie :
 Après combien d'année d'exploitations l'avez-vous mis en jachère ?.....
 4 Les défriches sont-elles sélectives ? i non . Si oui quelles sont les espèces conservées ?.....

 Pourquoi ?.....
 Combien d'arbres laisse-t-on par ha ?.....

III. Equipements attelés au tracteur

	Nbre	Prix/U	Etat à l'acquisit°	Lieu d'acquisit°	Année d'acquisit°	Mode d'acquisition	Raison du choix (CUD)
Charrue à soc							
Charrue à disque							
Pulvériseur							
Butteur							
Sarcleur							
Semoir							
Herse							
Remorque							
Epandeur							
Autres							

N.B : Justification du choix des équipements acquis : Coût (C) ; Utilité (U) ; disponibilité (D).

Etat du matériel à l'acquisition : neuf (N).....occasion (O).....

Mode d'acquisition : au comptant (C).....crédit (D).....

IV. Equipements attelés aux animaux

	Nombre	Prix unitaire	Lieu d'acquisition	Justification du choix (CUD ou autres)
Charrue bovine				
Charrue asine				
Sarcler				
Houe manga				
Cultivateur				
Buteur				
Semoir				
Rayonneur				
Herse				
Charrette bovine				
Dents IR 12				
Charrette asine				
autres				

V. Cheptel : Objectif : Evaluer le degré d'intégration entre l'agriculture et l'élevage

	Nombre	Mode de conduite (saison sèche)	Fumier produit	
			quantité	destination
Bœufs de trait				
Bovins				
Ânes				
Chevaux				
Autres	✱			

Quantité totale de fumier

utilisée.....Provenance.....Destination.....

VI. Rotation des spéculations

Année	spéculations			
Année de défriche (.....)				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001	Coton	Maïs	Sorgho	Jachère

NB : cerner la rotation entre les spéculations du coton, du maïs, du sorgho et à la jachère

VII. Opérations culturales par spéculation

NB : Destination de la paille : Pâturage au champ (Pâ) /. Exportée pour : Animaux (Ea), Cuisine (Ec), Construction (Em)/. pour parc d'hivernage (Eph).

Coton : Types de sol Toposéquences.....
 Superficie..... Production..... Destination des résidus..... Associations.....

	période	outil	source d'énergie	Raison du choix de l'opération	Raison du choix de l'outil	Superficie	Location
Sous-solage							
scarifiage							
labour léger (< 15cm)							
labour moyen (15-25cm)							
labour profond (40cm)							
labour enfouissant la matière organique							
labour enfouissant les résidus de récolte							
labour + hersage							
Billonnage							
Semis							
Sarclage 1							
Sarclage 2							
Buttage							
Récolte							
autres							

Appréciation de l'état d'humidité du sol au labour : excès d'humidité ... intermédiaire... sol sec

Pourquoi ?

Dans quelle direction de la pente faites- vous : le scarifiage..... le labour..... le semis..... le hersage.....

Maïs : Types de sol Toposéquences.....
 Superficie..... Production..... Destination des résidus..... Associations.....

	période	outil	source d'énergie	Raison du choix de l'opération	Raison du choix de l'outil	Superficie	Location
Sous-solage							
scarifiage							
labour léger (< 15cm)							
labour moyen (15-25cm)							
labour profond (40cm)							
labour enfouissant la matière organique							
labour enfouissant les résidus de récolte							
labour + hersage							
Billonnage							
Semis							
Sarclage 1							
Sarclage 2							
Buttage							
Récolte							
autres							

Appréciation de l'état d'humidité du sol au labour : excès d'humidité ... intermédiaire... sol sec

Pourquoi ?.....

Dans quelle direction de la pente faites- vous : le scarifiage..... le labour..... le semis..... le hersage.....

IX. Description des sols par les paysans

Objectif : Contribuer à la connaissance des sols : durée et mode d'utilisation.

Quels types de sols avez-vous dans votre exploitation ?.....

Type de sol en langue locale				
Equivalent français				
Toposéquence				
caractérisation	Couleur			
	autres			
	Sol lourd(argileux)			
	Limono-argileux			
	Léger(sableux)			
	Gravillonnaire			
	Blocs latéritiques			
Temps de séchage après la pluie				
Période d'engorgement du sol				

X. Aptitudes des sols : connaître l'affectation des cultures aux sols.

	Cultures pour lesquelles ce sol est apte	Cultures pour lesquelles ce sol est inapte	Justification
Sol 1			
Sol 2			
Sol 3			
Sol 4			

XI. Restauration et conservation des sols.

	Année d'adoption	Superficie/ Qté du produit	Spéculations bénéficiaires	Type de sol	Justifications
Labour d'enfouissement post-récolte					
Diguettes					
Bandes enherbées					
Cordons pierreux					
Haies-vives.....					
Brise-vent.....					
Fosses compostières					
Etable fumier					
Parc d'hivernage					
autres					

XII. Dégradation des sols en fonction des types de culture

Spéculations qui maintiennent mieux la fertilité des sols	Spéculations qui dégradent plus la fertilité des sols	Justifications

XIII. Perception paysanne sur la fertilité

Objectif : Comprendre la perception paysanne de la fertilité.

Par quoi reconnaît-on un sol cultivé fertile ?.....

.....

.....

Par quoi reconnaît-on un sol non cultivé fertile ?.....

.....

Comment reconnaissez-vous un sol dégradé ?.....

.....

.....

Quelles sont les causes de la dégradation des sols ?.....

.....

XIV. Fertilisation

Objectifs : Cerner le mode de gestion de la fertilité.

	Quantité	Dose et Mode d'épandage	Spéculations bénéficiaires	Période	Début (année)	Fréquence (année) sur la même parcelle	Cp. Ce. U.D.T.
Fumier							
Compost							
ordures ménagères							
NPK							
Urée							
Paillage							
Parc d'hivernage							
Parcage des animaux dans les champs							
autres							

NB : Justification du choix des fertilisants.

Type de sol ? (**T**)/.Disponibilité (**D**)/.Contrainte de production (**Cp**)/.Contrainte d'épandage (**Ce**)/.Utilité (**U**)..

Mode d'épandage : en tas + labour d'enfouissement (**Tas**)/. Epandage en raie (**Raie**)

Comment justifiez-vous la dose utilisée pour les différents fertilisants :

Type de sol ?..... Disponibilité

Coût Utilité

Risque pluviométrique Spéculations.....

Recommandations de la recherche.....///.

ANNEXE 2 : Echantillon de l'enquête formelle.

Exploitations Motorisées	
<i>Nom et Prénoms</i>	<i>Village</i>
1-Sanou Kalifa Nou (a)	Kouka
2-Sanou Boroma (a)	Kouka
3-Sanou Sien Kale (a)	Kouka
4-Sanou Kèlètigui (a)	Kouka
5-Sanou Djou Boroma (a)	Kouka
6-Sanou Kalifa n°3 (a)	Kouka
7-Sanou mamadou dit Sou (a)	Kouka
8-Sanou Missa (a)	Kouka
9-Sanou Sésségué (a)	Kouka
10-Traoré Sagni (a)	Siwi
11-Sanou Saprè (a)	Siwi
12-Sawadogo Oumarou (b)	Ouna
13-Sanou Sibiri (a)	Ouna
14-Sanou Georges (a)	Ouna
15-Bagayogo Boureima (a)	Toukoro
16-Sacandé Ladji Adama (b)	Toukoro
17-Gnanou Blamami (b)	Mawana-Kotou
18-Dao Seydou (a)	Gnansoumadougou
19-Dionou Zoumana (a)	Gnansoumadougou
20-Sanou Konoma Noufou (a)	Mollé
21-Sanou Sien Amadou* (a)	Kouka

Exploitations à traction animale	
<i>Nom et Prénoms</i>	<i>Village</i>
1 Sanou Djedjouma (a)	Kouka
2 Sanou Moussa (a)	Kouka
3 Ouédraogo Salam (b)	Ouna
4 Sawadogo Amidou (b)	Ouna
5 Tiama Ousmane (b)	Ouna
6 Gnata Smaila (b)	Liaba
7 Dao Oury (a)	Liaba
8 Sanan Karim (b)	Liaba
9 Dao Kalfa (a)	Liaba
10 Sanou Sibiri (a)	Siwi
11 Sanou Fla (a)	Siwi
Exploitations manuelles	
Nom et Prénoms	<i>village</i>
1 Sanou Wiéyara (a)	Kouka
2 Sanou Sibiri (a)	Kouka
3 Gamsoré Bouréima (b)	Ouna
4 Sanou Moussa (a)	Mollé
5 Sanou Oury (a)	Bourawallé
6 Sawadogo Ousmane (b)	Bourawallé
7 Sanou Sogo (a)	Bourawallé
8 Sanou Don (a)	Bourawallé
9 Maïga Sita (b)	Bourawallé
10 Ouédraogo Saydou (b)	Siguinoghin

Tracteur non fonctionnel.

NB : la lettre "a" entre parenthèse désigne les autochtones et la lettre "b", les allochtones.