

ETUDE SAHEL BURKINA FASO

EVALUATION DES IMPACTS BIOPHYSIQUES ET SOCIOECONOMIQUES DES INVESTISSEMENTS DANS LES ACTIONS DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES AU NORD DU PLATEAU CENTRAL DU BURKINA FASO

Rapport de synthèse Version Provisoire

Mai 2008

Adama BELEMVIRE
Alkassoum MAIGA
Hamado SAWADOGO
Moumini SAVADOGO
Souleymane OUEDRAOGO, Coordonnateur de l'étude

SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES.....	7
INTRODUCTION.....	8
I. PROBLEMATIQUE	9
II. OBJECTIFS, HYPOTHESES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE	17
2.1 - Objectifs de l'étude	17
2.2 - Hypothèses de l'étude	17
2.3 - Méthodologie	18
2.3.1 - Revue documentaire.....	18
2.3.2 - Choix des sites	18
2.3.3 – Collecte des données	20
2.3.4 - Analyse des données	23
2.3.5 - Limites de l'étude	24
III RESULTATS	26
3.1 - PERCEPTION DES POPULATIONS SUR LES CHANGEMENTS INDUITS PAR LES AMENAGEMENTS	26
3.1.1 - Changements au niveau des ressources naturelles.....	26
3.1.2 – Changements au niveau des systèmes de production.....	29
3.1.3 - Impact des aménagements sur les rendements des cultures.....	30
3.1.4 Evolution d'autres activités économiques.....	31
3.2 IMPACT AGRONOMIQUE DES AMENAGEMENTS.....	32
3.2.1 - Effets des techniques CES sur les rendements agricoles	32
3.2.3 - Evaluation de la fertilité.....	43
3.2.3 - Impact des aménagements sur le niveau sécurité alimentaire	43
Conclusion.....	45
3.3 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR L'ENVIRONNEMENT	47
3.3.1 - Diversité des espèces ligneuses	47
3.3.2 - Densité des espèces ligneuses	48
3.3.3 - Répartition des classes de diamètre	48
3.3.4 - Régénération naturelle assistée	49
3.3.5 - Surfaces terrières et volumes	50
3.3.6 - Estimation des produits forestiers issus des champs.....	52
Conclusion.....	54
3.4 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR L'ELEVAGE.....	55
3.4.1 - Impacts sur les effectifs du cheptel.....	55
3.4.2 - Impacts sur les modes d'élevage.....	56
3.4.3 - Impacts sur la disponibilité des ressources fourragères	58
3.4.4 - Elevage et équité genre	60

3.4.5 - Impacts sur les revenus des éleveurs	60
Conclusion.....	61
3.5 - IMPACT ECONOMIQUE DES INVESTISSEMENTS DE GRN.....	62
3.5.1 – Méthode d’analyse	63
3.5.2 - Résultats	65
Conclusion.....	78
3.6 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR LES MOUVEMENTS DE POPULATIONS ET LE CAPITAL SOCIAL	79
3.6.1 - Evolution des mouvements de populations.....	79
3.6.2 - Evolution du capital social.....	83
3.6.3 - Impact des aménagements sur le niveau de prospérité des ménages.....	86
Conclusion.....	88
CONCLUSION GENERALE	89
RECOMMANDATIONS.....	90
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	91

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AGF	Agroforesterie
AFVP	Association Française des Volontaires du Progrès
BIB	Banque Internationale du Burkina
BICIA-B	Banque Internationale pour le Commerce, l'Industrie et l'Artisanat du Burkina Faso
BUNASOLS	Bureau National des Sols
CES	Conservation des eaux et des sols
C.E.S/AGF	Conservation des Eaux et des sols et Agroforesterie
CESII/CDCS	Phase du Programme CES 2
CILSS	Comité permanent Inter-états de Lutte contre la sécheresse au Sahel
CRPA	Centre Régional de Promotion Agro-pastorale
CSLP	Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté
CVD	Conseil Villageois de Développement
DRA	Direction Régionale de l'Agriculture
DRET	Direction Régionale de l'Environnement et du Tourisme
DRS	Défense et Restauration des sols
ENEC	Enquête Nationale sur les effectifs du cheptel
FEER	Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural
GERES	Groupement Européen de Restauration des Eaux et des Sols
GPS	Global Positioning System
GRN/SP	Gestion des Ressources Naturelles/système de production
IEPC	Initiative Elevage et pauvreté
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
LCD/GRN	Lutte Contre la Désertification / Gestion des Ressources Naturelles
MARP	Méthode Active de Recherche et de planification Participative
NEPAD	New Partnership for Africa's Development
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ORSTOM	Office français de recherche scientifique pour les territoires d'outre mer
PAE	Projet Agro-écologie (Financement allemand)
PAF	Projet Agro-forestier
PATECORE	Projet d'aménagement des terroirs et de conservation des ressources dans le Plateau Central
PDS	Pierre Dressée à la Sous soleuse
PPIK	Plan de Parrainage International de Kongoussi
PSB	Programme Sahel Burkinabé
RSP	Recherche sur les Systèmes de Production
SIM	Système d'information sur les marchés
SP/CONEDD	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'environnement et de le développement durable
SPAI	Sous produits Agro-industriels
SOFIVAR	Société pour le Financement et la Vulgarisation de l'arachide
UBT	Unité Bétail Tropical
UP	Unité de production Agricole

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : VILLAGES RETENUS POUR L'ETUDE SUIVANT LEUR NIVEAU D'AMENAGEMENT	19
TABLEAU 2: PRINCIPAUX DENOMINATEURS COMMUNS DE PROSPERITE UTILISES POUR LA CATEGORISATION	21
TABLEAU 3 : DISTRIBUTION DES TRANSECTS ET DES PLACETTES SUR L'ECHANTILLON.....	22
TABLEAU 4 : DISTRIBUTION DES PLACETTES D'INVENTAIRE ET DE COLLECTE DE LA BIOMASSE HERBACEE EN FONCTION DE LA TOPO SEQUENCE	22
TABLEAU 5 : PERCEPTION DE L'EVOLUTION DES RENDEMENTS (EN %) DES MENAGES AU COURS DES DIX DERNIERES ANNEES	31
TABLEAU 6 : RENDEMENT EN MATIERE SECHE, PANICULES, GRAINS ET PAILLE (EN KG/HA) SELON LA TECHNIQUE CES.....	33
TABLEAU 7 : POURCENTAGE DE CHAMPS AVEC APPLICATION OU NON DE FUMURE.....	35
TABLEAU 8: QUANTITE MOYENNE DE FERTILISANTS ORGANIQUES (T/HA) SELON LA GRAPPE ...	36
TABLEAU 9 : RENDEMENT EN MATIERE SECHE, PANICULES, GRAINS ET PAILLE SELON L'APPLICATION DE LA FUMURE	37
TABLEAU 10 : CORRELATIONS ENTRE LES RENDEMENTS GRAINS, L'APPLICATION DE LA FUMURE ET L'APPLICATION DE TECHNIQUE CES	38
TABLEAU 11: RENDEMENTS EN GRAINS SELON L'ORIGINE DE LA FUMURE	39
TABLEAU 12: POURCENTAGE DES UP EQUIPEES ET NON EQUIPEES SELON LA GRAPPE.....	40
TABLEAU 13 : RENDEMENTS AGRICOLES ET SUPERFICIES CULTIVEES SELON L'EQUIPEMENT	41
TABLEAU 14 : COUVERTURE DES BESOINS DE CONSOMMATION (EN % DE UP).....	44
TABLEAU 15 : LISTE DES ESPECES, GENRES ET FAMILLES RECENSEES.....	47
TABLEAU 16 : MOYENNE PAR PLACETTE DES ESPECES DANS LES GRAPPES.....	47
TABLEAU 17 : VOLUMES MOYENS DE BOIS PAR GRAPPE EN SITUATION AVEC ET SANS	50
TABLEAU 18 : VOLUMES MOYENS DE BOIS DANS LES BAS-FONDS EN SITUATION AVEC ET SANS	50
TABLEAU 19 : VOLUMES MOYENS DE BOIS SUR GLACIS EN SITUATION AVEC ET SANS	51
TABLEAU 20 : VOLUMES MOYENS DE BOIS SUR LES PLATEAUX EN SITUATION AVEC ET SANS ...	51
TABLEAU 21 : USAGES COURANTS DE QUELQUES ESPECES RECENSEES DANS LES CHAMPS	52
TABLEAU 22: USAGES DETAILLES DE QUELQUES ESPECES RECENSEES DANS LES CHAMPS	53
TABLEAU 23 : QUANTITE ET VENTE DE QUELQUES PRODUITS LIGNEUX	54
TABLEAU 24 : IMPORTANCE RELATIVE (%) DES ELEVEURS	55
TABLEAU 25 : EFFECTIFS MOYENS DU CHEPTEL/UP	55
TABLEAU 26 : PROPORTION D'ELEVEURS PAR ESPECE, PAR SOURCE D'ALIMENTATION ET PAR REGION	57
TABLEAU 27 : IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR LA QUALITE DU TAPIS HERBACE.....	58
TABLEAU 28 : IMPACT (%) SUR LA BIOMASSE HERBACEE (KG MS/M ²).....	59
TABLEAU 29: QUANTITES DE FOURRAGES STOCKES (T)	60
TABLEAU 30 : IMPORTANCE RELATIVE DES PROPRIETAIRES DE BETAIL AU SEIN DES UP	60
TABLEAU 31 : REVENUS BRUTS ANNUELS DES ACTIVITES D'EMBOUCHE PAR TETE (FRANCS CFA)	60
TABLEAU 32 : BENEFICES GENERES PAR LES TECHNIQUES DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES	62
TABLEAU 33 : COUTS D'AMENAGEMENT D'UN HA DE ZAÏ (EN FCFA)	65
TABLEAU 34 : RENDEMENT (KG/HA) DU SORGHU SOUS ZAÏ DANS LES GRAPPES DE VILLAGES...	66
TABLEAU 35 : RENDEMENTS (KG/HA) DU SORGHU SOUS DIFFERENTS TYPES DE CES	66
TABLEAU 36 : RENDEMENTS (KG/HA) DU SORGHU SOUS ZAÏ DANS LES PROVINCES DU	67
TABLEAU 37 : VALEURS ACTUALISEES NETTES ET TAUX DE RENTABILITE DES INVESTISSEMENTS	67

TABLEAU 38 : VALEUR ACTUALISEE NETTE DU ZAÏ SOUS CULTURE DU SORGHO DU TEST INERA (1994) ET DANS LES CHAMPS PAYSANS DANS LES PROVINCES DU YATENGA ET DU ZONDOMA	68
TABLEAU 39 : COUT D'AMENAGEMENT D'UN HA DE CORDONS PIERREUX	69
TABLEAU 40 : RENDEMENT (KG/HA) DES CORDONS PIERREUX DANS LES GRAPPES DE VILLAGE	70
TABLEAU 41 : RENDEMENT MOYEN DU SORGHO ET DU MIL (KG/HA) DANS LES ZONES DES PROJETS CES/AGF ET PATECORE	70
TABLEAU 42 : VOLUME DE BOIS (M ³) PRODUIT SUIVANT LA TOPO SEQUENCE SUR LES SUPERFICIES AMENAGEES ET NON AMENAGEES DANS LES VILLAGES CENTRAUX	71
TABLEAU 43: VALEURS ACTUALISEES NETTES ET TAUX DE RENTABILITE DES INVESTISSEMENTS	72
TABLEAU 44 : VALEURS ACTUALISEES NETTE ET TAUX DE RENTABILITE INTERNE DU SORGHO SOUS CORDONS PIERREUX DANS LES ZONES DES PROJETS CES/AGF ET PATECORE	72
TABLEAU 45 : COUT D'AMENAGEMENT D'UN HA DE DEMI-LUNE (400 DEMI-LUNE/HA POUR CES/AGF ET 313 POUR LE PNGT)	73
TABLEAU 46 : RENDEMENTS DU SORGHO SOUS DEMI-LUNE A POUGYANGO EN 1998 ET 1999 ...	73
TABLEAU 47 : VALEUR ACTUALISEE NETTE ET TAUX DE RENTABILITE DE LA CULTURE DU SORGHO SOUS DEMI-LUNE	73
TABLEAU 48 : LES COUTS (EN FCFA) DE LA VULGARISATION DANS LES ZONES COUVERTES PAR LES PROJETS CES/AGF ET PATECORE	74
TABLEAU 49 : EVOLUTION DES RENDEMENTS ET DES GAINS DE RENDEMENT (EN TONNES /HA)	75
TABLEAU 50 : EVOLUTION DES GAINS DE RENDEMENT PAILLE (EN TONNES /HA)	75
TABLEAU 51 : EVOLUTION DES TAUX D'ADOPTION (EN % DES SUPERFICIES CULTIVEES DANS LA ZONE DES DEUX PROJETS)	76
TABLEAU 52 : GAINS SOCIAUX BRUT ET NET DUS AUX CORDONS PIERREUX (EN FCFA).....	77
TABLEAU 53 : SYNOPTIQUE DES MOUVEMENTS DE POPULATIONS	79
TABLEAU 54 : SYNOPTIQUE DES MOUVEMENTS DE POPULATIONS	80
TABLEAU 55 : SYNOPTIQUE DES MOUVEMENTS DE POPULATIONS	81
TABLEAU 56 : APPRECIATION DE L'EVOLUTION DES MIGRATIONS PAR LES POPULATIONS	82
TABLEAU 57 : SITUATION DES DEPARTS DANS LA ZONE	82
TABLEAU 58 : SITUATION DES RETOURS DANS LA ZONE	82
TABLEAU 59 : EVOLUTION DES DEPARTS DANS LA ZONE ET GRN.....	82
TABLEAU 60 : CLASSIFICATION DES MENAGES DU ZONDOMA ET YATENGA SUIVANT LE NIVEAU DE RICHESSE	87
TABLEAU 61 : CLASSIFICATION DES MENAGES DU BAM SUIVANT LE NIVEAU DE RICHESSE (SUITE)	87

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: EVOLUTION DES RENDEMENTS AGRICOLES ET DE LA PLUVIOMETRIE DE 1984 A 2004 SELON LES STATISTIQUES AGRICOLES DANS LE YATENGA/ZONDOMA	42
FIGURE 2 : EVOLUTION DES RENDEMENTS AGRICOLES ET DE LA PLUVIOMETRIE DE 1984 A 2004 SELON LES STATISTIQUES AGRICOLES DANS LE BAM	43
FIGURE 3 : QUANTITES DES VIVRES ACHETES DEPUIS LA DERNIERE RECOLTE AVEC AMENAGEMENT.	45
FIGURE 4 : QUANTITES DE VIVRES ACHETES DEPUIS LA DERNIERE RECOLTE SANS AMENAGEMENT	45
FIGURE 5 : DISTRIBUTION DU NOMBRE DE REJETS/HA EN SITUATION AVEC ET SANS	49
FIGURE 6 : IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFERENTES ESPECES ANIMALES SELON LES MODES D'ELEVAGE.....	58

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays sahélien enclavé au cœur de l'Afrique de l'ouest avec une superficie de 274.000 km² et une population de 13 millions d'habitants. Les producteurs du Burkina Faso tirent l'essentiel de leur subsistance de l'exploitation des ressources naturelles. L'économie repose en grande partie sur l'agriculture et l'élevage. En effet, les secteurs de l'agriculture et de l'élevage occupent 90% de la population active et contribuent pour 39% au produit intérieur brut. La production agricole est tournée vers les cultures vivrières qui occupent 80% des superficies, soit à peu près 2,5 millions d'hectares. Cette production est presque entièrement destinée à l'autoconsommation et elle est caractérisée par une dominance céréalière (sorgho, mil, maïs, riz, fonio), quoique les oléagineux (arachide, sésame, karité) occupent une place importante mais variable selon les années.

Le secteur agricole du pays est cependant l'un des moins performants du continent. Les conditions pédoclimatiques défavorables (pauvreté naturelle des sols en sels minéraux et insuffisance de la pluviométrie) et les processus continus de dégradation des sols (dus notamment aux érosions éolienne et hydrique) réduisent considérablement les rendements agricoles. En effet, une étude récente (SP CONEDD, 2006) estime qu'environ 11% des terres du pays sont considérées comme très dégradées et 34%, comme moyennement dégradées. Cette dégradation des terres a de nombreuses conséquences aussi bien écologiques que socio économiques néfastes (disparition du couvert végétal, fragilisation des écosystèmes, baisse de la fertilité des sols, baisse des revenus, migration, aggravation de la pauvreté, etc.).

Pour renverser cette tendance, de nombreuses actions de lutte contre la dégradation des terres et la désertification ont été mises en œuvre par les populations avec le soutien de l'Etat et des ONG. D'importants investissements financiers et humains ont été consentis pour la mise au point et la diffusion des techniques de conservation des eaux et des sols.

C'est ainsi que depuis les années 1970, la lutte contre la dégradation des sols s'est intensifiée particulièrement dans le Plateau Central mais également dans la presque totalité du pays. Depuis lors, lutte anti-érosive, reboisement, reconstitution du pâturage et mises en défens sont affichés comme des programmes prioritaires.

Pour minimiser d'une part les risques climatiques (irrégularité de la pluviométrie) et d'autre part garantir un niveau de production acceptable, les ONG, associations et projets se sont impliqués activement dans les actions de lutte contre la dégradation des terres à travers les reboisements, l'agroforesterie, les cordons pierreux et la conservation de la biodiversité :

- le Projet Agroforestier (PAF) voit le jour en 1981 dans le Yatenga. A la différence du GERES et du FEER, le PAF incite les paysans à aménager leurs propres champs. Il teste les techniques de demi-lune, des diguettes en tige de mil, en terre ou en cailloux suivant les courbes de niveaux. Les paysans montrent très rapidement une préférence pour les cordons pierreux ;
- des paysans innovateurs à l'exemple de Yacouba Savadogo à Gourga (Ouahigouya) vont se lancer dans l'expérimentation d'un certain nombre de techniques traditionnelles de CES dont le Zaï forestier ;
- le Projet d'Aménagement des Terroirs et de Conservation des Ressources dans le Plateau central (PATECORE) et le Programme Spécial de Conservation des Eaux et des Sols et Agroforesterie (CES/AGF) voient le jour en 1988 ;
- le volet conservation des eaux et des sols devient une composante à part entière dans tous les projets de développement rural intégré.

De nos jours d'impressionnantes techniques de gestion des terres utilisant les cordons pierreux, le Zai, les demi-lunes et les tapis herbacés sont partout présentes en milieu rural. On peut estimer les superficies aménagées dans le Plateau central à plus de 300.000 ha (Ouédraogo 2005).

Ces actions ont donné des résultats très probants faisant du Burkina un laboratoire en la matière pour les pays de la sous région (Mali, Niger, Sénégal, etc.). Cependant, en l'absence d'une quantification des impacts (biophysiques, socio-économiques et environnementaux), ces résultats souffrent d'un manque de visibilité privant du même coup les partisans d'un accroissement des investissements dans la GRN et d'un argumentaire économique solide. Jusque là, ces derniers se sont fondés le plus souvent sur des cas de succès (success stories) grâce aux progrès dans l'utilisation de l'imagerie satellitaire et les photographies aériennes pour documenter les changements positifs en matière de couverture végétative. Par contre beaucoup de travail reste à faire pour documenter les bénéfices socio-économiques et environnementaux des différentes technologies qui ont été promues pendant plusieurs décennies. La quantification des impacts dérivés de la gestion améliorée des ressources naturelles (forêts, pâturages et eau) constitue encore un thème particulièrement faible. L'évidence des taux de rentabilité économiques des investissements dans les pratiques de gestion des ressources naturelles (GRN) reste sous estimée, souvent à cause de difficultés méthodologiques dans la détermination du degré auquel les pratiques de GRN, versus d'autres facteurs, ont conduit les changements observés au fil des années.

Cette étude vise donc à documenter les impacts des actions de GRN, à faire une analyse économique de ces impacts afin de montrer qu'investir dans la GRN est économiquement rentable, politiquement porteur et socialement indispensable. A terme, elle pourrait servir à construire un argumentaire solide afin de faire un plaidoyer pour plus d'investissement dans les actions de GRN.

La suite du texte sera structurée de la manière suivante : (i) dans un premier temps, nous situerons la problématique de l'étude qui sera suivie par (ii) la méthodologie mise en œuvre pour réaliser le travail ; (iii) la troisième partie sera consacrée aux résultats. Interviendront ensuite la conclusion et les recommandations.

I. PROBLEMATIQUE

La dégradation des terres au Burkina Faso

L'économie du Burkina Faso dépend très fortement des ressources naturelles notamment agro-sylvo-pastorales, halieutiques et fauniques. A partir des graves sécheresses des années 70' on a assisté à une dégradation accélérée de ces ressources naturelles. Des initiatives locales, nationales et internationales ont alors été entreprises en vue d'atténuer les effets néfastes de cette tendance. Au nombre de ces initiatives d'importants projet et programmes de lutte contre la désertification ont été mises en œuvre dès les années 80'. Il s'est agit de la réalisation à grande échelle de mesures de conservation des eaux et des sols (Rochette, 1989), de RNA et d'agroforesterie.

La situation de la dégradation des ressources naturelles est préoccupante dans le Plateau Central en général. Les analyses diagnostics (SP/CONEDD, 2006) ont permis d'estimer l'ampleur de la dégradation en 1992 et 2002. Les résultats ont montré que dans la partie du Plateau Central environ un tiers de la superficie est estimé très dégradé. Les indicateurs y relatifs sont un recouvrement ligneux < 5% en évolution régressive ou entre 5 en 20% en

évolution régressive et la présence de ravinement, les sols nus, les affleurements cuirassés et les placages sableux. Les provinces du Yatenga et une partie du Zondoma sont particulièrement touchées.

Les efforts d'investissements en GRN entrepris par les différents acteurs ont contribué à réduire significativement le rythme de dégradation, malgré un contexte climatique et socio-économique de plus en plus défavorable (SP/CONEDD, 2006). Ce rythme est estimé très faible dans le Zondoma (ampleur de dégradation de 1992 presque équivalente à celui de 2002), faible au Yatenga et moyen au Bam.

La réponse nationale

Le Burkina Faso a entrepris d'importants efforts aux plans politique, technique et social en vue d'inverser la tendance de dégradation accélérée des terres. C'est ainsi que de nombreuses techniques de récupération des terres ont été développées ou expérimentées notamment dans la partie Nord du Burkina Faso. Ces technologies de CES/DRS, d'agroforesterie et de RNA ont été largement documentées et diffusées (Reij, 1983 ; Marchal, 1986 ; Rochette, 1989; etc.). Les technologies les plus utilisées par les acteurs dans la zone de l'étude sont :

Le zaï : technique de récupération des terrains encroûtés qui consiste à creuser des trous de 20 à 40 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur afin de recueillir les eaux de ruissellement et de les laisser s'infiltrer. La matière organique y est ensuite apportée en quantité variable selon les paysans (une poignée, soit environ 600 g/trou) sous forme de fumier ou de compost, avant la période de semis.

Les avantages du zaï sont principalement : la capture des eaux de ruissellement et de pluie, la préservation des semences et de la matière organique, la concentration de la fertilité et des eaux disponibles au début de la saison des pluies et partant, une augmentation de la production agricole.



Les cordons pierreux : barrières mécaniques d'arrêt ou de freinage des eaux de ruissellement placées le long des courbes de niveau, pour réduire l'érosion et augmenter le stock d'humidité du sol. Les pierres sont disposées dans des tranchées de 10-15 cm de profondeur. La largeur d'un cordon est d'environ 15-20 cm ; sa longueur varie entre 10-30 m.



Les demi-lunes : cuvettes en demi cercle creusées et ceinturées avec les déblais disposés en arc de cercle ouvert à l'amont. Le creux recueille l'eau piégée par les bras de la demi-lune. L'amont du creux sert d'impluvium. Elles permettent aux plantes cultivées dans la demi-lune de recevoir beaucoup plus d'eau que ne lui apportent directement les pluies. La demi-lune peut avoir un rayon allant de 2 à 3 mètres et une profondeur de 30 à 40 cm.



Les diguettes en terre et digues filtrantes : ouvrages qui retiennent toute l'eau et favorisent son infiltration maximale. L'installation consiste à confectionner un bourrelet de terre dont la base mesure 80 cm à 1 m et dont la hauteur moyenne est de 30 à 50 cm (Ky-Dembelé et al, 1995) ; et à aménager des passages d'eau (2 m de large) avec des pierres ou des herbacées pour évacuer le trop plein et éviter les brèches et les inondations en amont.

La Régénération Naturelle Assistée (RNA) : la RNA consiste à épargner et entretenir certains arbustes (arbres utiles et à usage multiple), de façon à reconstituer le couvert ligneux sur les champs. La présence d'arbres sur les champs contribue à freiner le débit de l'écoulement de l'eau, donc à réduire l'érosion.



La plantation d'arbres : Il s'agit surtout de la plantation d'arbres fruitiers. Traditionnellement, ces plantations consacrent l'appropriation effective et individuelle de la terre.



Les bandes enherbées : Ce sont des bandes de végétation permanentes d'herbes et d'arbustes établies le long des courbes de niveau dans les champs. Etablies perpendiculairement au sens des écoulements diffus et suivant des critères adéquats liés aux sols, aux pentes, à l'occupation du sol et aux pluies, les bandes enherbées favorisent (i) le ralentissement du ruissellement diffus de surface qui les traverse, du fait de la rugosité de surface importante de la végétation de la bande enherbée ; (ii) la diminution éventuelle de ce flux de ruissellement diffus, par infiltration accrue due à la présence d'une végétation dense ; (iii) le dépôt de sédiments du fait des deux processus précédents.



L'épandage de la fumure organique : L'utilisation de la fumure organique constitue l'une des plus vieilles méthodes d'amélioration de la fertilité du sol. Elle s'effectue par le biais de plusieurs procédés. Les principaux types de fumures organiques utilisées sont :

- *Le tampouré :* Ordures ménagères laissées à ciel ouvert et leur décomposition a lieu surtout en ce qui concerne leurs parties inférieures.
- *La fosse fumièrè :* Trou rectangulaire ou circulaire peu profond (moins de 2m) recevant divers matériaux constitués de débris ménagers, d'herbes, de déjections animales. Tout le mélange est arrosé par les eaux de pluies pendant une année. Une autre variante de la fosse est le bassin de décomposition qui lui est construit sans creuser la terre, à partir de briques ou de pierres. *Le compostage en fosse avec finition en meule :* Fosse creusée ou bassin + étable + meule recevant les déjections et urines produites à partir de l'étable où des matériaux végétaux et des cendres sont mélangés ou non. Par la suite, les produits sont conservés en mode aérobie dans la meule faite en paille et tiges. Les avantages sont la production en quantité importante de fumure, l'amélioration de la qualité du produit en mode aérobie, une fumure bien décomposée, une intégration agriculture-élevage.
- *Le compostage aérobie :* Cette technique ressemble à celle de la fosse fumièrè à la différence notable de la construction de plusieurs bacs, d'une combinaison bien étudiée de plusieurs couches de matériaux et un entretien de la fosse, par retournement régulier des matériaux. Les avantages sont multiples et comprennent la rapidité de la décomposition des matériaux, la bonne qualité de la fumure et l'utilisation possible du bassin de décomposition à d'autres fins.
- *Le parc d'hivernage :* Cette technique consiste à disposer des résidus de récoltes ou des herbes dans les lieux de pacage des animaux. Ces lieux sont circonscrits et un mélange par les animaux en pacage a lieu entre la couche de débris déposés et leurs déjections. Les matériaux de base sont également broyés par les animaux à la suite de leurs piétinements. Dès la saison des pluies, les animaux sont déplacés et le parc est laissé arrosé par les eaux de pluies jusqu'au début de l'hivernage suivant. Les avantages sont que les apports de tiges sont faits progressivement, ce qui est léger pour le producteur, une bonne production de matière organique en quantité et en qualité, la simplicité de la technique.

La haie vive : Bandes d'arbustes utilisées pour délimiter des parcelles ou des jardins, généralement de petites superficies et joue le rôle de brise vent. Elle contribue aussi à la conservation et à la restauration des sols en ralentissant le ruissellement des eaux de pluie et en réduisant l'érosion.



Le paillage : Le paillage consiste à recouvrir le sol d'une couche de 2 cm d'herbes équivalant à 3 à 6 t/ha ou de branchages ou encore de résidus culturaux (tiges de mil ou de sorgho) de façon à stimuler l'activité des termites de manière à induire un ameublissement du sol et une augmentation de sa porosité qui permettent une meilleure infiltration de l'eau.



La mise en défens : Jachère protégée contre les formes de pressions liées aux activités humaines (pâturage, feu de brousse, coupe de bois) de manière à permettre une régénération du couvert végétal avec une amélioration de la production primaire et une modification de la structure de la végétation

Les impacts des investissements en GRN

Des mécanismes d'évaluation des impacts au niveau des projets et programmes ont permis de décrire certains effets documentés par SP/CONEDD (2006) :

- Sur le plan physique, différents auteurs (Somé et al., 1998 ; Ouédraogo et al., 2001 Cf. Evaluation de cellule Recherche participative du PATECORE (2003) notent une diminution de l'érosion, la reconstitution des sols, la régénération de ligneux et herbacées, la remontée de la nappe phréatique et des eaux souterraines, la rétention de l'humidité sur les sols aménagés et l'amélioration de la fertilité des sols.
- Au niveau socioéconomique, le ralentissement de la migration, le renforcement de la cohésion sociale (parce que les aménagements sont souvent des actions collectives), l'amélioration du statut nutritionnel des populations et l'amélioration des revenus constituent des éléments positifs résultant de la lutte contre la dégradation.

Les impacts de certaines technologies sur la production agricole et la sécurité alimentaire suscitent l'intérêt des producteurs et des décideurs politiques. Dans la zone du programme CES/AGF, les cordons pierreux induisent une augmentation des rendements de 23 % pour le sorgho blanc et 15% pour le sorgho rouge dans les champs de case ou de village. Cette augmentation est de 28% pour le sorgho blanc sur les champs de brousse (Projet CES/AGF). Dans la zone du projet PATECORE le rendement moyen du sorgho sur les terres aménagées est de 774 kg/ha contre 651 sur celles non aménagées ; ce qui représente une augmentation de l'ordre de 19%. Les rendements du mil sur les terres aménagées ont été inférieurs à ceux des témoins (470 kg/ha contre 531 kg/ha) (Ouédraogo, 2005). Les études menées par l'INERA dans le cadre du programme RSP Centre (1993-1994) ont montré que le Zaï entraîne un accroissement de rendement de 86 % dans le plateau Central. Ce qui fait de ce dernier une technologie prometteuse pour cette région du Burkina Faso. Associé au paillage, le zaï donne également de bon rendement 1050 kg/ha contre 668 kg/ha pour le témoins soit un accroissement de près de 57%. L'association avec la paille semble avoir eu un effet dépressif sur le rendement du zaï.

Malgré ces efforts consentis par les gouvernements et les partenaires techniques et financiers depuis les années 80, les impacts des investissements en GRN ne se sont pas toujours bien connus. Il existe certes des résultats de recherche sur des sites spécifiques ((Marchal, 1983 ; Dugué, 1984-1989, Rochette 1989, Kaboré (1995), Hien (1995), de Graaf (1999), Hien et al, (2004), Kambou (1996), Zombré (2003), Zougmore (2003), Ouédraogo (2005), Sawadogo (2006), Traoré (2006), etc.) mais qui ne permettent pas de renseigner de manière pertinente les indicateurs socio-économiques et environnementaux à l'échelle nationale.

Questions de recherche

Pour répondre aux différentes interrogations sur les impacts des efforts d'investissements, des initiatives ont été récemment développées dont l'étude portant sur la réhabilitation de la capacité productive des terroirs sur la partie nord du Plateau Central entre 1980-2001 (Reij et Thiombiano, 2003). Les résultats de ces études ont cependant besoin d'être approfondis et étendus dans la perspective de renseigner de manière pertinente les indicateurs clés du développement. Les principales questions de recherche sont :

- Quel est l'état des réalisations en GRN ?
- Quels sont les impacts des investissements en GRN sur l'amélioration des indicateurs socio-économiques et environnementaux au Burkina Faso, notamment ceux en rapport avec le Cadre Stratégique de lutte contre la Pauvreté (CSLP), du NEPAD et des OMD (pauvreté, sécurité alimentaire, utilisation et gestion durable des ressources naturelles, équité et genre) ?

II. OBJECTIFS, HYPOTHESES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.1 - Objectifs de l'étude

a) objectif général

Evaluer les impacts biophysiques et socio-économiques des investissements dans les actions de GRN dans le Plateau Central du Burkina Faso.

b) objectifs spécifiques

1. Identifier les situations (études de cas) au Burkina Faso où les innovations dans le domaine de la gestion des ressources naturelles (GRN) depuis 1980 semblent avoir amélioré l'environnement, les revenus, et la sécurité alimentaire des populations qui dépendent de ces ressources pour leurs besoins alimentaires.
2. Identifier et évaluer les indicateurs qualitatifs aussi bien que quantitatifs des changements dans l'environnement, les systèmes de production, les revenus, et la sécurité alimentaire qui peuvent être attribués à l'adoption des pratiques de la GRN dans les situations (études de cas) identifiées ci-dessus.
3. Evaluer la contribution potentielle des actions de la GRN à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement.
4. Identifier les actions et politiques nécessaires pour permettre l'adoption à une plus grande échelle des pratiques de la GRN pour lesquelles l'étude confirme des bénéfices économiques et environnementaux.

2.2 - Hypothèses de l'étude

1. Les investissements dans la GRN contribuent de façon significative à l'amélioration de la production agro-pastorale et rendent les populations moins vulnérables aux effets de sécheresse (et aux autres risques externes) ;
2. Les investissements dans la GRN contribuent de façon significative à un meilleur niveau de vie des populations;
3. Les investissements dans la GRN sont associés à une amélioration significative du niveau de biodiversité et d'agro biodiversité ;
4. Les investissements dans la GRN induisent des niveaux de rentabilité économiques élevés comparativement à certains investissements alternatifs;
5. Les investissements dans la GRN renforcent le capital social et la durabilité de l'action sociale.

2.3 - Méthodologie

2.3.1 - Revue documentaire

Nous avons revisité les expériences enregistrées au Burkina Faso depuis la fin des années 80 dans le domaine de la GRN. Pour ce faire nous nous sommes appuyés sur des travaux antérieurs (Marchal, 1983 ; Dugué, 1984-1989, Rochette (1989) qui avaient déjà décrit les expériences réussies en la matière dans les villages de Ranawa dans le Zondoma, Ziga et Sabouna dans le Yatenga, Noh et Rissiam dans le Bam. Celles-ci avaient concerné divers domaines de la GRN : conservation des eaux et des sols, récupération de terres dégradées, gestion de la fertilité des sols et régénération naturelle assistée.

D'autres travaux plus récemment se sont intéressés à ces mêmes domaines, on peut citer entre autres, Kaboré (1995), Hien (1995), de Graaf (1999), Hien et al, Kambou (1996), Zombré (2003), Zougmoré (2003), Ouédraogo (2005), Sawadogo (2006), Traoré (2006), Reij et Thiombiano (2003), CILSS (2007)¹ et divers documents d'ONG, projets et programmes de développement.

2.3.2 - Choix des sites

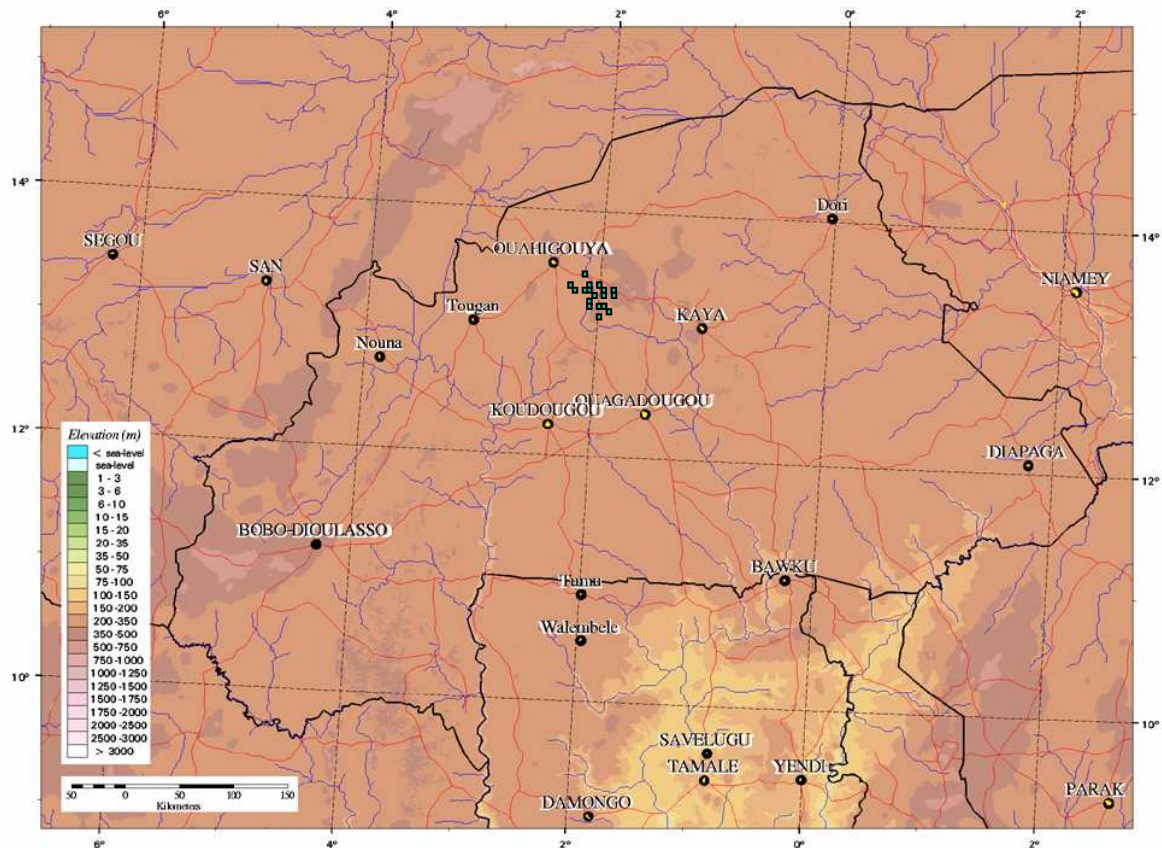
Dans la situation actuelle du plateau central, il n'existe pas de village qui n'a pas fait l'objet d'un aménagement même à petite échelle. Ce qui les différencie, ce sont plutôt l'ancienneté et le niveau des aménagements. Pour ce faire, nous avons considéré dans le choix définitif des villages, ceux dont le niveau d'aménagement est inférieur à 50% et ceux dont le niveau d'aménagement est supérieur à 50% de la superficie totale du village. Les premiers sont dits faiblement aménagés et les seconds fortement aménagés. Sur cette base, la réflexion méthodologique a finalement été orientée vers la définition de 4 grappes de villages autour des villages centraux ayant une longue expérience en matière de GRN. Tous les villages autour des villages centraux sur un rayon de 5 km ont été identifiés et classés suivant leur niveau d'aménagement. Ainsi, les villages suivants ont été retenus (tableau 1).

- Dans le Zondoma, une grappe de 6 villages qui sont Ranawa, Douré, Solgomnoré, Salaga, Tangaye et Kibilo avec Ranawa comme centre ;
 - Dans le Yatenga, une grappe de 6 villages qui sont Ziga, Kiré, Fili, Wagandé, Bilinga et Sonh avec Ziga comme centre ;
 - Dans le Bam, deux grappes de 4 villages chacune : Rissiam, Boallé, Sankondé et Gonsé avec Rissiam comme centre ; Noh, Tensobodogo, Loungo et Safi avec Noh comme centre.
- Ces grappes de villages sont considérées comme présentant des conditions biophysiques et socio-économiques assez proches.
- Cette approche permet à la fois de prendre en compte et de comparer les situations avec peu et beaucoup d'aménagements et les niveaux d'anciennetés.

La carte suivante présente la répartition de la zone d'étude.

¹ Etude Sahel, Niger.

Carte N°1 : Localisation des sites d'étude



Sites d'étude : ■

Tableau 1 : Villages retenus pour l'étude suivant leur niveau d'aménagement

Villages Centre	Superficies aménagées (%)	Villages fortement aménagés	Superficies aménagées (%)	Villages faiblement aménagés	Superficies aménagées (%)		
Ranawa	73	Solgomnoré	94	Douré	9		
		Tagaye	83	Salaga	43		
				Kiblo	17		
Ziga	81	-	-	Kiré	14		
				Fili	11		
				Wagandé	25		
				Bilinga	17		
Rissiam	90			Sonh	11		
				Boalin	72	Gonsé	7
				Sankondé	95		
Noh	42	-	-	Tensobdogo	23		
				Loungo	27		
				Safi	18		

2.3.3 – Collecte des données

- Enquêtes focus groups

Pour la collecte des données sur les changements observés, des enquêtes focus group ont été conduites dans les 20 villages suivant un canevas élaboré à cet effet. Le focus a été conduit à quatre niveaux (notables, hommes, femmes et jeunes). L'objectif de cette enquête est de recueillir les perceptions des populations sur les changements induits par les actions de GRN ces vingt dernières années.

Nous nous intéressons particulièrement à tous les changements qui sont intervenus dans les villages dont tout ou une partie serait due aux aménagements : changements sur les terres de culture, changements dans les ressources fourragères, changement au niveau des ressources en eau, changement au niveau de la végétation (changements dans le nombre et la diversité des arbres sur les champs de culture), changement au niveau de la faune, l'évolution des systèmes de production au village (changements dans les cultures pratiquées), changement dans les activités économiques et sources de revenu.

Une équipe de quatre enquêteurs a été mobilisée pour assister les chercheurs dans la conduite de ces enquêtes focus.

- Enquêtes approfondies auprès des unités de production

Les enquêtes focus ont été mises à profit pour établir les listes des UP de chaque village. Ainsi, des listes exhaustives de tous les ménages ont été établies pour les petits villages par contre, dans les gros villages, il a fallu sélectionner des quartiers en tenant compte des niveaux d'aménagement de concert avec les populations.

Sur la base des listes ainsi établies, 35 UP² ont été tirées de manière aléatoire afin de constituer l'échantillon de l'enquête. Au total, 700 ménages agricoles ont été enquêtés mais les fiches de 94 ménages ont été écartées lors des dépouillements pour mauvais remplissage. Un questionnaire commun à l'ensemble du groupe de recherche a été élaboré. Il s'agissait après le balayage général des enquêtes focus groups, de procéder à un second niveau, à une collecte d'informations plus quantifiées.

- Classification des unités de production selon le niveau de prospérité

L'objectif de cette enquête est de faire une classification des UP selon le critère de prospérité. Trois niveaux ont alors été définis : Riche, moyen et pauvre.

Pour se faire 3 personnes ressources ont été identifiées par village afin de procéder à ladite classification. Celles-ci ont été regroupées à Gourcy pour les grappes de Ranawa et Ziga et à Kongoussi pour les grappes de Rissiam et de Noh.

Dans chaque groupe (Gourcy et Kongoussi) les opérations de classification se sont déroulées en 3 étapes :

- une 1^{ère} étape en plénière où les participants ont défini les critères paysans selon le niveau de prospérité (riche, moyen, pauvre).

² Certains villages comptaient moins de 40 UP, dans ce cas l'enquête a concerné tout le village

- puis dans un second temps, des critères principaux et communs à l'ensemble selon le niveau de prospérité ont été retenus (tableau 2)
- une troisième étape au cours de laquelle les personnes ressources de chaque village se sont présentées individuellement devant les chercheurs et facilitateurs pour procéder à la classification des chefs d'UP de chaque village.

Tableau 2: Principaux dénominateurs communs de prospérité utilisés pour la catégorisation

ZONDOMA/YATENGA		
Riche	Moyen	Pauvre
1. A une bonne production agricole (excédentaire) 2. Possède beaucoup de bétail (gros et petits ruminants) 3. Possède un bon habitat (endure, en tôle) 4. Possède un bon moyen de déplacement (mobylette, vélo)	1. Arrive à se nourrir 6 à 7 mois après les récoltes 2. Possède quelques petits ruminants 3. Habitat en toiture de bois (« mako ») 4. Possède un bon vélo	1. Arrive à se nourrir au plus 2 mois après les récoltes 2. Ne possède pas d'animaux d'élevage 3. Habitat en toiture de paille 4. Ne dispose pas de moyen de déplacement
BAM		
Riche	Moyen	Pauvre
1. Beaucoup de bétail (gros et petits ruminants) 2. Récoltes excédentaires 3. Possède moto et vélo 4. Possède un habitat endure coiffé de tôles 5. Possède des équipements agricoles	1. Possède quelques petits ruminants 2. Arrive à se nourrir 12 mois sans excédent 3. Possède un vélo 4. Possède une maison en tôle 5. Possède quelques équipements (charrues asines)	1. Arrive à se nourrir au plus 2 ou 3 mois après les récoltes 2. Ne possède pas d'animaux d'élevage 3. Pas de moyen de locomotion 4. Habitat en mauvais état 5. Pas d'équipements agricoles

- **Enquêtes spécifiques**
 - Mesure des rendements à partir des carrés

L'évaluation des rendements agricoles de la saison 2007 a été faite à l'aide de carrés de rendements sur les champs des producteurs en novembre. 260 placettes au total de 25m² chacune ont été posées et récoltées. Les panicules, les grains, la paille, la matière sèche ont été pesés et les rendements déterminés. Les superficies des champs ont été mesurées lors de la pose des carrés. Dans chaque village, les types dominants d'aménagements ont été identifiés et les carrés y ont été placés en prenant le soin de disposer des carrés sur des parcelles non aménagées ayant des caractéristiques agro pédologiques similaires.

L'évaluation de l'impact des techniques CES sur la fertilité des sols a été faite sur base de la recherche bibliographique en l'absence d'études pédologiques.

- **Inventaire de la végétation**

- Localisation des transects

L'inventaire a été réalisé suivant des transects radiaires partant du village central vers la brousse pour rejoindre les villages environnants. Sur chaque transect, des placettes de 50 m x 50 m (1/4 d'ha) ont été placées tous les 200m. Sur la même unité, si la placette posée est aménagée, on prendra une mesure de témoins sur une placette non aménagée. Ainsi, un inventaire dans les placettes nous a permis de faire ressortir l'hétérogénéité existant dans le milieu au fur et à mesure qu'on s'éloigne du village. Pour une même région écologique,

l'analyse des données nous permet de préciser l'impact de l'occupation des terres (durée, modes d'exploitation) sur la dynamique des ressources du milieu. Les tableaux n°3 et 4 donnent la distribution des transects et placettes sur l'ensemble de l'échantillon

Tableau 3 : Distribution des transects et des placettes sur l'échantillon

Province	Grappes	Nombre de transects	Nombre de placettes Non aménagées	Nombre de placettes aménagées	Total Placettes
Zondoma	Ranawa	5	6	12	18
Yatenga	Ziga	5	10	8	18
Bam	Noh	3	8	6	14
	Rissiam	3	5	7	12
Total	Total	16	29	33	62

Tableau 4 : Distribution des placettes d'inventaire et de collecte de la biomasse herbacée en fonction de la topo séquence

Grappe	Bas-fonds		Plateau		Glacis		Total
	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	
Ranawa	4	4	3	3	2	2	18
Ziga	3	0	5	3	3	4	18
Noh	1	3	5	0	2	3	14
Rissiam	3	0	2	2	3	2	12
Total	11	7	18	7	10	13	62

- Collecte des données sur les ligneux

Au niveau de chaque placette, toutes les espèces ligneuses sont identifiées et recensées. Le nombre de pieds par espèce est déterminé. Les rejets et les pieds adultes sont recensés séparément pour chaque espèce. Est considéré comme rejet, tout pied d'une espèce dont la hauteur totale n'atteint pas 0.5 m et le diamètre à 0.2 m est inférieur ou égal à 3 cm. Un pied adulte est tout sujet d'une espèce dont les caractéristiques ci-dessus ne lui sont pas applicables.

Pour la mesure des paramètres dendrométriques (hauteur totale, diamètre), nous avons utilisé une corde (100 m), un compas forestier, un GPS Garming et une boussole sunto :

La superficie de la placette étant de 0,250 ha, la superficie totale échantillonnée correspond à 15,50 ha ; soit 8,25 ha avec aménagement et 7,25 ha sans aménagement.

- Collecte des données sur les herbacées

La méthode des points quadrats alignés (Daget et Poissonnet, 1971) a été utilisée pour l'inventaire des herbacées. Sur chaque placette, 250 points de lecture ont été nécessaires pour obtenir la précision d'échantillonnage d'au moins 95%. Les principales caractéristiques du site inventorié sont également enregistrées sur les fiches d'inventaire notamment les coordonnées géographiques, l'absence ou présence d'investissements GRN, le type d'investissement, la topo séquence, le type d'occupation et d'autres observations particulières.

Cette méthode permet de déterminer le niveau de diversité floristique (liste des espèces ou cortège floristique) et la contribution spécifique de chaque espèce au cortège floristique (%).

La biomasse herbacée a été estimée par fauchage de plateaux unitaires de 1m² repartis de façon raisonnable sur chacune des placettes ci-dessus cités. Le plateau est matérialisé par un cadre métallique à l'intérieur duquel le matériel végétal est coupé au ras du sol à l'aide d'un sécateur. La récolte de chaque plateau est immédiatement pesée pour prendre le poids frais. Au total 20 plateaux ont été fauchés dans chaque placette d'inventaire. Les coupes se sont effectuées suivant les séquences suivantes :

- après avoir déposé le cadre métallique, l'herbe encadrée est fauchée et mise dans un sachet pour être immédiatement pesée.
- mélange des 20 carrés fauchés et prélèvement d'un échantillon composite d'environ 500 à 2000g. Cet échantillon est ensuite mis en sachet et étiqueté avec un petit papier donnant la date, les références du site et le poids frais ; Ces échantillons sont séchés au à l'ombre puis à l'étuve à 105°C pendant 12heures.

2.3.4 - Analyse des données

Les données collectées par le biais des focus ont été traitées et analysées à l'aide d'une analyse thématique de contenu. Les regroupements thématiques opérés ont permis de faire des synthèses par village avant de faire une synthèse globale.

Pour ce qui est de l'analyse des données d'unité de production, les enquêteurs, avec l'accompagnement des chercheurs, ont tout d'abord procédé à la vérification des fiches et des données. Un échantillon de fiches a été prélevé en vue de recenser les modalités de réponses. Ce travail préalable a permis de faire la post-codification des données collectées. C'est alors seulement que le travail de saisie des données a été effectué dans la perspective d'un dépouillement informatique.

Les données issues de l'enquête structurée ont été analysées à l'aide des logiciels Excel et SPSS.

Pour les données issues des enquêtes spécifiques (carrés de rendement, biomasse herbacée, taux de recouvrement de la végétation) les analyses statistiques ont été faites à l'aide des logiciels SAS et SPSS. Les procédures utilisées ont été l'analyse de variance (ANOVA) et la séparation des moyennes par le test de Newman-Keuls. Le test de Pearson a été utilisé pour les analyses de corrélation entre plusieurs variables pour les données des carrés de rendements.

Les données relatives à la diversité biologique, à la régénération des espèces et à l'abondance des pieds des espèces et leur importance relative ont été analysées à l'aide du logiciel Excel en sommant les espèces identifiées et recensées dans les sites aménagés et non aménagés, avec le regroupement des espèces, en genre et famille, en compte le nombre de rejets recensés dans les sites aménagés et dans les sites non aménagés et le nombre de rejets par placette pour différencier les sites. La répartition du nombre de rejets en classes a permis de regrouper la régénération naturelle assistée (RNA) selon quatre classes.

Pour ce qui est de la détermination de la répartition des classes de diamètre, nous avons procédé à une répartition des tiges des ligneux en sept (07) classes de diamètre. En effet selon

qu'elles se trouvent dans un champ ou dans un pâturage, on peut noter des variations morphologiques significatives.

Pour la détermination du volume de bois sur pied, nous avons utilisé la formule

$$V = H \times G \times f.$$

H = Hauteur moyenne

G = Surface terrière [$G = D_{130}^2 \times 3,1416/4$]

f = Coefficient de forme estimé à 0,5 en savane

Elle a été appliquée à chaque arbre de la placette afin d'en ressortir la surface terrière et le volume de bois par placette. Dans cette formule, le coefficient de régression appliqué permet de se rapprocher de la réalité avec l'hypothèse que le volume peut comporter une sous estimation. Les valeurs obtenues peuvent être utilisées pour comparer l'évolution des volumes sur les différentes parcelles.

L'exploitation des données d'inventaire permet de comparer la qualité du couvert herbacé entre les types d'aménagement en utilisant les logiciels Excel et SPSS.

Les paramètres d'analyses sont la diversité floristique (liste des espèces ou cortège floristique), la composition floristique et le taux de couverture.

- la diversité floristique correspond au cortège floristique c'est-à-dire à l'ensemble des espèces recensées pour chaque type d'aménagement ;
- le taux de couverture herbacé est estimé à partir de la contribution spécifique de l'ensemble des espèces ;
- La composition floristique correspond à la contribution spécifique de chaque groupe d'espèces rencontrées (graminées, légumineuses, autres)

Les impacts ont été estimés en évaluant le taux incrémental d'amélioration au niveau de chaque type d'aménagement par rapport à son témoin. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% a été utilisé pour la comparaison des moyennes entre les placettes avec et sans aménagement.

En ce concerne l'évaluation économique, la méthode coût avantage (coût/bénéfice et surplus économique) à été utilisée. Elle est basée sur l'estimation de la valeur actualisée nette des investissements (VAN) et du taux de rentabilité interne (TRI). Elle nécessite l'établissement de budget partiel qui est un outil d'organisation des informations sur les coûts, les revenus relatifs aux différentes options techniques susceptibles d'intéresser les agriculteurs. Elle est généralement utilisée comme un outil d'aide à la décision par ces derniers dans le choix de technologies alternatives.

2.3.5 - Limites de l'étude

Ce travail présente quelques limites dont certaines sont liées à la faible dotation en ressources financières. Ce sont :

- La non réalisation des prélèvements d'échantillons de sols et des analyses de sols; ce qui n'a pas permis d'apprécier les niveaux de fertilité des champs.

- La non réalisation du suivi agronomique n'a pas permis de cerner avec précision, les types d'engrais utilisés et de mesurer les doses de fertilisants organiques lors des semis ainsi que les quantités de semences.
- La pose des placettes s'est déroulée tardivement en novembre au moment où les récoltes étaient très avancées. Il y avait des difficultés à obtenir des témoins dans certains villages.
- L'absence du volet cartographie qui a constitué un handicap important à l'étude. En effet, selon les termes de l'étude, le volet télédétection et cartographie confié à Eros Data Center et AGRHYMET devait permettre d'accompagner les différentes thématiques et de mieux valoriser les résultats dans les différents volets. Les difficultés d'harmonisation et de concertation au niveau de ces structures n'ont pas permis de mettre en œuvre ce volet.
- Le mode d'échantillonnage (inventaire systématique) utilisé au niveau de l'inventaire des ligneux et herbacés n'a pas permis de disposer d'un même nombre de placettes en situations avec aménagement et sans aménagement afin de procéder chaque fois à des analyses statistiques.
- L'absence de séries chronologiques qui permettent de disposer des données fiables. Ce qui a entraîné l'utilisation de données d'enquêtes ponctuelles disponibles auprès des chercheurs, des projets de développement et des ONG.
- Le calcul des taux de rentabilité a été fait en extrapolant les données sur les périodes considérées alors qu'un suivi annuel aurait permis d'enregistrer des fluctuations au niveau des valeurs nettes actualisées.

III RESULTATS

La présentation des résultats sera faite en tenant compte des sept thématiques qui sont abordées dans l'étude et qui sont : (i) la perception des populations des changements induits par les aménagements ; (ii) l'impact des aménagements sur les systèmes de production ; (iii) l'impact des aménagements sur l'environnement ; (iv) l'impact des aménagements sur l'élevage ; (v) l'impact économique des investissements dans les actions de GRN ; (vi) l'impact des aménagements sur les mouvements de population.

3.1 - PERCEPTION DES POPULATIONS SUR LES CHANGEMENTS INDUITS PAR LES AMENAGEMENTS

Considérées comme la première richesse du milieu rural, les ressources naturelles de la zone du Plateau Central au lendemain de la sécheresse de 1970 étaient dans un processus de dégradation très avancé. Les terres de culture se caractérisaient par un appauvrissement total, tandis que les glaciés communément appelés « Zipella » voyaient le jour et occupaient de plus en plus d'espace (GERES, 1965 ; Marchal, 1983, Dugué, 1989. Quant aux ressources fourragères, la diminution des précipitations a accéléré la disparition des espèces pérennes et l'apparition des « Zipella » ne favorisait pas la pousse des herbes annuelles.

En ce qui concerne les ressources en eau, le tarissement précoce des points d'eau et la baisse du niveau de la nappe phréatique étaient des phénomènes vécus par les populations.

La baisse de la pluviométrie et la dégradation des sols par l'érosion hydrique et éolienne ont eu un impact négatif sur le couvert végétal avec la disparition plus ou moins irréversible de certaines essences arborées, herbacées et arbustives. La faune s'est réduite à l'existence de petits gibiers devenus très rares. Depuis la mise en œuvre des actions de GRN, quels sont alors les impacts observés par les populations ?

Pour répondre à cette question, des diagnostics thématiques selon l'outil MARP ont été organisés dans les 20 villages, objets de cette étude. Dans chaque village 5 focus groupes ont été constitués :

- Les notables
- Les hommes avec CES
- Les hommes sans CES
- Les femmes avec CES
- Les femmes sans CES
- Les jeunes

A l'issue des enquêtes (focus et enquêtes UP), on peut dégager les conclusions suivantes sur les changements qui sont intervenus dans les 20 villages.

3.1.1 - Changements au niveau des ressources naturelles

Changements sur les terres de cultures

Dans l'ensemble des villages, les populations sont conscientes de l'amélioration de la fertilité des sols sur les terres aménagées. En effet, les changements sont intervenus dans la façon de mettre les terres en culture. Les actions les plus remarquables sont les pratiques des

aménagements en CES notamment les cordons pierreux ou sites anti-érosifs, la réalisation des diguettes en terre, la réalisation des bandes herbacées, le zai, les pratiques de fertilisation organo-minérale (production de compost, achat d'engrais minéral) la systématisation de la Régénération Naturelle Assistée dans les champs de culture, par opposition aux pratiques anciennes de parcage, de paillage et de fumier.

L'ensemble de ces techniques a eu pour effet la restauration des sols avec moins de ravinement. Les sols sont devenus plus profonds et plus fertiles et par conséquent plus productifs.

Les populations sont unanimes sur le fait que les terres de cultures augmentent avec les possibilités de récupération qu'offrent les aménagements.

Changements dans les ressources fourragères

Pour l'ensemble des groupes, les fourrages restent insuffisants, mais plus disponibles en saison des pluies qu'en saison sèche. Cependant, il existe une certaine diversité, ce qui fait qu'en terme de qualité, la situation s'est bien améliorée dans l'alimentation du bétail. Si dans les années 85, le fourrage était composé d'herbes pérennes ou saisonnières et de résidus de récoltes, sa composition actuelle est plus variée.

Avec les formations reçues des ONG et des services de l'Etat, les populations disent avoir appris à valoriser les résidus de cultures, les fourrages et les produits forestiers non ligneux.

Les principaux fourrages utilisés sont : les pâturages en saison pluvieuse (herbacées et ligneux), les herbes vertes fauchées et conservées pour la saison sèche, les résidus de récolte (tiges, feuilles de niébé et d'arachides), les gousses des arbres, les sous produits agro-industriels (SPAI) et les cultures fourragères. Le fourrage stocké à domicile est géré rationnellement selon une pratique semi intensive par opposition à l'élevage extensif.

Grâce à l'intervention des partenaires, la culture fourragère est une réalité pratiquée dans certains villages, surtout par les hommes et les jeunes dynamiques qui sont identifiés comme paysans démonstrateurs ou grands pasteurs.

Parmi les cultures fourragères on peut citer la dolique, le niébé fourrager et le sorgho à double objectif.

Changements au niveau des ressources en eau

Les ressources en eau de surface sont en nette diminution. En effet, les différents groupes affirment que la pluviométrie est en baisse et les poches de sécheresse sont devenues plus longues. Les mares et autres points d'eau de surface connaissent des tarissements de plus en plus précoces sans doute dû à leur envasement ou à la pression de l'utilisation. Néanmoins, avec les aménagements, les eaux de pluies sont mieux maîtrisées, contrairement aux zones non aménagées où les terres continuent d'être érodées.

Sur les 20 villages, 16 reconnaissent l'impact positif des aménagements sur la remontée de la nappe phréatique (même si en 2007, il y a eu un constat d'abaissement à cause de la faible pluviométrie de 2006), contre 4 (Ziga, Salaga, Kiré et Wagandé) qui disent n'observer aucun impact. La faiblesse des ressources en eau est un facteur limitant pour les activités de contre-saison, qui se résument au maraîchage autour des puits à grand diamètre. Les spéculations sont les tomates, les choux et les oignons.

Changements au niveau de la végétation

Les résultats à l'échelle des enquêtes focus groupe reflètent nos connaissances générales (Reij et Thiombano, 2003 ; CILSS, 2007) sur la tendance des changements constatés par la population depuis la grande sécheresse de 1984, et imputables aux aménagements, au moins dans les perceptions des participants dans les groupes focus.

Selon les groupes qui ont réalisé d'importants aménagements, deux situations extrêmes se présentent au niveau des changements constatés dans le nombre et la diversité des arbres sur les champs de culture. Une première situation où, au départ, le terrain est initialement nu et inexploité (zipellé). Dans cette situation, le changement est spectaculaire. En effet, les résultats des interviews indiquent une plus grande densité et une plus grande diversité des espèces après plus de vingt ans d'aménagement. De plus la régénération naturelle est plus abondante et se constate le long des lignes de cordons pierreux. Une seconde situation lorsqu'on se trouve en présence de terres de culture. A ce niveau, le même constat est fait mais dans des proportions moindres. Le nombre de pieds dans le champ est moins important dans les champs aménagés, mais les diamètres des arbres sont plus importants. Dans les champs non aménagés, les interviewés signalent en plus, le vieillissement des arbres, couplé à une faible régénération.

Dans les terres de pâturages et dans la brousse en général (espaces non mis en culture) aménagés, les constats sont également positifs après près de vingt ans d'aménagement : plus grande densité, plus grande diversité, apparition d'espèces, forte régénération naturelle ; contrairement aux mêmes espaces non aménagés où les interviewés indiquent par contre une forte régression de la végétation. Le nombre et la diversité des arbres sont en baisse. De nombreuses espèces d'arbres et d'arbustes sont en voie de disparition, et on n'assiste pas à des réapparitions d'espèces.

C'est ainsi que dans les sites aménagés, les espèces comme *Adansonia digitata*, *Lannea microcarpa*, *Vitellaria paradoxa*, *Diospyros mespiliformis* et *Faidherbia albida* dans les champs de case tout comme dans les champs de brousse et dans les espaces non mis en culture aménagés sont en repeuplement.

Par contre, sur les espaces non aménagés des champs de case, des champs de brousse et des aires de pâturage, les espèces locales sont en voie de disparition. Certaines essences telles que *Parkia biglobosa*, *Khaya senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Ximenia americana* etc. qui peuplaient le terroir ont complètement disparu par endroits ou sont fortement menacées.

Selon les perceptions d'ensemble, la restauration du couvert végétal s'opère plus visiblement par le fait des aménagements.

Dans les grappes de Ranawa et de Ziga, il ressort clairement au niveau des groupes qui ont réalisé d'importants aménagements, un effort d'intensification lié aux aménagements. En effet dans ces deux grappes, on a pu constater que les aménagements ont contribué à limiter l'extension des aires de cultures, un effort étant fait pour mieux valoriser le potentiel exploité, malgré la possibilité qui existe chez certains pour faire des extensions.

Le constat d'extrême rareté du couvert herbacée a rendu les feux de brousse rares dans l'ensemble des grappes étudiées. Les herbes sont devenues rares dans l'ensemble ; la plupart des herbes pérennes ayant disparu du terroir. Cependant, grâce aux techniques de repiquage ou de semis le long des cordons pierreux certaines reprennent de l'essor et, la différence est

très perceptibles selon qu'on se situe dans des espaces aménagés ou dans des espaces non aménagés.

Les résultats des entretiens ne situent pas clairement les changements au niveau du statut de l'arbre. Il ressort des entretiens que planter sur des terres empruntées est synonyme d'envie d'appropriation et donc n'est pas toujours bien perçu. De plus, selon que l'arbre se situe sur un espace aménagé ou non aménagé, les données ne permettent pas d'identifier des changements de statut liés à l'aménagement. Il ressort cependant que la propriété foncière est un élément assez important. En effet, pour certaines espèces comme *Parkia biglobosa*, seul le propriétaire a le droit de cueillir les fruits. Au début des années 80 encore, il était rare de voir cueillir des fruits verts sur les arbres et le poids de la coutume était assez important pour dissuader. De nos jours, en dehors des arbres dans les parcs agro forestiers (où le propriétaire est responsable), les communautés n'ont pas de droit exclusif sur la gestion des ressources, avec la perception que la protection de la forêt est du ressort du service forestier.

Changements au niveau de la faune

Le gros gibier a disparu dans tous les villages. Il ne reste que quelques petits gibiers (lièvre, rats, perdrix, singes, pintades sauvages). L'absence de boisement ne permet pas au gibier de se reconstituer. L'activité de chasse tout comme la pêche est en voie de disparition. Les aménagements n'ont pas induit un changement quelconque sur la faune du point de vue des personnes/groupes interviewés.

3.1.2 – Changements au niveau des systèmes de production

Le système de production agricole se caractérise par la prédominance des cultures céréalières (sorgho, mil, niébé...) qui intègrent de plus en plus les variétés améliorées à fort rendement. C'est une agriculture qui s'intensifie avec l'utilisation généralisée par toutes les catégories sociales et sur tous les types de champs de la fumure organique compostée. L'engrais minéral notamment le NPK est utilisé en complément.

Dans les années 1985 – 1990 la fertilisation se faisait avec le paillage dans les champs de brousse ; le parcage et l'épandage du fumier se faisant dans les champs de case ou de village. La mécanisation agricole est de plus en plus présente.

Les investissements dans le domaine de la CES ont entraîné de petites modifications dans les systèmes de production. :

- Une plus grande intégration des activités d'agriculture et élevage

Au cours des enquêtes focus, il est apparu que les producteurs développent de meilleures associations entre l'agriculture et l'élevage afin de profiter des effets bénéfiques des deux activités. C'est ainsi que les résidus de récolte sont collectés et destinés à l'alimentation des animaux de trait (bœufs, chevaux, ânes) et des animaux en embouche (ovins et bovins). Les activités d'élevage permettent la collecte du fumier pour la fertilisation des champs. De nos jours, les contrats de fumure qui permettent aux éleveurs de séjourner dans les champs des agriculteurs pour bénéficier des résidus de récolte deviennent de plus en plus rares. Tous les exploitants cherchent à constituer un minimum de cheptel de petits ruminants surtout pour obtenir du fumier mais aussi pour pallier aux déficits céréaliers. En effet, les petits ruminants sont plus facilement écoulés sur les marchés locaux et régionaux pour l'obtention de revenus monétaires.

- Le développement de la culture des légumineuses est vu également sous l'angle de l'intégration agriculture- élevage notamment par la collecte des fanes d'arachide et de niébé utilisées dans l'embouche des petits ruminants et particulièrement des ovins.
- Modification du calendrier agricole : il y a une modification du calendrier agricole des producteurs avec les aménagements CES. Après une saison agricole, il faut entretenir les diguettes anti-érosives déjà réalisées ou en construire de nouvelles diguettes. Il y a aussi les activités de compostage qui démarrent à la fin des récoltes. Le creusage du zaï et la réalisation des demi-lunes se font généralement au cours de l'intersaison. Toutes ces opérations font que les producteurs n'abandonnent plus complètement leurs champs, une fois les récoltes terminées.
- Cultures de contre saison : un autre changement notable est la production des cultures de contre saison. Cette activité qui intéressait une faible proportion des agriculteurs dans les années 80 prend de l'ampleur à la suite de la réalisation des boulis, des forages, des puits et des petits barrages. C'est une stratégie d'adaptation aux changements climatiques très prisée dans les villages. Même dans les villages où il n'y a pas de barrages, les jeunes se déplacent vers d'autres localités possédant des barrages pour les activités de maraîchage. Avec le développement de la petite irrigation, les activités de contre saison connaissent un engouement certain auprès des femmes et des jeunes.

3.1.3 - Impact des aménagements sur les rendements des cultures

Nous avons voulu connaître la perception des producteurs sur l'effet des techniques de CES sur les rendements des cultures. Dans l'ensemble des villages, 94,6% des ménages enquêtés affirment que les techniques GRN ont entraîné une augmentation des rendements contre seulement 2,8% pour qui leurs rendements auraient connu une baisse (tableau 5.). La situation est cependant variée pour chaque village mais la majorité des ménages partagent l'avis de l'augmentation des rendements.

Ainsi, pour les villages de Bilinga, Boalin, Gonsé, Loungo, Noh, Safi, Sankondé et Tensobdogo, 100% de ménages interrogés dans chaque village affirment qu'avec les techniques GRN les rendements ont nettement augmenté au cours de la dernière décennie. La proportion la plus faible des ménages pour lesquels les rendements auraient augmenté est observée à Sonh (84,8%) interviewés.

Tableau 5 : Perception de l'évolution des rendements (en %) des ménages au cours des dix dernières années

Villages	Augmentation (%)	Constance (%)	Diminution (%)	Total (%)
Bilinga	100			100
Boalin	100			100
Douré	90,0	6,7	3,3	100
Filli	93,3	3,3	3,3	100
Gonse	100			100
Kibilo	88,6	8,6	2,9	100
Kire	90,9		9,1	100
Loungo	100			100
Noh	100			100
Ouagande	92,9		7,1	100
Ranawa	97,0	3,0		100
Rissiam	92,0	4,0	4,0	100
Safi	100			100
Salga	93,5	3,2	3,2	100
Sankonde	100			100
Solgomnoré	86,2	10,3	3,4	100
Sonh	84,8	9,1	6,1	100
Tangaye	94,3		5,7	100
Tensobdogo	100			100
Ziga	94,4		5,7	100
Moyenne	94,6	2,5	2,8	100

Source : Construction à partir des données de l'enquête

3.1.4 Evolution d'autres activités économiques

Avec les techniques de CES des activités jusque là inexistantes ou presque inexistantes ont pris de l'ampleur.

- Le fumier qui était jadis gratuit est actuellement commercialisé dans la presque totalité des villages. Nombreux étaient les paysans qui faisaient garder leurs animaux par les peulhs et qui les gardent eux-mêmes afin de bénéficier du fumier. L'intégration agriculture élevage est devenu une réalité ;
- L'alimentation des animaux en stabulation a fait naître non seulement un marché pour les sous produits agro-industriels mais également pour les produits forestiers ;
- Il existe une main-d'oeuvre salariée pour le zaï. Des paysans louent leur force de travail à d'autres pour réaliser le zaï ;
- Actuellement, il existe une compétition pour l'utilisation des résidus de récolte entre les besoins domestiques des ménages, l'alimentation des animaux, le jardinage et la commercialisation de ces sous produits.

Les populations ont une claire vision des changements produits par les aménagements dans leur milieu. Les investigations scientifiques qui suivent permettront d'infirmes où de confirmer les perceptions des producteurs.

3.2 IMPACT AGRONOMIQUE DES AMENAGEMENTS

3.2.1 - Effets des techniques CES sur les rendements agricoles

Dans la section qui suit, nous examinerons l'impact des techniques culturales sur les rendements agricoles. Les cultures concernées sont les céréales, essentiellement le sorgho (212 carrés), l'association sorgho/mil (30 carrés) et le mil (18 carrés).

- Effets des techniques CES sur les rendements agricoles

En culture pluviale, les techniques CES contribuent à la sécurisation des rendements agricoles grâce à une meilleure infiltration des eaux de ruissellement et au maintien de l'humidité du sol durant plusieurs jours. Les rendements agricoles varient en fonction de la physionomie de la campagne agricole. Il est donc intéressant d'avoir une idée de la pluviométrie de la saison agricole à l'aide des données des capitales de provinces.

Au plan pluviométrique, les quantités d'eau totales recueillies ont été de 634,8 mm, 742, 6 mm et 935,6 mm respectivement pour les stations de Kongoussi, Gourcy et Ouahigouya. Les quantités d'eau totales sont au dessus des moyennes observées pour Gourcy et Ouahigouya. Mais, les pluies ont été très mal réparties au cours du mois de septembre avec des poches de sécheresse allant de 14 à 23 jours selon les localités. Cela a compromis les récoltes dans la mesure où beaucoup de cultures étaient au stade d'épiaison, de floraison ou de formation des grains ; stades phénologiques durant lesquels, la demande d'eau pour les cultures est importante. La reprise de la pluviométrie au mois d'octobre a permis aux cultures de boucler leur cycle dans certaines localités des villages étudiées. Globalement, la saison 2007 a été difficile avec des semis tardifs, des inondations en milieu de saison et un arrêt brusque des pluies à la formation des graines.

Le tableau 6 présente les rendements en matière sèche, panicules, grains et paille selon la technique CES.

L'analyse statistique indique des différences significatives entre les techniques CES. En dépit des caprices pluviométriques, des gains de rendement significatifs ont été observés avec l'application des techniques CES au cours de la saison agricole 2007. Les gains de rendement grain par aux champs sans CES sont de 78% pour le zaï, de 32% pour les cordons pierreux et de 120% pour la combinaison cordons pierreux + zaï. La combinaison cordons + zaï et le zaï se révèlent plus performants que les cordons pierreux seuls. Pour la grappe de Ranawa, les cordons pierreux ont produit un gain de rendement de 41% et le zaï 114%. Les rendements sont doublés dans les champs avec la combinaison zaï + cordons pierreux. Dans la grappe de Noh, les gains de rendement en grains sont de 44% pour le zaï, 45% pour les cordons pierreux et de 102% pour la combinaison zaï + bandes enherbées. Les gains de rendement grains par rapport aux champs sans CES sont de 53%, 39% et 112% respectivement pour le zaï, les cordons pierreux et la combinaison zaï + bandes enherbées.

Tableau 6 : Rendement en matière sèche, panicules, grains et paille (en kg/ha) selon la technique CES

Grappe	Technique CES	Panicule (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Paille (kg/ha)	Matière sèche (kg/ha)	Rapport Gra/pani	Rapport Gra/pai
Ziga	Sans CES	650.c	434.cd	1822.c	2472.d	0,67	0,24
	Zaï	900.ab	772.b	2571.b	3471.b	0,86	0,30
	Cordons pierreux	802.b	574.bc	2041.c	2843.c	0,72	0,28
	Zaï+Cordons pierreux	1100.a	956.a	2698.b	3798.ab	0,87	0,35
Ranawa	Sans CES	589.c	376.d	1786.c	2375.d	0,64	0,21
	Zaï	982.ab	804.b	2840.a	3822.a	0,82	0,28
	Cordons pierreux	752.b	531.bc	2212.bc	2964.c	0,71	0,24
	Zaï+Cordons pierreux	1058.a	922.a	2910.a	3968.a	0,88	0,32
Noh	Sans CES	739.c	486.cd	1912.c	2651.d	0,66	0,25
	Zaï	853.b	700.b	2921.a	3774.b	0,82	0,30
	Cordons pierreux	828.b	706.b	2359.b	3187.bc	0,85	0,24
	Cordons pier + bandes enh	1125.a	980.a	3011.a	4136.a	0,87	0,33
Rissiam	Sans CES	712.c	468.cd	1943.c	2655.d	0,66	0,24
	Zaï	892.b	716.b	2882.a	3774.b	0,80	0,25
	Cordons pierreux	823.b	649.c	2426.b	3249.bc	0,79	0,27
	Cordons pier + bandes enher	1218.a	992.a	2998.a	4216.a	0,81	0,33
	CV (%)	35	46	41	36	-	-

Source : Données des carrés de rendement 2007

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls. Taille de l'échantillon N = 256

Le rapport grain/panicule est un indicateur agronomique important pour apprécier le taux de remplissage des grains à la maturité. L'examen des rapports grain/panicule laisse entrevoir une meilleure alimentation hydrique et minérale dans les champs comportant les techniques CES. En effet, pour la grappe de Ziga, le rapport grain /panicule est de 0,67 pour les champs sans CES, 0,86 pour les champs avec zaï, 0,72 pour les champs avec cordons pierreux. La combinaison cordons pierreux + zaï donne un rapport grain/panicule de 0,87. Pour la grappe de Ranawa, les rapports grains/panicules sont de 0,88 et 0,82 respectivement pour la combinaison zaï + cordons pierreux et le zaï. Les cordons pierreux ont un rapport grain/panicule de 0,71 et celui des champs sans CES est de 0,64. C'est la même configuration pour les grappes du Bam où les rapports grain/panicule sont plus élevés au niveau des champs aménagés.

Le rapport grain/paille est aussi un critère agronomique pour apprécier la formation des grains. On note aussi de meilleurs rapports grain/paille avec les techniques CES.

Pour la grappe de Ziga, le rapport grain/paille est de 0,24 pour les champs sans CES, 0,30 pour les champs zaï, 0,28 pour les champs avec cordons pierreux et 0,35 pour les champs avec combinaison zaï + cordons pierreux.

Pour la grappe de Ranawa, le rapport grain/paille pour les champs témoins est de 0,21. Ils sont de 0,24 pour les champs avec cordons pierreux et 0,28 et 0,32 respectivement pour les champs zaï et les champs avec zaï + cordons pierreux. On constate dans cette grappe également une meilleure formation de grains dans les champs avec techniques CES.

Pour la grappe de Noh, les rapports grain/paille sont de 0,25, 0,24, 0,30 et 0,33 respectivement pour les témoins, les champs zaï, les cordons pierreux et la combinaison zaï+ bandes enherbées.

Pour la grappe de Rissiam, on note que le rapport grain/paille est de 0,24 pour les témoins et de 0,25 pour les champs zaï. Pour les champs avec cordons pierreux, le rapport grain/paille est de 0,27. La combinaison zaï + bande enherbées a le rapport grain/paille le plus élevé soit 0,33.

Néanmoins, il faut relativiser toutes ces tendances sur l'impact des techniques CES car il y a aussi les conditions socio-économiques qui jouent un rôle non négligeable. C'est le cas notamment la main d'œuvre pour les travaux champêtres, du niveau de formation pour l'emploi des techniques modernes de production etc.

Discussion des résultats

De grands efforts ont été menés à partir de 1984 pour promouvoir les techniques de lutte anti-érosive dans la partie nord du Plateau central (Reij, 1988). Du Yatenga au Bam en passant par le Zondoma, les diguettes anti-érosives, les digues filtrantes, le zaï et les pratiques d'agroforesterie et de régénération naturelle assistée ont été réalisés par des projets de développement et de gestion des terroirs. Toutes ces actions contribuent à la lutte contre la pauvreté engagée par les autorités gouvernementales. De nos jours, beaucoup de producteurs exploitent leurs champs localisés sur les aménagements collectifs tandis que d'autres ont poursuivi les aménagements avec leurs propres moyens. De nombreuses expérimentations ont montré que les techniques CES telles que le zaï, et les cordons pierreux ont un impact sur les rendements du sorgho (Zombré, 2003 ; Zougmore al., 2004 ; Sawadogo, 2006 ; Traoré, 2006). Les résultats des mesures de carrés de rendements de cette campagne confirment ces résultats. Dans le document du plan stratégique opérationnel du Ministère de l'Agriculture (MA, 1999), il est noté une tendance à l'augmentation de la production céréalière depuis 1984-1986 avec un taux de croissance de 4,1% par an, au plan national, dont un tiers provient de l'extension des surfaces cultivées et les deux tiers de l'accroissement des rendements. Dans les provinces du Yatenga, du Zondoma et du Bam, les possibilités d'utiliser de nouvelles défriches pour la production agricole sont très limitées voire inexistantes; ce qui laisse penser que l'accroissement des rendements est le fait des techniques CES et d'une plus grande utilisation de la fumure organique.

- Effets de la fumure sur les rendements agricoles

La fumure organique est de nos jours un des moyens de maintien de la fertilité des terres et d'amélioration des rendements des cultures accessibles à la majorité des exploitations familiales dans le nord du Burkina Faso. On utilise très peu d'intrants externes compte tenu de la faible capacité financière des paysans et des risques encourus pour les engrais chimiques lors des années à déficit pluviométrique. Avant l'examen des rendements agricoles, il est

nécessaire de connaître les types de fertilisants utilisés par les producteurs pour la saison 2007.

Les types de fertilisants et les modes d'application

Il ressort des données des carrés de rendement que les principaux fertilisants utilisés sont :

- La poudrette (déjections animales ramassées dans l'étable mélangées à de la terre et de débris végétaux) est utilisée par ceux qui n'ont pas de fosses fumières.
- le compost fabriqué à partir de la paille, des déjections animales et d'autres composants divers, il est l'apanage des producteurs qui ont été formés par les services techniques, les ONG et les organisations de producteurs.
- le fumier fabriqué à partir des fosses fumières. Il est bien accepté par les producteurs mais sa fabrication est confrontée aux problèmes d'eau.
- le parage qui est pratiqué par les propriétaires de cheptel important en gros et petits ruminants. Dans le passé, cette forme de fertilisation était répandue grâce aux relations tissées entre les pasteurs Peulhs et les agriculteurs. La perte du cheptel suite aux années de sécheresse et le maintien du cheptel des agriculteurs dans leurs lieux de résidence fait que cette pratique est en déclin.
- le paillage qui se fait avec la paille d'herbes ou des feuilles d'arbres et d'arbustes.
- La fertilisation minérale n'est accessible qu'à une minorité de producteurs.

L'utilisation moyenne d'engrais minéraux est de 7 kg/ha à l'échelle nationale contre 0,6 kg/ha à 4 kg/ha dans la zone nord ouest (Sawadogo, 2006). Dans cette partie du pays, il n'existe pas de culture pluviale de rente comme le coton dans l'ouest du pays, qui justifie une grande utilisation des engrais chimiques. Toutefois dans le Bam, la culture du coton se fait sur des surfaces limitées. La fumure organique reste le seul recours quoique sa disponibilité soit limitée.

Le tableau 7 présente le pourcentage d'utilisation de la fumure au niveau des différentes grappes.

Tableau 7 : Pourcentage de champs avec application ou non de fumure

Grappe	Application de fumure			Total
	Sans fumure	1 à 5t/ha	5 à 10t/ha	
Ziga	24%	56%	20%	100%
Ranawa	30%	47%	23%	100%
Noh	28%	61%	11%	100%
Rissiam	33%	53%	14%	100%

Source : Données des carrés 2007

Dans la grappe de Ziga, 24% des champs n'ont pas reçu de fumure organique. 76% des champs ont été fertilisés pour améliorer leur productivité. Cependant, les quantités appliquées sont faibles et la grande majorité des champs reçoit entre 1 et 5 tonnes/ha. Le pourcentage des champs qui reçoivent plus de 5 tonnes est de 20% pour Ziga et concernent les propriétaires ayant un cheptel de petits ruminants élevé ou les producteurs qui pratiquent le compostage.

Au niveau de la grappe de Ranawa, c'est 30% des champs qui n'ont pas été fertilisés contre 70% qui ont reçu la fumure organique.

Dans la zone du Bam, les champs non fumés sont de 28% et 33% respectivement pour les grappes de Noh et Rissiam ; 72% et 67% des champs sont fertilisés.

Globalement, on note que les unités de production sont conscients de la nécessité d'utiliser les amendements organiques pour maintenir ou améliorer la fertilité des champs afin d'assurer des récoltes suffisantes.

L'application de la fumure organique se fait de manière discriminatoire suivant que le sol est jugé riche ou pauvre par les paysans. Généralement, les champs de bas-fonds ne reçoivent pas toujours de fumure organique car ils bénéficient des alluvions et des particules fines déposées par l'eau. Ce sont les champs situés sur les glacis et les plateaux qui concentrent l'essentiel de la fumure des exploitations. Dans le passé, seuls les champs de case étaient fumés à cause du manque de moyens de transport et de la faible disponibilité du fumier. Avec le développement des moyens de transport comme les charrettes et l'introduction des techniques de compostage, les possibilités d'obtention de la matière organique sont plus grandes chez les agro-pasteurs et une proportion plus grande des champs est fumée. L'application de la fumure se fait en localisé dans les champs de zaï en doubles poignets de main d'adulte.

Le tableau 8 montre que les champs aménagés reçoivent plus de fertilisants organiques que les champs non aménagés. Les quantités de fertilisants appliquées dans les champs aménagés sont le double de celles appliquées dans les champs non aménagés.

Tableau 8: Quantité moyenne de fertilisants organiques (t/ha) selon la grappe

Grappe	Champs non aménagés	Champs aménagés
Ziga	0,940.b ± 0,268	2,097.a ± 0,291
Ranawa	0,736.b ± 0,113	2,389.a ± 0,326
Noh	1,121.b ± 0,346	2,318.a ± 0,377
Rissiam	0,810.b ± 0,244	1,996.a ± 0,212

Source : Données de Carrés 2007

Les moyennes dans la même ligne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls. Taille de l'échantillon N = 256

Toutefois, il faudrait nuancer car les données sont des déclarations des producteurs et non des quantités mesurées. En plus, la taille de l'échantillon est disproportionnée pour les deux groupes (63 champs non aménagés contre 193 champs aménagés). Pour avoir des données précises, il aurait fallu un suivi agronomique où les quantités de fertilisants seront pesées avant application.

La fumure minérale est également appliquée mais les quantités sont difficiles à cerner. L'application se fait au pied des céréales au moment des sarclages. Lors des semis, certains producteurs mélangent de petites quantités d'engrais minéral NPK avec les semences. Dans ce cas de figure, l'application est faite selon le hasard.

Le paillage est pratiqué et il s'agit de la paille d'herbes ou de feuilles d'arbres et d'arbustes ; la paille est soit étalée à la surface au moment du semis ou utilisée dans les demi-lunes ou les poquets de zaï. Pour de rares cas, la fumure organique est épandue et enfouie grâce aux labours. Un faible pourcentage des producteurs pratique le parcage. C'est généralement l'œuvre des producteurs ayant un cheptel important de bovins et de petits ruminants.

Effets de la fumure organique sur les rendements

Les effets de la fumure organique et organo-minérale sur les rendements et sur la fertilité ont été en station et en milieu paysan à travers de nombreuses expérimentations dans le Plateau Central notamment à Saria dans le Yatenga et le Bam (Sedogo, 1981, 1993 ; Sedogo et al., 1995 ; Dugué, 1989 ; Zombré, 2003). Les résultats indiquent un impact positif de la fumure sur les rendements agricoles. Sur champs, plusieurs facteurs interagissent de sorte que les rendements obtenus sont généralement bas que dans les expérimentations. Dans cette partie, nous nous efforçons de dégager l'effet de la fumure organique sur les rendements de la saison 2007.

Le tableau 9 présente les rendements agricoles selon l'application ou non de la fumure organique.

Tableau 9 : Rendement en matière sèche, panicules, grains et paille selon l'application de la fumure

Grappe	Application fumure	Panicules (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Paille (kg/ha)	Matière sèche (kg/ha)	Rapport Grain/panicule	Rapport Grain/paille
Ziga	0	647.cd	305.c	1257.c	1904.d	0,47	0,24
	1 à 5 t/ha	852.b	719.b	2282.b	3134.b	0,84	0,32
	5 à 10 t/ha	1259.a	1077.a	2991.a	4250.a	0,86	0,36
Ranawa	0	511.d	278.c	1059.c	1570.e	0,54	0,26
	1 à 5 t/ha	913.b	776.b	2318.b	3231.b	0,85	0,33
	5 à 10 t/ha	1253.a	1089.a	2977.a	4230.a	0,87	0,37
Noh	0	745.c	412.c	1910.bc	2655.c	0,55	0,22
	1 à 5 t/ha	966.b	806.b	2406.b	3372.b	0,83	0,33
	5 à 10 t/ha	1239.a	1128.a	3115.a	4354.a	0,91	0,36
Rissiam	0	682.cd	389.c	1403.c	2085.d	0,57	0,28
	1 à 5 t/ha	1028.a	829.b	2948.a	3976.a	0,81	0,28
	5 à 10 t/ha	1173.a	1042.a	3030.a	4203.a	0,89	0,34
	CV(%)	39	43	33	37	-	-

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

L'analyse statistique indique des différences significatives pour les rendements en matière sèche, en panicules, en grains et en paille. L'application de la fumure a eu un effet significatif sur le rendement grain.

Pour la grappe de Ziga, les rendements grains des champs sans fumure sont faibles. Ils sont en effet de 305 kg/ha pour le grain et 1257 kg/ha pour la paille. Les champs fumés avec des doses de 1 à 5 tonnes ont produit un rendement en grains de 719 kg/ha et 2282 kg/ha de paille soit un doublement du rendement grain par rapport aux champs non fumés.

Pour les champs fumés avec plus de 5 tonnes, les rendements sont de 1077 kg/ha de grains et 2991 kg/ha de paille. Le rendement en grains est le triple de celui des champs non fumés.

L'impact de la fumure est toujours positif au niveau de la grappe de Ranawa. Dans cette grappe, la fumure de 1 à 5 tonnes a donné un rendement moyen de 776 kg/ha de grains et 2318 kg/ha pour la paille. Le gain de rendement par rapport aux champs non fumés est d'environ deux fois et demi; ce qui est appréciable. Les champs fumés avec une dose comprise entre 5 et 10 tonnes/ha ont donné un rendement moyen de 1089 kg/ha de grains et 2977 kg/ha de paille.

Pour les grappes de Noh et Rissiam, l'effet de la fumure est identique aux grappes de Ziga et de Ranawa.

L'examen du rapport grain/panicule permet d'affirmer que la fumure a un effet positif sur le remplissage des grains. Plus le rapport grain/panicule est élevé, meilleur est le taux de remplissage des graines. Les rapports grains/panicules varient de 0,47 à 0,55 pour les champs sans fumure. Dans les champs fumés, les rapports grain/panicule vont de 0,84 à 0,87. Ces résultats sont comparables à ceux de Trouche et Kondombo (1994) qui ont trouvé des rapports grain/panicule allant de 0,80 à 0,85 pour des variétés locales fertilisées à Saria (S29 et Kokologo).

L'application de la fumure entraîne donc un accroissement très significatif des rendements. Ces résultats indiquent le rôle déterminant de la fumure organique dans l'amélioration des rendements agricoles dans la région du Nord ouest du Burkina Faso. Des gains significatifs de production ont été observés par de nombreux chercheurs avec l'utilisation des matières organiques et des résidus de récolte au Burkina Faso et ailleurs dans la sous région ouest africaine (Sedogo, 1991 et 1993, Bationo *et al.*, 2000 ; Biielders *et al.*, 2002 ; Rajot *et al.*, 2002., Valentin *et al.*, 2002). Les taux d'accroissement des rendements vont de 50% à plus de 100% suivant les doses appliquées, les techniques culturales employées par les producteurs et la pluviométrie de l'année dans cette région.

Le tableau 10 indique qu'il existe des corrélations positives entre l'application de la fumure, l'utilisation des techniques CES et le rendement grains des cultures. La corrélation est forte entre l'application de la fumure et les rendements grains.

Tableau 10 : Corrélations entre les rendements grains, l'application de la fumure et l'application de technique CES

		Application fumure	Rend grains	Technique CES
Application fumure	Corrélation de Pearson	1	,608(**)	,391(**)
	Sig. (bilatérale)	.	,000	,000
	N	256	256	256
Rend grains	Corrélation de Pearson	,608(**)	1	,423(**)
	Sig. (bilatérale)	,000	.	,000
	N	256	256	256
Technique CES	Corrélation de Pearson	,391(**)	,423(**)	1
	Sig. (bilatérale)	,000	,000	.
	N	256	256	256

**** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).**

Il est à signaler que pour toutes les grappes, certains producteurs appliquent de faibles quantités minérales notamment l'engrais complexe NPK. Les pourcentages varient de 15 à 20% des producteurs de l'échantillon dans chaque grappe. Les quantités varient également de la petite boîte de tomate à 3 sacs de 50 kg sur des surfaces allant de 1100 m² à 10,76 ha. La tendance à l'utilisation de la fumure minérale est forte. C'est le manque de moyens financiers qui limite l'utilisation de l'engrais minéral. Les champs de brousse et de village sont beaucoup plus concernés par l'utilisation des engrais minéraux. Les champs de case ne reçoivent que très peu de fertilisation minérale. Un suivi agronomique tout au long de la saison agricole pourra permettre de cerner les types d'engrais minéraux utilisés et de cerner les quantités appliquées. Depuis le désengagement de l'Etat du secteur de la

commercialisation des intrants (jadis assuré par les organismes régionaux de développement), la qualité des engrais commercialisés dans les villages n'est pas connue et leur efficacité non prouvée.

Généralement, il n'existe pas de crédit campagne pour les cultures vivrières. Dans la Grappe de Noh, les céréales bénéficient de l'arrière effet de la fertilisation minérale sur le coton. Dans les grappes de Ziga et de Ranawa, les jeunes qui pratiquent le maraîchage à proximité des centres urbains ou des localités voisines ayant des barrages conservent de faibles quantités d'engrais minéral qu'ils appliquent sur les champs individuels. Il serait intéressant de prospecter des alternatives pour mettre à la disposition des producteurs de l'engrais minéral de qualité. Le développement de la culture des légumineuses et oléagineux peut justifier la réintroduction du crédit campagne dans la zone comme c'était le cas pour l'arachide. Grâce aux assolements et rotations, les céréales peuvent profiter de l'arrière effet de la fumure.

Dans le tableau 11 sont mentionnés les rendements selon l'origine de la fumure. Le rendement grain est fonction de la qualité de la matière organique utilisée. Le fumier issu des fosses fumières et le compost donnent les meilleurs rendements en grains. Ensuite vient la poudrette qui est un mélange de fumier d'étable et d'ordures ménagères. L'adjonction de phosphates naturels comme le Burkina phosphate dans la fabrication du fumier (fosse fumière) et du compost pourrait expliquer les bons rendements observés avec ces deux types de fertilisants. Les fumiers bruts de gros et de petits ruminants produisent les faibles rendements. Ces constats montrent une fois de plus l'importance pour les producteurs de la zone d'utiliser de la fumure de qualité pour améliorer le niveau des rendements.

Tableau 11: Rendements en grains selon l'origine de la fumure

Type de fumure	Ziga	Ranawa	Noh	Rissiam
Sans fumure	305.c	278.c	412.c	346.b
Fosse fumière	744.a	856.a	904.a	729.a
Compost	836.a	-	696.b	708.a
Gros ruminants	-	522.b	-	365.c
Petits ruminants	415.b	590.b	475.bc	380.b
Gros et petits ruminants	-	-	525.bc	-
Poudrette	500.b	610.b	-	420.b
CV (%)	36	41	46	48

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

Discussion des résultats

Dans la partie Nord du Plateau central, comme ailleurs dans d'autres zones sahéliennes, la plupart des sols limoneux sont encroûtés en surface par suite de la battance des pluies et de la perte de matière organique par érosion et/ ou de culture continue sans restitutions conséquentes ; il faut alors casser cette croûte pour améliorer l'infiltration (Sedogo, 1981 ; 1993 ; Ambouta *et al.*, 2000 ; Ambouta et Bouzou, 2004). La gamme des techniques CES comme les cordons pierreux, le zaï et les demi-lunes améliorent généralement l'infiltration ; ce qui se traduit par une capacité de rétention en eau plus importante pour le développement des cultures. Mais l'utilisation de la fumure organique permet d'augmenter les rendements mais d'assurer le maintien de la capacité productive des terres. La durabilité de la production agricole passe par l'utilisation des matières organiques. Dans nos villages d'études, l'impact positif des techniques CES sur les rendements des cultures s'est traduit par des accroissements de rendements allant de 25% à 40% pour les cordons pierreux à plus de 100% pour les zaï et la combinaison de techniques CES en cette année de pluviométrie contrastée avec des poches de sécheresse et des inondations. Des résultats similaires ont été obtenus par

Zombré (2003), Zougmoré et *al.* (2004) et Sawadogo (2006). Ces auteurs ont trouvé un effet positif des cordons pierreux, du zaï et des demi-lunes surtout lorsque le fumier et l'engrais minéral accompagnent ces différentes techniques.

- Equipement et rendements agricoles

La qualité du travail du sol est un facteur d'intensification. Un bon travail du sol garantit une meilleure disponibilité en eau pour la plante pendant plusieurs jours. De ce fait, dans les terres non dégradées, le travail du sol garde une grande importance. Cependant il reste tributaire du niveau d'équipement de l'exploitation.

Le tableau 12 présente le niveau d'équipement selon les grappes. Le niveau d'équipement est plus important dans les grappes du Bam que dans celles du Yatenga et du Zondoma. Les opérations culturales concernées sont le labour avant semis (surtout pour l'arachide, le voandzou et le sésame et accessoirement pour le sorgho), le scarifiage et le sarclage mécanique.

Tableau 12: Pourcentage des UP équipées et non équipées selon la grappe

Grappe	Equipement		Total
	non	Oui	
Ziga	65%	35%	100%
Ranawa	68%	32%	100%
Noh	59%	41%	100%
Rissiam	62%	38%	100%

Source: Données de carrés 2007

Les rendements agricoles selon l'équipement sont indiqués au tableau 13.

Les opérations prises en compte sont les labours avant semis, le scarifiage et le sarclage mécanique. Les résultats montrent que l'équipement améliore le rendement des cultures. L'impact de l'équipement est dû probablement aux facilités de sarclages durant la campagne. Les pluies ayant été très soutenues durant les mois de juillet et août, l'enherbement était trop important et les propriétaires de charrue ou de houe manga ont réalisé de nombreux sarclages mécaniques.

Le gain de rendement grain obtenu pour la grappe de Ziga est de 168 kg/ha soit 25% comparativement aux témoins ; pour la grappe de Ranawa, ce gain est de 92%. Pour les grappes de Noh et de Rissiam, on note respectivement une augmentation du rendement de l'ordre de 40% et de 55%. Dugué (1984) signalait un accroissement des rendements grains du mil de 200 à 300 kg/ha en étudiant l'effet du travail du sol sur des parcelles en milieu paysan à Sabouna dans le Yatenga. Il y a donc un intérêt à promouvoir l'équipement dans la zone quoique le taux d'utilisation reste encore en dessous de 50%.

L'équipement peut permettre avec l'utilisation de la fumure organique une intensification de l'agriculture même si on a pu observer une augmentation des surfaces cultivées avec la possession de l'équipement. En effet, les producteurs qui sont équipés cultivent en moyenne 2 ha à 2,5 ha de plus que les non équipés dans les régions du Yatenga et du Zondoma (Sawadogo, 2006).

Tableau 13 : Rendements agricoles et superficies cultivées selon l'équipement

Grappe	Equipement	Rendement Grain	Rendement Paille	Superficies (ha)
Ziga	Non	666.bc	1935.b	2,43.b
	Oui	834.a	2302.a	5,07.a
Ranawa	Non	473.c	1791.b	3,11.b
	Oui	908.a	2424.a	5,80.a
Noh	Non	713.b	2017.ab	3,26.b
	Oui	998.a	2544.a	5,92.a
Rissiam	Non	581.c	1875.b	2,78.b
	Oui	903.a	2419.a	4,89.a
CV(%)		44	37	36

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls

L'étude dans les trois provinces du Yatenga, Zondoma et Bam a montré l'importance de l'équipement de travail de sol dans l'augmentation des rendements. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres auteurs dans la zone soudano-sahélienne. Des études menées par Nicou et *al.* (1987) et par Dugué (1984, 1987) dans la région du Yatenga, montrent que le labour augmente les rendements des cultures d'environ 30% à 80%. Les conclusions auxquelles nous sommes parvenus aboutissent également à une augmentation des rendements dans les exploitations équipées par suite des labours et des scarifiages mais également par la possibilité de sarcler plus rapidement aux moments cruciaux. Ces moments difficiles sont surtout les premiers sarclages où le besoin de main d'œuvre se fait plus pressant (Rodriguez, 1989). Le taux d'équipement des exploitations varie de 32% contre 41% selon les provinces. Ces taux sont supérieurs au taux d'équipement à l'échelle nationale qui est d'environ 30%. Comparativement aux années 1980, il y a une légère déperdition de l'équipement à Ziga car le taux était de 45% (Dugué, 1989). Le sarclage mécanique était pratiqué par 50% des exploitations à Ziga contre 30% de nos jours. Le taux est encore plus faible dans les autres grappes où à peine 15% des exploitations arrivent à réaliser des sarclages mécaniques.

Evolution des rendements agricoles au niveau des provinces selon les statistiques agricoles

Les rendements que nous avons analysés plus haut ont été obtenus à l'échelle de la parcelle en utilisant la comparaison avec aménagement et sans aménagement. Il est aussi intéressant d'avoir une idée des rendements à l'échelle de la province. Ces données offrent l'avantage d'un recul de 20 ans en arrière qui couvre la période d'activité des grands projets et programmes de gestion des terroirs dans le nord du Burkina Faso. Pour examiner les rendements à l'échelle, nous utilisons donc la démarche avant et après aménagement pour tenter de dégager l'impact des investissements dans le domaine de la gestion des ressources naturelles dont les techniques CES ont été un thème central de vulgarisation durant les deux dernières décennies. Les rendements des cultures varient fortement en fonction de la pluviométrie de l'année.

Les figures 1 et 2 présentent l'évolution des rendements des principales cultures respectivement pour le Yatenga/Zondoma et pour le Bam. Pour la province du Bam, la moyenne des rendements sur une période de cinq ans de 1984-1988 sont de 446 kg/ha pour le sorgho et 406 kg/ha pour le mil. Les rendements sont de 736 kg/ha et 660 kg/ha pour la

période 2000-2004 respectivement pour le sorgho et le mil. Pour le niébé, le rendement moyen pour la période 1984-1988 est de 264 kg/ha au Bam, il est de 557 kg/ha pour la période 2000-2004. On peut conclure à une amélioration des rendements même si les conditions pluviométriques ne sont pas identiques. Pour le Yatenga/Zondoma, les mêmes conclusions peuvent être tirées. Les rendements moyens du sorgho et du mil sont respectivement de 594 kg/ha et 473 kg/ha pour la période 1984-1988. Ils sont de 740 kg/ha et 736 kg/ha respectivement pour le sorgho et le mil au cours de la période 2000-2004. Pour le niébé, le rendement moyen pour la période 1984-1988 est de 377 kg/ha au Yatenga/Zondama, il est de 626 kg/ha pour la période 2000-2004.

Les rendements des cultures issus des statistiques agricoles sur 21 années pour le Yatenga et le Bam vont donc dans le sens d'une amélioration des rendements avec cependant des variations importantes d'une année à l'autre. En effet, en examinant les figures 1 et 2, on constate que les rendements ont évolué en dents de scie suivant les saisons agricoles mais le niveau des rendements est plus élevé de nos jours que pour les années 80. Le retour d'une période plus pluvieuse est à signaler au cours de la période 90. Mais les techniques CES et d'intensification contribuent à sécuriser les productions agricoles lorsque les poches de sécheresse ne sont pas trop importantes (7-10 jours). Débrah et Dahoui (2001) en analysant les rendements des cultures de 1974 à 2000 ont constaté une relative stabilité des rendements entre ces deux dates au Burkina Faso. Pour la partie nord du Burkina, il est permis de dire que les techniques d'intensification et de CES qui ont connu leur développement au milieu des années 80 ont joué un rôle important dans le maintien voire dans l'amélioration des rendements. Les résultats de la présente étude confirment ceux de Reij et Thombiano (2003).

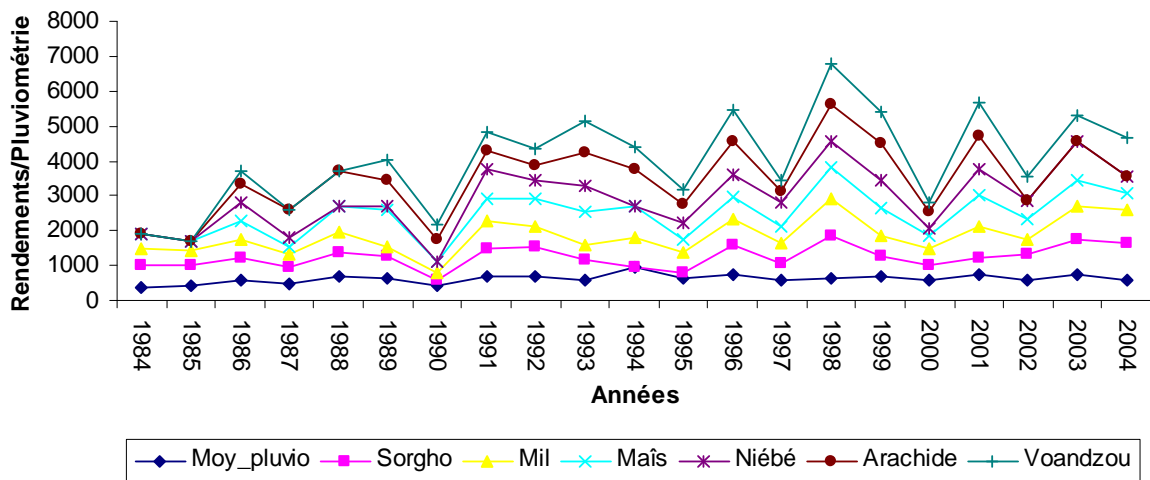


Figure 1: Evolution des rendements agricoles et de la pluviométrie de 1984 à 2004 selon les statistiques agricoles dans le Yatenga/Zondoma

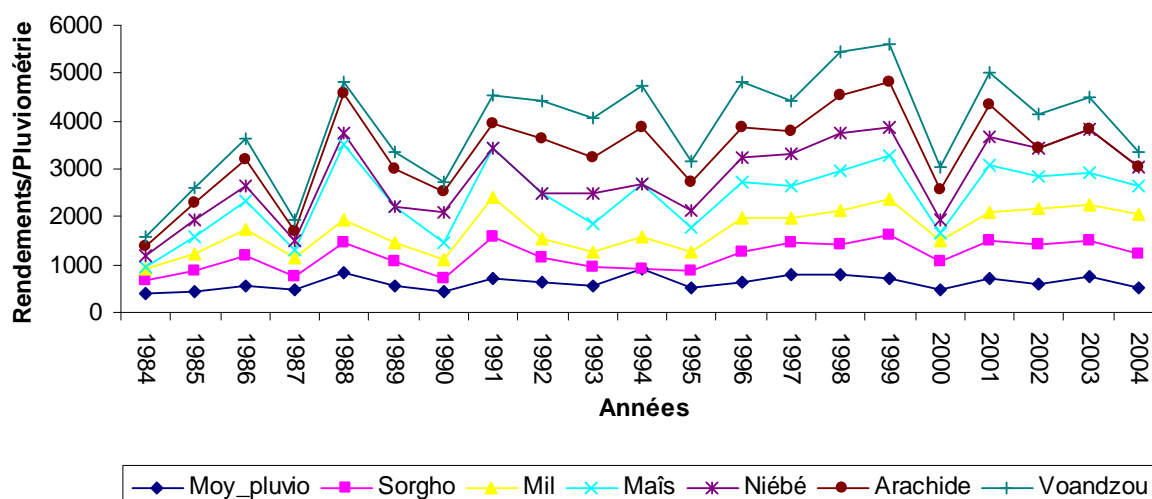


Figure 2 : Evolution des rendements agricoles et de la pluviométrie de 1984 à 2004 selon les statistiques agricoles dans le Bam

3.2.3 - Evaluation de la fertilité

Elle a été faite sur base de la recherche bibliographique pour mettre en exergue la contribution des activités CES au maintien et à l'amélioration de la fertilité des sols.

Les travaux récents de chercheurs effectués dans la zone d'étude dont ceux de Zombré (2003), Zougmore et al. (2004), Sawadogo (2006) et Traoré (2006) permettent de mettre en exergue la contribution des techniques CES comme le zaï, les cordons pierreux et les demi lunes sur l'amélioration de la fertilité des sols. Les techniques CES entraînent une modification de la texture des sols. Généralement, il est observé un enrichissement des sols en éléments fins et limons et en matières organiques de 20 à 30% selon les cas. Les sols deviennent moins acides si les techniques CES sont accompagnées de l'utilisation du fumier et du compost comme c'est bien souvent le cas. Des sols ferrugineux de pH eau de 4,8 à 5,1 ont des pH eau de 5,6 à 6,2 après traitement au zaï au bout de 2 ans d'expérimentation. On note un accroissement du taux de matière organique du sol et de l'azote et du phosphore disponible du sol dans les champs aménagés avec des techniques comme le zaï, les diguettes en pierres et les demi-lunes. De façon générale, les aménagements de cordons pierreux ou de bandes enherbées induisent une réduction plus efficace du ruissellement et de l'érosion qu'une parcelle non aménagée ; ils améliorent le stock d'eau du sol et limite les pertes de sédiments et de nutriments du sol par ruissellement (INERA, 1996 ; Zougmore, 2003) Globalement, La réhabilitation des zipella et leur valorisation est l'aspect le plus visible de l'impact des techniques CES.

3.2.3 - Impact des aménagements sur le niveau sécurité alimentaire

Afin d'apprécier l'impact des investissements dans les actions de GRN, nous avons interrogé les ménages sur la couverture de leurs besoins alimentaires à partir de leur propre production. Le tableau 14 présente les résultats. De l'échantillon des 344 ménages avec CES seulement 21,30% couvrent leurs besoins à partir de leur propre production. Ce chiffre est de 21,60% pour les 312 ménages sans CES. Ce qui implique qu'il n'existe pas de différence dans les deux cas.

Si par contre, on examine les quantités de vivres achetés (Figure 3 et 4), il ressort qu'en moyenne, les villages fortement aménagés achètent moins de vivres que ceux faiblement aménagés. En effet, les quantités moyennes achetées sont de 200 kg de sorgho, 30 kg de mil, 75 kg de maïs et 11 kg de niébé dans les villages fortement aménagés contre 238 kg de sorgho, 33 kg de mil, 102 kg de maïs et 8 kg de niébé dans les villages faiblement aménagés. Ce qui représente à peu près 26,33 kg de vivre achetés par personne dans les ménages fortement aménagés et 38,1 kg par personne dans les ménages faiblement aménagés. Il semble donc que les aménagements n'ont pas permis d'augmenter significativement la couverture des besoins alimentaires.

Tableau 14 : Couverture des besoins de consommation (en % de UP)

Villages	UP avec aménagement			UP sans aménagement		
	Couverture (%)		Total (%)	Couverture (%)		Total (%)
	non	oui		non	oui	
Bilinga	89,5	10,5	100	78,6	21,4	100
Boalin	93,2	6,8	100	94,8	5,2	100
Douré	78,0	22,0	100	75,0	25,0	100
Filli	82,5	17,5	100	87,2	12,8	100
Gonse	75,0	25,0	100	90,0	10,0	100
Kibilo	90,7	9,3	100	81,4	18,6	100
Kiré	80,0	20,0	100	70,5	29,5	100
Loungo	42,9	57,1	100	47,4	52,6	100
Noh	78,4	21,6	100	71,9	28,1	100
Ouagande	93,9	6,1	100	94,1	5,9	100
Ranawa	64,5	35,5	100	77,5	22,5	100
Rissiam	86,0	14,0	100	82,7	17,3	100
Safi	60,3	39,7	100	70,5	29,5	100
Salga	76,7	23,3	100	69,6	30,4	100
Sankondé	81,0	19,0	100	29,2	70,8	100
Solgomnoré	87,5	12,5	100	88,7	11,3	100
Sonh	85,0	15,0	100	93,3	6,7	100
Tangaye	83,8	16,2	100	79,7	20,3	100
Tensobdogo	69,4	30,6	100	77,8	22,2	100
Ziga	70,6	29,4	100	70,6	29,4	100
Moyenne	78,4	21,6	100	78,7	21,3	100

Source : Construction à partir des données de l'enquête

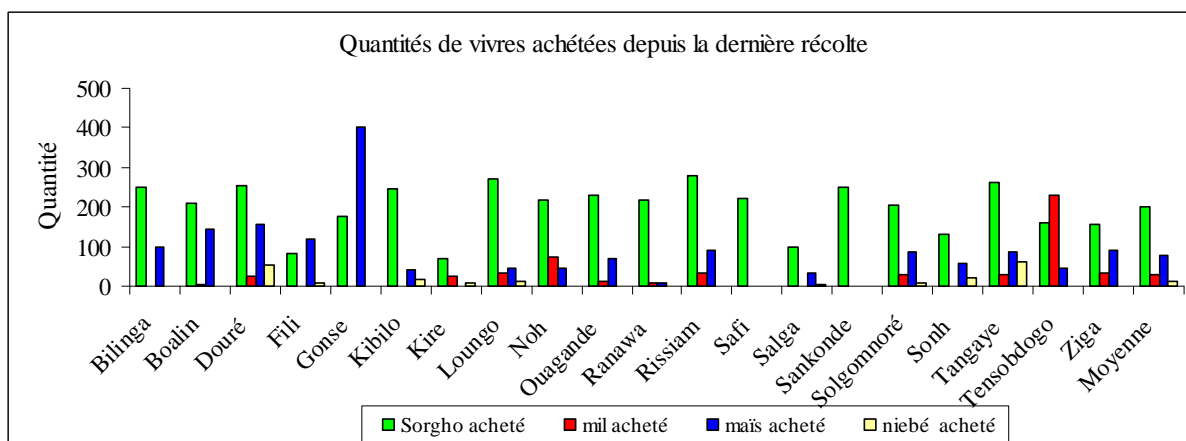


Figure 3 : Quantités des vivres achetées depuis la dernière récolte avec aménagement.

Source : Construction à partir des données de l'enquête

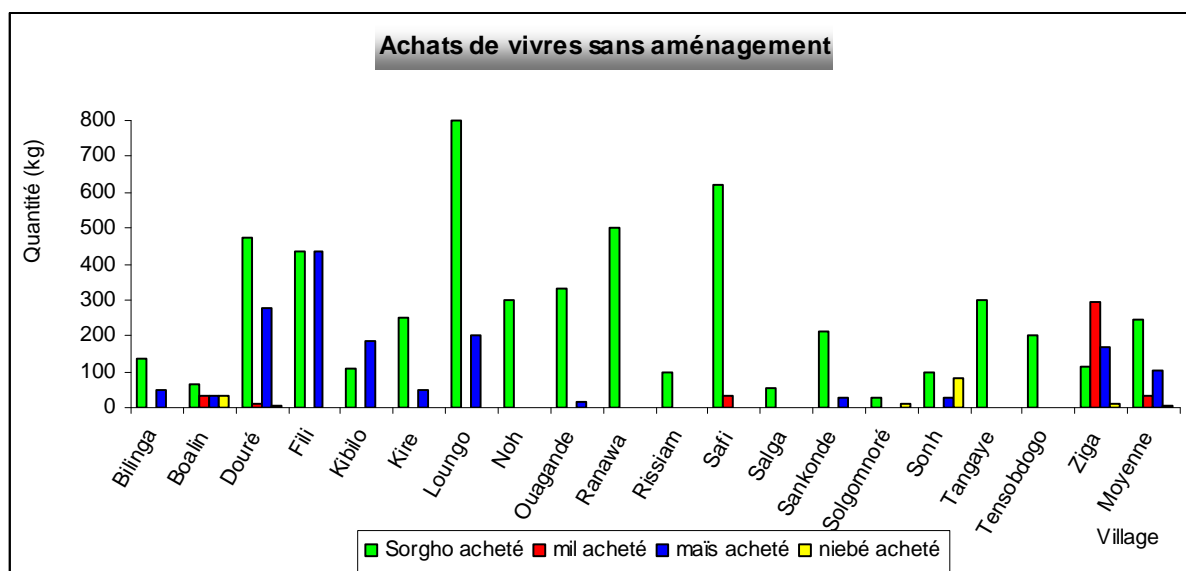


Figure 4 : Quantités de vivres achetées depuis la dernière récolte sans aménagement

Source : Construction à partir des données de l'enquête

Conclusion

La présente étude a abordé les bénéfices des actions de gestion des ressources naturelles pour les populations. Il ressort de ces investigations que les aménagements CES concourent à l'atteinte des objectifs de lutte contre la pauvreté dans la zone. Il a été mis en évidence la réhabilitation des terres incultes et l'amélioration du rendement des cultures. Quoique variables en fonction de la pluviométrie de la campagne agricole, les techniques comme le zaï, les cordons pierreux et les combinaisons de techniques ont donné des gains de rendements moyens de l'ordre de 30% à plus de 100%. L'impact est fonction des techniques d'intensification qui accompagnent les mesures de conservation des eaux et des sols comme

la fumure et l'équipement. On peut conclure que les aménagements contribuent à l'amélioration de la production agricole. Beaucoup de facteurs influencent fortement les rendements des cultures dans la zone. L'utilisation de la fumure entraîne un accroissement sensible du rendement de l'ordre de 60% à plus de 100%. On peut conclure à la lumière des résultats acquis avec la fumure organique que l'utilisation des fertilisants organiques est un point capital de l'intensification de l'agriculture dans cette partie du pays. Dans la situation actuelle caractérisée par la hausse du prix du baril de pétrole, les engrais chimiques seront de moins en moins accessibles aux petits producteurs. Il est alors indispensable de mettre l'accent sur la production des fertilisants organiques par la multiplication des fosses fumières et compostières. Ceci nécessite un minimum d'équipement en charrettes et en petits matériels tels que les pics à as, les barres à mines ainsi que les fûts pour les besoins d'eau. Il est essentiel de former le plus grand nombre de producteurs à la production de la fumure de qualité (compost, fumier de fosses fumières). Cela passe aussi par un encadrement adéquat par les services de vulgarisation et de recherche à l'image de ce qui se fait pour le coton dans notre pays.

L'équipement agricole permet l'obtention de bons rendements et il est utile de poursuivre les efforts en matière d'équipement de culture attelée (charrues et houes) et de transport (charrettes). Globalement, les producteurs ont pris conscience de la nécessité de l'intégration agriculture élevage pour tirer des profits réciproques.

Il n'en demeure pas moins qu'il reste des contraintes auxquelles les producteurs font face. Il n'existe pas de système de crédit qui permet l'acquisition des intrants pour les cultures vivrières. L'utilisation des semences améliorées reste au stade embryonnaire. Compte tenu des changements climatiques, il est indispensable pour les producteurs de disposer de semences performantes et de cycle court pour valoriser les aménagements. La réalisation de petites retenues d'eau ou de boulis améliorés dans les villages peut permettre le développement des cultures de contre saison.

Il est aussi indispensable de mettre à la disposition des producteurs des engrais de qualité. Cela permettra aux producteurs d'éviter les achats d'engrais aux formules inconnues et parfois sans matière active. Ces préoccupations ont été signalées lors des enquêtes auprès des unités de production.

L'application des techniques CES permet la réhabilitation des zipella et des terres incultes situées sur les hauteurs. Ces terres sont traditionnellement réservées aux pâturages et il y a donc une réduction des surfaces consacrées à la pâture. Il est nécessaire de développer les cultures à double usage ou les cultures fourragères pour consolider les relations d'intégration agriculture- élevage.

En ce qui concerne les critères pour apprécier l'impact des techniques CES et d'intensification comme la fertilisation, on peut retenir les rendements en matières sèches, en panicules, en grains et en pailles. Au plan agronomique, les rapports grains/panicules et grains/paille sont des critères pertinents qui permettent d'apprécier les effets des investissements de CES. Il y a les critères biologiques tels que la diversification des cultures dans les champs aménagés comme les nombreuses associations végétales. Aussi le nombre d'arbres et d'herbacées régénérés est un critère pertinent surtout pour la réhabilitation de l'environnement (terres incultes comme les zipella).

3.3 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR L'ENVIRONNEMENT

3.3.1 - Diversité des espèces ligneuses

- **Nombre d'espèces, de genres et de familles**

Au total, 64 espèces appartenant à 44 genres et 21 familles ont été identifiées et dénombrées au niveau de l'échantillon global. Les familles les plus représentatives sont les *Combretacées*, les *Mimosacées* et les *Caesalpiniacées*.

Le tableau 15 présente le nombre de familles, genres et espèces recensées en zones avec aménagement et sans aménagement.

Tableau 15 : Liste des espèces, genres et familles recensées

	Nombre de familles	Nombre de genres	Nombre d'espèces
AVEC	19	38	55
SANS	21	33	48
TOTAL	21	44	64

Dans les situations sans aménagements, les données indiquent 21 familles, contre 19 dans les situations avec aménagement. Deux familles s'identifient en plus au niveau des sites sans aménagement. Il s'agit des familles des *Burseracées* et des *Moracées*. Par contre au niveau de la diversité spécifique et de genre, les mêmes données indiquent 33 genres et 48 espèces dans les situations sans aménagement contre 38 genres et 55 espèces dans les situations avec aménagement. Ainsi donc, en considérant les données générales, les résultats indiquent de meilleures situations avec aménagement. Ces résultats sont confirmés dans les études CILSS (2006) et de Reij et Thiombiano (2003).

D'une manière générale, les *Combretacées*, les *Mimosacées* et les *Caesalpiniacées* se classent en tête de liste sur l'ensemble des sites. Sur les sites non aménagés, les espèces qui prédominent sont constituées de *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis* et *Acacia seyal*. Sur les sites aménagés, les espèces fortement représentées sont par contre *Combretum micrantum*, *Lanea microcarpa*, *Diospyros mespiliformis* et *Vitellaria paradoxa*.

- **Diversité des espèces dans les grappes**

Les données indiquent une diversité des espèces ligneuses plus importante dans les grappes de Ranawa et de Ziga. Dans ces deux grappes, de façon générale, la diversité des espèces ligneuses est plus importante sur les placettes avec aménagements comparativement aux placettes non aménagées.

Tableau 16 : Moyenne par placette des espèces dans les grappes

GRAPPE	ZIGA	RANAWA	NOH	RISSIAM
AVEC	13	11	10	08
SANS	11	09	08	09

Lorsqu'on analyse la situation de la diversité dans la grappe de Rissiam par contre, on remarque que la diversité paraît moins importante en situation avec aménagement. L'analyse des données permet de comprendre qu'il s'agit de sites sur lesquels les aménagements sont récents.

La diversité des espèces ligneuses est fortement liée aux aménagements. Ces résultats confirment ceux obtenus par Ganaba et Kiéma (2000), Reij et Thiombiano (2003) et CILSS (2006). Des situations assez illustratives sont notées sur des placettes autrefois complètement nues et encroûtées mais qui se retrouvent avec une diversité plus importante après l'introduction des aménagements en cordons pierreux.

3.3.2 - Densité des espèces ligneuses

Les données obtenues sur la densité présentent des valeurs comprises entre 20 à 288 pieds/ha dans les situations avec aménagement ; contre 24 à 596 pieds/ha dans les situations sans aménagement. Il faut noter que dans les situations avec aménagement, toutes les placettes inventoriées sont positionnées sur des champs. Dans l'échantillon, nous n'avons pas de placettes aménagées sur des espaces non mis en culture ; tandis que dans les situations sans aménagement, nous sommes en présence de champs et d'espaces non mis en culture.

Dans la comparaison des champs en situation d'aménagement et des champs en situation de non aménagement, les densités moyennes sont respectivement de 96 pieds/ha contre 56 pieds/ha ; traduisant une plus grande densité en situation d'aménagement. Ce résultat corrobore ceux de Ganaba et Kiéma (2000) et Reij et Thiombiano (2003).

Les fortes densités constatées au niveau des espaces non aménagés, peuvent en plus être le fait du niveau élevé d'aménagement dans les différentes grappes (Ranawa 73% de superficie aménagée, Ziga 81% de superficie aménagée, et Rissiam 90% de superficie aménagée), pouvant influencé fortement le niveau de densité dans ces sites.

3.3.3 - Répartition des classes de diamètre

Les résultats indiquent une forte relation entre les grandes classes de diamètre et les placettes aménagées. En effet, *on remarque une forte présence des plus gros diamètres au niveau des sites aménagés* qui, ici sont essentiellement des champs. En analysant la table des données, on constate en effet une prédominance des gros diamètres sur les sites avec aménagement. Dans les situations où la relation est également forte entre la classe de diamètre et les sites non aménagés, on constate un niveau de vieillissement plus important de ces arbres ; pendant que les plus petits diamètres se manifestent beaucoup plus sur les sites non mis en culture et sans aménagement. On note qu'à partir de la classe de diamètre 3, c'est-à-dire à partir de 21 cm de diamètre, la présence des arbres devient rare sur les sites sans aménagement.

Lorsqu'on reprend la même analyse en considérant la position physiographique du site, les mêmes tendances s'observent au niveau des glacis et des plateaux. Le phénomène est même beaucoup plus prononcé au niveau des bas fonds où, les grandes classes de diamètres se manifestent le plus dans les situations avec aménagement ; mais également les plus faibles classes de diamètres.

Le test F appliqué donne la statistique test f de valeur 0,53. Cette valeur inférieure à 1 indique que les classes de diamètre en situation d'aménagement sont significativement différentes de celles en situation sans aménagement

Ces résultats confirment ceux de Ganaba et Kiéma (2000), Reij et Thiombiano (2003) et CILSS (2006).

La présence d'espèces de petits diamètres pourrait alors traduire les conditions du milieu et la forte pression exercée sur les ressources végétales surtout dans les espaces non mis en culture et sans aménagement. Ces classes de petits diamètres sont constituées d'espèces non protégées et plus exploitées. L'importance des ligneux dans les petites classes de diamètres indique de plus l'emprise exercée sur les espèces non protégées et l'absence de jachère.

3.3.4 - Régénération naturelle assistée

Sur les parcelles avec aménagement, les données indiquent des rejets de l'ordre de 4 à 236 /ha ; contre des rejets de 8 à 136 rejets/ha sur les parcelles sans aménagement. Ici, le nombre de rejets (sujets dont la hauteur est inférieure à 1,30 m) est utilisé pour approcher la RNA. La distribution de la RNA au niveau de l'échantillon indique ainsi une forte corrélation entre l'état d'aménagement et le nombre de repousses à l'ha.

L'utilisation du test F dans le cas de nombre de rejets en situation avec aménagement et en situation sans aménagement donne la statistique test de valeur 0,0012 très inférieure à 1. Ainsi, on conclut à l'hypothèse nulle du test selon laquelle les variances des distributions des rejets avec et sans aménagement sont égales. En d'autres termes, la différence du nombre de rejets en situation avec aménagement et en situation sans aménagement est significative.

La figure 5 de distribution du nombre de rejets /ha sur placette avec aménagement et sur placette sans confirme grandement cette hypothèse.

Ces résultats confirment ceux de Hien (1995), Ganaba et Kiéma (2000), Reij et Thiombiano (2003) et CILSS (2006).

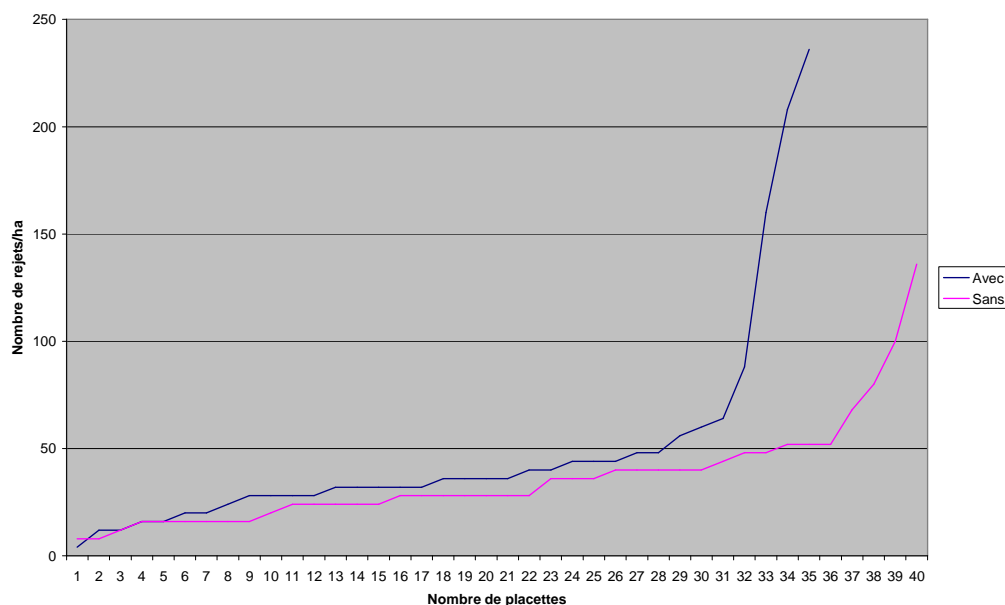


Figure 5 : Distribution du nombre de rejets/ha en situation avec et sans

Les résultats indiquent que la densité moyenne des rejets reste plus élevée dans les placettes aménagées. Les classes de densité les plus fortes sont de plus en plus absentes sur les placettes non aménagées.

En dépit des pressions diverses, on note que de nombreuses espèces ont persisté, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas disparu du tout. Cette situation témoigne de l'emprise apparente de certaines espèces comme *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* et *Diospyros mespiliformis* ; et des opportunités qu'offrent les aménagements pour faciliter le développement de la RNA (humidité plus importante et persistante, semences en sécurité à l'intérieur des cordons pierreux, reprise rapide, etc.). Par contre, selon les personnes ressources interviewées, *certaines avaient disparu ou étaient en voie de disparition ; et ont marqué leur réapparition les dix dernières années avec l'avènement des aménagements de cordons pierreux*. Il s'agit par exemple de *Diospyros mespiliformis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Saba senegalensis*, *Acacia dudgeoni* et *Ximenia americana*.

Lorsqu'on conduit l'analyse en appréciant la RNA selon le niveau de toposéquence en situation avec et sans aménagement ; si au niveau des bas fonds et des plateaux, l'impact des aménagements est avéré, au niveau des glacis, on note une situation mitigée.

Par ailleurs, on constate qu'à Ranawa et Ziga, le nombre de rejets est plus important, (pics de 136 à 236 rejets/ha) comparativement à Noh et Rissiam (pics de 40 à 44 rejets/ha) où les rejets sont moins importants, avec l'absence des classes 1 et 2. En somme, les sites qui présentent un fort taux de régénération sont ceux ayant reçu des interventions.

3.3.5 - Surfaces terrières et volumes

Au niveau des données générales, le volume moyen calculé est de 26,30 m³/ha en situation avec aménagement, contre 11,87 m³ /ha en situation sans aménagement. Ce résultat confirme ceux de Ganaba et Kiéma (2000) et de Reij et Thiombiano (2003).

Au niveau des données par grappe, la situation est présentée dans le tableau 17.

Tableau 17 : Volumes moyens de bois par grappe en situation avec et sans

Grappe	Volume moyen m ³ /ha / Situation SANS	Volume m ³ /ha / Situation AVEC
Noh	8,2	8,0
Rissiam	15,1	40,5
Ziga	18,8	55,4
Ranawa	2,5	7,8

En dehors de Noh, la différence est significative entre les volumes moyens par grappe en situation avec et sans aménagement. Le tableau 16 indique des volumes moyens plus importants en situation avec aménagement.

Le tableau 18 présente les volumes moyens calculés à partir des placettes localisées dans les bas-fonds en situation avec et sans aménagement.

Tableau 18 : Volumes moyens de bois dans les bas-fonds en situation avec et sans

N°placette	Volume moyen m ³ /ha / Situation SANS	Volume m ³ /ha / Situation AVEC
Noh	11,9	8,8
Ranawa	4,8	11,3

Les données du tableau 18 nous indiquent deux cas de figures. Une première situation à Ranawa, où les aménagements ont un impact réel sur la production ligneuse avec un volume

moyen plus important dans la situation avec. Une seconde situation à Noh, où contrairement à Ranawa, le volume moyen est plus important dans la situation sans aménagement. La situation à Noh pourrait se justifier par le fait que dans ce village, initialement le capital en ressources forestières était déjà important dans ces zones de bas fonds. C'est dans les parties réellement dégradées de ces bas fonds qu'on constate des efforts d'investissements à travers les aménagements, mais de façon timide et plus récente. Le temps mis depuis ne paraît donc pas assez pour la manifestation des impacts des aménagements.

Un autre élément à prendre en compte dans la situation à Noh est lié à la technique d'échantillonnage utilisée. En effet, à Noh, on se retrouve dans les bas fonds avec une seule placette ; ce qui signifie que la donnée utilisée n'est pas une moyenne, mais la mesure d'une seule placette.

A Ziga et Rissiam par exemple, l'absence de données aux deux niveaux (avec et sans) ne permet pas de faire l'analyse comparative du fait de l'inventaire systématique utilisé.

Le tableau 19 présente les volumes moyens calculés à partir des placettes localisées sur les glacis en situation avec et sans aménagement.

Tableau 19 : Volumes moyens de bois sur glacis en situation avec et sans

N°placette	Volume moyen m ³ /ha / Situation SANS	Volume m ³ /ha / Situation AVEC
Noh	1,6	7,3
Rissiam	17,4	46,4
Ranawa	2,0	5,5
Ziga	20,8	68

De façon générale, les volumes moyens sont toujours plus importants en situation avec aménagement. On note cependant que les plus grands volumes se rencontrent essentiellement à Ziga (20,8 m³/ha sans et 68 m³/ha avec) et à Rissiam (17,4 m³/ha sans et 46,4 m³/ha avec). Leurs volumes moyens en situation sans aménagement dépassent largement les volumes moyens en situation avec aménagement à Noh et Ranawa.

Ce résultat peut paraître surprenant car sur le terrain, des parties des glacis aménagés à Ranawa présentent une couverture dense et des arbres à grand diamètre. Cependant, il faut noter par exemple pour ce qui concerne Ranawa, que les calculs ont été faits avec les données provenant de deux placettes en situation sans aménagement contre une en situation avec aménagement.

Au niveau des glacis, la relation entre le volume de bois et l'état d'aménagement s'avère très forte. On constate que les volumes moyens les plus importants se rencontrent sur les placettes aménagées. La plus value des aménagements pourrait être calculée à partir des données des glacis qui annoncent la tendance la plus homogène.

Le tableau 20 présente les volumes moyens calculés à partir des placettes localisées sur les plateaux en situation avec et sans aménagement.

Tableau 20 : Volumes moyens de bois sur les plateaux en situation avec et sans

N°placette	Volume moyen m ³ /ha / Situation SANS	Volume m ³ /ha / Situation AVEC
Rissiam	5,5	52
Ranawa	2,34	5,3
Ziga	17,4	11

Les données du tableau 20 nous indiquent deux situations. Une première situation à Ranawa et Rissiam où les aménagements ont un impact réel sur la production ligneuse avec des volumes moyens plus importants dans la situation avec. Une seconde situation à Ziga, où contrairement à Rissiam et Ranawa, le volume moyen est plus important dans la situation sans aménagement.

Ici également, il faut noter pour ce qui concerne Ziga, que les calculs ont été faits avec les données provenant de six placettes en situation sans aménagement contre une en situation avec aménagement. De plus, comme précédemment développé, la connaissance du capital ressources naturelles de départ est importante dans l'appréciation des impacts. En effet, dans cette situation également, l'absence de plus value pourrait traduire aussi la disproportion des situations initiales.

3.3.6 - Estimation des produits forestiers issus des champs

Les trois (03) espèces les plus fréquemment rencontrées dans les champs sont *Vitellaria paradoxa* (25,3%), *Lannea microcarpa* (23%) et *Sclerocarya birrea* (18,8%). De plus, la plus part des espèces recensées dans les champs sont des espèces utilitaires.

Les usages faits des produits ligneux et de leurs dérivés permettent de faire le regroupement selon le tableau 21.

Tableau 21 : Usages courants de quelques espèces recensées dans les champs

Espèce	Usage	Alimentation	Bois de feu	Bois de service	Fourrage	Pharmacopée	Ombrage	Fertilisant	Transformation
A nilotica		X	X	X	X	X	X	X	
A albida		X	X	X	X	X	X	X	
B aegyptiaca		X	X	X	X	X	X	X	X
A digitata		X	X	X	X	X	X	X	X
D mespiliformis		X	X	X	X				X
E camaldulensis		X	X	X	X	X	X	X	X
F thoninghi		X	X	X	X		X		
G senegalensis		X	X	X	X	X	X		X
Z mauritiana		X	X	X	X		X		X
C Pentendra		X	X	X	X	X	X		X
V paradoxa		X	X	X	X	X	X	X	X
S senegalensis		X	X	X	X	X			X
P Biglobosa		X	X	X	X	X	X		X
P reticulatum		X	X	X	X	X	X		X
S birrea		X	X	X	X	X	X	X	X
L microcarpa		X	X	X	X	X	X	X	X
T indica		X	X	X	X	X	X	X	X
X americana		X	X	X	X	X			

Les usages détaillés de quelques espèces sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 22: Usages détaillés de quelques espèces recensées dans les champs

Espèce	Usage détaillé
<i>Adansonia digitata</i>	Les jeunes feuilles sont consommées comme condiments ou comme légumes séchées parfois moulues. La pulpe du fruit est utilisée dans le <i>zoom koom</i> . La graine est également comestible. Les jeunes plantules et les racines des plants se mangent.
<i>Balanites aegyptiaca</i>	C'est surtout en période de disette que la population consomme les jeunes feuilles. Avec l'insuffisance alimentaire, il rentre dans les menus habituels. Actuellement, il est commercialisé. Les fruits sont comestibles et font l'objet d'un commerce local. On fabrique du savon à partir de l'amande. Son bois est résistant aux insectes, c'est pourquoi il est très recherché pour confectionner les manches d'outils. Son bois et son charbon sont également utilisés pour le chauffage.
<i>Vitellaria paradoxa</i>	C'est l'espèce la plus épargnée lors des défrichements. Le <i>karité</i> occupe une place importante dans la cuisine, à travers son beurre. L'huile de l'amande entre dans la fabrication de savon et autres produits cosmétiques cicatrisants et protecteurs cutanés. Les fleurs sont très butinées par les abeilles. C'est pourquoi les ruches traditionnelles sont déposées sur les branches de l'arbre.
<i>Lannea microcarpa</i>	Il est épargné lors des défrichements et est un bon produit de la régénération naturelle assistée. Les fruits sont comestibles. Ils font l'objet de commerce local à l'état frais. Séchés, ils sont utilisés comme édulcorant. Les jeunes feuilles sont aussi consommées surtout en période de disette.
<i>Parkia biglobosa</i>	La gousse renferme des graines enveloppées par une pulpe farineuse de couleur jaune. Les graines fermentées sont très riches en protéines et en matière grasse. On fabrique une boisson rafraîchissante à partir de la pulpe séchée.
<i>Sclerocarya birrea</i>	Le fruit est comestible et riche en vitamine C. L'amande est également comestible, soit crue comme des arachides, soit réduite en poudre comme condiments. Sous cette dernière forme elle est commercialisée pour la préparation culinaire. La pulpe séchée sert comme édulcorant, ou bien fermentée elle est utilisée pour fabriquer une bière locale.
<i>Tamarindus indica</i>	Les feuilles pilées sont utilisées comme édulcorant pour aciduler la pâte de céréale. La pulpe est riche en Vitamine C, à partir de laquelle on prépare une boisson rafraîchissante.

Comme le montre le tableau précédent, ces espèces, pour la plupart présentent des usages multiples. Elles sont utilisées dans l'alimentation humaine, comme fourrage pour les animaux, dans la pharmacopée, comme fertilisant dans les champs, pour leur ombrage, pour le bois de feu et le bois de service et sont quelques fois transformées (savon, beurre, etc.).

Le tableau 23 présente pour les espèces dont les sous produits sont les plus utilisés dans la zone d'étude, les quantités produites et les montants des ventes. Les ventes traduisent le montant effectivement encaissé à travers la vente de tout ou partie des sous produits au cours de la campagne 2006-2007. L'interprétation des résultats sur les revenus issus de la vente des produits ligneux et de leurs dérivés indique que des quantités non négligeables de sous produits ligneux sont extraites des champs. On constate cependant au regard des ventes qui sont réalisées que toute la production n'est pas nécessairement vendue. Les sous produits sont en grande partie réintroduits dans l'UP (complément alimentaire, savon, pharmacopée, fourrage, fertilisant, etc.).

L'exploitation des données n'a cependant pas permis de comparer les quantités produites/vendues par ceux qui utilisent la CES et ceux qui ne l'utilisent pas ; l'attribution des produits collectés à un champs aménagé ou non aménagé n'étant pas fiable.

Tableau 23 : Quantité et vente de quelques produits ligneux

Espèces	Nom local (Mooré)	Production (gros sac de riz)	Vente (francs cfa)
<i>Acacia albida</i> (feuilles et gousses)	Zaanga	4 0,07	21 000
<i>Balanites aegyptiaca</i> (feuilles et fruits)	Kieglega	2,93	36 250
<i>Adansonia digitata</i> (feuilles et fruits)	Toèga	9,67	7 000
<i>Vitellaria paradoxa</i> (amandes)	Taanga	30,410	618 225
<i>Saba senegalesis</i> (fruit)	Wèdga	5,22	8 000
<i>Sclerocarya birrea</i> (amande)	Noabga	15,69	41 900
<i>Lanea microcarpa</i> (fruit)	Sanbga	51,27	53 400
<i>Tamarindus indica</i> (feuilles et gousses)	Pousga	16,71	19 500

En terme de contraintes rencontrées dans la collecte et l'interprétation des données, on retiendra essentiellement la difficulté pour les UP à référencer les sous produits. Par exemple en considérant les noix de karité ou le raisin, les chefs d'unités de production ne peuvent pas dire exactement de quels champs ils proviennent. Il s'agit de produits ou de sous produits collectés indifféremment à divers endroits et non pas uniquement sur un champ donné.

Conclusion

Les aménagements ont eu un impact positif sur la reconstitution de la végétation ligneuse. En effet, dans presque tous les sites, la densité et le nombre d'espèces végétales recensées ont été supérieurs dans les parcelles aménagées par rapport à leur témoin respectif ; et cela en harmonie avec les données qualitatives collectées.

La mesure des impacts traduit une biodiversité plus importante dans la situation avec aménagement en comparaison à la situation sans aménagement.

Les limites de l'étude sont le nombre faible de parcelles de suivi lié au type d'échantillonnage utilisé, l'appréciation de la situation avec comme référence la seule année en cours et l'insuffisance de moyens pour assurer une plus grande représentativité de l'étude.

En considérant cependant la réponse de la végétation aux aménagements, les enseignements suivants peuvent être relevés :

- Les aménagements C.E.S améliorent la densité des ligneux. Ils occasionnent une plus grande densité et variété de la régénération ligneuse due à une meilleure répartition de l'humidité dans le sol.
- La biodiversité est plus importante sur les champs aménagés que sur les champs non-aménagés avec les mêmes caractéristiques de topo séquence.
- Dans les villages avec aménagements il y a plus d'arbres qu'avant les aménagements.
- La production ligneuse est meilleure avec une plus value imputable aux aménagements.

Si ces aménagements se sont traduits par des impacts sur l'environnement, ont-ils conduit à des améliorations au niveau de l'élevage ?

3.4 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR L'ELEVAGE

3.4.1 - Impacts sur les effectifs du cheptel

Sur les 344 UP avec aménagements, environ 56% possède au moins un bovin, 58% au moins un ovin, 83% au moins un caprin, 70% au moins un asin et 6% au moins un équin. Toutes les UP possèdent au moins un (1) ruminant. L'importance relative des UP avec aménagement et propriétaires de bétail varie de 50,3 (Ziga) à 58,5% (Ranawa) pour les bovins, 56,6 (Noh) à 59,2 (Rissiam) pour les ovins et 81,6 (Rissiam) à 84,3 % (Ziga) pour les caprins (Tableau 24).

Tableau 24 : Importance relative (%) des éleveurs

Grappe	Nombre UP		Importance relative par espèce (%)				
			Bovin	Ovin	Caprin	Asin	Equin
Noh	Avec	69	56,6	56,6	82,0	66,4	06,6
	Sans	83	60,2	57,5	87,1	69,9	05,4
Ranawa	Avec	106	58,5	57,8	82,4	69,7	05,8
	Sans	77	50,0	56,7	76,7	70,0	05,4
Rissiam	Avec	83	57,8	59,2	81,6	74,1	02,7
	Sans	47	58,8	58,8	85,3	69,9	03,7
Ziga	Avec	86	50,3	56,9	84,3	69,9	07,8
	Sans	105	50,6	54,4	82,0	67,4	08,8
Total	Avec	344	55,9	57,7	82,8	70,2	05,7
	Sans	312	53,9	56,5	82,1	69,1	06,2

Les résultats de l'inventaire du cheptel des UP montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les UP avec aménagements et celles sans aménagement et cela pour toutes les espèces considérées (Tableau 25). On a dénombré en moyenne 3,5 UBT³ pour les UP sans aménagements et 3,6 UBT pour les UP avec aménagements. Il faut noter que la présence d'éleveurs pasteurs (Peulhs) dans les grappes de Noh et Ranawa explique les effectifs plus élevés que les autres grappes. Par ailleurs les effectifs recensés sont plus élevés que la moyenne nationale estimée à 2,0 bovins, 1,9 ovins et 2,8 caprins par éleveur (ENEC II, 2004). Les résultats sont conformes à ceux de 2002 où le niveau d'aménagement des villages n'avait pas d'influence significative sur les effectifs du cheptel (Savadogo 2003).

Tableau 25 : Effectifs moyens du cheptel/UP

Grappe	Bovin		Ovin		Caprin		Asin		Equins		UBT	
	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans
Noh	3,7	3,2	5,1	4,6	6,6	6,4	0,8	0,9	0,6	0,1	5,3	4,3
Ranawa	3,3	1,7	5,1	4,4	7,1	5,9	1,0	1,0	0,1	0,1	4,7	3,1
Rissiam	1,7	1,6	3,8	4,3	5,4	5,3	0,9	0,8	0,0	0,0	2,9	2,8
Ziga	1,9	1,8	3,7	3,7	6,6	6,4	0,9	0,6	0,1	0,1	3,3	2,8
Total	2,2	2,4	4,3	4,3	6,2	6,2	1,0	0,8	0,1	0,1	3,6	3,5

Source : données de l'enquête structurée ; Pas de différence significative au seuil de 5% aussi bien entre les grappes que pour l'ensemble des UP enquêtés

³ UBT ou Unité de Bétail Tropical est un animal hypothétique de 250 kg de poids vifs

Les résultats des enquêtes focus avaient montré, selon la perception des populations, une tendance à l'augmentation continue des effectifs. Ces tendances sont estimées au plan national à 2% par an pour les bovins et 3% par an pour les petits ruminants (ENEC, 2004)).

Cette tendance n'est cependant pas attribuable aux seuls effets positifs des investissements en GRN. Une analyse approfondie des impacts ex-post des investissements en CES conduite en 2007 dans le département de Sabcé dont dépend le village de Loungo et Noh a montré, en utilisant la matrice d'analyse des tendances et celles des influences, que le nombre de bovins s'est accru de manière importante entre 1984 et 2001 grâce aux investissements en GRN induits par les appuis du projet. Au nombre des facteurs d'influence il y a en effet les investissements CES mais surtout les revenus extra-agricoles qui sont convertis en bétail. En effet les producteurs estiment que les CES permettent d'améliorer la productivité des sols mais à un niveau activités qui ne permet pas d'assurer un surplus alimentaire pouvant induire une accumulation sous forme de bétail. Parmi les activités extra-agricoles pourvoyeuses de revenus figurent le maraîchage, l'embouche, l'orpaillage, les appuis apportés par les migrants ou de parents salariés, etc. (Kuderman et Savadogo, 2008). Les enquêtes focus ont également révélé l'importance des besoins en fumure organique pour la fertilisation des sols de plus en plus appauvris par l'exploitation agricole minière.

3.4.2 - Impacts sur les modes d'élevage

L'analyse ex-post basée sur les résultats des enquêtes focus montre une dynamique des modes d'élevage avec une tendance à l'intensification, notamment pour les espèces bovines et ovines. Les résultats des enquêtes au niveau des UP confirment cette tendance (Figure 6). On note une proportion plus importante d'animaux en semi-intensif (stabulation et embouche) indépendamment du fait que l'UP ait réalisé des aménagements ou pas (77,8% des bovins, 66% des ovins et 65,6% des caprins). Les bœufs de traits représentent en moyenne 65% des effectifs totaux. En moyenne 12,6%, 9,4% et 1,3% des bovins, ovins et caprins sont respectivement en embouche. Mais la proportion d'animaux en semi-intensif est plus importante pour les UP ayant réalisés les aménagements quelque soit l'espèce considéré (82,7% contre 73,0% pour les bovins, 67,6 contre 64,4% pour les ovins et 66,3 contre 64,8% pour les caprins).

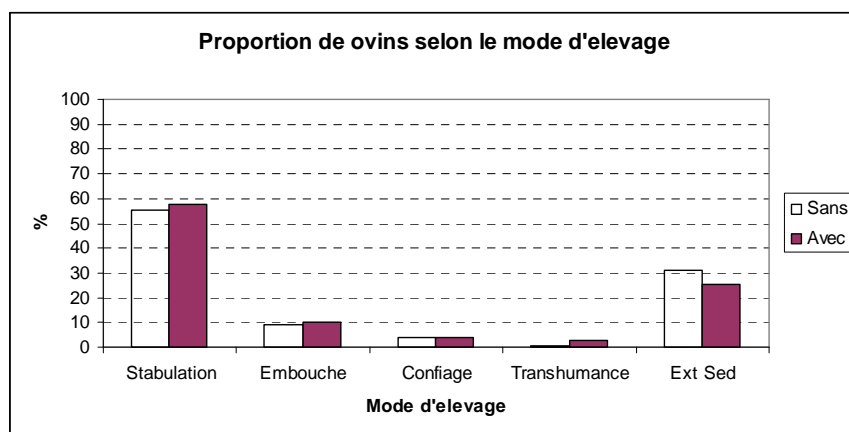
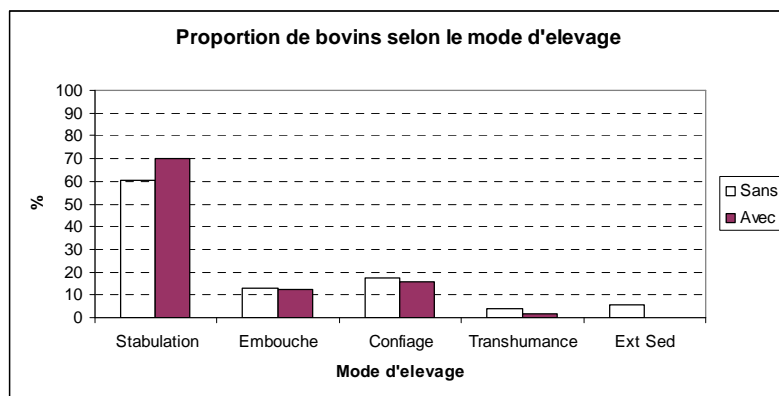
Cette tendance d'évolution vers un mode d'élevage semi-intensif est confirmée par les statistiques disponibles au niveau régional (ENEC II, 2004). L'importance relative de la contribution de chaque type de ressource alimentaire est un indicateur fiable de la dynamique d'intensification des systèmes de production (Tableau 26).

Les pâturages naturels contribuent pour 69,2 à 85,5 % de la ration alimentaire des ruminants du Centre Nord (qui inclue les grappes de Rissiam et de Noh). La contribution des résidus de cultures est estimée 25% au niveau des bovins et 16,7% au niveau des ovins. La contribution des SPAI est encore assez modeste de l'ordre 4,9% pour les bovins et 2,4% pour les ovins. La situation d'ensemble de ces deux régions est nettement meilleure comparativement à la situation nationale. Les animaux d'embouche ovine et bovine de même que l'alimentation à l'auge des animaux de trait sont des systèmes qui se développent de manière assez remarquable dans les deux régions qui constituent des pôles de d'intensification des investissements en GRN.

Tableau 26 : Proportion d'éleveurs par espèce, par source d'alimentation et par région

Région	Ressource alimentaire	bovins	ovins	Caprins
Centre nord	pâturage naturel	69,2	79,9	85,5
	sous produits agro-indust.	4,9	2,4	0,4
	résidus de récolte	25,0	16,7	13,7
	fouillage cultivé	0,2	0,2	0,1
	foin	0,7	0,8	0,3
Nord	pâturage naturel	51,7	56,9	72,2
	sous produits agro-indust.	13,1	7,1	3,6
	résidus de récolte	34,5	34,4	23,6
	fouillage cultivé		0,1	0,1
	foin	0,7	1,5	0,6
Burkina Faso	pâturage naturel	88,1	85,4	88,7
	sous produits agro-indust.	3,6	2,8	1,9
	résidus de récolte	7,8	10,8	8,8
	fouillage cultivé	0,1	0,2	0,2
	foin	0,3	0,8	0,4

Source : ENEC II, 2004



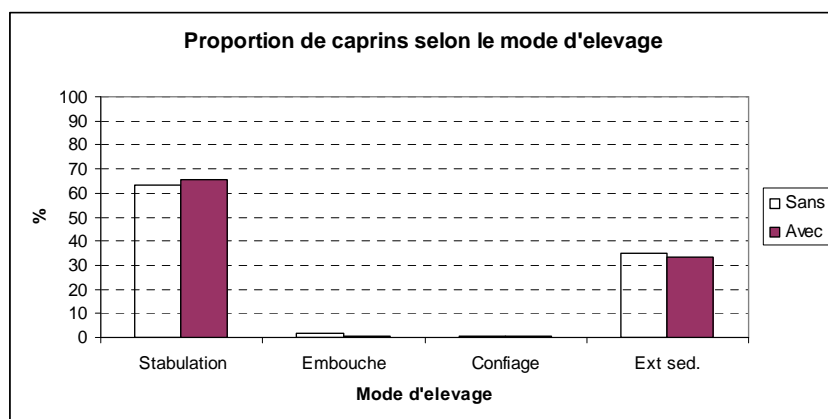


Figure 6 : Importance relative des différentes espèces animales selon les modes d'élevage

3.4.3 - Impacts sur la disponibilité des ressources fourragères

Impacts sur la couverture végétale et la qualité des pâturages

Les résultats des inventaires de végétation réalisés suivant les transects ont montré que dans l'ensemble les aménagements ont amélioré significativement le niveau de couverture végétal des pâturages naturels (Tableau 27). Les taux d'amélioration de la couverture végétale a varié de manière significative (au seuil de 5% de probabilité) de 8,5 (Noh) à 92,5% (Rissiam) par rapport aux témoins (zones non aménagées). Cependant l'impact sur la qualité des pâturages est mitigé. Le taux d'amélioration de la diversité floristique est estimé à -6 % (cas de Noh) à 50% (Ziga). Cette amélioration a consisté en l'augmentation du nombre de phorbes (*Cassia tora*, *Borreria sp.*, *Cyperus Sp*, *Sida alba*, *Corchorus sp.*, *Walteria indica*, *Ipomea sp.*, *Leucas sp.*, etc.), qui ont de faibles valeurs pastorales.

Tableau 27 : Impact des aménagements sur la qualité du tapis herbacé

Grappe	Site	Taux de couverture (%)	Diversité floristique(n)	Composition (%)			
				Gp	Ga	Lg	Autres
Noh	Sans (n=6)	84.7b	17	0.0	93.5	0.8	5.6
	Avec (n=8)	91.9a	16	0.0	71.5	7.1	21.4
	Impact (%)	8.5	-6	0.0	-23.6	752.0	280.5
Ranawa	Sans (n=12)	81.81b	25	0.3	71.7	16.6	11.5
	Avec (n=6)	89.36a	27	0.0	69.3	14.9	15.8
	Impact (%)	9.2	8	-92.6	-3.3	-10.0	37.2
Rissiam	Sans (n=7)	39.4b	18	0.0	59.2	2.7	13.1
	Avec (n= 5)	75.9a	25	0.8	56.9	2.5	39.8
	Impact (%)	92.52	39	ND	-4.0	-7.8	204.1
Ziga	Sans (n=8)	79.2b	16	0.0	65.3	30.1	4.6
	Avec (n=10)	91.58a	24	0.5	71.5	18.9	9.2
	Impact (%)	15.64	50	ND	9.4	-37.2	99.3

Gp = Graminées pérennes ; Ga = Graminées annuelles ; Lg = légumineuses ; autres = phorbes ; Pour chaque grappe, les moyennes de taux de couverture portant des lettres différentes sont significatives différentes au seuil de 5% de probabilité

Les travaux de recherche effectués par Kessler et al., (1998), Hien (1995), Kiema et al. (2006) ont montré que les mesures de conservation des eaux et des sols induisent une amélioration significative du couvert végétal. L'amplitude de cette amélioration atteint plus de 200%. Il faut noter que l'amélioration du niveau de régénération des ligneux de brout (cf. Volet Environnement) contribue à l'amélioration en fourrage de qualité pendant la saison sèche (feuille set gousses).

Impacts sur la biomasse herbacée

Quelque soit le type d'unité de sol considéré les aménagements ont eu des impacts positifs significatifs (5%) sur la biomasse herbacée. Les impacts sont estimés à 150,6%, 145,9%, 65,4% et 64,3% respectivement pour les grappes de Noh, Rissiam, Ziga et Ranawa (Tableau 28). Les impacts ont été plus importants dans la province du Bam du fait que les aménagements de type traitement des ravines y ont été réalisés depuis les années 1984.

Tableau 28 : Impact (%) sur la biomasse herbacée⁴ (kg MS/m²)

Grappe	Bas fond			Plateau			Glacis			Total		
	S	A	I	S	A	I	S	A	I	S	A	I
Ranawa	125.9b	207.5a	64.8	30.4b	56.0a	84.4	13.1b	18.0a	37.9	66.3b	109.0a	64.3
Ziga	0	204	NE	50b	109a	119.9	21a	25a	15.8	36b	58.8a	65.4
Noh	113b	288a	153.6	0	65	NE	48b	62a	29.6	70b	175a	150.6
Rissiam	0	254	NE	61	103	68.4	20	97	380.0	41	100	145.9
Total												

S = sans aménagement ; A=avec aménagement ; I = impact ; Pour chaque grappe, les moyennes (avec et sans) portant des lettres différentes sont significatives différentes par topo séquence au seuil de 5% de probabilité

Kiema et al. (2006) a montré par exemple que le sous solage des glacis dénudés put améliorer la production fourragère et la capacité de charges des pâturages naturels en moyenne de 12,5 fois par rapport zones non traitées.

Impacts sur la disponibilité (stocks) du fourrage pour l'alimentation du bétail à l'auge

Les données des carrés de rendements montrent que les investissements en GRN ont permis d'augmenter significativement la disponibilité des résidus de cultures (notamment les céréales) au champ. Les quantités totales de fourrages stockées sont estimées à 3,84 t pour les UP avec aménagements et 2,87 t pour les UP sans aménagements. Cette différence n'est cependant pas significative au seuil de 5% On note une prédominance des pailles de céréales dans les stocks (1,99 à 3,40t par UP avec aménagement et 1,58 à 2,10 t par Up sans aménagements), soit plus de 66 à 70% des quantités totales (Tableau 29).

⁴ Nombre de placettes au tableau 2b

Tableau 29: Quantités de fourrages stockés (t)

Grappe	Paille céréales		Fanés de légumineuses		Foin		Paille d'herbacées		Total	
	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>
Noh	1,99	1,58	0,20	0,17	0,32	0,18	0,15	0,08	2,46	1,84
Ranawa	3,40	2,10	0,33	0,35	0,29	0,15	1,39	1,35	4,75	3,20
Rissiam	2,30	1,78	0,25	0,32	0,13	0,11	0,92	0,56	3,60	2,77
Ziga	2,87	1,91	0,19	0,08	0,15	0,08	0,44	0,32	3,33	2,21
Total	2,70	1,90	0,27	0,22	0,20	0,12	0,67	0,53	3,84	2,87

Source : données de l'enquête structurée

3.4.4 - Elevage et équité genre

La proportion de femmes et de jeunes propriétaires d'animaux est très faible. Elle varie au niveau des femmes de 0,21 à 0,27% pour les bovins, 4,78 à 5,84% pour les ovins et 12,68 à 14,73% pour les caprins (Tableau 30). Ces valeurs sont inférieures indiquées dans le rapport ENEC II au niveau national (7,7%, 17,6% et 23,5% des bovins, ovins et caprins appartiennent aux femmes). En d'autres termes plus de 80% du bétail appartient aux chefs d'unités de production.

Tableau 30 : Importance relative des propriétaires de bétail au sein des UP

Propriétaire	Bovins		Ovins		Caprins	
	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>	<i>Sans</i>	<i>Avec</i>
Chef UP	98.90	99.18	91.65	94.06	79.99	84.97
Epouses	0.21	0.27	5.84	4.78	14.73	12.68
Enfants	0.89	0.55	2.51	1.16	5.27	2.35

3.4.5 - Impacts sur les revenus des éleveurs

L'impact des investissements en GRN sur les revenus d'éleveurs est estimé à partir de marges brutes⁵ obtenues des ateliers d'embouche. Les résultats des estimations faites directement par les éleveurs montrent une amélioration du revenu brut par tête et par an de 119% pour les bovins et 22% pour les ovins (Tableau 31).

Tableau 31 : Revenus bruts annuels des activités d'embouche par tête (Francs CFA)

Type UP	Embouche bovine	Embouche ovine
Sans aménagement	11 091	8 612
Avec aménagement	24 266	10 487
Impacts (%)	119	22

Cette amélioration du revenu brut est due essentiellement à la réduction des charges d'alimentation (plus grande disponibilité et meilleure qualité du fourrage stocké).

⁵ Le revenu brut = prix de vente – coût aliments-Coûts vétérinaires

Conclusion

Les résultats des analyses des informations et données issues des statistiques disponibles, des enquêtes structurées, des mesures de terrains (inventaires de végétation et carrés de rendement), on peut retenir que les investissements en GRN permettent d'améliorer significativement le couvert herbacé ainsi que la biomasse (herbacée et résidus de cultures) et partant la disponibilité du fourrage dans les sites aménagés. Malheureusement ces aménagements sont essentiellement réalisés sur les terres cultivées (généralement par récupération de terres dénudées pour l'agriculture), soumettant les rares pâturages naturels dans une situation de risque élevé de dégradation sous la forte pression du bétail en saison pluvieuse. Il ressort également que les investissements en GRN induisent de plus grands revenus bruts des activités d'embouche et ont des effets positifs sur l'adoption des modes d'élevage semi-intensifs. Cependant aucune différence n'a été constatée au niveau des effectifs entre les UP avec aménagements et celles sans aménagement.

Ces résultats sont dans l'ensemble conformes à ceux obtenus en 2002 sur 12 villages du Plateau Central dont Noh, Rissiam, Ranawa et Ziga (Savadogo, 2003a, Savadogo, 2003b). Certains aspects méritent cependant d'être approfondis notamment à travers des analyses économiques ou financières (comptes d'exploitation des ateliers d'embouche), l'analyse des facteurs d'influence au niveau de l'évolution des effectifs du cheptel, ainsi que des estimations des capacités de charge des terroirs villageois sites.

3.5 - IMPACT ECONOMIQUE DES INVESTISSEMENTS DE GRN

Comment exprimer tous ces impacts en termes monétaires afin de pouvoir calculer la rentabilité économique de ces investissements et bâtir un argumentaire pour convaincre les Etats et les bailleurs de fonds à investir un peu plus dans la GRN?

De nombreuses tentatives ont été faites, mais elles ont jusque là sous-estimées systématiquement l'impact des investissements. En effet, les évaluations économiques de l'impact des investissements en GRN ont été réductrices en se concentrant uniquement sur l'accroissement des rendements en occultant les valeurs économiques des impacts environnementaux et institutionnels, faute de trouver une approche appropriée et consensuelle pour traduire en valeur monétaire ces aspects positifs des investissements en GRN.

Le tableau 32 résume l'ensemble des données nécessaires qui permettraient de calculer de manière satisfaisante le taux de rentabilité interne des investissements en GRN.

Tableau 32 : Bénéfices générés par les techniques de gestion des ressources naturelles

Types de bénéfices	Indicateurs	Mesures possibles
<i>LOCAUX</i>		
Accroissement des produits agricoles disponibles	Variation de production agricole	Variations des rendements * prix locaux/globaux
Accroissement du fourrage disponible et de la charge en bétail	Variation de production des éleveurs	- Variations de la capacité de charge * prix locaux/globaux - Variations des rendements fourragers * prix locaux/globaux du fourrage de référence
Reforestation	Variation des surfaces forestières	Variations des volumes de bois et des produits non ligneux * prix locaux/globaux
Accroissement de l'eau disponible	Remontée des nappes phréatiques	- Variation des temps de corvée d'eau * coût moyen de la main d'oeuvre - Volume * valeur de l'eau récupérée
#Gestion des ressources naturelles	Diminution des conflits	Baisse observée du nombre de conflits * coût moyen de règlement des conflits
# Stabilisation de la Population	Baisse de l'exode rural	Coût d'opportunité : coût du branchement pour l'eau potable en ville (rapporté au nombre de bénéficiaires)
# Récupération de la Biodiversité	Espèces récupérées dans les jardins privés	Surfaces ou quantités concernées * prix locaux/globaux des espèces récupérées

GLOBAUX		
# Adaptation au Changement climatique	Stockage du carbone	Quantités de carbone stockées * prix de marché du carbone
# Récupération de la Biodiversité	Modification des écosystèmes et des paysages	
# Récupération de la fertilité	Variation du couvert Végétal ; Meilleure infiltration de l'eau ; Remontée de la fertilité (matière organique, nutriments, etc.), Baisse de l'albédo	

indique les bénéfices rarement quantifiés à ce jour

Source : Investir en zones arides. Mélanie Requier-Desjardins, 2006

3.5.1 – Méthode d'analyse

Méthode coût-avantage

La méthode d'analyse coût-avantage est basée sur l'estimation de la valeur actualisée nette des investissements (VAN) et du taux de rentabilité interne (TRI). Elle nécessite donc l'établissement de budget partiel qui est un outil d'organisation des informations sur les coûts, les revenus relatifs aux différentes options techniques susceptibles d'intéresser les agriculteurs. Elle est généralement utilisée comme un outil d'aide à la décision par ces derniers dans le choix de technologies alternatives.

Dans la présente étude, on cherche à comparer deux situations. Une situation avec aménagement en CES et une situation sans aménagement de CES.

La formule de la VAN est donnée par :

$$VAN = \sum_{t=0}^T (1+r)^{-t} (b_t^c - b_t^e) - I^c$$

$$t = 0 \dots T$$

où

b_t^c et b_t^e sont respectivement les bénéfices annuels sous pratique de conservation et sans pratique érosive

r = le taux d'actualisation

I^c = l'investissement initial en CES

Les bénéfices annuels dépendent des rendements sous chaque pratique, des prix des produits et des coûts de production :

$$b_t^c = P_t Y_t^c - C_t^c$$

$$b_t^e = P_t Y_t^e - C_t^e$$

Où :

Y_t^e et Y_t^c représentent respectivement les rendements sous pratique conservante (situation avec aménagement) et sans aménagement.

P_t les prix des produits agricoles au temps t

C_t^c et C_t^e , les coûts d'exploitation avec C_t^c incluant les coûts d'entretien.

Si la VAN est positive, alors les investissements en CES sont rentables

De la VAN, on calcule le taux de rentabilité interne suivant la formule :

$$\sum_{t=1}^f GSN(1+r)^{-t} = \sum_{t=1}^f Ct(1+r)^{-t}$$

Où GSN= le gain social net;

C_t = coûts des aménagements;

r = taux de rentabilité interne;

t = année de départ des aménagements

f = année où les aménagements se sont arrêtés.

Les données collectées

Pour cette analyse, plusieurs sources ont été utilisées suivant la nature des données.

Les données sur les coûts de production proviennent des projets de développement surtout du Programme Spécial de Conservation des Eaux et des Sols/Agroforesterie (CES/AGF), du Projets d'Aménagement des Terroirs et de Conservation des Ressources dans le Plateau central (PATECORE) et du Programme Sahel Burkinabé (PSB/GTZ).

Pour les rendements, dans un premier nous avons utilisé les données secondaires collectées des projets de développement et structures de recherches. Cette évaluation à l'avantage d'utiliser des données sur une période de deux à trois années, ce qui permet de faire des moyennes et donc de réduire les biais dus aux variations climatiques (pluviométrie).

Dans un second temps, nous allons utiliser les données collectées au cours de la campagne agricole 2006/2007 pour faire cette évaluation. En effet, la pluviométrie de cette campagne a été à médiocre. Bien que le volume d'eau recueilli soit supérieur ou égal à la normale, la pluviosité à été très mauvaise avec des inondations en début de campagne et une interruption brutale en fin de campagne, avec pour conséquence une baisse des rendements.

Les données sur les prix sont du Système d'Information sur les marchés (SIM) pour les produits agricoles ; des enquêtes de terrain pour les sous produits agricoles, les coûts des intrants (fumier).

3.5.2 - Résultats

3.5.2.1 - Zaï

- **Les Coûts d'aménagement**

Le tableau 33 présente les coûts pour un ha aménagé en zaï.

Tableau 33 : Coûts d'aménagement d'un ha de zaï (en FCFA)

Libellé	Prog. CES/AGF		Prog. PSB	
	Coût	En (%)	Coût	En (%)
Petit matériel	4600	16%	9225	1%
Main d'œuvre	25000	84%	714000	99%
Coût à l'hectare	29600	100%	723225	100%

Sources : estimation des Prog. CES/AGF et PSB

La main-d'œuvre représente 80 à 99% du coût de l'investissement. Pour le programme CES/AGF, il faut 25 Hj pour réaliser un hectare de zaï contre 714 Hj pour le programme PSB. Cette dernière estimation nous semble très irréaliste. En effet, le PSB estime qu'une personne réalise 2,3 trous de zaï en une heure sur un terrain argileux et 1 seul trou de zaï en une heure sur un terrain argilo gravillonnaire. Cette appréciation est loin de la réalité et gonfle donc artificiellement le besoin en main-d'œuvre pour un hectare de zaï.

Afin d'estimer la valeur de la main-d'œuvre, nous avons utilisé le prix officiel du salaire agricole qui est de 1000 FCFA la journée de travail. Ce prix est plus élevé que le coût d'opportunité de la main-d'œuvre particulièrement en saison sèche. En effet, la main-d'œuvre n'est pas pleinement utilisée à cette période de l'année. A ce prix, le coût de la main-d'œuvre d'un ha de zaï est évalué à 25000 FCFA pour le programme CES/AGF, 714000 FCFA pour le PSB. En utilisant la main-d'œuvre salariée (ce coût est de trois (3) trous de zaï à 10 FCFA) ; la réalisation d'un ha serait comprise entre 33333 et 50000 FCFA en fonction de nombre de trous à l'ha (10000 ou 15000).

Dans la suite de l'analyse, nous allons considérer les données du programme CES/AGF auxquelles il faut ajouter le coût du fumier et celui de la main-d'œuvre liée à son épandage.

Pour ce qui est de la main-d'œuvre, Kaboré (2000) estime à 118 heures (13hj) le temps nécessaire pour le transport du fumier et à 146 heures (18 Hj) le temps nécessaire pour déposer le fumier dans les trous de zaï

Pour le coût du fumier, les enquêtes focus groups donnent un prix variant de 750 à 2000 Fcfa le prix d'une charrette de fumier dont le poids est compris entre 180 et 400.Kg. Ce qui revient à 4,2 Fcfa le prix du kg de fumier. Ce chiffre corrobore celui de Zougmoré et al. (2000)⁶.

- **L'impact du zaï sur les rendements**

L'impact du zaï sur les rendements des céréales est unanimement reconnu par les producteurs, particulièrement ceux du Plateau Central du Burkina Faso. En l'absence de séries chronologiques, et pour apprécier quantitativement cet impact, des enquêtes ponctuelles ont été réalisées par des chercheurs, des projets de développement et des ONG. Le programme

⁶ Zougmoré R. ; Bonzi M. ; Zida Z. (2000): Etalonnage des unités locales de mesures pour le compostage en fosse de type unique étanche et durable. Fiche technique N°4. INERA/GRN-SP CRREA du centre ; Saria, Burkina Faso

Spécial CES/AGF, le PATECORE et l'INERA entre autres ont commandité des évaluations d'impact des techniques de CES ; les deux premiers, pour mesurer l'impact de leurs activités et le dernier pour apprécier les performances des technologies qu'il met à la disposition du développement.

Pour donc analyser l'impact du zaï sur les rendements, trois sources de données seront utilisées. Celles collectées au cours de la campagne agricole 2006/2007, celles RSP/INERA (1994) et celles de Sawadogo (2006).

Le tableau 34 présente les données collectées au cours de la campagne agricole 2006/2007.

En dépit des caprices pluviométriques, des gains de rendement significatifs ont été obtenus avec le zaï. Pour la grappe de Ranawa, le zaï a produit un gain de rendement 114%. Dans la grappe de Noh, le gain de rendement en grains est de 44% pour le zaï.

Tableau 34 : Rendement (kg/ha) du sorgho sous Zaï dans les grappes de villages

	Technique CES	Grains (kg/ha)	Augmentation (en %)	Paille (kg/ha)	Augmentation (en %)
Ziga	Sans CES	434		1822	
	Zaï + 2,1 tonnes de fumier +	772	78	2571	41
Ranawa	Sans CES	376		1786	
	Zaï+ 2,4 tonnes de fumier	804	114	2840	59
Noh	Sans CES	486		1912	
	Zaï + 2,32 tonnes de fumier	700	44	2921	53
Rissiam	Sans CES	468		1939	
	Zaï + 2 tonnes de fumier	716	53	2882	49

Source : rapport de l'agronome (2008)

Les travaux de RSP/INERA sur le zaï dans la région Centre du Burkina Faso sont consignés dans le tableau 35. Ces résultats proviennent du suivi d'un échantillon de 42 producteurs tirés au hasard dans le village de Donsin qui pratiquaient le zaï pendant la campagne agricole 1992- 93 et 1993-94.

Tableau 35 : Rendements (kg/ha) du sorgho sous différents types de CES

	Témoin	Zaï	Paillage	Paillage brûlé	Zaï + paillage
Moyenne	668	1241	704	681	1050
Maximum	3170	4365	3313	1319	2533
Minimum	42	147	38	151	320
Ecart type	535	932	488	301	554

Source INERA, RSP Centre, 1994

Les résultats des travaux de Sawadogo (2001) sont consignés dans le tableau 36. Les rendements du zaï augmentent avec la quantité de fumier. Au Yatenga cette augmentation est

de 41% pour le rendement grain et 38% pour le rendement paille. Ces chiffres sont respectivement de 12 et de 9% dans le Zondoma. Il faut cependant signaler que les rendements qui sont consignés dans les tableaux ci-dessus sont bas comparés à ceux obtenus dans d'autres études (notamment ceux obtenus dans le cadre du projet CESII/CDCS avec les paysans innovateurs).

Tableau 36 : Rendements (kg/ha) du sorgho sous zaï dans les provinces du Yatenga et du Zondoma (dans les champs paysans)

Technologie	Rendement grains	Rendement paille
Yatenga		
Zaï + 5 tonnes de compost	1269	2282
Zaï + 10 tonnes de compost	1552	2728
Zondoma		
Zaï + 5 tonnes de compost	1031	2581
Zaï + 10 tonnes de compost	1063	2694

Source : Sawadogo (2001)

- **La rentabilité du zaï**

En partant des coûts d'aménagement (tableau 33), des coûts de production ci-dessus et des données sur les rendements des cultures (produits et les résidus) des tableau 34, 35 et 36 ci-dessus, les calculs montrent que le bénéfice net occasionné par le zaï suffit à peine en première année à couvrir les charges encourues par le producteur. Il faut attendre la deuxième année pour dégager un bénéfice substantiel.

Pour le calcul de la valeur actuelle nette (VAN) et du taux de rentabilité interne (TRI) des investissements, nous avons fait l'hypothèse que le bénéfice dégagé dès la deuxième année serait le même sur les 3 années suivantes. Cette hypothèse est rendue nécessaire par le fait que nous ne disposons pas d'une série chronologique sur les différentes données utilisées pour l'évaluation des bénéfices sur 5 ans alors que celles-ci peuvent fluctuer en fonction de l'année et de la pluviométrie⁷ (rendements, prix de certains intrants, prix de certains produits).

Le tableau 37 présente les VAN et les TRI⁸ du zaï avec la culture du sorgho.

Tableau 37 : valeurs actualisées nettes et taux de rentabilité des investissements dans les zaï dans les grappes de villages

Technologie	Van (5%)	Van (10%)	Van (20%)	TRI (en %)
Ziga				
Zaï + 2,1 tonnes de fumier	127567 (143009)	103269 (116175)	69475 (78808)	125,4 (138,4)
Ranawa				
Zaï + 2,4 tonnes de fumier	40367 (62097)	27880 (46042)	11404 (24537)	32,6 (48,6)

⁷ Les données que nous utilisons pour ces calculs sont considérées comme celles d'une année pluviométrique normale.

⁸ Les taux de rentabilité obtenus sont valables lorsque le zaï est fait dans les champs de culture. Mais dans l'optique de la récupération, où le zaï est fait sur des terrains où rien ne pousse, les taux de rentabilité seront nettement plus élevés avec un minimum de 200% pour le zaï avec 5 tonnes de compost dans le Zondoma et un maximum de 364% pour le zaï avec 5 tonnes de fumier dans le Yatenga. Dans ces conditions, le zaï avec le mil deviendrait également très rentable.

Noh				
Zaï + 2,32 tonnes de fumier	59196 (70102)	46081 (55196)	28002 (34594)	64,3 (73,8)
Rissiam				
Zaï + 2 tonnes de fumier	59990 (91039)	49042 (74991)	(32971) (51737)	83,8 (111,8)

Nous avons présenté dans le tableau 36 deux cas de figures : le premier cas est celui où on considère seulement le rendement grain du sorgho et le second cas celui où on prend en compte non seulement le rendement grain mais également les résidus de récolte. Le TRI est plus élevé à Ziga (125,4% et (138,4)) et plus faible Ranawa (32,6 et (48,6)). L'investissement dans le zaï a été très rentable.

Les résultats du tableau 38 montrent que l'investissement dans le zaï est rentable mis à part dans le Zondoma où le zaï plus 10 tonnes de compost n'est pas rentable. Les TRI sont plus élevés dans le Yatenga. Ils sont des 97% pour le rendement grain du zaï avec 5 tonnes de fumier et de 120% lorsqu'on prend en compte les résidus de récoltes. Ces chiffres sont de 92 et de 107% pour le zaï avec 10 tonnes de fumier. Au Zondoma ces chiffres sont respectivement de 12,08% et de 36% pour le zaï avec 5 tonnes de fumier. Dans cette province le zaï avec 10 tonnes de fumier n'est pas rentable. L'investissement dans le zaï est donc rentable, les TRI sont presque tous supérieurs aux taux d'intérêt des banques de la place (11 à 14,75% à la BICIA-B ; 10,5 à 13% pour la BIB)

Ceci est vrai pour le zaï avec la culture du sorgho. Par contre, tous les calculs indiquent que le zaï avec la culture du mil n'est pas rentable.

Tableau 38 : valeur actualisée nette du zaï sous culture du sorgho du test INERA (1994) et dans les champs paysans dans les provinces du Yatenga et du Zondoma

Technologie	VAN (5%)	VAN (10%)	VAN (20%)	TRI (en %)
INERA				
Zaï + 10 tonnes de compost	33334 (57662)	24234 (45567)	11609 (26313)	37,01 (56,4)
Yatenga				
Zaï + 5 tonnes de compost	94890 (121279)	75995 (98014)	49725 (65675)	97 (120)
Zaï + 10 tonnes de compost	157294 (183683)	124023 (146078)	78691 (94641)	92 (107)
Zondoma				
Zaï + 5 tonnes de compost	9346 (44229)	2342 (31496)	- 6627 (14457)	12,08 (36)
Zaï + 10 tonnes de compost	pr	pr	Pr	Pr

Source : calcul de l'auteur

Sans () VAN et TRI des grains

() VAN et TRI des grains + résidus de récolte

pr Pas rentable

3.5.2.2 - Cordons pierreux

- **Le coût des aménagements**

Le tableau 39 donne la structure des coûts pour l'aménagement d'un ha de cordons pierreux des projets PATECORE et CES/AGF. Les coûts du PATECORE sont deux fois plus élevés que ceux de CES/AGF. En effet, le programme CES/AGF utilisent le système PDS (Pierres Dressées sur Sous-solage) qui comprend deux lignes de pierres dont une constituée de grosses pierres et l'autre de pierres plus petites, alors que les diguettes du PATECORE sont plus imposantes et ressemblent fort aux diguettes dites de type FEER, constituées de trois lignes de grosses pierres dont deux lignes de base et une ligne posée sur les deux lignes de base.

Ce système avec trois lignes de pierres requiert donc presque deux fois plus de pierres que le système PDS (CES-AGF). Ainsi, le nombre de voyages de camion est aussi proportionnel au volume de cailloux nécessaires par type de technique. De même, la main d'oeuvre pour les chargements et déchargements varie conséquemment tout comme celle nécessaire à l'installation même de chaque type de diguette. Il ne faut pas enfin oublier le coût du transport qui va aussi augmenter avec le nombre de voyages et même avec l'éloignement des sites de collecte de cailloux.

Les coûts de transport, d'ouverture des tranchées, de suivi et de petit matériel sont à la charge des projets. Les producteurs contribuent avec la main-d'oeuvre.

Tableau 39 : Coût d'aménagement d'un ha de cordons pierreux

Libellé	PATECORE		CES/AGF	
	Total (FCFA)	Proportion (%)	Total (FCFA)	Proportion (%)
Transport	51646	33	29545	39
Ouverture des tranchées			6185	8
Frais de suivi	20000	13	5600	7
Petit matériel			5800	8
Frais de coordination	8598	6		
Main-d'oeuvre	75000	48	30000	38
Total/ha	155245	100	77130	100

Sources : estimation des Prog. CES/AGF et PATECORE

- **L'impact des cordons pierreux sur les rendements des cultures**

Outre les données collectées cette années, différents travaux ont été entrepris par les structures de développement (CES/AGF, PATECORE) afin de connaître leur impact sur les rendements des cultures. Le Tableau 40 présente les résultats obtenus au cours de la campagne agricole 2006 / 2007 et le tableau 41 ceux obtenus par le programme CES/AGF sur trois campagnes agricoles et sur 360 parcelles.

Du tableau 40, il ressort que ce sont les cordons pierreux + zaï à Ziga et Ranawa, les cordons pierreux + bandes enherbées à Noh et Rissiam qui procurent les gains de rendement les plus élevés. Malgré le fait que la pluviométrie ait été médiocre, les champs avec aménagements se sont distingués par rapport aux sans aménagements

Tableau 40 : Rendement (kg/ha) des cordons pierreux dans les grappes de village

	Technique CES	Grains (kg/ha)	Augmentation (en %)	Paille (kg/ha)	Augmentation (en %)
Ziga	Sans CES	434		1822	
	Cordons pierreux	574	32	2041	12
	Cordons pierreux + zaï	956	120	2698	48
Ranawa	Sans CES	376		1786	
	Cordons pierreux	531	41	2212	24
	Cordons pierreux + zaï	922	145	2910	63
Noh	Sans CES	486		1912	
	Cordons pierreux	706	45	2359	23
	Cordons pierreux + bandes enherbées	980	102	3011	57
Rissiam	Sans CES	468		1939	
	Cordons pierreux	649	39	2426	25
	Cordons pier.+bandes enherbées	992	112	2998	55

Source : rapport de l'agronome 2008

Pour ce qui des données collectées avec les projets, le rendement moyen du sorgho sur l'ensemble des trois campagnes est de 788 kg/ha sur les terres aménagées contre 685 kg/ha aux terres non aménagées ce qui représente un accroissement de près de 15%. Ces rendements sont respectivement de 477 kg/ha et de 472 kg/ha pour le mil. Dans la zone du projet PATECORE le rendement moyen du sorgho sur les terres aménagées est de 774 kg/ha contre 651 sur celles non aménagées ; ce qui représente une augmentation de l'ordre de 19%. Les rendements du mil sur les terres aménagées ont été inférieurs à ceux des témoins (470 kg/ha contre 531 kg/ha).

Tableau 41 : Rendement moyen du sorgho et du mil (Kg/ha) dans les zones des projets CES/AGF et PATECORE

Culture	CES/AGF		PATECORE	
	Rdt grains (kg/ha)	Rdt paille (kg/ha)	Rdt grains (kg/ha)	Rdt paille (kg/ha)
Sorgho + cordons pierreux (CP)	788	1576	774	1548
Sorgho +CP + fumier	998	1996	987	1974
Sorgho sans cordons pierreux	685	1370	651	1302
Mil + cordons pierreux	477	954	470	940
Mil + cordons pierreux + fumier	630	1260		
Mil sans cordons pierreux	472	944	531	1062

Source : calcul de l'auteur à partir des données de CES/AGF et du PATECORE

Les rendements des cultures sous cordons pierreux augmentent avec l'association du fumier (tableau 41). Le rendement moyen sur les trois campagnes agricoles a été de 998 kg/ha pour le sorgho sur les parcelles aménagées qui ont reçu la fumure organique contre 685 kg/ha pour

les parcelles témoins. Ce rendement moyen a été de 630 kg/ha pour le mil sur les parcelles aménagées avec un apport de fumure organique contre 472 kg/ha aux parcelles témoins. Ce qui donne un accroissement moyen de rendement de 46 % et de 34 % respectivement pour les parcelles aménagées de sorgho et de mil par rapport aux témoins. Des résultats similaires ont été obtenus par le projet PATECORE. Dans la zone de ce projet, l'augmentation du rendement est de 52% par rapport au témoin (987 kg/ha sur les parcelles aménagées plus fumure organique contre 651 kg/ha sur les parcelles témoins, PATECORE 2000). Il faut cependant mentionner que les doses de fumiers ne sont pas connues, ce qui rend difficile l'exploitation des données.

- **L'impact des cordons pierreux sur la biomasse**

Belemviré (2008) a mesuré à partir de placettes, le volume de bois sur les surfaces aménagées et non aménagées dans les villages centraux en fonction de la toposéquence. Partant de ces mesures, nous avons évalué les écarts (différences de volume entre les surfaces aménagées et celles non aménagées) et converti ces écarts en valeur monétaire. (Tableau 42). La valeur monétaire de cette biomasse est plus importante dans les villages de Rissiam et de Ziga, comparativement à ceux de Noh et de Ranawa.

Cette valeur monétaire peut être considérée comme étant le bénéfice cumulé par ha des aménagements sur une période de 20 ans. En effet, les débuts des aménagements dans les villages centraux remontent à 1984.

Tableau 42 : volume de bois (m³) produit suivant la topo séquence sur les superficies aménagées et non aménagées dans les villages centraux

Village	Basfonds		Plateau		Glacis		Moyenne		Ecart	Valeur* des écarts
	Sans amgt	avec amgt	Sans amgt	avec amgt	Sans amgt	avec amgt	Sans amgt	avec amgt		
Noh	11,88	8,78	0,00	9,57	2,18	7,30	4,69	8,55	3,86	13510
Rissiam	0,00	79,19	5,49	51,91	17,44	34,79	7,64	55,30	47,65	166775
Ziga	0,00	60,70	17,43	10,95	20,80	67,96	12,74	46,54	33,79	118265
Ranawa	4,78	11,29	0,76	5,28	2,04	5,55	2,53	7,37	4,85	16975

* à raison de 3500F le m³, prix aux producteurs dans les villages.

- **La rentabilité des cordons pierreux**

Pour le calcul de la rentabilité des cordons pierreux, nous avons utilisé les données qui sont consignées dans les tableaux 39, 40 et 41 ci-dessus. A ces données, nous avons ajouté le coût du fumier et de son épandage et la valeur monétaire du bois due à l'impact des aménagements par zone (moyenne zone CES/AGF et moyenne zone PATECORE).

Le tableau 43 donne valeurs actualisées nettes et taux de rentabilité des investissements dans les cordons pierreux dans les grappes de villages. Les taux les plus élevés proviennent des cordons pierreux + zaï et des cordons pierreux + bande enherbée. Les cordons pierreux ne sont pas rentables dans les villages de la grappe de Ranawa, à moins de lui associer le zaï.

Tableau 43: valeurs actualisées nettes et taux de rentabilité des investissements dans les cordons pierreux dans les grappes de villages

Technologie	Van (5%)	Van (10%)	Van (20%)	TRI (en %)
Ziga				
Cordon pierreux	374885 (387882)	222245 (230720)	89015 (93458)	48,9 (50,3)
Cordon pierreux + zaï	702463 (754449)	435858 (469758)	201015 (218789)	84,7 (90,4)
Ranawa				
Cordon pierreux	-69303 (-44023)	-67409 (-50924)	-62855 (-54211)	Pr
Cordon pierreux + zaï	777534 (844236)	484811 (528308)	226682 (249488)	92,9 (100,2)
Noh				
Cordon pierreux	185756 (212639)	98914 (116445)	24351 (33542)	28,1 (31,1)
Cordon pierreux + bandes enherbées	567122 (632341)	325102 (367631)	115082 (137381)	38,7 (42,3)
Rissiam				
Cordon pierreux	26025 (62818)	-27746 (-3753)	-69921 (-5734)	0,7 (0,9)
Cordon pierreux + bandes enherbées	636673 (701892)	370456 (412985)	138862 (161160)	42,5 (46,1)

En se basant sur les données de CES/AGF, on obtient des TRI de l'ordre de 12% si l'on tient compte seulement du rendement grain et de 18% si l'on y inclut la valeur des résidus de récolte pour les cordons pierreux et de 18 et 27% pour les cordons pierreux avec fumure organique (tableau 44).

Dans la zone du PATECORE, ces chiffres sont respectivement de 14 et 23% pour les cordons pierreux et de 12 et 23% pour les cordons pierreux plus fumier

Tableau 44 : Valeurs actualisées nette et taux de rentabilité interne du sorgho sous cordons pierreux dans les zones des projets CES/AGF et PATECORE

Culture	CES/AGF				PATECORE			
	VAN (5%)	VAN (10%)	VAN (20%)	TRI (%)	VAN(5%)	VAN (10%)	VAN (20%)	TRI (%)
Sorgho + cordons pierreux	48791 (101144)	9680 (43739)	- 22478 (-4578)	12 (18)	72528 (140620)	25079 (69481)	-14361 (8918)	14 (23)
Sorgho +CP + fumier	114141 (191419)	49495 (99888)	-4216 (2204)	18 (27)	23871 (147243)	37558 (72440)	- 22782 (9542)	12 (23)

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de CES/AGF et du PATECORE

Comme on peut le constater, les TRI issus des données de la campagne agricole 2006/2007 sont plus élevés que ceux obtenus avec les données secondaires. La différence se situe au niveau des quantités de fumier (compost) utilisées. En effet, si avec les données secondaires, les quantités sont bien connues, avec les rendements de cette campagne, elles ont été estimées et se situent autour de 2 tonnes par ha, contre 5 et 10 tonnes pour les deux projets (CES/AGF et PATECORE).

3.5.2.3 - Demi lunes

- **Coûts de production**

Le tableau 45 donne les coûts de réalisation d'un ha de demi-lune des projets CES/AGF et PNGT. Le coût de PNGT est le double de celui de CES/AGF. Cette différence tient au fait que le premier inclus le coût de la fabrication de 10,955 tonnes de fumier estimé à 21910 Fcfa à raison de 2 Fcfa/kg au lieu de 4 Fcfa si l'on tient compte que le fumier est produit et non acheté.

Tableau 45 : Coût d'aménagement d'un ha de demi-lune (400 demi-lune/ha pour CES/AGF et 313 pour le PNGT)

Libellé	CES/AGF		PNGT	
	Coût	Proportion	Coût	Proportion
Petit matériel	7200	26%	19200	37%
Main d'œuvre	20000	74%	33000	63%
Coût à l'hectare	27200	100%	52200	100%

Source : prog. CES/AGF et PNGT

- **Impact des demi-lunes sur les rendements**

Les demi-lunes ont un impact certain sur les rendements (tableau 46).

- La demi-lune seule sans aucune fumure donne un rendement inférieur à 0,1 t/ha de grains. Le simple fait de casser la croûte superficielle du sol afin d'améliorer l'alimentation hydrique du sol n'a pas suffi à augmenter le rendement du sorgho
- La combinaison demi-lune et fumier (10,2 t /ha) donne un rendement moyen de 1359 kg pour les grains et 3416 kg pour les tiges de sorgho local ; ces rendements sont respectivement de 937 et de 2791 kg /ha avec le compost.
- Les rendements des demi-lunes baisse en cas de pluviométrie excédentaire comme ce fut le cas en 1999 (747 mm), les rendements baissent en raison des inondations temporaires qui influencent négativement le développement des cultures.

Tableau 46 : Rendements du sorgho sous demi-lune à Pouyango en 1998 et 1999

Traitement	Poids grains (kg/ha)		Poids tige (kg/ha)		Moyenne Poids (kg/ha)	
	1998	1999	1998	1999	grains	tiges
Demi-lune seule	41	42	114	177	41,5	145
Demi-lune +compost	1000	875	3125	2458	937	2791

Source : INERA, GRN/SP

Rentabilité économique des demi-lunes

Le TRI des demi-lunes est de 91,6% si l'on considère le rendement grain et de 145% si en plus on tient compte des résidus de récolte (tableau 47). L'investissement dans les demi-lunes est donc très rentable.

Tableau 47 : Valeur actualisée nette et taux de rentabilité de la culture du sorgho sous demi-lune

Technologie	VAN (5%)	VAN (10%)	VAN (20%)	TRI
Demi-lune +10 tonnes de compost	49439 (83751)	40948 (70858)	28327 (51551)	91,6 (145)

Source : calcul de l'auteur.

3.5.3 – Modèle du surplus économique

3.5.3.1 - Paramètres du modèle

Les principaux paramètres pour l'évaluation de la rentabilité sont :

- **Les coûts de la vulgarisation**

Un effort soutenu et continu a été fait dans la vulgarisation des cordons pierreux au Burkina Faso depuis les années 1974. Les coûts de vulgarisation considérés sont ceux des projets CES-AGF et PATECORE non inclus les coûts de la main-d'œuvre (cf. tableau 39). Ces coûts prennent en compte le transport, l'ouverture des tranchées d'ancrage des cailloux, l'implantation, le contrôle de l'exécution des travaux, le petit matériel et la main-d'œuvre fournie par les producteurs. Les coûts de la vulgarisation sont donc calculés en faisant le produit du coût à l'ha à la superficie annuellement aménagée. Le tableau 48 présente les coûts de la recherche et de la vulgarisation.

Tableau 48 : Les coûts (en FCFA) de la Vulgarisation dans les zones couvertes par les projets CES/AGF et PATECORE

Année	Sorgho		Mil	
	Coût nominal (FCFA)	Coût réel (FCFA 2004)	Coût nominal (FCFA)	Coût réel (FCFA 2004)
1988	19611839	18286923	844158,01	787 129
1989	58817986	55101714	3341058,7	3 129 962
1990	58627450	55390958	5568036,1	5 260 656
1991	171252239	155926054	12420174	11 308 633
1992	224258432	210840936	21846053	20 538 992
1993	226535078	211745192	31201749	29 164 668
1994	239558735	179553061	40314862	30 216 627
1995	1030324185	716291244	68106203	47 348 085
1996	148778463	97478439,9	72536479	47 525 312
1997	310431356	198792501	82234712	52 661 059
1998	339949180	365445369	95709453	102 887 662
1999	319846662	347698478	111233770	120 919 856
2000	343509100	374473301	125817065	137 158 321
2001	343264746	356786366	139013977	144 489 908
2002	222191210	225690284	149521517	151 876 186
2003	151368733	150719639	155943721	155 275 008
2004	201332234	201332235	165093206	165 093 206

Source : enquête de terrain, estimations de l'auteur

- **Les coûts additionnels liés à l'adoption**

Le coût additionnel représente l'effort d'investissement supplémentaire occasionné par l'adoption d'une technologie. Dans le cas des cordons pierreux, il s'agit principalement de la main-d'œuvre fournie par les producteurs pour la confection des diguettes (tableau 39), du temps consacré à l'entretien et à la réparation des cordons pierreux en saison sèche et en début de campagne. (5 homme-jour le temps nécessaire pour l'entretien d'1 ha de cordons pierreux). Si l'on considère que le coût d'opportunité de la main-d'œuvre agricole était de 840 Fcfa/j

avant 1994 (année de la dévaluation du franc CFA) et 1000 Fcfa /j après, les coûts additionnels sont estimés à 29700 Fcfa avant 1994 et à 35000 Fcfa après.

- **Les gains de rendement (grain et résidu)**

Le gain de rendement représente la différence entre le rendement sous aménagement et celui sans aménagement (Tableau 49 et 50). Il a été calculé à partir de la compilation des données du PATECORE et de CES /AGF. Ces données sont en dessous des moyennes préconisées par chacun des deux projets pris individuellement. En effet, le PATECORE évalue à 250 kg/ha l'augmentation des rendements du sorgho due aux aménagements. Ce chiffre se situe entre 225 et 235 kg/ha pour CES/AGF.

Tableau 49 : Evolution des rendements et des gains de rendement (en Tonnes /ha) dans le Plateau central du Burkina Faso.

Année	Sorgho			Mil		
	RDT sans aménagement	RDT avec aménagement	Gain de rendement	RDT sans aménagement	RDT avec aménagement	Gain de rendement
1988-91	0,63	0,75	0,12	0,406	0,45	0,04
1992-94	0,55	0,75	0,2	0,531	0,61	0,08
1995-00	0,55	0,80	0,25	0,531	0,61	0,08
2001-04	0,70	0,80	0,20	0,62	0,75	0,13

Source : compilation à partir des données des enquêtes des Projets PATECORE et CES/AGF

Tableau 50 : Evolution des gains de rendement paille (en Tonnes /ha)

Année	Gain de rendement résidus sorgho (tonne)	Gain de rendement résidu mil (tonne)
1988-91	0,240	0,088
1992-94	0,4	0,158
1995	0,5	0,158
1996	0,34	0,158
1997	0,54	0,158
1998-00	0,34	0,158
2001-04	0,40	0,438

Source : compilation à partir des données des enquêtes des Projets PATECORE et CES/AGF

Les taux d'adoption des cordons pierreux

Les taux d'adoption ont régulièrement augmenté grâce à l'appui des deux projets. Les superficies aménagées occupées par la culture du sorgho sont passées de 435 ha en 1988 à 97.992 ha en 2004 soit une moyenne de 5764 ha aménagés par an. Celles du mil sont passées de 436 à 73.374 ha pour la même période. Les taux annuels d'adoption sont présentés dans le tableau 51.

Tableau 51 : évolution des taux d'adoption (en % des superficies cultivées dans la zone des deux projets)

Année	Taux d'adoption sorgho (%)	Taux d'adoption mil (%)
1988	0,09	0,09
1989	0,35	0,36
1990	0,73	0,78
1991	1,64	1,65
1992	2,73	2,66
1993	3,92	3,90
1994	4,76	5,05
1995	9,68	12,05
1996	10,13	11,33
1997	11,74	12,42
1998	13,16	11,24
1999	17,10	12,45
2000	21,06	17,87
2001	15,38	14,51
2002	17,30	13,49
2003	13,84	15,11
2004	17,92	18,46

Source : calculs de l'auteur à partir des superficies cultivées et superficies aménagées dans la zone des projets CES/AGF et PATECORE.

3.5.3.2 – Résultats

La difficulté d'apprécier l'impact de la recherche réside dans le fait que les bénéfices générés sont étalés sur plusieurs années et se répartissent entre des millions de producteurs et de consommateurs.

- **Le gain social**

Le gain social brut est la valeur brute de la production additionnelle due aux cordons pierreux. Il représente le bénéfice économique procuré à l'ensemble de la société par la recherche et la vulgarisation des cordons pierreux (tableau 52). Le gain social net est obtenu en diminuant le gain social brut des coûts de la recherche et de la vulgarisation. Les gains sociaux bruts sont négatifs entre 1988 et 1995. C'est la période où les investissements n'engendrent pas de bénéfices substantiels. C'est à partir de 1996 que les investissements dans les cordons pierreux deviennent rentables.

Tableau 52 : Gains sociaux brut et net dus aux cordons pierreux (en FCFA) (grains + résidus de récolte)

Année	Sorgho		Mil	
	Brut	Net	Brut	Net
1988	964716,936	-17029615,76	-382 376	-1 077 148,26
1989	3912798,09	-50013325,53	-1 504 814	-4 267 527,39
1990	7012273,56	-46306826,6	-2 481 785	-7 125 190,32
1991	26057214,5	-125377360,8	-3 132 017	-13 113 770,33
1992	62428865,8	-135059960,3	-1 653 941	-17 866 052,29
1993	88014008,5	-104810032,9	-2 529 640	-25 550 284,14
1994	15428767,4	-144163952,6	-26 404 398	-50 255 388,81
1995	208058416	-445540807,7	-38 527 647	-72 576 180,82
1996	224175651	169819895,9	-7 992 257	-42 168 237,27
1997	517244072	394933740,9	-30 032 034	-67 901 186,81
1998	921166893	670575632,5	92 953 020	26 190 359,99
1999	732168560	487893985,6	34 628 003	-52 326 809,27
2000	528549161	297866678,5	325 567 150	321 909 594,96
2001	366864894	98652341,07	586 768 359	582 915 295,26
2002	1604177311	1561635727	318 628 651	255 853 161,13
2003	1102229018	1137744019	212 002 383	147 822 045,83
2004	1083547293	1078199842	148 950 759	80 712 234,12

Source : calculs de l'auteur

• **Le taux de rentabilité interne**

Le taux de rentabilité interne (TRI) représente la rémunération des investissements consentis dans la recherche et la vulgarisation des cordons pierreux entre 1988 et 2004. Il est défini comme étant le taux d'intérêt économique qui annule la valeur actualisée nette des bénéfices.

$$\sum_{t=1}^f GSN(1+r)^{-t} = \sum_{t=1} Ct(1+r)^{-t}$$

Où GSN= le gain social net;

C_t = coûts liés à la recherche et à la vulgarisation;

r = taux de rentabilité interne;

t = année de départ (1988)

f = année ou finissent les coûts liés à la recherche et a la vulgarisation (2004).

Le taux de rentabilité interne est de l'ordre de 19% pour le rendement grain du sorgho et de 24% si on y inclut les résidus de récolte et 11% pour le rendement grain mil et de 22% si on prend en compte les résidus de récolte;

En prenant en compte la valeur de la biomasse produite (7.839.360.000 FCFA dans les champs de sorgho et 5.869.920.000 FCFA dans les champs de mil) le TRI est de 31% dans pour le sorgho et 27% pour le mil.

Ces taux représentent les intérêts qu'ont rapportés les ressources engagées dans les aménagements. L'investissement a été donc très rentable puisque le TRI est supérieur au taux d'intérêt des banques commerciales du Burkina Faso (11 à 14,75% à la BICIA-B ; 10,5 à 13% pour la BIB) ;

Ils restent cependant faibles si on les compare à ceux obtenus dans les investissements consentis pour la vulgarisation des variétés améliorées du maïs (TRI = 81, 28%, Ouédraogo, 2004) du coton (TRI = 83,47%, Ouédraogo et Vognan 2001) ou du riz (TRI = 43%, Ouédraogo et Ouédraogo 2001). L'objectif premier des investissements dans les actions de GRN est la conservation du potentiel de production, alors que celui des investissements dans les variétés améliorées est la recherche de l'accroissement de la productivité et donc de la rentabilité.

Conclusion

De manière quasi générale les populations du Plateau Central perçoivent clairement l'impact positif des actions de GRN à tous les niveaux (environnement, agricole, économie et social). C'est ce qui explique que malgré la pénibilité du travail, elles s'y investissent quotidiennement.

En effet, la quantification des impacts révèle que les investissements ont été très rentables. 37 à 107% pour le zaï, 23% pour les cordons pierreux et 145 % pour les demi-lunes. Bien que toujours sous-estimés, ces taux de rentabilité sont supérieurs à ceux des banques commerciales.

L'analyse par la méthode du surplus économique donne un taux de rentabilité interne de l'ordre de 19% pour le rendement grain du sorgho et de 24% si on y inclut les résidus de récolte et 11% pour le rendement grain mil⁹ et de 22% si on prend en compte les résidus de récolte.

Dans la mesure où les investissements dans la GRN participent à la réhabilitation des écosystèmes, à la lutte contre la pauvreté et la réduction de l'insécurité alimentaire, il est plus que nécessaire d'accroître les investissements dans ce domaine.

Le défi reste donc de trouver une ou des méthode (s) adéquate (s) pour traduire l'ensemble de ces impacts en valeur économique. En effet, dans la présente étude, bien des impacts n'ont pu être convertis en valeur économique, faute d'une méthodologie adéquate. Il s'agit de la variation du couvert végétal et de l'amélioration de la fertilité, de la remontée des nappes phréatiques, de la diminution des conflits. Il en est de même de certains paramètres sociologiques qui sont abordés traités dans la section suivante.

⁹ Le mil devient rentable par ce que les rendements au niveau régional sont plus élevés que ceux collectés auprès des producteurs.

3.6 - IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR LES MOUVEMENTS DE POPULATIONS ET LE CAPITAL SOCIAL

3.6.1 - Evolution des mouvements de populations

- **Province du Yatenga**

La zone se caractérise par des mouvements de populations plus ou moins importants avec des spécificités par village. On note cependant une réorientation des flux. Ils sont en effet de moins en moins dirigés vers la Côte d'Ivoire. La crise ivoirienne suivie des expulsions de Burkinabé explique certes en partie cette situation, mais l'émergence de sites aurifères et maraîchers en est la principale cause.

Dans la plupart des villages les départs définitifs de familles ne sont qu'un souvenir. Des cas ont toutefois été signalés dans le village de Bilenga. Pour ce qui est des retours définitifs de migrants, ils concernent les expulsés de la Côte d'Ivoire. Ils ont été enregistrés dans quatre villages sur six avec une ampleur variable. L'intégration des migrants de retour s'est opérée sans difficultés dans la mesure où les familles concernées ont retrouvé des terres à exploiter.

Tableau 53 : Synoptique des mouvements de populations

Villages	Ampleur	Destination	Motifs	Catégories de personnes	Durée	Départ définitif	Retour de migrants
Ziga	Massif	Intérieur du pays	Orpaillage Maraîchage	Jeunes	4 à 6 mois		
Fili	Important	RCI, Ouagadougou, Bobo, Yako	Travaux champêtres, Divers emplois rémunérés		4 à 7 mois		
Bilinga	Important	Bobo, Banfora, Yako, Ouahigouya, Bérenga, Solenzo, Sourou, Fada, Thiou, Yako	Travaux champêtres, maraîchage, orpaillage		4 à 6 mois	Existe encore	10 à 15 familles
Sonh	Important	Yako, Ouahigouya, Bilenga, Bobo, Kampti, Poura	Maraîchage, divers travaux rémunérés, orpaillage		4 à 6 mois	Non	10 à 20 familles
Kiré	15 personnes par an	Houndé, Fada, Yako, Banfora	Orpaillage	Jeunes	3 à 6 mois		1 famille
Wagandé	40 à 50 par ans	Bobo, Kampti, Ouahigouya, Yako	Orpaillage, maraîchage	Jeunes			3 familles

- **Province du Zondoma**

On note encore d'importants flux migratoires dont la destination est surtout l'intérieur du pays. Les flux concernent surtout les jeunes hommes qui se dirigent vers les sites aurifères. A Kibilo par exemple, on estime qu'environ 75% des ménages sont concernés par ce phénomène, en raison des importants revenus générés. Les candidats à l'exode reviennent, en effet, avec des revenus substantiels qui leur permettent d'investir dans le bâtiment et les équipements agricoles. Les durées moyennes des migrations vont de 3 à 4 mois pour les déplacements internes. Elles peuvent atteindre 4 ans pour les déplacements à l'extérieur du pays.

Il y a très peu de départs définitifs et les derniers remontent aux années 90 en faveur de zones agricoles du sud et de l'ouest du Burkina Faso. Les migrations de retour sont tout aussi rares et celles signalées sont liées à la crise ivoirienne qui a entraîné le retour de plusieurs familles dont l'intégration au tissu social local n'a pas posé de difficultés.

Tableau 54 : Synoptique des mouvements de populations

Villages	Ampleur	Destination	Motifs	Catégories de personnes	Durée	Départ définitif	Retour de migrants
Ranawa	Important	Intérieur de la région, Banfora, Gaoua	Orpaillage	Jeunes	4 à 6 mois	Aucune depuis les années 90	7 familles
Douré	Important	Intérieur du pays, RCI	Travaux champêtres, Orpaillage		4 à 7 mois		1 famille
Kibilo	75% des ménages sont concernés	Intérieur du pays, RCI	Travaux champêtres, maraîchage, orpaillage	Jeunes	4 à 6 mois	Rares	Quelques 15 familles
Tangaye	100 à 200 personnes	RCI, Mali, Bobo, Banfora	Maraîchage, divers travaux rémunérés, orpaillage	Jeunes	2 à 3 mois	Rares	Quelques familles
Salga	13 personnes par an	RCI, Ouahigouya, Ouagadougou, autres provinces du pays	Orpaillage, divers travaux rémunérés,	Jeunes	3 à 6 mois		2 familles
Solgomnoré		Autres provinces du pays	Orpaillage	Jeunes			1 famille

- **Province du Bam**

En dépit des difficultés économiques et la crise politique de la Côte d'Ivoire, de nombreux jeunes de la zone continuent de s'y rendre. Toutefois, les mouvements d'exode sont dirigés de moins en moins vers la Côte d'Ivoire et les centres urbains pour du travail rémunéré. Les jeunes s'orientent surtout vers les sites aurifères. Les départs définitifs des familles n'existent pratiquement plus. Les migrations de retour, quant à elles, concernent ces dernières années les expulsées de la Côte d'Ivoire. Mais après quelques temps passés dans le village, la plupart des familles rapatriées sont reparti en RCI

Dans l'ensemble, le phénomène d'exode a connu un recul par rapport au passé. Ce recul du flux s'est accompagné d'une réduction des durées de séjours à l'extérieur (de 5 ans, elle est passée à environ 3 mois).

Tableau 55 : Synoptique des mouvements de populations

Villages	Ampleur	Destination	Motifs	Catégories de personnes	Durée	Départ définitif	Retour de migrants
Rissiam	Important	Bobo, Poura	Orpaillage	Jeunes	12 mois	Aucune depuis les années 90	7 familles
Boalin	100 à 150 par ans	Kampti, Bourzanga, Yako, Bobo-Dioulasso, Fada	Orpaillage	Jeunes			40 personnes
Sankondé	75% des ménages sont concernés	Boalin, Badnoogo, Roogè, RCI	Orpaillage	Jeunes		Rares	Quelques 15 familles
Noh	Important	RCI, intérieur du pays	Travaux rémunérés, orpaillage	Jeunes	2 à 3 mois	Inexistants depuis 20 ans	Quelques familles en provenance des zones de l'ouest du pays
Tensobdgo		Autres provinces du pays	Orpaillage,	Jeunes	12 mois	Inexistant depuis les années 80	1 familles
Loungo	5 personnes par an	Autres provinces du pays, Lac Bam	Orpaillage, maraîchage	Jeunes	2 à 3 mois	Rares	15 à 20 personnes
Safi	5 à 10 personnes par an	Autres provinces du pays, RCI			3 mois à 4 ans	Rares	8 à 10 personnes

- **Synthèse**

Sur la base d'une appréciation rétrospective une grande proportion des populations rencontrées jugent qu'il y a eu une évolution des migrations dans leur village (76% des enquêtés le soutiennent). Ils sont 66% à soutenir que de nos jours l'on rencontre moins de migration dans la zone, alors que seulement 24% des enquêtés estiment que la situation est constante.

Tableau 56 : Appréciation de l'évolution des migrations par les populations

EVOLUTION	Effectif	Proportion (%)
Augmentation	67	10
Constance	163	24
Diminution	447	66
Total	677	100

Source : données d'enquêtes

L'évolution des migrations se traduit moins en termes de départ que d'arrivées. En effet, seulement 7% des enquêtés trouvent que les départs de populations sont en augmentation. Dans le même temps, 44% d'entre eux affirment qu'on observe une diminution des départs vers l'extérieur. De ce fait, on peut en conclure que les villages ont connu une amélioration de leur situation alimentaire et productive de sorte à pouvoir maintenir sur place bon nombre de candidats au départ. On peut d'autant plus l'affirmer que par rapport aux retours de migrants dans les terroirs, près de 24% d'enquêtés notent une augmentation.

Tableau 57 : situation des départs dans la zone

EVOLUTION	Effectif	Proportion (%)
Augmentation	50	7,4
Constance	325	48
Diminution	302	44,6
Total	677	100

Tableau 58 : Situation des retours dans la zone

EVOLUTION	Effectif	Proportion (%)
Augmentation	162	23,9
Constance	396	58,5
Diminution	119	17,6
Total	677	100

De l'avis des populations, les évolutions notées dans les départs et les retours auraient un lien avec la pratique des GRN. C'est du moins ce que pensent près de 82% des enquêtés.

Tableau 59 : évolution des départs dans la zone et GRN

Lien avec GRN	Effectif	Proportion (%)
Oui	553	81,7
Non	124	18,3
Total	677	100

3.6.2 - Evolution du capital social

- **Yatenga**

- **Le tissu organisationnel**

Dans la zone on note la présence de nombreuses organisations constituées en vue d'une meilleure gestion des ressources naturelles. Parmi ces organisations, on peut mentionner :

- Des groupements villageois (Naam surtout) qui ont depuis toujours bénéficié de formations techniques (réalisations d'aménagements, production de plants, reboisement, RNA etc.) dans le cadre de leurs activités.
- Les comités « koglwéogo » dont la mission principale réside dans la protection des ressources forestières.
- En outre, plusieurs autres comités ont été mis en place pour gérer les réalisations effectuées dans les villages.

En conséquence de dynamique organisationnelle, on observe que les capacités de négociation des communautés ont beaucoup évolué. Elles comprennent mieux les rôles des services techniques qu'elles n'hésitent plus à solliciter. De plus, dans la logique de la décentralisation intégrale du pays, chaque village est représenté au conseil municipal par des conseillers élus. Ces derniers entretiennent des relations de partenariat (avec les projets et ONG).

Dans le cadre de la collaboration avec certains projets, les communautés (à travers leurs organisations) ont acquis des capacités de gestion de fonds alloués à des activités communautaires.

De même, sur la base de cette capacité organisationnelle, des zones dégradées ont été réhabilitées par le biais d'aménagements ou de reboisement. Cela a généré de nouvelles ressources pour les communautés (elles ont un droit exclusif sur ces nouvelles ressources).

- **L'évolution de la législation coutumière**

- Dans le domaine de l'accès à la terre**

On n'enregistre pas vraiment de changements notables en matière d'accès à la terre. La terre n'est ni à louer, ni à vendre. Toute personne (homme, femmes, jeunes, migrant) a droit à la terre. Il lui suffit d'en faire la demande. Quelques dispositions coutumières accompagnent localement la satisfaction d'une demande de terre (une fois la terre obtenue, en guise de remerciement, l'exploitant peut offrir chaque année, au mois de janvier un coq ou des épis de mil). De nos jours, les plantations d'arbres fruitiers ne peuvent se faire sans autorisation du propriétaire terrien. Toutefois, les aménagements, les reboisements de plants forestiers sont tolérés.

- Dans la gestion du couvert végétal**

De par le passé, l'autorité coutumière interdisait :

- la coupe permanente des arbres : une période précise dans l'année était choisie à cet effet ;
- la cueillette des fruits non mûrs, les fruits devaient être consommés sur place et on ne pouvait emporter leurs graines ;
- des rites et sacrifices étaient honorés chaque année pour solliciter le concours des esprits dans la protection des ressources naturelles et une excellente pluviométrie.

Ces pratiques ont de nos jours plus ou moins disparu dans la mesure où la protection des ressources naturelles relève des attributions de comités spécifiques (Koglweogo).

Dans la gestion des conflits

Les conflits d'usage liés aux ressources naturelles sont de plus en plus rares. Ils surviennent en général avec les éleveurs peulhs (qui coupent les arbres et arbustes pour l'alimentation des animaux) et les bûcherons. Le comité koglwego est chargé de la résolution de ces conflits.

Dans la pratique, la résolution des conflits s'opère dans un premier temps dans le quartier par les doyens qui assurent la médiation entre les protagonistes. Lorsque aucune solution n'est trouvée on s'adresse au chef, puis à l'administration.

- **Zondoma**

- **Le tissu organisationnel**

La plupart des villages de cette grappe disposent d'une structure (CVD) de coordination des actions de développement et des structures de gestion des infrastructures communautaires. Les membres de ces structures ont reçu des formations spécifiques qui leur permettent d'être efficaces dans la négociation avec les partenaires.

La gestion des ressources naturelles est assurée par les membres de cette structure.

- **L'évolution de la législation coutumière**

Dans le domaine de l'accès à la terre

Les principes coutumiers régissent toujours le domaine foncier et la gestion du couvert végétal. L'accès à la terre est un droit accordé à tous les habitants du village. Les ressources naturelles peuvent être exploitées par tout le monde dans le respect des besoins essentiels sans abus ni commercialisation.

Au niveau de la plupart des villages de cette grappe il est à noter le caractère prépondérant du rôle Tengsoba dans la gestion des terres et des ressources naturelles. Il est chargé de satisfaire les demandes de terre et d'accomplir les rites.

La seule évolution notable réside dans l'autonomisation des familles dans la gestion de leur propriété foncière.

Dans la gestion du couvert végétal

Tout individu peut exploiter le couvert végétal à des fins de consommation. La cueillette du karité obéit à des règles. Une autorisation spéciale est accordée aux femmes qui peuvent ramasser le karité partout dans le terroir (cas du village de Tangaye).

Dans la gestion des conflits

La gestion des conflits est du ressort des aînées et responsables du village. En cas de conflit, l'Aîné de la famille est d'abord saisi. Ensuite, le Tengsoba et finalement les autorités administratives.

- **Bam**

- **Le tissu organisationnel**

Au niveau de cette grappe on note la présence des structures suivantes :

- De nombreux groupements villageois (avec l'appui du PATECORE) disposent de personnes ressources é formées en techniques de gestion des ressources naturelles.
 - Des comités de gestion ont été mis en place pour la gestion des infrastructures communautaires.
 - Des comités de gestion de la brousse sont chargés de la gestion des ressources naturelles.
- Ces structures contribuent à un dynamisme local et les capacités de négociation et de partenariat des communautés ont beaucoup évolué.

- **L'évolution de la législation coutumière**

Dans le domaine de l'accès à la terre

De nos jours chaque lignage a son domaine qu'il gère. C'est l'aîné qui est le responsable du domaine. Le domaine est reparti entre les familles qui ont chacune sa ou ses propriétés qu'elle exploite avec les membres (champs collectifs, accès des jeunes et des femmes à des lopins de terre).

La règle coutumière interdit la location ou la vente de la terre. Cependant, le bénéficiaire d'une terre empruntée a le devoir de faire des présents en nature (bière de mil, lot de panicules de sorgho) au propriétaire.

Les autorités coutumières n'ont plus leur influence d'antan. Les femmes, les jeunes et les migrants ont accès à la terre. Parmi les changements intervenus, on peut retenir :

- Des dispositions sont désormais prises pour les prêts de terres : enquêtes sur la moralité de l'emprunteur, prêts des terres de courtes durées avec renouvellement et changement de lieu.
- Les aménagements ne sont plus interdits. Mais les prêts étant de courtes durées, l'emprunteur doit informer le propriétaire des aménagements qu'il désire réaliser.

Dans la gestion du couvert végétal

La principale règle est l'interdiction de l'abus et du gaspillage. De nos jours, la marchandisation des ressources et le non respect des règles coutumières prescrites donnent l'impression d'une situation de non droit.

Des ressources créées par la réhabilitation de terres dégradées ou par le reboisement sont présentes dans la plupart des villages.

Dans la gestion des conflits

Les conflits opposent les communautés (agriculteurs) et les éleveurs qui coupent les arbres pour leurs animaux ou qui détruisent les champs. Lorsque ces conflits surviennent, ils sont résolus au niveau du chef de canton ou à la préfecture. Les différentes concertations ont permis de rendre les conflits assez rares dans le terroir.

3.6.3 - Impact des aménagements sur le niveau de prospérité des ménages

Les résultats de la classification des UP selon leur niveau de prospérité sont consignés dans le tableau 4 ci-après. Si dans les villages centraux du Yatenga (Ziga) et du Zondoma (Ranawa) les ménages sont plus prospères que dans les villages alentours, il n'en est pas de même pour les deux villages centraux du Bam (Rissiam et Noh)¹⁰ qui sont les plus pauvres de la grappe. En effet, le taux de ménages pauvres est de 48,8% à Rissiam et de 53,45% à Noh contre 38% à Sankondé et Boalin, 41,2% à Gonsé, 45% à Tensobodogo, 39% à Loungo et 16,7% à Safi. La conclusion que l'on peut tirer est mitigée. Si l'hypothèse d'un taux de pauvreté moindre dans les villages fortement aménagés est vérifiée dans le Yatenga et le Zondoma, elle ne l'est pas pour le Bam. Cette conclusion reste identique lorsqu'on fait l'analyse à l'échelle des grappes.

¹⁰ Au niveau des grappes de Rissiam et de Noh, la classification semble être influencée par la présence des éleveurs peulhs qui sont beaucoup plus nombreux dans les autres villages.

Tableau 60 : Classification des ménages du Zondoma et Yatenga suivant le niveau de richesse

	Ranawa		Solgomnoré		Tangaye		Douré		Salaga		Kiblo		Ziga		Kiré		Fili		Wagandé		Bilalga		Sonh	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Riches	24	14,9	6	13,0	38	18,0	15	9,1	8	17,8	25	8,6	33	19,3	3	8,1	4	6,8	17	21,0	5	3,7	7	7,5
Moyens	74	46,0	8	17,4	31	14,7	62	37,6	9	20,0	26	8,9	72	42,1	16	43,2	6	10,2	30	37,0	2	1,5	27	29,0
Pauvres	63	39,1	32	69,6	142	67,3	88	53,3	28	62,2	241	82,5	66	38,6	18	48,6	49	83,1	34	42,0	127	94,8	59	63,4
Total	161	100	46	100	211	100	165	100	45	100	292	100	171	100	37	100	59	100	81	100	134	100	93	100

Tableau 61 : Classification des ménages du Bam suivant le niveau de richesse (suite)

	Rissiam		Boalin		Sankondé		Gonsé		Noh		Tensobodogo		Loungo		Safi	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Riches	10	11,6	2	1,5	5	14,7	4	23,5	26	22,4	4	16,7	17	22,1	16	44,4
Moyens	34	39,5	78	60,0	16	47,1	6	35,3	28	24,1	9	37,5	30	39,0	14	38,9
Pauvres	42	48,8	50	38	13	38,2	7	41,2	62	53,45	11	45,8	30	39,0	6	16,7
Total	86	100	130	100	34	100	17	100	116	100	24	100,0	77	100	36	100

Conclusion

1) Dans les différentes zones de l'étude on note qu'il y a eu une évolution des migrations (76% des enquêtés le soutiennent). Ils sont 66% à soutenir que de nos jours l'on rencontre moins de migration dans la zone, alors que seulement 24% des enquêtés estiment que la situation est constante. L'évolution des migrations surtout sous forme d'arrivées. En effet, les départs de populations sont devenus rares. Lorsqu'ils ont lieu, ils se font à l'intérieur du pays. Dans le même temps les retours de migrants sont en augmentation. De ce fait, on peut en conclure que les villages ont connu une amélioration de leur situation alimentaire et productive de sorte à pouvoir maintenir sur place la plupart nombre de candidats au départ. De l'avis des populations, les évolutions notées dans les départs et les retours auraient un lien avec la pratique des GRN (82% des enquêtés le pensent). On peut donc soutenir que l'hypothèse 1 est confirmée.

2) Il n'y a pas vraiment de changements notables en matière d'accès à la terre. La terre n'est ni à louer, ni à vendre. Cependant, les autorités coutumières n'ont plus leur influence d'antan. Les femmes, les jeunes et les migrants ont accès à la terre. Parmi les changements intervenus, on peut retenir :

- Des dispositions sont désormais prises pour les prêts de terres : enquêtes sur la moralité de l'emprunteur, prêts des terres de courtes durées avec renouvellement et changement de lieu.
- Les aménagements ne sont plus interdits. Mais les prêts étant de courtes durées et l'emprunteur doit informer le propriétaire des aménagements qu'il désire réaliser.

3) Enfin, on peut noter que le tissu associatif connaît une dynamique nouvelle se traduisant par une diversité numérique et une diversification des domaines d'intervention. L'introduction des aménagements n'est pas étrangère à cette situation. La plupart des associations s'investissent du reste dans le secteur des GRN. Les hypothèses 2 et 3 sont aussi confirmées.

CONCLUSION GENERALE

La présente étude s'est donnée comme objectif générale de d'analyser les impacts des actions de GRN principalement dans les domaines agronomique, forestiers, élevage, économique et sociologique dans le Plateau Central du Burkina Faso, marqué par la dégradation des terres et les investissements visant à inverser les tendances actuelles.

Il ressort de ce travail, que les investissements dans la GRN ont eu des impacts importantes et ont contribué de ce fait à l'augmentation de la productivité et de la production agricole et donc à l'accroissement de la sécurité alimentaire, à l'amélioration des revenus des populations, à la reconstitution de la végétation ligneuse.

Les techniques comme le zaï, les cordons pierreux, les demi-lunes et leurs combinaisons ont donné des gains de rendements moyens de l'ordre de 30% à plus de 100%. Ces impacts deviennent plus importants avec les techniques d'intensification qui accompagnent les mesures de conservation des eaux et des sols comme la fumure et l'équipement.

Les aménagements ont eu un impact positif sur la reconstitution de la végétation ligneuse et sur les fourrages. En effet, dans presque tous les sites, la densité et le nombre d'espèces végétales recensées ont été supérieurs dans les champs aménagés par rapport aux champs témoins, traduisant ainsi, une amélioration de la densité des ligneux et donc une amélioration de diversité biologique dans les champs aménagés comparativement à ceux non aménagés.

Les investissements en GRN ont induit une amélioration de la quantité et de la qualité des ressources fourragères motivant ainsi les producteurs à conduire le bétail en stabulation de manière à améliorer significativement la disponibilité et la qualité de la fumure organique au sein de leurs exploitations, contribuant de ce fait à améliorer de manière significative les revenus liés à l'élevage.

Au niveau social, il y a eu une évolution des migrations. En effet, les populations enquêtées soutiennent que de nos jours, l'on rencontre moins de migration dans la zone (66%) contre 24% qui estiment que la situation s'est stabilisée. Dans le même temps les retours de migrants sont en augmentation. De ce fait, on peut en conclure que les villages ont connu une amélioration de leur situation alimentaire de sorte à pouvoir maintenir sur place la plupart nombre de candidats au départ. De l'avis des populations, les évolutions notées dans les départs et les retours auraient un lien avec la pratique des GRN (82% des enquêtés le pensent).

Au niveau économique, la quantification des impacts révèle que les investissements ont été très rentables. 37 à 107% pour le zaï, 23% pour les cordons pierreux et 145 % pour les demi-lunes. Bien que toujours sous-estimés, ces taux de rentabilité sont supérieurs aux taux d'intérêt des banques commerciales, montrant ainsi qu'investir dans les GRN est très rentable.

RECOMMANDATIONS

Cette étude établit clairement que les investissements dans les actions ont produit des impacts multiformes qui ont contribué à améliorer du bien être des populations. Stratégiquement, les investissements dans la GRN sont d'une grande importance pour le pays en général et pour le plateau central en particulier. En effet, dans un contexte mondial, qui est caractérisé par une forte augmentation des prix agricoles, par la baisse des réserves céréalières à l'échelle mondiale, par une flambée des prix de transport lié au prix du pétrole, par une forte augmentation des prix d'engrais chimiques, il est urgent de développer des politiques qui incitent les producteurs à investir dans l'amélioration de leurs ressources naturelles.

La principale recommandation qui se dégage de ce travail est l'accroissement des investissements dans les actions de GRN. En effet, cet accroissement permettrait :

1. d'améliorer l'environnement et à créer des systèmes de production mieux intégrés et plus durables ;
2. de stabiliser les populations dans leur village en contribuant à ralentir les départs définitifs vers les grandes villes et les autres régions du pays.
3. ces investissements sont économiquement très rentables, parce qu'ils produisent des taux de rentabilité interne très élevés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AAA, 2008 : Impacts du projet de conservation des eaux et des sols dans le département de Sabcé sur la sécurité alimentaires, les ressources naturelles, les revenus et l'équité genre. Rapport provisoire.

Bationo, A., Wani, S., Biielders, C.L., Vlek, P.L.G., Mkwunye A.U. (2000). Crop residue and fertilizer management to improve soil organic carbon content, soil quality and productivity in the Desert Margins of West Africa. In: LAL R, KIMBLE, JM, and STEWART BA, eds. *Global climate change and tropical ecosystems*. Boca Raton (USA): CRC Press, 2000: 117-45.

Biielders, CL. Michels, K. Bationo, A. 2002. On farm evaluation of ridging and residue management options in a sahelian millet-cowpea intercrop. I. Soil quality change. *Soil use manage*, 18: 216-22.

Belemviré A., 2003. Impact de la Conservation des eaux et des sols sur la régénération naturelle assistée. Etude plateau central. Rapport de travail n°1.

ENEC II, 2004 : Deuxième enquête nationale sur les effectifs du cheptel. Tome II – Résultats et analyses. Version finale, Burkina Faso

Ganaba S. et Guinko S., 1995. Etat actuel et dynamique du peuplement ligneux de la région de la mare d'Oursi (Burkina Faso) ; Zustand und dynamik des Geholzbestandes idner Umbedung des mares d'Oursi (Burkina Faso). Etudes flor vég Burkina Faso, 2 :3-14.

Ganaba S. et Kiéma A., 2000. Impacts des aménagements anti-érosifs sur la diversité biologique et végétale en région sahéenne du Burkina Faso. Rapport INERA/PGRN-SY, 54p.

GERES 1965. Livret de la carte morpho pédologique. Secteur de restauration des sols de Ouahigouya,. République de Haute Volta ; 62pp.

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat es Sciences Naturelles, Univ. Bordeaux II, 2 vols, 394 p.

Guinko S., 1984 ; Hien F. G., 1995. La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel : Une étude de l'effet des mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. Document sur la gestion des ressources tropicales n°7, université de Wageningen, 194p.

Hien F., 1995. La régénération de l'espace sylvo-pastorale au Sahel. Une étude de l'effet des mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. *Documents sur la gestion des ressources tropicales No7. Université de Wageningen.*

Kaboré, C., 1997a : *Etude sur les méthodes d'inventaire forestier : cas de tests réalisés dans les forêts de Maro, Tuy et Naborgane.* ETF/PNGT, Bobo-Dioulasso, 38 p.

Michel A., 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN-UICN, 539p.

Ganaba S., 2000. Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur la régénération des ressources ligneuses en région sahélienne et nord soudanienne du Burkina Faso. P.G.R.N-SY.

IEPC, 2004. Initiative Elevage, pauvreté et croissance. Proposition pour un document national. Version provisoire. Burkina Faso

INERA/RSP, 1994. Economie des cordons pierreux, du paillage et du zaï dans le Nord du Plateau Central du Burkina Faso, une perspective préliminaire. *Recherche intégrée en production agricole en gestion des ressources naturelles*. Purdue University et Winrock International

INERA, 1996. Rapport analytique des activités de recherche/développement de l'INERA dans le cadre du PS-CES/AGF dans le plateau central. Ouagadougou, campagne 1995.

Kessler J.J, Slingerland M.A., Savadogo M., 1998. Regeneration of sylvopastoral lands in the sahel zone under village management conditions. *Land degradation and development* 9, 95-106

Kiema A., Nianogo A.J., Savadogo, M., 2006. Effets du sous-solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. *Etudes et Recherches No 11, 25-33*

Marchal, J.Y. 1983. Yatenga Nord Haute-Volta. La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien. Travaux et documents de l'ORSTOM, No 167.

Marchal, J.Y. 1986. Vingt ans de lutte antiérosive au Nord du Burkina Faso. Cahier ORSTOM. Ser. Pédol. 2 (22) 173-186.

Ministère de l'Agriculture du Burkina Faso. MA. (1999). Stratégie de croissance durable du secteur de l'agriculture. Plan stratégique opérationnel (PSO). Août 1999.

Nicou, R., Ouattara, B., Somé, L. 1987. Effets des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières (sorgho, maïs, mil) au Burkina Faso. INERA, Ouagadougou, 77p.

Ouédraogo, S. 1999. " Analyse Economique des effets des mesures de conservation des eaux et des sols sur la production agricole dans le plateau central ". Université de Ouagadougou.

Ouédraogo, S., Millogo, M.C.S., Lalba, A., Troré, J.-N., Bonkougou, J., 2002. *Participation des producteurs à la mise en œuvre des projets de lutte contre l'érosion : un modèle d'intervention sociale plus approprié*, Ouagadougou, INERA.

Ouédraogo, S. Intensification de l'agriculture dans le plateau central du Burkina Faso. Une analyse des possibilités à partir des nouvelles technologies ; University of Groningen.

Ouédraogo S., Sorgho/ Millogo M.C. 2007. Système coutumier de tenure des terres et lutte contre la désertification en milieu rural au Burkina Faso. *Natures Sciences Sociétés* 15, 127-139 (2007)

PATECORE, 2000. Etude de l'impact des aménagements sur les rendements agricoles (campagne agricole 1999). GTZ, Burkina Faso.

PSCES-AGF, 1999. Rapport d'avancement à mi-parcours ; Ministère de l'Agriculture ; Burkina Faso.

PSCES-AGF, 2000. Evaluation de l'impact socio-économique de la première phase ; Société Africaine d'Etudes et Conseils (SAEC), Ouagadougou, Burkina Faso

Rajot, JL Ribolzi, O Thiebaut, JP. 2002. Wind erosion in a small catchment of grazing area in northern Burkina Faso: influence of surface features *in* LEE JA, ZOBECK TM, eds. Proceedings of the ICAR5/GCTE-SEN joint meeting. Lubbock, Texas, USA, 22-25 July 2002. Lubbock, (Texas): international center for arid and semi arid lands studies, 2002:185-90.

Reij C. et Thiombiano T., 2003. Développement rural et environnement au Burkina Faso : la réhabilitation de la capacité productive des terroirs sur la partie nord du plateau central entre 1980 et 2001.

Reij, C., 1983. L'Évolution de la lutte anti-érosive en Haute-Volta depuis les indépendances : vers une plus grande participation de la population, Amsterdam, Institute for Environmental Studies, Free University

Requier-Desjardins M., Bied-Charreton. M., 2005. Evaluation des coûts sociaux, économiques et environnementaux de la dégradation des terres et de la désertification. Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement, Université de Versailles St Quentin-en-Yvelines

Rochette, R.M., 1989. *Le Sahel en lutte contre la désertification : leçons d'expériences*, Weikersheim, Margraf

Savadogo M., 2003a. Impacts des mesures de conservation des eaux et des sols sur les modes d'élevage.

Savadogo M., 2003b. Impacts des mesures de conservation des eaux et des sols sur les ressources fourragères.

Sawadogo, H. 2001. Rapport final sur les activités de développement participatif de technologie dans le cadre du projet CES II. INERA/ORFA/ Réseau MARP/CDCS, 52p.

Sawadogo, H. 2003. Impact des aménagements sur les systèmes de production, les rendements et la sécurité alimentaire des exploitations agricoles. Etude Plateau Central. Rapport de travail No 3

Sawadogo, H. 2006. Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso. (Thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 242p + annexes.

Sedogo, M.P. 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique et nutrition azotée des cultures. Thèse de docteur-Ingénieur, INPL, Nancy, 198p.

Sedogo, P.M., Hien, V., Lompo, F., Kambiré, H., et Youl S. 1995. Relations sol-plante: investigations sur les facteurs de la productivité du sorgho en milieu paysan in : Interprétation agronomique des données des sols: outil pour la gestion des sols et le développement agricole. Séminaire BUNASOLS/AB-DLO/INERA, Ouagadougou, 14-16 mars 1995. AB-DLO Thema's 2, Haren, 74-84.

SP/CONEDD, 2006 : Revue scientifique sur l'état de la dégradation des terres au Burkina Faso. Etude réalisée dans le cadre du programme de gestion durable des terres.

Traoré, K. 2006. Effects of soil amendments on drought and on zinc husbandry on grain in sahelian sorghum, Wageningen, PhD thesis, Pays Bas 162p.

Trouche, G., Kondombo, C. 1994. Amélioration des sorghos précoces et à moyen cycle. Rapport analytique sur l'expérimentation variétale 1993. INERA /CIRAD, 44p

Valentin, C. Rajot, J.L. Mitja, D. (2002). Responses on soil crusting runoff and erosion to following in the sub-humid and semi-arid regions of West Africa. *Agric Ecosyst Environ* 56-69.

Zombré, N.P. 2003. Les sols très dégradés (Zipella) du Cente Nord du Burkina Faso : Dynamique, Caractéristiques morpho-bio-pédologiques et impacts des techniques de restauration. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, 374p.

Zougmoré, R. 2003. Integrated water and nutriment management for sorghum production in semi-arid Burkina Faso. Ph D. Thesis. Wageningen University, Pays Bas, 206p.

Zougmoré, R., Ouattara, K., Mando, A., Ouattara, B. 2004. Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse*, 15 (1): 41-8.