

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : Eaux et forêts

THEME :

**ANALYSE DE LA MESURE DE L'EFFET DES PRATIQUES DE
RESTAURATION DES TERRES SUR LES INDICATEURS DE QUALITE DES
SOLS ET DE PRODUCTIVITE DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX**

Présenté par :

OUATTARA San Bertrand

Maitre de stage : **BADINI Oumar, PhD.,**

Directeurs de mémoire : **Dr. TRAORE Sobère**

Pr. SOME N. Antoine

JUIN 2008

N°: 00-2008/ (E&F)

DEDICACES

Au pieds du roi des rois
Les chants après les larmes
Le trône après la croix
La victoire après le combat.

A mes frères et sœurs auxquels je
Renouvelle mon soutien inconditionnel
Et suis convaincu de la réciproque
Ils sont ma fierté

A mes parents
Mère, père par vous j'existe
Et je vous Promets en retour
Fierté et honneur un jour.

A mes amis quelle chance
J'ai dans ce monde de vous avoir.

A cette personne qui en plus
Du soutien moral m'a
Techniquement
Assistée.

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est le fruit de nombreux efforts déployés par plusieurs bonnes volontés. Ainsi nous voulons exprimer ici toute notre gratitude à tous ceux qui, à quelque niveau que ce soit ont contribué à l'aboutissement de notre travail.

Notre gratitude va d'abord à l'endroit de tout le personnel du Centre SIGET-A. Ce Centre est une équipe constituée d'Hommes très forts mentalement et qui jouissent d'une foi forte aux valeurs humaines et spirituelles. Cela rend le travail facile, agréable et facilite les rapports entre collègues. Nous remercions grandement monsieur le Directeur Général SANOU Patrice pour nous avoir accepté dans son Centre et permis de faire le présent travail. Il est un guide.

Nous regroupons une fois de plus l'équipe du Centre SIGET-A afin de leur dire merci sans cité de nom pour que tout le monde se sente honoré de la même manière. Il est une famille.

Nous disons merci au maître de stage monsieur BADINI Oumar toujours calme qui nous a fourni le matériel de terrain et le mode d'utilisation. Il est un conseiller.

Merci au personnel du *Land Care International* Burkina Faso (L.C.I.B.

Merci également au personnel du Projet SA-RTD et à l'ETO des provinces du Loroum et du Yatenga. Ils étaient toujours disponibles et disposés pour nous accompagner sur le terrain et intervenir afin de faciliter le travail.

Merci à la population de Bouro, de Thiou et de Toulfé.

Merci à ceux qui nous ont logé sur le terrain.

Nous remercions notre institut l'I.D.R pour la formation reçue.

Nous disons merci au professeur SOME Antoine et au docteur TRAORE Sobère les deux directeurs de mémoire pour les conseils et les recommandations apportés pendant le déroulement du travail.

Nous disons enfin merci à tous les ami(e) s et tous ceux qui nous ont soutenu durant cette période d'étude très formateur qui restera gravée en lettres d'or sur nos cœurs et dans la mémoire.

SOMMAIRE

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS	II
SOMMAIRE.....	III
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES PHOTOS.....	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	X
RESUME	XI
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCTION	- 1 -

PREMIERE PARTIE : METHODOLOGIE DE L'ETUDE ET CADRE GENERAL DE L'ETUDE	- 3 -
---	-------

CHAPITRE I : METHODOLOGIE.....	- 4 -
<i>1.1. Méthode de recherche</i>	- 4 -
<i>1.2. Outils de recherche</i>	- 4 -
<i>1.3. Mode opératoire</i>	- 5 -
1.3.1. Choix des sites d'expérimentation	- 5 -
1.3.2. Identification et matérialisation de transects, des points d'échantillonnage et de profils pédologiques	- 6 -
1.3.3. Mode opératoire pour la description et la caractérisation morpho-pédologique des sol.....	8
Couleur	8
Profondeur	9
Texture.....	9
Structure et compacité du sol	9
1.3.4. Suivi des indicateurs physico-chimiques et biologiques.....	10

Indicateurs biologiques	10
Paramètres physico-chimiques.....	10
Vitesse d'infiltration de l'eau	11
Niveau d'acidité (pH)	12
Teneur en Matière Organique et Carbone	12
Teneur en azote sous la forme de nitrates	13
I.3.5. Suivi de la diversité floristique et de la productivité végétale	13
I.3.5.1. Evaluation de la diversité floristique	13
I.3.5.2. Evaluation de la Biomasse	13
I.3.5.3. Evaluation de la productivité agronomique.....	14
Productivité en kg/ha	15
Estimation de la production du site en tonne	15
I.3.6. Suivi de la régénération des espèces ligneuses et de la survie végétale	16
.....	16
I.3.6.1. Régénération des espèces ligneuses.....	16
I.3.6.2. Survie végétale.....	16
Calcul du Taux de survie par espèce ligneuse	16
Calcul du taux de survie des espèces.	16
 CHAPITRE II : CADRE GENERAL DE L'ETUDE	17
<i>II.1. Cadre institutionnel</i>	17
II.1.1. Centre de Systèmes d'Information Géographique et de Télédétection Adjaratou (Centre SIGET-A).....	17
II.1.2. Présentation du Projet de Sécurité Alimentaire par la Récupération des Terres Dégradées (Projet SA-RTD)	17
<i>II.2. Paramètres de milieu physique de la zone</i>	19
II.2.1. Situation climatique de la zone	19
II.2.2. Hydrographie	20
II.2.3. Géomorphologie	21
II.2.4. Végétation.....	22
II.2.5. Sols.....	23
<i>II.3. Paramètres du milieu humain</i>	24
II.3.1. Population.....	24
II.3.2. Production agro-pastorale.....	25

II.3.3. Pressions anthropiques	27
II.3.4. Méthodes et techniques de restauration des terres	28
II.3.4.1. Techniques traditionnelles de restauration des terres dégradées .28	
II.3.4.2. Techniques modernes de restauration des terres dégradées	29

CHAPITRE III : SITES D'EXPERIMENTATION ET TECHNIQUES DE

RESTAURATION DES TERRES31

<i>III.1. Présentation des terroirs et des sites de récupération.....</i>	<i>31</i>
III.1.1. Bouro	31
III.1.2. Thiou.....	33
III.1.3. Toulfé.....	35
<i>III.2. Description des technologies de récupération des terres et d'aménagement utilisées par le projet SA-RTD.....</i>	<i>37</i>
III.2.1. Techniques de récupération des terres dégradées.....	37
III.2.1.1. Demi-lunes	38
1) Définition.....	38
2) Objectifs	38
3) Caractéristiques techniques.....	38
a) Dimensions d'une demi-lune	38
b) Réalisation des demi-lunes.....	39
III.2.1.2. Zaï	39
1) Définition.....	39
2) Objectifs	39
3) Caractéristiques techniques.....	39
a) Dimensions du trou de zaï	39
b) Réalisation du zaï	40
III.2.2. Aménagements CES/AGF	40

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET ANALYSES42

CHAPITRE I : DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE ET IMPACTS DES

TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LES PARAMETRES PHYSIQUES DU

SOL43

<i>I.1. Description des profils</i>	43
I.1.2. Impacts des techniques de restauration sur les paramètres physiques du sol : cas de la vitesse d'infiltration.....	47
I.1.2.1. Vitesse d'infiltration	47
I.1.2.2. Analyse des résultats	48
I.1.3. Conclusion partielle.....	49
CHAPITRE II : IMPACTS DES TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LES PARAMETRES CHIMIQUES DES SOLS	50
<i>II.1. Niveau d'acidité du sol</i>	50
II.1.1. Observation.....	51
II.1.2. Analyse des résultats.....	52
<i>II.2. Taux d'azote et de carbone dans le sol</i>	52
II.2.1. Détermination du taux d'azote du sol et de la quantité de matière organique du sol	52
II.2.2. Analyse	53
<i>II.3. Conclusion partielle</i>	54
CHAPITRE III : IMPACTS DES TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LA PRODUCTIVITE VEGETALE ET LA DIVERSITE BIOLOGIQUE	55
<i>III.1. Impacts des techniques de restauration sur la productivité végétale</i>	55
III.1.1. Composition floristique des herbacées	55
Analyse	55
III.1.2. Inventaire des ligneux.....	56
Analyse	57
III.1.3. Quantité de biomasse	58
Analyse	58
III.1.4. Productivité agronomique du sol.....	59
Analyse	59
<i>III.2. Conclusion partielle</i>	60
<i>III.3. Impact des techniques de restauration sur la régénération végétale et la survie des ligneux</i>	60
III.3.1. Espèces ligneuses	61

III.3.1.1. Evaluation de la germination des espèces végétales.....	61
Analyse	61
III.3.2. Plantes introduites	62
III.3.2.1. Mesure du taux de survie des plantes introduites	62
Analyse	63
<i>III.4. Conclusion partielle</i>	64
CHAPITRE IV : NATURE DES SOLS ET LES PROBLEMES DE PERENNISATION	
DES ACTIONS DE RESTAURATION	65
<i>IV. 1. Nature des sols</i>	65
<i>IV.2. Perspective d'évolution des sites</i>	65
III. CONCLUSION	67
BIBLIOGRAPHIE	69
ANNEXES	

Liste des figures

Figure n°1 : Exemple de Transects et de Points d'échantillonnage géoréférencés	7
Figure n°2 : Mode de répartition des herbacées sur les sites.....	14
Figure n°3 : Mode de répartition des carrés de rendements	15
Figure n°4 : Zone d'intervention du Projet SA-RTD	18
Figure n°5 : Variations inter- annuelles des précipitations	19
Figure n°6 : Glissement des isohyètes entre 1931 et 2000.....	20
Figure n°7 : Régime hydrographique de zone d'intervention de la zone d'étude.....	21
Figure n°8 : Géomorphologie de la zone d'étude.....	22
Figure n°9 : Végétation de la zone d'étude.....	23
Figure n°10 : Groupes des sols de la zone d'étude	24
Figure n°11 : Carte du terroir de Bouro.....	32
Figure n°12: Profil du transect du terroir de Bouro.....	33
Figure n°13: Carte terroir de Thiou.....	34
Figure n°14 : Profil du transect du terroir de Thiou	35
Figure n°15 : Carte du terroir de Toulfé	36
Figure n°16 : Profil du transect du terroir de Toulfé	36
Figure n°17 : Valeurs moyennes du pH par horizon et par site.....	52
Figure n°18 : Valeurs moyennes des différentes formes d'azote dans le sol	53

Liste des photos

Photo n°1 : L'état des sites avant aménagement.....	37
Photo n°2 : Le site de Toulfé après aménagement.....	41
Photo n°3 : Début de tallage avec rétention d'eau par les poquets de zaï et les demi-lunes à Bouro.....	49
Photo n°4 : Productivité du sol	60

Liste des tableaux

Tableau I : Facteurs justifiant le choix des sites	- 5 -
Tableau II : Population et densité de population de la zone d'intervention projet SA-RTD..	25
Tableau III : Importance des superficies cultivées	25
de la zone d'intervention du projet SA-RTD	25
Tableau IV : Les effectifs du cheptel (en milliers de têtes).....	26
Tableau V : Atouts et faiblesses des techniques mécaniques	29
Tableau VI : Atouts et faiblesses des techniques biologiques	30
Tableau VII : Atouts et faiblesses des techniques agroforestières.....	30
Tableau VIII : Description du profil de Thiou.....	44
Tableau IX : Description du profil de Bourou	45
Tableau X : Description du profil de Toulfé.....	46
Tableau XI : Les valeurs de la vitesse d'infiltration obtenues.....	47
Tableau XII : Vitesse moyenne d'infiltration par site	48
Tableau XIII : Valeurs de pH obtenues.....	50
Tableau XIV : Valeurs moyennes des pH de la zone	51
Tableau XV : Valeur moyenne des éléments azotés et du carbone organique par horizon du sol.....	53
Tableau XVI : Fréquence des herbacées	55
Tableau XVII : Les ligneux recensés par site	56
Tableau XVIII : La masse des échantillons fauchés	58
Tableau XIX : Productivité agronomique	59
Tableau XX : Les espèces réapparues et régénérées	61
Tableau XXI : Taux de survie de certaines espèces introduites	63

Sigles et abréviations

BUNASOLS	: Bureau National des Sols
CAPES	: Centre d'Analyse des Politiques Economiques et Sociales
CES/ AGF	: Conservation des Eaux et des Sols /Agro -foresterie
CES/DRS	: Conservation des Eaux et des Sols /Défense et Restauration des Sols
DPA	: Direction Provinciale de l'Agriculture
DPEEF	: Direction Provinciale de l'Environnement des Eaux et Forêts
ETO	: Equipe Technique Opérationnelle
FAO	: <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FNGN	: Fédération Nationale des Groupements Naam
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
LCD	: Lutte contre la Désertification
MAHRH	: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
pH	: potentiel Hydrique
PSA-RTD	: Projet de Sécurité Alimentaire par la Récupération des Terres Dégradées
PAE Sahel	: Projet Agro Ecologique du sahel
SFTL ip	: Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés indurés profonds
SFTL is	: Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés indurés superficiels
SIGET-A	: Centre de Systèmes d'Information Géographique et de Télédétection Adjaratou
TUT	: Technique d'Utilisation des Terres
UBT	: Unité Bovine Tropicale

Résumé

Revue!

Les provinces du Loroum et du Yatenga connaissent une dégradation accélérée des ressources naturelles liées aux facteurs tant physiques que humains. Les sols ont une valeur agronomique faible. C'est pourquoi, les ONG, les projets et les programmes de développement ont initié des techniques de restauration des terres qui valorisent le savoir local tout en introduisant de nouvelles pratiques comme le zaï, la demi-lune, la scarification, la régénération assistée etc. Mais l'impact des actions de récupération des terres est peu évalué. La mesure des effets des pratiques de restauration des terres sur la qualité des sols et de productivité des systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux donne des indications intéressantes. Sur les sites de Bouro, Thiou (Yatenga) et Toulfé (Loroum), il y a une amélioration des paramètres physico-chimiques du sol mais également de la productivité végétale et de la biodiversité. Cependant des problèmes d'appropriation et de pérennisation des actions de restauration des terres limitent fortement leurs impacts réels.

Mots clé : Loroum, Yatenga, Environnement, Technique de restauration, Productivité, Mesure, Kit, Dégradation, Restauration des terres, Impact

Abstract

Yatenga and Loroum provinces are experiencing an accelerated degradation of their natural resources due to physical and human factors. The soils have a poor agricultural value. Therefore, NGOs, projects and development programmes initiated soils restoration techniques that value local knowledge while introducing new practices as zaï, *demi-lunes*, scarification, and assisted regeneration and so on. But land recover actions impact to recover land is not assessed. The measure of the effects of land restoration practices on soil quality and productivity of agro-sylvo-pastoral systems gives some interesting insights. On Bouro, Thiou (Yatenga) and Toulfé (Loroum) measurement places there is an improvement in physical and chemical parameters of the ground as so as plant productivity and biodiversity. However, problems of ownership and sustainability of actions for the rehabilitation of land seriously limit their impacts

Keywords: Loroum, Yatenga, Environment, Tech restoration, Productivity, Measurement, Kit, degradation, land restoration, Impact

Introduction

La dégradation des ressources naturelles est un phénomène qui s'est installé au Burkina Faso comme dans les autres pays du Sahel frappés depuis déjà des décennies par des sécheresses récurrentes (OUADBA, J-M 2000).

En effet, les problèmes de la dégradation de l'environnement prennent de l'ampleur d'année en année. Ils sont essentiellement dus aux changements climatiques (sécheresse et déplacement des isohyètes), à l'érosion hydrique et éolienne, à l'exploitation anarchique des ressources naturelles et à l'appauvrissement chimique, physique et biologique des sols. Des facteurs importants tels que la pluviosité caractérisée par sa variabilité spatiale et temporelle restent difficiles à contrôler, alors qu'en revanche le sol peut subir des transformations en termes d'amélioration ou de dégradation en fonction de son utilisation.

Les populations rurales du Burkina Faso, tirent l'essentiel de leurs ressources du milieu naturel. De ce fait, elles sont très vulnérables aux aléas climatiques, à la dégradation des terres dont une conséquence est la baisse de la productivité. La pression démographique alliée à la baisse de la productivité sont les principales raisons de la forte pression exercée sur les terres (UICN, 2003).

C'est dans ce contexte que, les autorités politiques, les chercheurs et les populations ont pris conscience de la nécessité de la protection et de la restauration des terres pour lutter contre la paupérisation en milieu rural. Ainsi, différentes techniques de restauration intégrant le savoir faire local et les pratiques modernes ont été développées (zaï, demi-lunes, scarification et régénération assistée).

Ainsi, le Projet de Sécurité Alimentaire par la Récupération des Terres Dégradées (PSA-RTD) dans le Nord du Burkina Faso a entrepris des actions de réhabilitation et de mise en valeur des terres fortement dégradées en vue d'accroître les productions agro-sylvo-pastorales et améliorer la sécurité alimentaire des populations dans les provinces du Yatenga, du Loroum, du Soum et du Bam, tout en veillant à la protection de l'environnement et au rétablissement des équilibres physiques et socio-économiques.

Le présent travail qui s'insère dans ce contexte, se veut une contribution à l'évaluation de l'impact environnemental des techniques de restauration des sols. Il a

pour objet de mesurer l'effet des pratiques de restauration des terres sur les indicateurs de qualité des sols et de productivité des systèmes agro-sylvo-pastoraux dans le Yatenga et le Loroum.

Le choix de cette étude se justifie par l'insuffisance de données disponibles sur les impacts des techniques de restauration des terres et par l'opportunité qui nous a été offerte d'appliquer un kit d'analyse des sols pour la première fois sur les sites restaurés par le Projet SA-RTD.

L'objectif global de cette étude est d'établir un état du milieu afin de définir une orientation sur la vocation future des différents sites. Plus spécifiquement, elle vise la mise en œuvre d'une stratégie de suivi de l'impact environnemental des options technologiques de récupération des terres fortement dégradées à travers l'évaluation initiale de certains indicateurs de qualité du sol et de la végétation (herbacées, ligneux, cultures) par la détermination :

- des indices physico-chimiques ;
- de la productivité végétale ;
- de la diversité biologique ;

Aussi, elle fait une analyse critique des interventions en matière de lutte contre la désertification.

Au regard des objectifs énumérés, cinq hypothèses de recherche ont été émises :

- Les techniques de restauration améliorent la qualité physique du sol.
- Les techniques de restauration améliorent la qualité chimique du sol.
- Les techniques de restauration des terres dégradées améliorent la productivité végétale.
- Les techniques de restauration des terres dégradées favorisent la diversité biologique.
- Le mode d'intervention des projets ne garantit pas toujours la durabilité des actions de restauration des sols.

Pour vérifier ces hypothèses, une méthodologie de recherche et d'analyse conséquente a été développée pour suivre l'évolution des tendances des indicateurs. Les résultats issus de ce travail qui sont le fruit d'une première année de suivi s'articulent autour de deux grandes parties : la première fait le point de la démarche et du cadre général de l'étude. La seconde fait l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus au cours de cette phase initiale du suivi environnemental.

Première partie : Méthodologie de l'étude et Cadre général de l'étude

La première partie décrit la méthodologie et le cadre général de l'étude. Elle comprend deux chapitres. Le premier chapitre qui traite de la méthodologie, présente les méthodes d'approche utilisées, les outils, les modes opérationnels et le choix des sites. Le second chapitre présente le cadre institutionnel de l'étude et fait une analyse des paramètres environnementaux susceptibles d'influencer les résultats. En outre, il est fait une description des caractéristiques physiques et humaines des sites retenus.

Chapitre I : METHODOLOGIE

Dans le cadre de l'application de cette méthodologie, nous avons bénéficié d'appuis institutionnels. Cela nous a conduit à travailler dans la partie nord du Burkina Faso qui a des caractéristiques physiques et humaines particulières.

La méthodologie décrit le système de suivi environnemental et la démarche adoptée dans cette étude pour vérifier les hypothèses de recherche. Elle prend en compte la méthode de recherche, les outils de recherche et le mode opératoire d'installation des transects et de mesure des indicateurs de qualité choisis.

I.1. Méthode de recherche

Deux méthodes ou approches de recherche scientifiques ont été mises en œuvre dans cette étude.

- L'approche historique : elle a permis de faire l'état des lieux des connaissances sur la dégradation des ressources naturelles dans la zone d'intervention du projet, de même que les interventions en matière de lutte contre la désertification.
- La méthode expérimentale : elle est basée sur des expériences directes, réalisées sur le terrain avec la collaboration des producteurs. Elle permet d'évaluer les indicateurs de qualité du sol, de diversité et de productivité végétale en vue d'apprécier l'impact des techniques de restauration.

I.2. Outils de recherche

Les outils de recherche suivants ont été identifiés :

- Le « Global Positioning System » (GPS) : il permet de localiser un phénomène spatial par ses coordonnées géographiques. Il a servi à la localisation des sites, des points d'échantillonnage et des transects.
- La cartographie des phénomènes spatiaux ou spatialisables donne une description graphique des éléments géographiques et des résultats d'analyse. La carte morpho-pédologique a été en grande partie exploitée pour une bonne évaluation des caractéristiques essentielles permettant aux sols de se conserver ou se dégrader.

- Les fiches de relevé terrain : elles ont été essentielles pendant la phase terrain. Les paramètres observés sur le terrain en vue de déterminer les indicateurs sus cités y ont été répertoriés.
- Le kit d'évaluation des sols pour la collecte et l'analyse des échantillons : il a été le principal outil de recherche de l'étude. Le kit contient les différents instruments de mesure des paramètres du sol. La méthode expérimentale appliquée repose essentiellement sur cet outil.

I.3. Mode opératoire

I.3.1. Choix des sites d'expérimentation

Dans le cadre de notre travail de recherche, trois (3) sites ont été retenus en fonction de critères intégrant la zone agro climatique (zone à pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm ; zone à pluviométrie annuelle inférieure à 600 mm), le type de sol (ferrugineux tropical lessivé), et la vocation du site (agro-sylvicole). C'est ainsi que, Bouro et Thiou dans le Yatenga et Toulfé dans le Loroum ont été retenus, pour contribuer à la mesure de l'effet des techniques de restauration des sols sur les indicateurs de qualité des sols et productivité des systèmes agro-sylvo-pastoraux.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de sélection des sites

Tableau I : Facteurs justifiant le choix des sites

Site	Zone agro climatique pluviométrie	Type de sol dominant	Année de mise en valeur	Techniques de récupération et aménagement	Vocation actuelle
Toulfé	≤ 600 mm	Ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions	2006	½ lunes, zaï cordon pierreux	Agro-sylvicole
Bouro	≥ 600 mm	Ferrugineux tropical lessivé induré superficiel	2005	½ lunes, traitement de ravines ; zaï ; cordon pierreux	Agro-sylvicole
Thiou	≤ 600 mm	Ferrugineux tropical lessivé à taches concrétions	2007	½ lunes, cordons pierreux, zaï ; traitement de ravines.	Agro-sylvicole

Source : OUATTARA, S.B

I.3.2. Identification et matérialisation de transects, des points d'échantillonnage et de profils pédologiques

A l'aide d'un GPS, les transects, bandes et points d'échantillonnage ont tous été géoréférencés.

Le système de transects mis en place est inspiré de Zare et *al.* (2001). Selon ce principe, chaque site doit avoir 3 transects. Pour le tracer des transects, tout doit partir du centre du site. Le premier transect est orienté vers le nord, le second est décalé du nord de 120 ° et le troisième décalé de 240 °. Sur chaque transect une bande de 100 m de long sur 5 m de large a été matérialisée à partir de 10 m du centre C pour éviter les chevauchements. Pour avoir une idée réelle de l'ensemble du site, le nombre de bandes sur le transect est fonction de l'étendue du site. Si le site est vaste, les transects doivent être suffisamment longs et contenir autant de bandes que cela est nécessaire pour les besoins de l'étude.

Ensuite, sur chaque bande il fallait positionner au GPS des points d'échantillonnage distants de 25 m les uns des autres. Ainsi sur chaque bande sont placés 3 points d'échantillonnage qui serviront à la caractérisation physico-chimique et biologique, ainsi qu'au suivi pluriannuel des indicateurs de qualité des sols (Figure n°1).

En outre, une fosse (profil) pédologique a été creusée dans chaque unité morpho-pédologique cartographiée sur le site pour permettre leur caractérisation morphologique. Chaque fosse est creusée à une profondeur au moins égale à celle du sol et décrite suivant les directives de la *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO,...).

Aussi, chaque bande de 100m doit être entourée d'un « buffer » ou zone délimitée pour l'évaluation de la biomasse et de la composition floristique des espèces végétales par saison.

Dimension

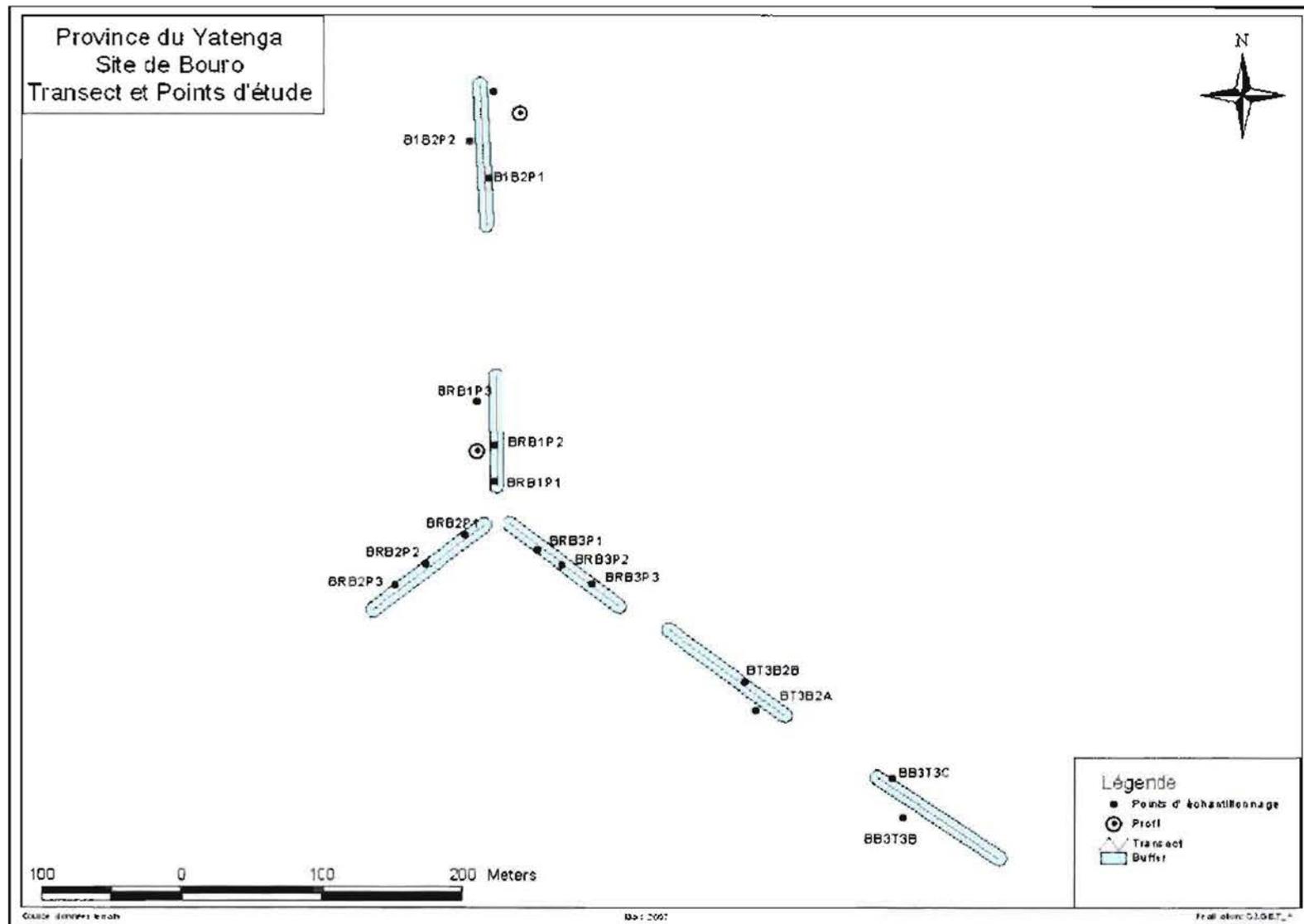


Figure n°1 : Exemple de Transects et de Points d'échantillonnage géoréférencés

I.3.3. Mode opératoire pour la description et la caractérisation morpho-pédologique des sols

Cette démarche prend en compte les interactions qui existent entre les données géomorphologiques (modelés, formes du relief, nature du matériau parental), le régime hydrologique, la composition du profil pédologique et les types de pédogenèses qui s'y développent. L'étude de ces interactions spécifiques permet de définir les types de milieu et de sols. En somme, cette méthode s'appuie sur une approche synthétique du milieu et intègre des observations autres que celles strictement pédologiques, cela afin d'appréhender les actions influençant ou ayant influencés le milieu.

L'ouverture des profils (fosses pédologiques) se fait de pair avec leur description et la vérification des limites des unités pédologiques. Les profils ont été décrits suivant les normes recommandées par la FAO. Il a été tenu compte au niveau des profils de la succession des horizons et de leurs épaisseurs, de la texture, de la structure, de la porosité, de l'hydromorphie, de la couleur selon le code Munsell, de la profondeur du sol, éventuellement de l'existence d'un niveau d'induration (cuirasse) et de la présence d'éléments grossiers (graviers, nodules calcaires). Aussi, l'environnement du profil a été mentionné il concerne : la végétation (arbres, arbustes, herbes/pâturages), l'utilisation actuelle et le microrelief.

Certains éléments morphologiques tels que la couleur, la profondeur de l'horizon de surface et la texture sont très importants pour la caractérisation des sols :

Couleur / Titre. Munsell

La couleur peut traduire la présence et/ou l'état d'un constituant particulier et donc servir d'indicateur de l'ambiance régnant à l'intérieur d'un sol (aération ou drainage). La couleur est conventionnellement définie par comparaison avec les couleurs standard répertoriées dans un code de couleurs internationalement admis qui est le *Munsell Soil Color Charts*. Ce système, a été inventé par Albert Munsell en 1909. Les couleurs y sont classées selon leur teinte, leur valeur et leur chroma, dans un solide du type "toupie". Le *Munsell Book of Color* définit plus de 1500 couleurs au travers de 40 pages (teintes).

Profondeur

La couche superficielle (horizon A) d'un sol est importante. Elle traduit l'épaisseur du sol pouvant être prospectée par les racines ; pour une plante donnée, on l'appelle profondeur effective. Elle permet aussi d'estimer la capacité de stockage du sol pour l'eau et les nutriments. Ces propriétés sont d'autant plus élevées que l'épaisseur du sol est grande. En général, une perte de l'horizon A au niveau d'un sol a pour conséquences la perte de fertilité, la diminution de la capacité à stocker l'eau, une réduction de matière organique et de la productivité.

Texture

Le sol est composé de particules minérales de différentes tailles : graviers, sables, limons et argiles. Ces particules ont des structures et des propriétés différentes : les argiles ont une structure feuilletée qui fixe l'eau, les éléments minéraux et organiques. ; alors que les sables sont des grains inertes. Dans la zone d'étude, la texture tout comme la couleur est utilisée pour la détermination des types de sols.

La méthode de détermination de la granulométrie la plus simple est obtenue par passage au travers d'une série de tamis de mailles décroissantes. Pour les éléments les plus fins (moins de 80 μ m), on procède par sédimentation. Dans le cadre de la présente étude, ce test a été réalisé directement sur le terrain avec des échantillons de terre prélevés. Sables grossiers, graviers, cailloux sont les éléments que nous avons pu déterminer à l'aide d'un tamis.

La méthode du toucher : on verse une petite quantité d'eau sur un échantillon de sol et avec le pouce et l'index, on malaxe. En fonction de sa malléabilité, la présence de l'argile peut être déterminée.

Le jet à la volée d'échantillon du sol permet d'attester la présence de limon qui est facilement emporté par le vent.

Structure et compacité du sol

La structure d'un sol est le mode d'agencement des différents éléments constitutifs de ce sol. La compacité des sols est jugée à l'aide d'une tige métallique (Cf. annexe) ou au toucher. Sur les trois sites d'observation, nous avons relevé que tous les sols ont trois horizons.

I.3.4. Suivi des indicateurs physico-chimiques et biologiques

La plupart des indicateurs font partie d'un guide pratique de suivi des sols vulgarisé par le Département d'Agriculture des Etats Unis (USDA). Ils ont été choisis pour leur pertinence, et sont facilement mesurables et capables de déterminer à court terme l'impact des interventions de récupération des terres dégradées sur le niveau d'amélioration de la santé écologique des sites choisis par le Projet SA-RTD. Les outils d'analyse permettant la quantification de ces indicateurs sont regroupés dans un kit ou trousseau d'analyse des sols.

A chaque point d'échantillonnage, des observations et des mesures sont effectuées à l'aide d'indicateurs qui sont en fait des paramètres devant aider à l'évaluation et au suivi de la qualité (biologique, physique et chimique) des sols. Des mesures et des observations directes sont effectuées à l'aide de fiches de relevé et des échantillons de sol sont prélevés dans les horizons 0-20 cm et 20-40 cm pour analyse à l'aide du kit ou trousseau mobile d'évaluation et de suivi de la qualité du sol.

Indicateurs biologiques

A chaque point d'échantillonnage, une superficie d'un (1) mètre de rayon est marquée sur le sol où sont évalués les résidus de culture et d'herbacées (espèces, quantité (kg/m²) et taux de recouvrement du sol) ainsi que les organismes vivants rencontrés. L'activité biologique ainsi mesurée peut être reliée au cycle des nutriments.

Paramètres physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques des sols les plus importantes sont celles couramment utilisées pour définir la fertilité potentielle du sol. En général, pour les catégories de sols répertoriées dans les neuf pays du Sahel, il s'agit de la réserve utile, du pH, de la matière organique plus l'azote, le phosphore et le potassium, de la capacité d'échange cationique, de la somme des bases échangeables et dans des cas particuliers, de la conductivité électrique. De ce fait pour la présente étude, nous avons mesuré :

- La vitesse d'infiltration de l'eau.

- La profondeur des horizons de surface.
- Le pH.
- Le taux d'azote.
- Le taux de carbone.

Ces indicateurs de qualité du sol ainsi retenus, répondent à des besoins efficaces de praticabilité, de facilité, de suivi et de coûts. En effet, nous les avons jugés suffisamment pertinents et facilement mesurables. L'évaluation de ces indicateurs de qualité du sol se fait après analyse d'échantillons de sols pris au niveau des points d'échantillonnage déjà matérialisés, avec le kit d'évaluation des sols ou au laboratoire. Pour l'illustrer, l'importance de certains de ces indicateurs est expliquée ci-dessous :

Vitesse d'infiltration de l'eau

La vitesse d'infiltration ou perméabilité d'un sol est un indicateur physique de l'aptitude de ce sol à être traversé par l'eau libre. Un sol à faible niveau d'infiltration est un indicateur de problèmes de ruissellement d'eau de surface, de susceptibilité à l'érosion, de faible niveau de stockage d'eau dans le profil et de difficulté de croissance des plantes. La mesure se fait directement au champ. Les outils nécessaires à la mesure sont :

- un anneau métallique d'une hauteur de 15 cm et d'un diamètre de 15 cm ;
- 1 *inch* d'eau ou 2,5 cm³ d'eau ;
- un chronomètre.

Le cylindre est placé sur le sol au niveau des points d'échantillonnage (Cf. annexe n°2). Un volume de 250 ml d'eau y est versé et à l'aide du chronomètre, on évalue le temps d'infiltration nécessaire. L'exercice est renouvelé une fois. Une vitesse d'infiltration pour un sol sec et une autre pour un sol humide sont alors obtenues. Le deuxième test se fait immédiatement après le premier. La deuxième valeur obtenue de ce test est retenue comme représentant la vitesse d'infiltration du sol considéré.

La formule suivante est utilisée pour la mesure de la vitesse d'infiltration :

Soit V_i la vitesse d'infiltration

$$VI = \frac{\text{volume d'eau versé} \times 60}{\text{Temps d'infiltration}} = \text{vitesse en cm}^3/\text{h}$$

Niveau d'acidité (pH)

Le pH est un indicateur de l'ambiance physico-chimique d'un sol. Il indique la disponibilité des nutriments pour la croissance des plantes. Le pH mesure le niveau d'acidité ou d'alcalinité du sol. Exprimé selon une échelle de 0 à 14, les valeurs inférieures à 7 indiquent un milieu acide, celles supérieures à 7 correspondent à un caractère basique, la valeur de pH = 7 étant considérée comme le seuil de neutralité. Pour les plantes, un seuil majeur est à considérer : la valeur 5,5 en dessous de laquelle la présence d'aluminium échangeable entraîne des risques de toxicité aluminique pour de nombreuses cultures telles que le maïs, le sorgho, le riz, le tabac, le cotonnier etc. Le pH influence aussi l'assimilabilité des principaux fertilisants et des oligo-éléments, l'optimum étant fixé entre 6,5 et 7,5 en milieux non calcaires. La mesure du niveau d'acidité du sol est fait par un pH-mètre. Elle est faite sur des échantillons de sols prélevés au niveau des points d'échantillonnage sur le terrain. Le test est réalisé sur deux horizons échantillonnés : le premier échantillon composite est prélevé dans les 20 premiers centimètres du sol et le second dans les 20 prochains. Le pH mètre préalablement calibré est plongé dans une solution¹ et le résultat est lu sur l'appareil.

Teneur en Matière Organique et Carbone

La matière organique d'une part améliore les caractéristiques physiques et chimiques d'un sol et d'autre part fournit, suite à la minéralisation, l'azote nécessaire aux plantes. En s'humifiant, la matière organique donne des complexes colloïdaux humiques qui s'associent avec la matière minérale (particulièrement l'argile) pour constituer le complexe argilo-humique (ou complexe absorbant) ayant la propriété de retenir les cations provenant de la solution du sol.

La teneur en matière organique des sols (exprimée en pourcentage) est déterminée selon la méthode proposée par Walkley et Black (1934), et adaptée pour les sols du Burkina Faso par Gnankanbary et al. (1999). La fertilité croît toujours, dans certaines

¹ Rapport de 1/1 un volume de sol pour un même volume d'eau distillé

limites, avec le taux de matière organique et d'azote total pour un rapport C/N variant entre 7 et 13 (C = % carbone organique, N = % azote total).

Teneur en azote sous la forme de nitrates

L'azote constitue, avec le carbone, un nutriment de base de la plante. C'est un facteur déterminant des rendements par son influence favorable sur la croissance de l'appareil végétatif. Le niveau de nitrates du sol est une bonne indication de la disponibilité d'azote pour les plantes. Le même échantillon utilisé pour mesurer le pH est utilisé pour estimer les nitrates du sol. La teneur en nitrates est mesurée par utilisation d'une méthode directe en trempant des bandes de test de nitrate dans une solution filtrée avec un ratio de 1:1 pour la mixture sol/eau.

I.3.5. Suivi de la diversité floristique et de la productivité végétale

I.3.5.1. Evaluation de la diversité floristique

Afin de mieux appréhender l'impact des aménagements, les mesures ont été faites durant la saison sèche. A cette période, le couvert végétal herbacé observé se trouve principalement au niveau des demi-lunes et de poquets de *zai*.

La composition floristique et la contribution spécifique des herbacés sont établies à l'aide de la méthode des points quadrats de Poissonet (1969) et Daget (1970) réalisée le long des transects au niveau de chaque bande. Pour les ligneux, elle s'est faite à travers un inventaire floristique exhaustif. Un dénombrement des espèces ligneuses sur pieds est effectué et la liste des espèces rencontrées est notée sur la fiche de relevé terrain. Le recensement tient compte de la hauteur et des espèces de ligneux.

I.3.5.2. Evaluation de la Biomasse

Une récolte intégrale des herbacées permet d'obtenir le poids de biomasse par carré de rendement. Les herbacées sont fauchées dans des placeaux de un mètre (1 m) de rayon, puis pesées à l'aide d'un dynamomètre. Elles sont alors séchées jusqu' à un poids stable sec et les valeurs de matière sèche enregistrées.

Les prélèvements sont effectués à proximité des points d'échantillonnage matérialisés sur la figure des transects. (Cf. annexe n°2).

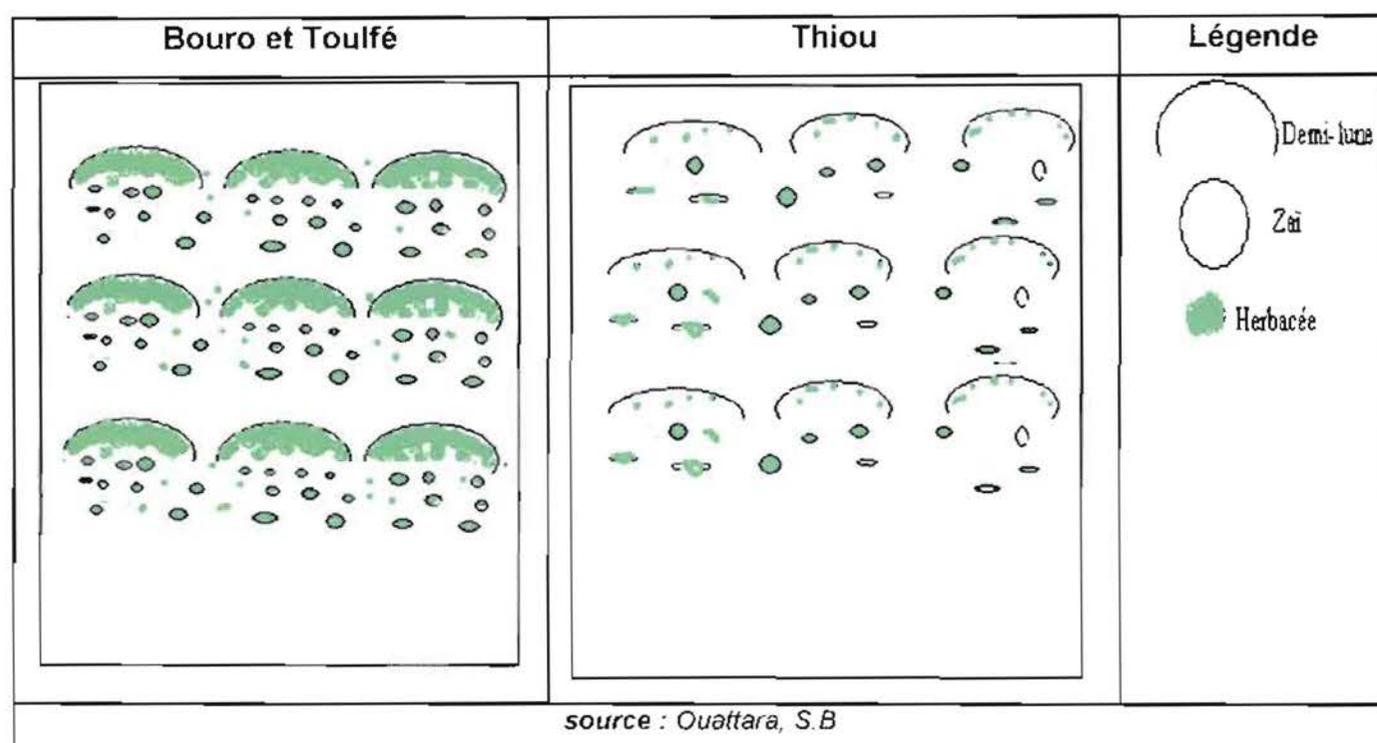
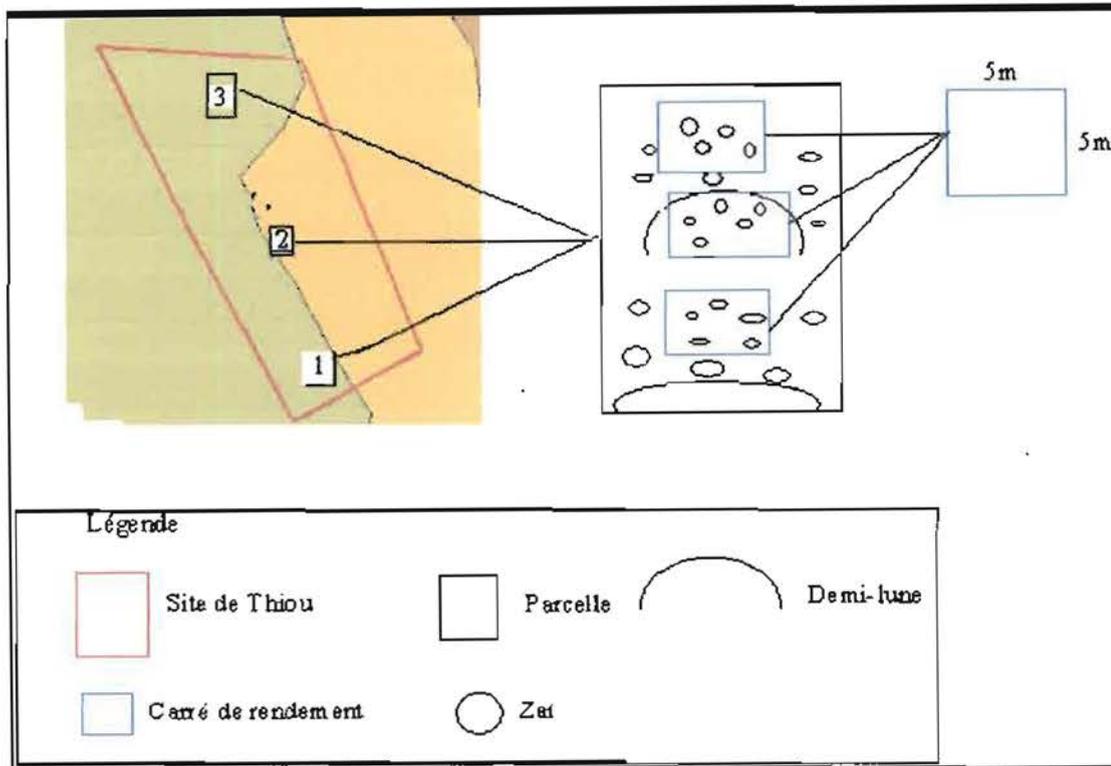


Figure n°2 : Mode de répartition des herbacées sur les sites

I.3.5.3. Evaluation de la productivité agronomique

Des trois (3) sites visités, le seul exploité pour l'agriculture est celui de Thiou. L'estimation de la productivité agricole s'est faite à partir de neuf (9) carrés de rendement d'une superficie de 25m² chacun. Le site, d'une superficie de 25ha, est reparti entre 50 exploitants disposant chacun d'une parcelle de 0,5 ha. Les cordons pierreux servent en plus de leurs fonctions de conservation du sol à délimiter les parcelles. Les mesures ont été réalisées dans des carrés de 5m de cotés. Trois parcelles ont été fixées. Chaque parcelle renferme trois carrés de rendements repartis comme suit un (1) avant la demi-lune, un (1) sur la demi-lune un (1) après la demi-lune.

La figure ci-dessous présente l'emplacement des carrés de rendement



Source : OUATTARA, S.B

Figure n°3 : Mode de répartition des carrés de rendements

Productivité en kg/ha

La Productivité en kg/ha se calcule en faisant le passage entre 25 m² et la projection sur 10000 m² soit :

$$\text{Productivité en kg/ha} = \frac{\text{Poids de la récolte en kg} \times 10000}{25}$$

Estimation de la production du site en tonne

L'estimation de la production du site en tonne se calcule en multipliant la productivité à l'hectare par le nombre total d'hectare. Le total est ensuite converti en tonne, ou divisé par 1000.

$$\text{Estimation de la production du site en tonne} = \frac{\text{Productivité en kg/ha} \times \text{Superficie totale}}{1000}$$

I.3.6. Suivi de la régénération des espèces ligneuses et de la survie végétale

I.3.6.1. Régénération des espèces ligneuses

Elle concerne le taux de germination des semences introduites et la réapparition spontanée de certaines ligneuses et herbacées. En effet, le Projet SA-RTD forme les exploitants agricoles pour la recherche de semencier afin de récolter des semences et de les faire germer. Le suivi de la régénération consiste à relever sur le terrain les espèces ligneuses provenant de semences introduites. Les rejets provenant de plantes n'ayant pas été introduites par les exploitants sont considérés comme espèces ligneuses réapparues.

I.3.6.2. Survie végétale

Dans le cadre des travaux, nous avons tenu compte du mode de reboisement couvrant une demi lune sur deux. Il a permis d'avoir le nombre d'espèces ligneuses introduites sur pied. Le rapport du nombre d'espèces ligneuses introduites sur pied (vivantes) sur le nombre total de pieds introduits par espèce a été calculé.

Calcul du Taux de survie par espèce ligneuse

$$\text{Taux de survie par espèce en \%} = \frac{\text{Nombre d'espèces ligneuses introduites sur pied} \times 100}{\text{Nombre d'espèces ligneuses introduites}}$$

Calcul du taux de survie des espèces.

Le taux de survie des espèces est égal au nombre total des espèces introduites sur pied divisé par le nombre total d'espèces introduites multiplié par cent

$$\text{Taux de survie des espèces} = \frac{\text{Nombre total d'espèces introduites sur pied} \times 100}{\text{Nombre total d'espèces introduites}}$$

Dans le cadre de l'application de cette méthodologie, nous avons bénéficié d'appuis institutionnels. Cela nous a conduit à travailler dans la partie nord du Burkina Faso qui a des caractéristiques physiques et humaines particulières.

Chapitre II : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

Cette section décrit d'abord le cadre institutionnel qui a permis la conduite du présent travail, analyse les paramètres du milieu susceptibles d'influencer la dégradation des terres et présente enfin les sites d'expérimentation retenus.

II.1. Cadre institutionnel

II.1.1. Centre de Systèmes d'Information Géographique et de Télédétection Adjaratou (Centre SIGET-A)

Le Centre SIGET-A est la structure d'accueil qui a permis le déroulement du stage et la réalisation de ce mémoire. Il est spécialisé en systèmes d'information géographique et en télédétection. Le Centre SIGET-A intervient spécifiquement dans la production, la formation, la recherche et la gestion des projets. C'est en ce sens qu'il a été mandaté par le MAHRH pour appuyer le Projet de Sécurité Alimentaire par la Récupération des Terres Dégradées (PSA-RTD) dans ses activités, notamment pour la mise en place d'un système de suivi environnemental et socioéconomique des impacts du projet.

II.1.2. Présentation du Projet de Sécurité Alimentaire par la Récupération des Terres Dégradées (Projet SA-RTD)

Le Projet SA-RTD vise la réhabilitation et la mise en valeur des terres fortement dégradées, en vue d'accroître les productions agro-sylvo-pastorales et d'améliorer la sécurité alimentaire des populations dans le nord du Burkina Faso (principalement dans les provinces du Yatenga, Loroum, Soum et Bam), tout en veillant à la protection de l'environnement. Le Projet SA-RTD poursuit les points suivants :

- Le renforcement de la sécurité alimentaire par l'accroissement de la production agricole en année de croisière de 3 600 tonnes de céréales, de 1 750 tonnes de légumineuses et de 530 tonnes de produits maraîchers ;
- La restauration de manière durable de 3 000 hectares de terres ;

- L'amélioration des revenus des producteurs d'au moins 60% en année de croisière.

Le Projet SA-RTD appuie les producteurs pour la réalisation des techniques de restauration au niveau des sites choisis. Dans la pratique, les populations font ressortir le besoin de terres au niveau du projet. Le Projet SA-RTD fait une étude de l'espace disponible. Il intervient en appui aux producteurs par la réalisation de demi-lunes, de fourniture en espèces ligneuses pour le reboisement, des formations sur les pratiques culturales et les impacts des techniques de restauration.

La zone d'intervention qui est peuplée de 1 020 446 personnes, couvre une superficie totale de 27 480 km². (Figure n° 1).

Au regard de l'importance de la superficie et de la population de la zone d'intervention, une étude des paramètres physiques et humains susceptibles d'influencer la dégradation des terres s'avère nécessaire.

Cependant le temps n'ayant pas permis d'explorer les quatre provinces, l'étude s'est focalisée sur les provinces du Yatenga et du Loroum.

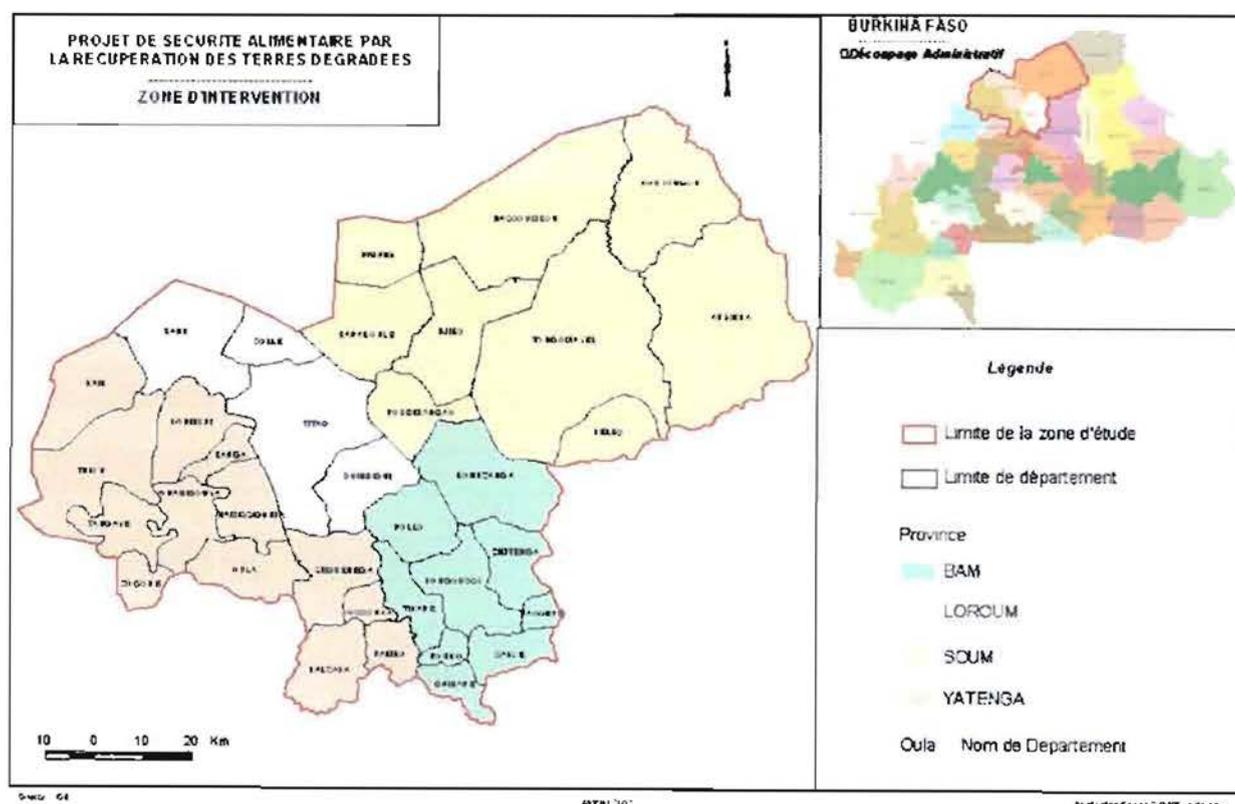


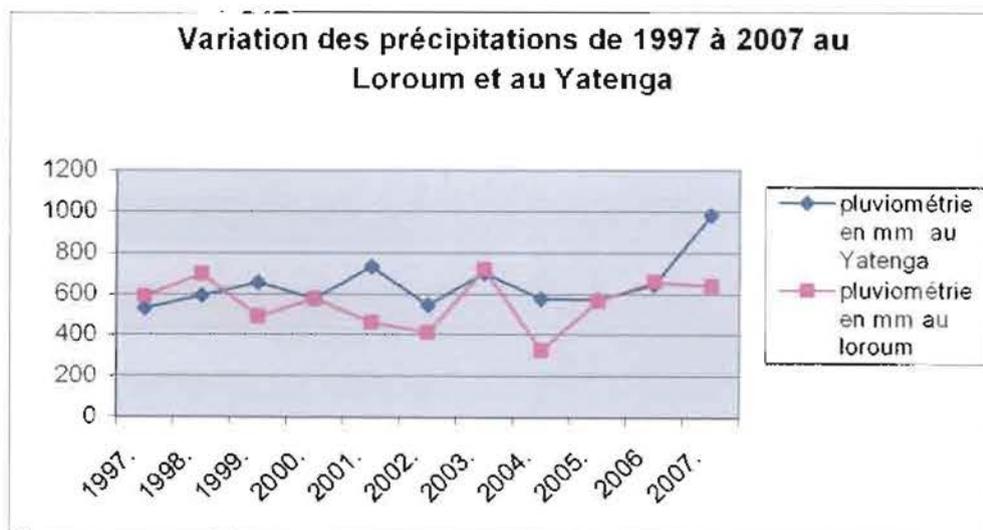
Figure n°4 : Zone d'intervention du Projet SA-RTD

II.2. Paramètres de milieu physique de la zone

II.2.1. Situation climatique de la zone

Le climat du Nord-Ouest du Burkina Faso comme celui de tout le pays est sous l'influence des masses d'air issues des anticyclones de Sainte Hélène dans l'Atlantique sud et des Açores, ce dernier étant renforcé par celui du Sahara. Du fait de sa position en latitude, la zone d'intervention du Projet SA-RTD est caractérisée par un climat tropical à saison sèche longue (8 mois selon la méthode de Gaussen et Bagnouls : $P = 2 T$), du type soudano sahélien à sahélien. La saison pluvieuse s'installe véritablement dans la dernière décade de Juin. De la dernière décade de Mai à la 2^{ème} décade du mois d'Octobre, c'est la période utile. Elle est de 5 mois, soit 150 jours.

Une forte irrégularité des pluies d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre caractérise le Loroum et le Yatenga. En 2007, on a enregistré 643,9 mm de pluie en 39 jours au Loroum et 983,4 mm de pluie en 62 jours au Yatenga, contre respectivement 328 mm de pluie en 42 jours et 577,6 mm de pluie en 47 jours en 2004.



Source : service de la météorologie Ouahigouya ; DPA. Titao

Figure n°5 : Variations inter- annuelles des précipitations

D'une manière générale, la région reste marquée par un glissement des isohyètes vers le Sud, constituant ainsi une des conséquences de la dégradation climatique.

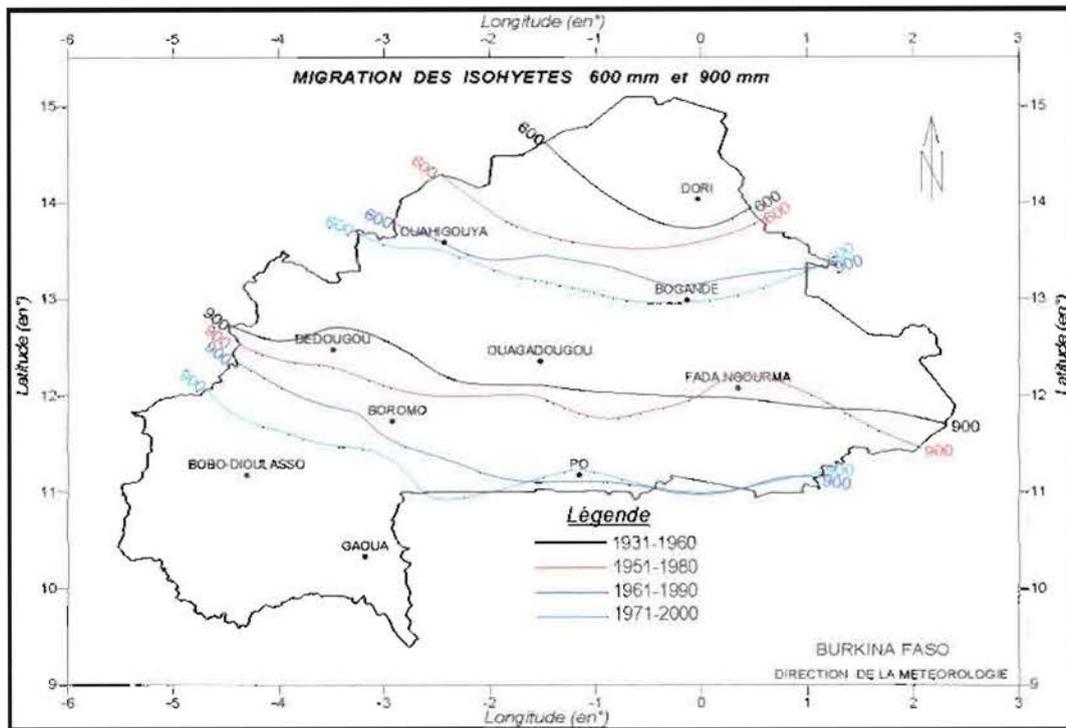


Figure n°6 : Glissement des isohyètes entre 1931 et 2000

En plus des crises climatiques, d'autres types de crises secouent périodiquement la région : invasion de criquets pèlerins, de mange-mils et aussi curieux que cela puisse paraître, des inondations comme ce fût le cas en 2007.

II.2.2. Hydrographie

La zone se divise en 3 bassins (figure n° 7) :

- Dans la zone Nord : le Nord du Yatenga et du Loroum, constituent un vaste bassin endoréique ;
- Dans la zone Sud : le bassin du Nakanbé, couvrant la moitié sud du Yatenga et la moitié sud du Loroum ;
- L'extrême Ouest du Yatenga appartient au bassin du Mouhoun.

Le Mouhoun et le Nakanbé constituent les sous bassins de la Volta.

Le Nakanbé et les affluents franchissent, dans la partie Sud du Yatenga et du Bam, la chaîne de collines birimiennes. Cette dernière du fait de sa position perpendiculaire au réseau de drainage favorise la mise en place de plans d'eau naturels comme le lac Bam (Centre SIGET-A, 2007).

Le réseau actuel semble postérieur aux structures géologiques en place.

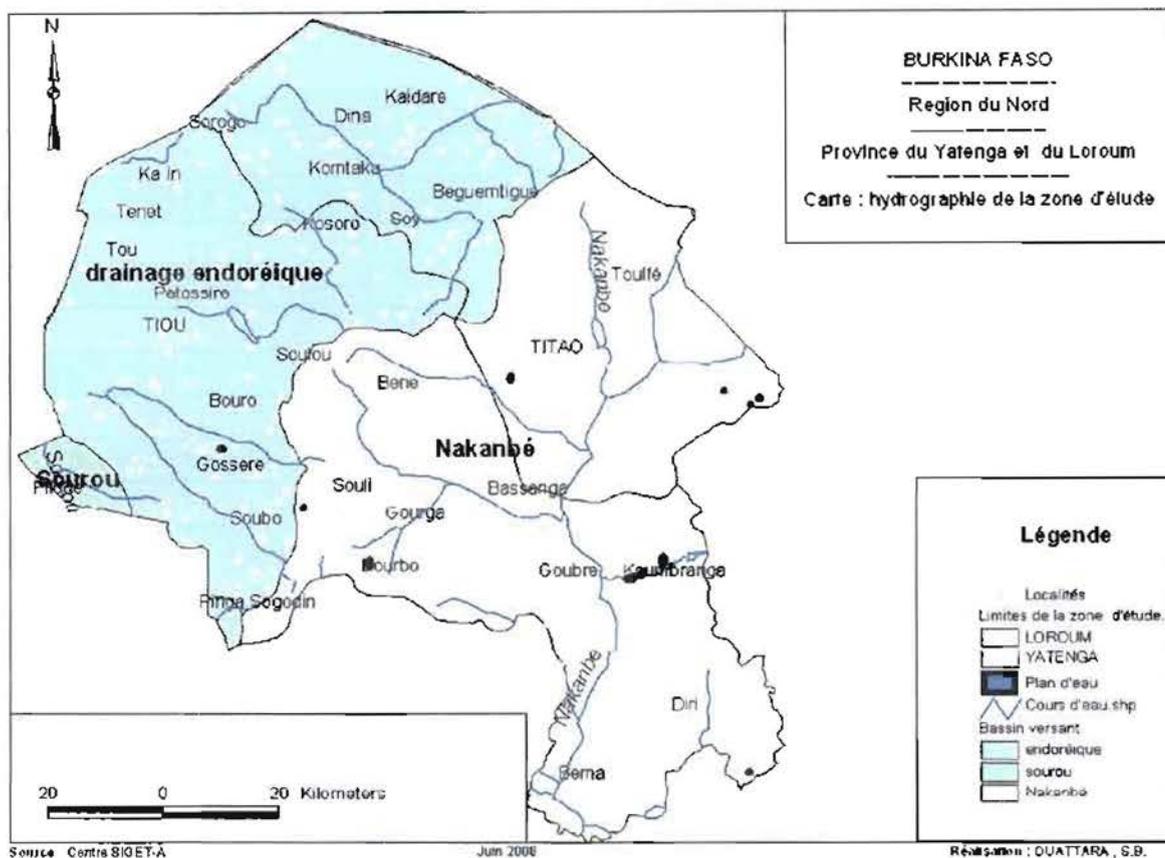


Figure n°7 : Régime hydrographique de la zone d'étude

II.2.3. Géomorphologie

Le Loroum et le Yatenga restent marqués par un modelé cuirassé lié en grande partie à la présence des formations volcaniques.

Les cuirasses s'organisent en divers niveaux autour des reliefs volcaniques :

- Cuirasses ferro-alumineuses ou bauxitiques sur les sommets d'altitude avoisinant les 500 m ;
- Tout autour de ces reliefs s'organisent des glacis avec principalement des hauts et des moyens cuirassés. Ces deux unités géomorphologiques sont le plus souvent séparées par une dépression plus ou moins large, en fonction de l'intensité de leur dissection par le réseau hydrographique

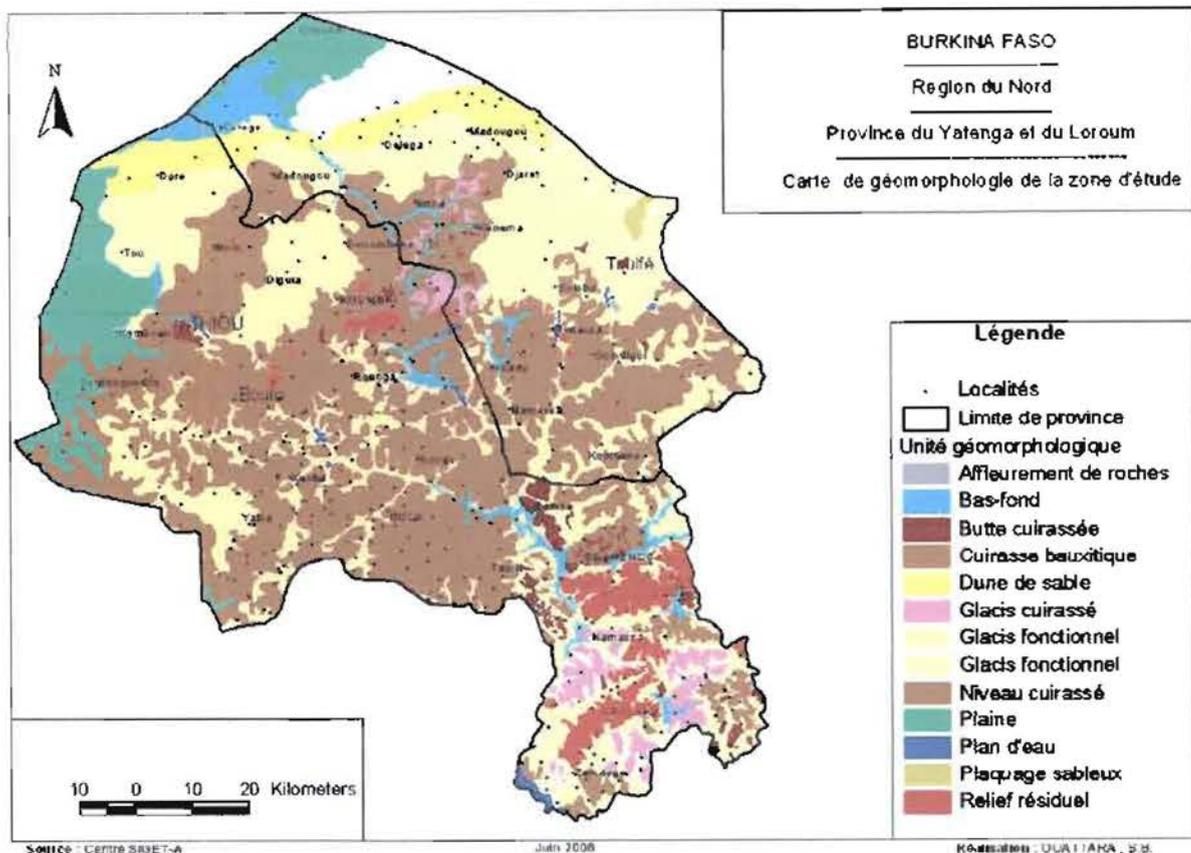


Figure n°8 : Géomorphologie de la zone d'étude

Dans l'ensemble l'organisation du couvert végétal est fonction des grandes unités géomorphologiques et de la position en latitude (Centre SIGET-A, 2007).

II.2.4. Végétation

Les formations végétales de la zone d'intervention sont essentiellement de la savane et de la steppe. (Figure n°6)

La partie nord, domaine de steppe herbeuse et arbustive est dominée par *Cenchrus biflorus*, *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca*. Le long des principaux cours d'eau, des reliques de forêts galeries et des savanes parcs par destruction sélective des formations ligneuses sont observées. Sur les divers glacis cuirassés se développent des savanes arbustives parfois dégradées à *Combretum spp.* *Guiera senegalensis* à l'extrême ouest.

On retrouve par poche quelques savanes arborées à *Anogeissus leiocarpus*.

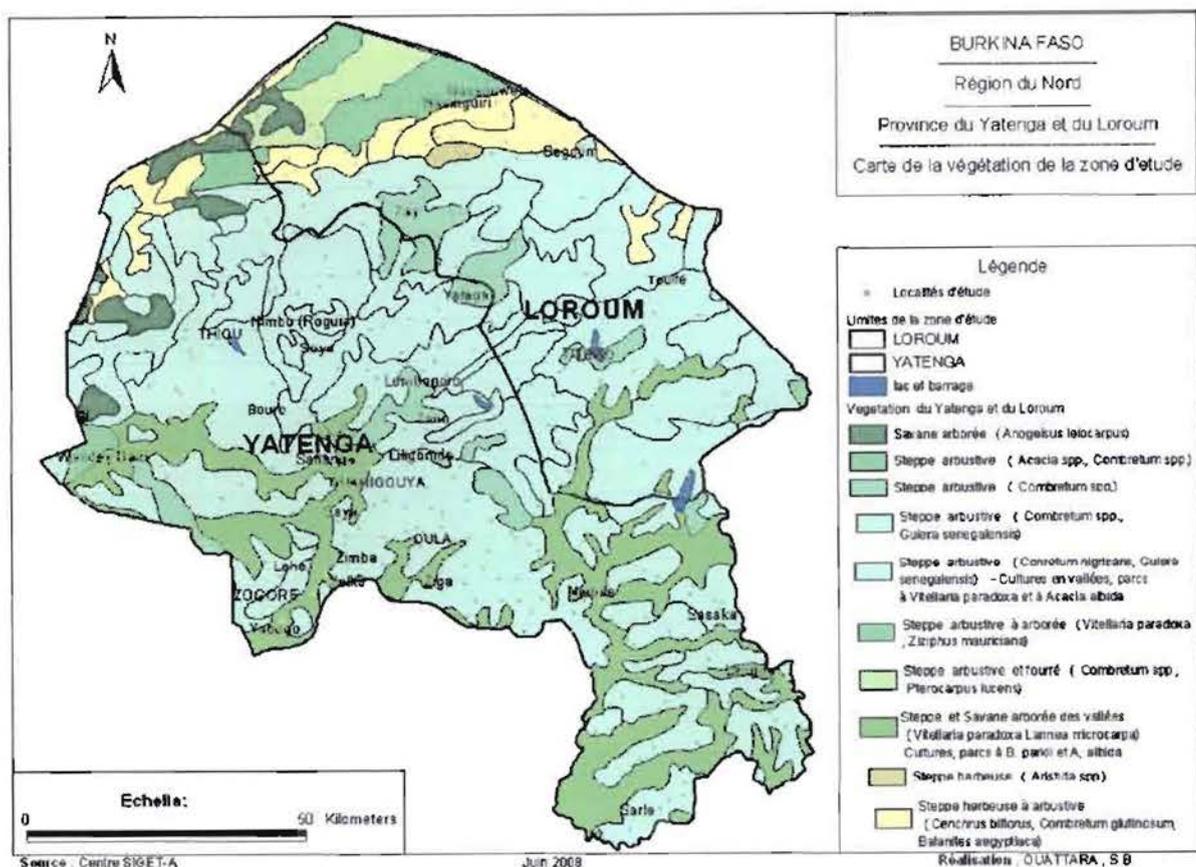


Figure n°9 : Végétation de la zone d'étude

La végétation est relativement peu dense dans la zone. Le processus de dégradation du couvert végétal qui s'accélère, a des conséquences néfastes sur la qualité des sols de la zone. (Centre SIGET-A, 2007).

II.2.5. Sols

Le long de certains axes du drainage, des sols bruns sub-arides et des sols peu humifères à pseudo-gley se sont mis en place, en partie sur des formations volcaniques.

Dans la moitié sud, dominée en grande partie par le Nakanbé et ses affluents, les sols peu humifères à pseudo-gley se localisent essentiellement le long de ces axes de drainage.

Sur les formations volcaniques, se développent des sols non ou peu lessivés. Le reste de la zone est à dominance de sols d'érosion ou d'apport sur les différents glacis, cuirassés ou non.

Dans la moitié sud, les sols hydromorphes colonisent les vallées des cours d'eau, alors que sur les collines du Birimien se développent des sols minéraux bruts. Les vertisols y sont assez rares. Les sols peu évolués se localisent sur les formations granitiques.

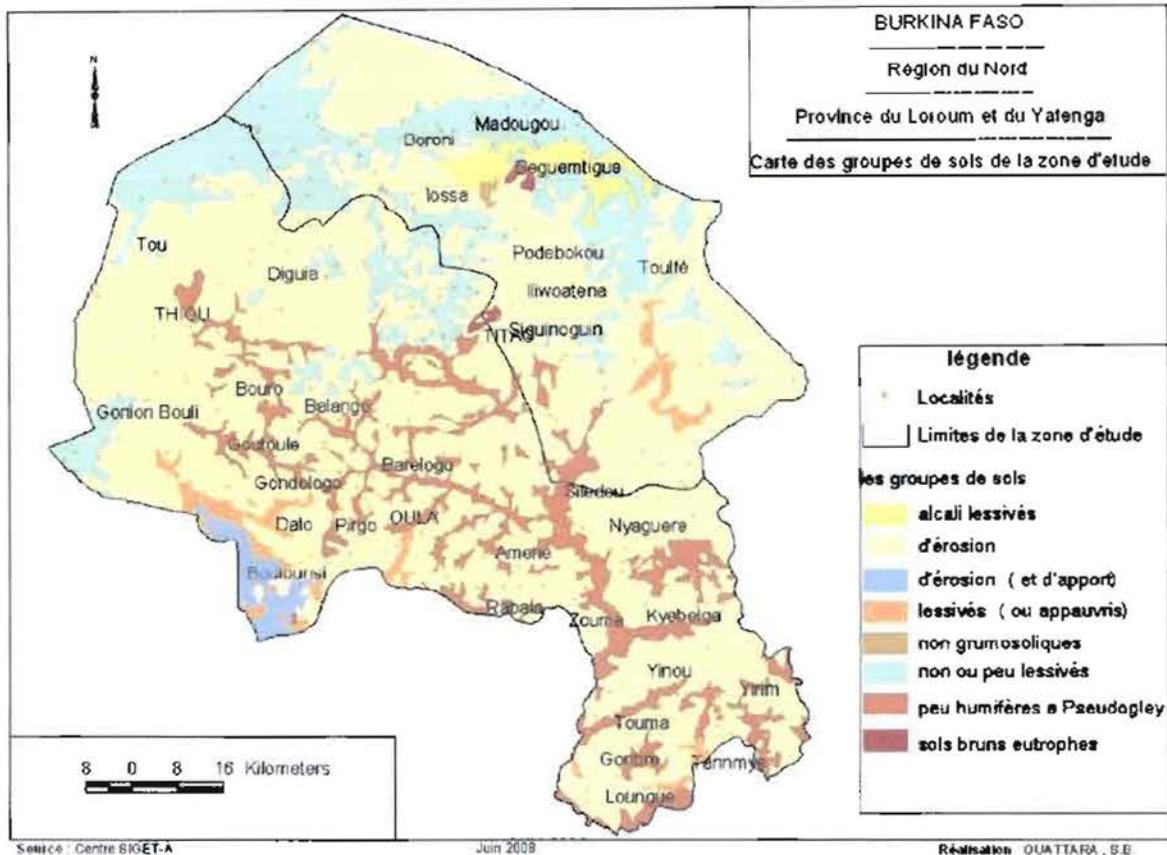


Figure n°10 : Groupe des sols de la zone d'étude

Outre la destruction du couvert végétal et du tapis herbacé qui sont les éléments protecteurs du sol, la pression humaine sur les terres est un paramètre très important dans cette zone où les pratiques peuvent influencer positivement ou négativement la qualité des sols (Centre SIGET-A, 2007)

II.3. Paramètres du milieu humain

II.3.1. Population

La densité de la population dans la province du Yatenga (63,6 hab. /km²) est plus importante comparativement au Loroum (31 hab. /km²). Au regard des données disponibles et du découpage administratif, les départements de plus forte

concentration humaine se localisent dans le Yatenga ; il s'agit de Ouahigouya et de Barga (120 à 240 hab. /km²).

Le Sud du Yatenga a également une densité de population relativement élevée : 80 à 120 hab. /km², exception faite de Oula et de Zogoré, 50 à 80 hab. /km².

Tableau II : Population et densité de population de la zone d'intervention projet SA-RTD

PROVINCE	ANNEE					
	1975		1985		1996	
	Population	Densité (hab/km ²)	Population	Densité (hab/km ²)	Population	Densité (hab/km ²)
LOROU	530 192	43	536 578	44	111 339	31
YATENGA					444 563	63,6

Sources : INSD, Atlas Jeune Afrique 1975, 1993 et 1997

II.3.2. Production agro-pastorale

L'agriculture est par excellence l'activité dominante dans le Loroum et le Yatenga. A cela s'ajoutent l'élevage, le maraîchage, le commerce, l'artisanat, l'orpaillage, la pêche sur les différents plans d'eau artificiels.

En agriculture, l'accent est surtout mis sur les cultures céréalières, les légumineuses et le sésame.

Tableau III : Importance des superficies cultivées de la zone d'intervention du projet SA-RTD

Province	Zone cultivée
Loroum	37,76%
Yatenga	36,78%

Source : direction des statistiques agricoles/DGPSA/MAHEH

La culture maraîchère est beaucoup plus pratiquée en contre saison autour et en aval des plans d'eau, autour des forages, des puits et de certains boulis. Les zones d'emprunt de matériaux de recharge des pistes et des terrassements sont même exploitées pour la production de concombre, de courgette, de haricot et/ou d'oseille qui sont utilisés comme condiments pour la sauce. Le Yatenga et le Loroum

constituent les zones par excellence de production de la pomme de terre, de la tomate, des choux pommes, des oignons, du riz, des carottes, du gombo, de la patate, des aubergines, du maïs de contre saison, de poivron, de piment, des épinards, d'ail, de salade (laitue). La culture maraîchère est souvent accompagnée de production fruitière (des mangues et des papayes).

Ces deux provinces connaissent une pression pastorale dans sa moitié nord avec des invasions périodiques dans la partie sud, parfois au-delà (transhumance). Le Yatenga excelle dans l'élevage des ovins, des caprins, des équins et des asins. La volaille représente cependant une part importante dans l'élevage de cette partie du Burkina Faso (Centre SIGET-A, 2007).

Tableau IV : Les effectifs du cheptel (en milliers de têtes)

Province	Bovins		Ovins		Caprins		Porcins		Equins		Asins	
	1992	2003	1992	2003	1992	2003	1992	2003	1992	2003	1992	2003
Yatenga		153,995		298,257		367,596		8,006		2,709		29,106
Lorum	127,3	82,604	510,3	120,735	613,9	138,873	7,5	0,479	3,2	0,349	35,0	5,205

Sources : Estimations 1992 et ENEC 2003

L'espace est partagé entre agriculteurs et éleveurs. Des pistes à bétail ont été balisées afin de faciliter le déplacement des éleveurs et de leurs troupeaux. Il permet ainsi d'éviter les conflits éventuels pouvant survenir entre ces deux groupes socioprofessionnels. En plus des pistes, on note de nombreux axes de transhumance :

- Vers le sud pour ce qui est du Yatenga et du pays limitrophe le Mali, en passant par les localités de Ouahigouya et de Zogoré ;
- Vers le nord en ce qui concerne le Lorum, en direction des mares.

En effet, des transhumances sont régulièrement organisées en direction des mares d'Oursi et du Soum.

II.3.3. Pressions anthropiques

L'agriculture et l'élevage, loin d'être modernes sont de type extensif et par conséquent consommateurs d'espace. Cet espace qui est déjà limité par les cuirasses affleurantes, les plaques d'érosion et les fortes pentes des versants de certains reliefs résiduels. Le surpâturage et les défrichements anarchiques sont à l'origine d'une forte dégradation du tapis végétal et d'une exposition des sols déjà fragiles aux agents d'érosion comme la pluie et le vent.

L'importante dégradation du couvert végétal par les deux activités dominantes que sont l'agriculture et l'élevage, est exacerbée par la recherche effrénée du bois, qui est la principale source d'énergie pour les besoins domestiques. Comme exemple, on a la cuisson des aliments. La pression sur les terres est en grande partie liée à l'accroissement de la population et à son intégration dans un nouveau système économique (changement de valeur). La monétarisation des activités a entraîné une apparition et une augmentation de nouveaux besoins, ce qui a engendré une pression plus accrue et un prélèvement des ressources naturelles. A cela viennent s'ajouter les mutations socio productives et celles du milieu pour aggraver une situation déjà fort préoccupante.

Ouahigouya et, dans une moindre mesure Titao sont des villes en développement qui ont vu leurs populations s'accroître rapidement entre 1973 et 2006. La population de Ouahigouya est passée de 21 000 habitants en 1973 à 25 690 en 1975, 38 902 en 1985 et enfin à 70 957 en 2006. Cet accroissement de la population de ces villes à vocation administrative, à l'exception de Ouahigouya, qui a su instaurer en plus des activités commerciales, nécessite du milieu rural environnant un surplus de production céréalière et l'intégration dans leur système de nouvelles spéculations afin de faire face aux nouveaux besoins. D'où une extension rapide des zones de cultures.

L'accroissement du cheptel dans la zone d'intervention du projet SA-RTD répond à un double souci : le prestige et la satisfaction des besoins en fonction de la demande du marché. Mais les conflits fonciers rendent de plus en plus difficile la recherche de pâturages pour le bétail. Il s'installe alors une menace réelle pour la régénération naturelle du tapis herbacé particulièrement, et surtout pour certains ligneux appréciés par les animaux. Des pratiques pastorales inappropriées s'instaurent quelquefois, avec l'ébranchage, l'émondage voire l'abattage de certains arbres et

arbustes. Si ces différentes pratiques nouvelles d'alimentation des animaux constituent une véritable menace pour le tapis végétal, le piétinement du bétail sur les sols surtout sableux, argilo-sableux et gravillonnaires les fragilise et les expose à l'érosion, qu'elle soit hydrique ou éolienne. Les pistes à bétail, les axes de transhumance constituent par conséquent des secteurs vulnérables. A la ponction de l'élevage sur la végétation, s'ajoute les prélèvements aux fins de bois d'énergie, de charbon de bois, de bois d'œuvre et de l'artisanat ; besoins devenus de plus en plus importants avec la croissance démographique et le développement des villes de la zone nord.

L'orpaillage constitue un danger pour l'environnement de cette partie nord du pays, même s'il est devenu de nos jours une source de revenu indéniable, vu le nombre de sites exploités, particulièrement dans le Bam et le Yatenga. Les actions de ces divers facteurs se conjuguent pour en fait accélérer le processus de dégradation qui semble dans un premier temps lié aux causes naturelles.

C'est en prenant conscience de la dégradation des terres du fait de facteurs naturels et surtout de certaines de leurs pratiques, que les populations ont développé elles même des stratégies de gestion des ressources qui se sont soldées par le développement de techniques de restauration de leur espace. Ces techniques endogènes sont améliorées plus tard par des organismes publics et privés, qui introduisent également des techniques modernes de restauration des sols.

II.3.4. Méthodes et techniques de restauration des terres

II.3.4.1. Techniques traditionnelles de restauration des terres dégradées

Les connaissances locales, généralement empiriques se fondaient sur des logiques et des rationalités, qui ont fait d'elles des alternatives adaptées aux réalités socioéconomiques. Elles constituaient un capital important dans la recherche de la durabilité sociale des actions de lutte contre la désertification. C'est ainsi que des mesures d'aménagement comme le zaï, le paillage, les diguettes à l'aide de branchages ont été développées. D'autres mesures de gestion des ressources des terroirs étaient également appliquées : le système de jachère, de pâturages contrôlés, de la coupe sélective de bois, et de reboisement. Une forme d'utilisation

des terres basée probablement sur leur vocation (agricole, sylvicole et pastorale) existait déjà dans certaines communautés (CAPES, 2007).

II.3.4.2. Techniques modernes de restauration des terres dégradées

Certaines techniques de restauration et de conservation moderne des sols ont été inspirées de pratiques endogènes. Elles ont souvent été améliorées pour répondre efficacement aux exigences du milieu (CAPES, 2007).

Les tableaux ci-dessous font un regroupement des différentes techniques de restaurations modernes, tout en spécifiant les atouts et faiblesses liés à leurs utilisations.

Tableau V: Atouts et faiblesses des techniques mécaniques

Techniques	Atouts	Faiblesses
Zai	<ul style="list-style-type: none"> • augmentation des rendements agricoles • restauration de la végétation • travail en saison sèche • augmentation de l'infiltration de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • durée des temps de travaux • inadaptation aux sols sableux • efforts physiques importants • disponibilité de matière organique et transport • nécessité de travaux associés : cordons pierreux
Demi-lune	<ul style="list-style-type: none"> • absorption de l'eau de ruissellement • lutte contre l'érosion • augmentation des rendements agricoles • restauration de la végétation 	<ul style="list-style-type: none"> • gros efforts de main d'œuvre • formation pour les courbes de niveau • disponibilité de la matière organique • sécurité foncière
Cordons pierreux	<ul style="list-style-type: none"> • augmentation des rendements agricoles • restauration de la végétation • travail en saison sèche • infiltration 	<ul style="list-style-type: none"> • rareté et éloignement des pierres • insuffisance des moyens de transport • nécessité de la main d'œuvre • entretien • engorgement en année pluvieuse
Diguette en terre	<ul style="list-style-type: none"> • conservation de l'eau • facilité de réalisation 	<ul style="list-style-type: none"> • nécessité d'un entretien constant • faible efficacité (brèche, etc.). • nécessité de gros matériel (tracteur) • engorgement
Digue filtrante	<ul style="list-style-type: none"> • augmentation des superficies cultivables • lutte contre l'érosion • ralentissement de l'écoulement de l'eau et sédimentation 	<ul style="list-style-type: none"> • coût de réalisation très élevé • fort besoin en main d'œuvre abondante

Source : Hien et al, 2004

Tableau VI : Atouts et faiblesses des techniques biologiques

Techniques	Atouts	Faiblesses
Paillage	<ul style="list-style-type: none"> protection du sol. reconstitution du couvert végétal réduction de l'évapotranspiration stimulation de l'activité biologique augmentation de la porosité du sol amélioration de la fertilité du sol augmentation des rendements 	<ul style="list-style-type: none"> disponibilité limitée des résidus problème de transport
Mise en défens	<ul style="list-style-type: none"> protection de la parcelle contre les animaux et l'homme, régénération du couvert végétal, réduction du ruissellement et de l'érosion, augmentation du bilan hydrique. 	<ul style="list-style-type: none"> pas d'effet sur les sols nus et encroûtés gestion nécessaire mesures complémentaires (travail du sol) aménagement régional ou de bassin versant négociation entre les communautés riveraines

Source : Hien et al 2004

Tableau VII: Atouts et faiblesses des techniques agroforestières

Techniques	Atouts	Faiblesses
Reboisement, végétalisation ligneuse	<ul style="list-style-type: none"> restauration du couvert végétal disparu impact positif sur le sol et le fourrage naturel 	<ul style="list-style-type: none"> concurrence avec les activités agricoles difficultés de mise en défens ou d'entretien mauvaise qualité des plants eau insuffisante en saison sèche lenteur des cycles de développement taux de survie faible
Bandes enherbées	<ul style="list-style-type: none"> stabilisation des ouvrages mécaniques de CES lutte contre l'érosion et le ruissellement production des biens et services (fourrage, matériaux de construction) 	<ul style="list-style-type: none"> disponibilité limitée des souches d'herbes forte emprise sur le sol dégâts par le bétail concurrence avec les cultures situées à proximité
Tapis herbacé	<ul style="list-style-type: none"> régénération du couvert végétal production de fourrage protection du sol 	<ul style="list-style-type: none"> technique très coûteuse nécessité d'un sous-solage (mécanisation) main d'œuvre pour la collecte des semences difficultés de mise en défens ou d'entretien
Brise-vent et haies vives	<ul style="list-style-type: none"> protection contre l'érosion éolienne fixation du sol protection contre les animaux 	<ul style="list-style-type: none"> empiétement sur les parcelles organisation collective entretien (mise en défens) concurrence avec les activités agricoles

Source : HIEN et al. 2004

Chapitre III : SITES D'EXPERIMENTATION ET TECHNIQUES DE RESTAURATION DES TERRES

Un total de 27 sites d'intervention a été identifié par le projet PSA-RTD dans les quatre (4) provinces cibles. Parmi la quinzaine de site de suivi environnemental, un total de trois (3) sites situés dans les terroirs villageois de Bouro et Thiou au Yatenga et de Toulfé au Loroum ont été retenus.

III.1. Présentation des terroirs et des sites de récupération

III.1.1. Bouro

Le terroir de Bouro est situé dans la commune rurale de Oula, à 7 km de Ouahigouya. Il est limité au Nord par Soumyaga, au Sud par Soussou et Poukma, à l'Est par Solé et Gourga et à l'Ouest par Boursouma (Cf. figure n°11).

La population comptait 703 personnes en 2004, principalement composée de mossis

Le milieu physique de Bouro est caractérisé par des sols très dégradés plus particulièrement au niveau du glacis où des cuirasses apparaissent par endroit. Le couvert végétal est une savane arbustive à l'exception du bas-fond. Les espèces ligneuses dominantes sont : *Borassus* ^{asphictum} *akeassil* (koanga), *Lannea microcarpa* (sambga), *Guiera senegalensis* (ouiliwiga), *Sclerocarya birrea* (nobga), *Faidherbia albida* (zaanga), *Parkia biglobosa* (roanga), *Diospyros mespiliformis* (ganka), *Saba senegalensis* Wèdega, *vitellaria paradoxa* (taanga), *Combretum aculeatum* (kouginga), *Piliostigma reticulatum* (baghna) et bèlga. Le côté Ouest du village est abandonné à cause de la qualité du sol constitué de cuirasses et de ravins

L'agriculture constitue la principale activité de production à Bouro. Le système de culture est à dominance céréalière composé de mil, de sorgho blanc et de maïs. L'élevage occupe la 2^{ème} place des activités de production il est constitué essentiellement de petits ruminants, de volaille et de quelques bovins.

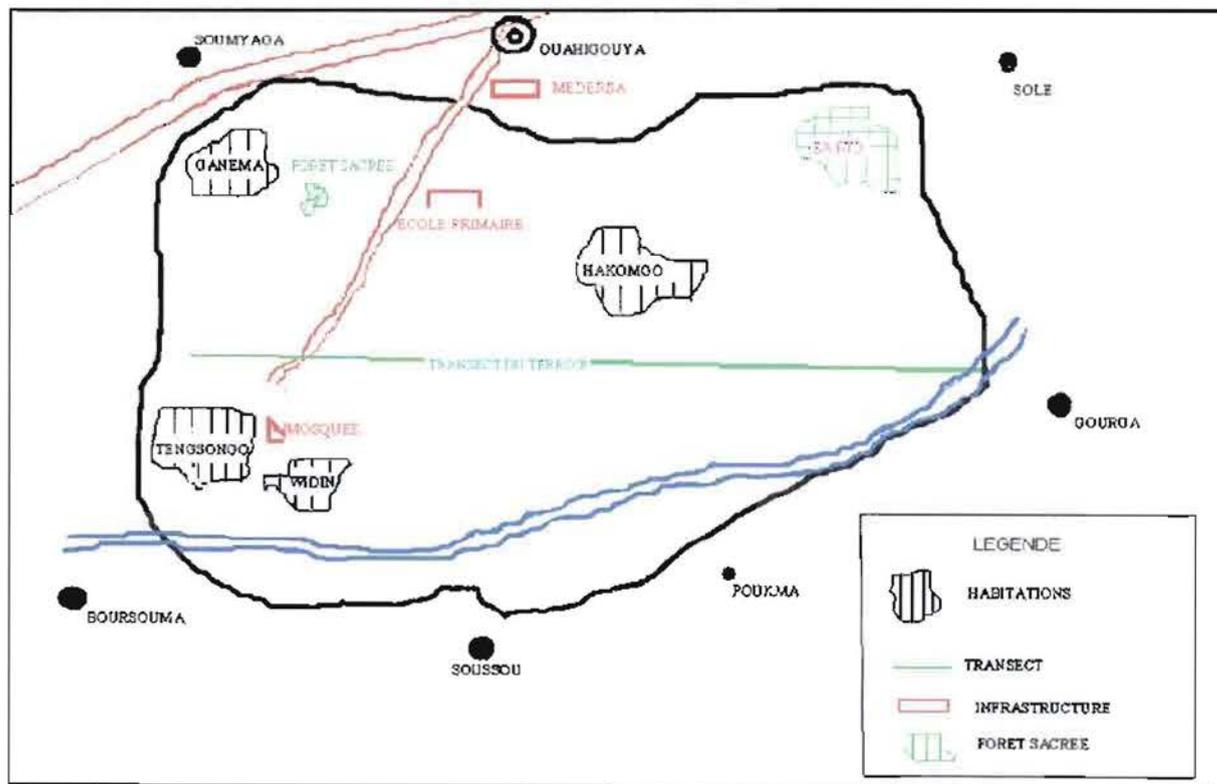
Les revenus des ménages de Bouro proviennent en grande partie de l'agriculture, de l'élevage et des fonds rapatriés par des parents qui vivent à l'extérieur (diaspora).

L'accès au site de récupération de Bouro se fait par la route nationale (RN°2) Ouagadougou-Ouahigouya ; il se trouve à 500 m au nord du village et couvre une superficie de 53 hectares. Il se situe dans sa partie est à un tiers sur une butte cuirassée et sur un glacis pente moyenne pour les deux autres tiers.

Ce site se situe exclusivement en zone de dégradation critique. Avec une vocation agro-sylvicole, il a été labouré en demi-lunes en 2006 tout comme il a bénéficié de 6 aménagements de traitement de ravines.

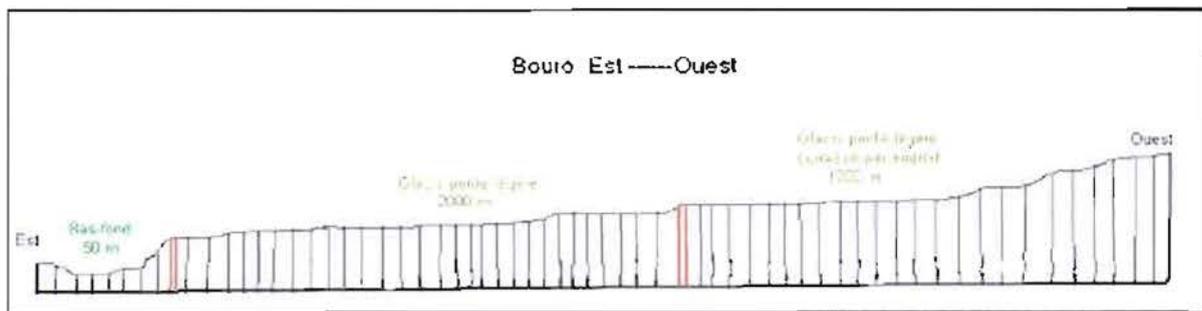
Sur le plan pédologique, les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions sont dominants à environ 60% et les lithosols sur cuirasse représentés à 40%.

Les cultures en première année de mise en exploitation du site ont concerné essentiellement le petit mil et le sorgho blanc et accessoirement le niébé. Le site a abandonné sa vocation agricole depuis les deux dernières années (Centre SIGET-A, 2007).



Source : données terrain

Figure 11 : Carte du terroir de Bouro



Source : données terrain

Figure n°12: Profil du transect du terroir de Bouro

III.1.2.Thiou

Thiou est une commune rurale située dans la province du Yatenga. Elle est située à 35km de Ouahigouya sur l'axe Ouahigouya- frontière du Mali. Elle est organisée en 6 secteurs. Les villages limitrophes de Thiou sont Bem situé au Nord, Soro à l'Est et Koukoro au Sud (Figure n°13 carte terroir). Le département de Thiou comprend 31 villages avec une population estimée à 48 047 habitants selon les résultats provisoires du recensement de 2006.

Sur le plan de l'état des terres, Thiou présente les deux extrêmes : Les collines environnantes offrent des terres dégradées, alors que le bas-fond avec son barrage offre à la population de bonnes terres pour les cultures. Ainsi, les champs se concentrent sur la plaine et tout au long du bas-fond. Les espèces ligneuses dominantes sont : *Combretum aculeatum* (kouinguina), *Terminalia avicennioides* (kutruagale), *Borassus aethiopum* (koanga), *Parkia biglobosa* (koanga), *Ziziphus mauritiana* (mugnuga), et *Balanites aegyptiaca* (kielega).

Les revenus des ménages de Thiou proviennent essentiellement de l'agriculture et de l'élevage (Centre SIGET-A, 2007). La vente des légumineuses et des oléagineux procure des revenus substantiels aux producteurs. Le maraîchage constitue une source de revenus non négligeable pour la population. Certains producteurs de Thiou bénéficient de micro crédits octroyés par la Fédération Nationale des Groupements Naam (FNGN) pour les activités de contre saison.

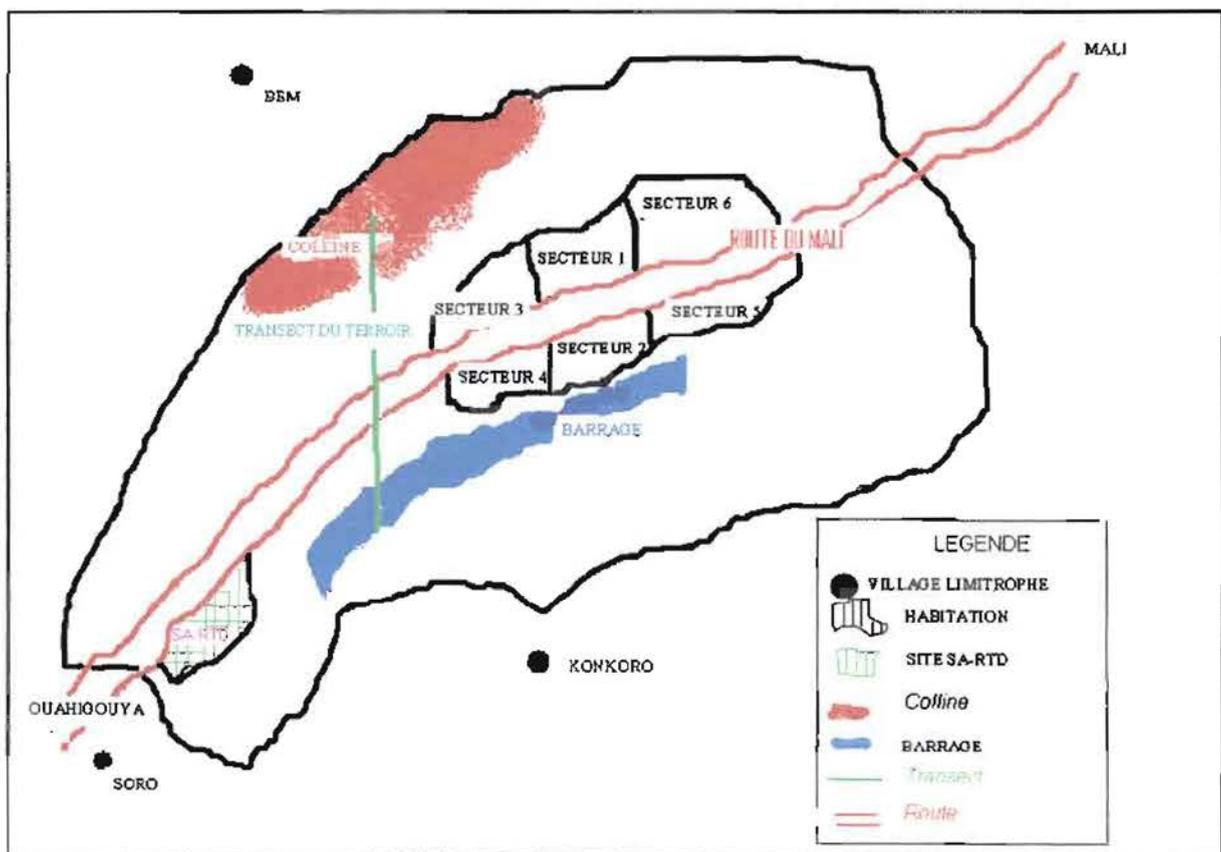
Les revenus tirés à partir des sources sus citées sont allouées aux dépenses suivantes : alimentation (achats de vivres), scolarisation des enfants, santé, habillement.

L'accès au site de récupération de Thiou se fait par la route nationale Ouahigouya-Frontière du Mali ; il se trouve à environ 3 km au sud-est du village et

couvre une superficie de 25 hectares. Il se situe principalement sur un glacis bas de pente et accessoirement sur un glacis pente moyenne.

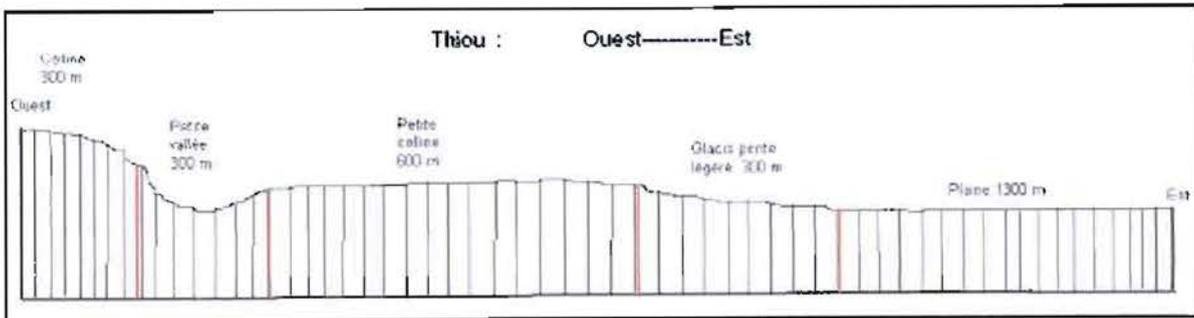
Le site se trouve sur une zone de dégradation critique et est en contact avec l'agglomération de Thiou. Avec une vocation agro-sylvicole, il a été aménagé en 2007.

Sur le plan pédologique, les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes sont dominants à environ 60% et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions et les sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley d'ensemble représentés respectivement à environ 30% et 10% (Centre SIGET-A, 2007).



Source : données terrain

Figure n°13: Carte du terroir de Thiou



Source : données terrain

Figure n°14 : Profil du transect du terroir de Thiou

III.1.3.Toulfé

Le village de Toulfé est situé à 20 km de Titao, chef lieu de la province du Loroum. Il est limité au Nord par les villages de Solbo, Tougoureboullé, Petanaye, Yorssala et Fogouté ; à l'Ouest par Silmimossi et Ivietengo Mossi; au Sud par Timnaoré et Babo; et au Sud- Est par Bougué (Cf. figure n°15).

La population est estimée de 2 700 à 3.000 habitants, composée en majorité de Fulsés et de quelques Peulhs. Le nombre d'exploitations agricoles est estimé à 152.

La végétation est essentiellement composée de savane arborée. Les espèces dominantes sur le terroir sont les suivantes : *Guiera senegalensis* (*ouiliwiga*), *Acacia seyal* (*gompelaga*), *Piliostigma reticulatum* (*baghna*), *Balanites aegyptiaca* (*kielegha*), *Dichrostachys cinerea* (*sunsutig*), *Azadirachta indica* (*nyme*). Le relief n'est pas accidenté. D'une manière générale les champs sont concentrés dans le bas-fond mais également dispersés sur les autres zones géographiques.

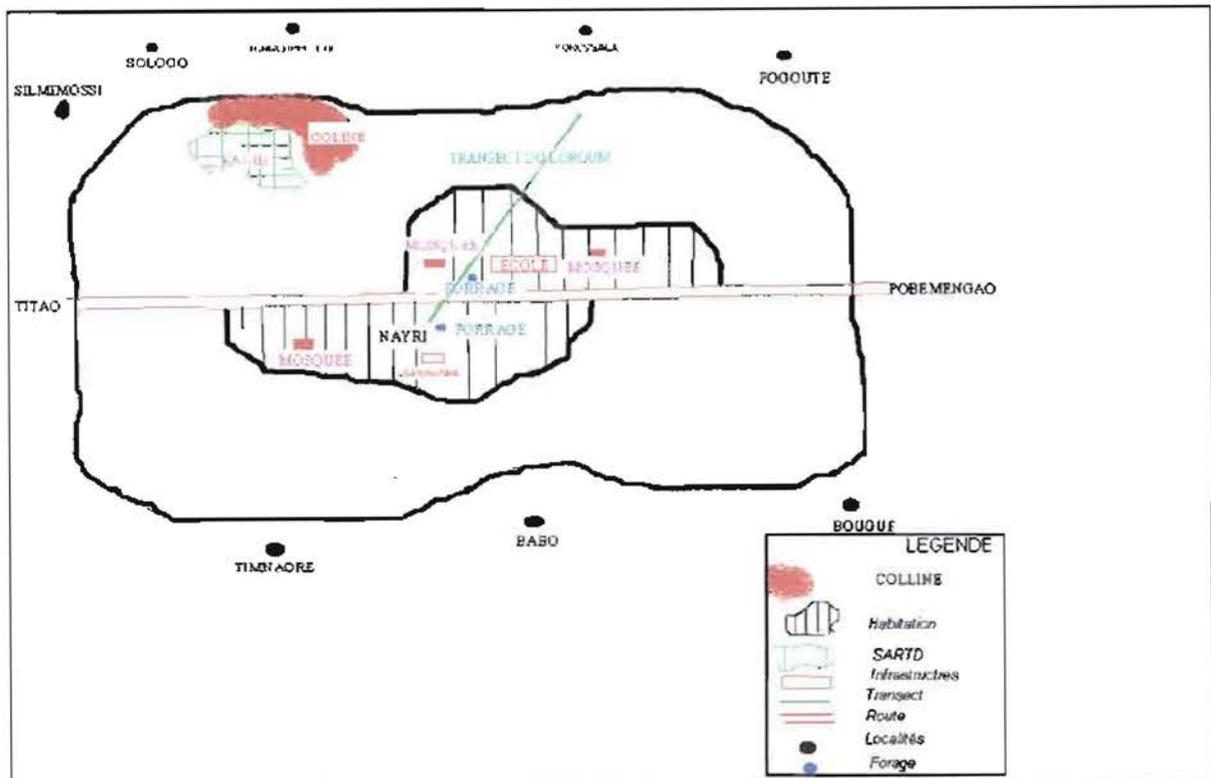
Les principales activités de production demeurent l'agriculture, l'élevage et le maraîchage qui procurent de revenu substantiels aux exploitants agricoles. On note également une part importante des ressources financières rapatriées de parents immigrés et de l'artisanat dans les revenus de la population.

L'accès au site de récupération de Toulfé se fait par un sentier ; il se trouve à environ 2 km à l'ouest-nord-ouest du village et couvre une superficie de 50,28 hectares. Il se situe principalement sur un glacis pente supérieure et dans sa partie sud-est sur un glacis pente moyenne.

Le site se trouve exclusivement dans une zone de dégradation extrême. Labouré en demi-lunes en 2006, il est traversé au nord et au sud par deux pistes à

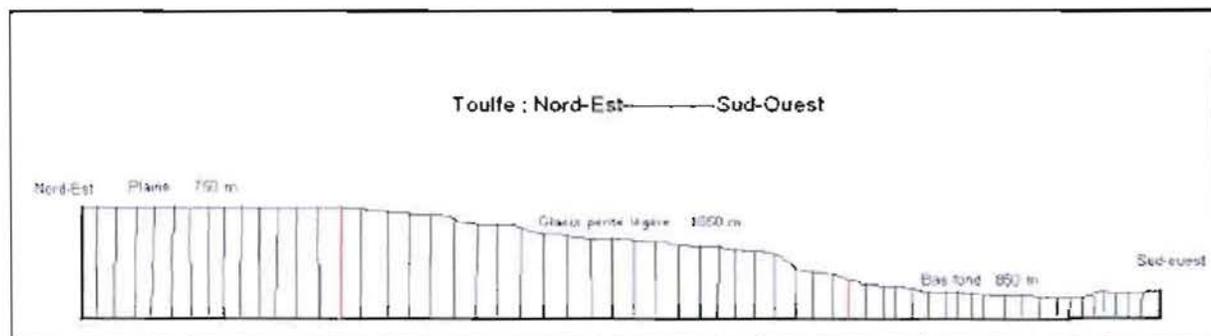
bétail ; ce qui pourrait poser dans le futur des problèmes de conflit et entraver sa vocation agro-sylvicole. La principale formation végétale se trouve dans sa partie sud-est du site et est délimitée par les deux pistes à bétail ; deux petites zones de formations végétales se trouvent au nord-est.

Sur le plan pédologique, les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu profonds sont dominants à environ 90% et les sols ferrugineux tropicaux indurés profonds représentés à 10% (Centre SIGET-A, 2007).



Source : données terrain

Figure n°15 : Carte du terroir de Touffé



Source : données terrain

Figure n°16 : Profil du transect du terroir de Touffé

Les clichés ci- dessous donnent un aperçu des sites avant aménagement.

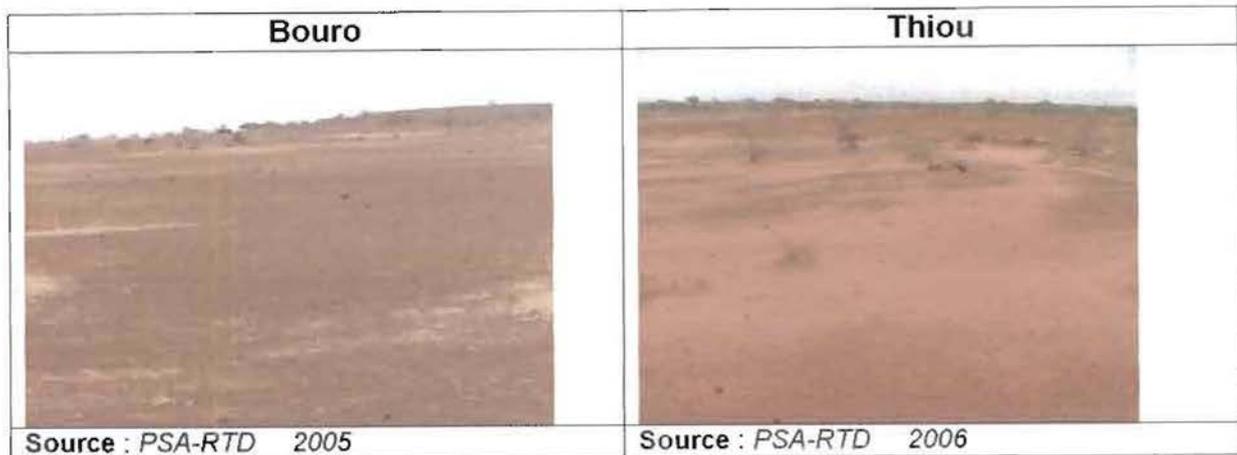


Photo n°1 : L'état des sites avant aménagement

III.2. Description des technologies de récupération des terres et d'aménagement utilisées par le projet SA-RTD

Le processus de récupération des terres dégradées tel que entrepris par le projet SA-RTD est un ensemble d'opérations de réhabilitation qui conduit à l'arrêt de la dégradation, au rétablissement de résilience et à la réparation des fonctions du sol qui avaient été détruites ou amoindries par les facteurs de dégradation à des fins d'usage agricole. Pour ce faire, il nécessite une action synergique des techniques de récupération (traditionnelles et améliorées) associées aux aménagements de conservation des eaux et des sols, et d'agro- foresterie (CES/AGF) afin d'aboutir à une gestion durable de l'activité agricole.

III.2.1. Techniques de récupération des terres dégradées

A côté des techniques dites traditionnelles de récupération des terres dégradées au moyen d'outils manuels comme le daba, la pioche, la barre à mine permettant de restaurer et d'exploiter des sols nus et compactés à partir de trous appelés zaï, de demi-lunes manuels et d'aménagements CES/AGF sur de petites superficies (3 ha) à des fins d'usage agricole, existent, des techniques dites améliorées. Elles sont inspirées des techniques traditionnelles et, interviennent sur de grandes plages de sols nus et compactés (*zippellé*) pour effectuer des labours de

sous-solages. À l'aide de la charrue *Delfino* attelée à un tracteur ayant une puissance de 180 à 190 CV, utilisant l'énergie fossile comparativement à l'énergie suscitée, elles permettent de récupérer à grande échelle d'immenses superficies (en moyenne 30 à 40 ha) de terres dégradées (compactées et indurées) labourées en demi-lunes mécanisées. Les terres ainsi traitées sont mises à la disposition des populations bénéficiaires qui, à leur tour, les associeront aux travaux manuels de zaï et d'aménagements CES/AGF (les cordons pierreux, les traitements de ravines, le reboisement) dans le cadre de l'intensification et de l'accroissement du potentiel de production agro-sylvicole vulgarisés par le projet.

Ces techniques de récupération dites améliorées sont le fait du Projet SA-RTD qui, s'assigne à récupérer et à restaurer 3000 ha de superficies dans le cadre de ses activités. Les techniques de récupération ayant fait l'objet d'évaluation dans la présente étude sont essentiellement les demi-lunes construites par le biais de la charrue *Delphino* et le zaï par les populations :

III.2.1.1. Demi-lunes

1) Définition

Une demi-lune est une cuvette de la forme d'un demi-cercle, ouverte à l'aide de pioche, de pelle et daba (manuelle) ou à l'aide de la charrue *Delfino* (mécanisée) dont la terre de déblais est déposée sous forme de bourrelet semi-circulaire au sommet aplati.

2) Objectifs

- Réhabiliter les terres dégradées ;
- Augmenter l'infiltration et le stock d'eau du sol ;
- Améliorer la fertilité du sol ;
- Augmenter les superficies cultivées.

3) Caractéristiques techniques

a) Dimensions d'une demi-lune

Une demi-lune est un demi-cercle de 5 à 7 cm de diamètre, de 40 cm à 60 cm de large, 50 cm à 60 cm de profondeur, de 2,50 m² de surface en moyenne et des

espacements de 1 m à 2 m entre les demi-lunes d'une même ligne et de 3 m à 6 m entre les lignes de demi-lunes.

Le nombre de demi-lunes par hectare varie en moyenne de 312 à 417.

b) Réalisation des demi-lunes

- Les demi-lunes sont labourées à l'aide de la charrue *Delfino* attelée à un tracteur d'une puissance de 180 – 190 CV, de préférence en saison sèche (Novembre – Mai), de manière à favoriser le dépôt d'éléments organiques et de sables déplacés par les vents,
- Les demi-lunes sont labourées perpendiculairement à la pente de manière à freiner le ruissellement et à capter le maximum d'eau,
- La disposition de la deuxième ligne de demi-lunes est décalée par rapport aux demi-lunes de la première ligne.

II.2.1.2. Zaï

1) Définition

Le zaï est une technique traditionnelle originaire de la province du Yatenga, qui consiste à creuser des trous selon un diamètre et une profondeur dont la terre excavée est déposée en croissant vers l'aval du trou afin de capter les eaux de ruissellement favorisées par l'impluvium.

2) Objectifs

- Réhabiliter les terres dégradées ;
- Augmenter l'infiltration et le stock d'eau du sol ;
- Améliorer la fertilité du sol ;
- Augmenter les superficies cultivées.

3) Caractéristiques techniques

a) Dimensions du trou de zaï

Le zaï est un trou de 20 cm à 40 cm de diamètre et de 10 cm à 15cm de profondeur ayant un espacement variant selon la densité de semis de la culture réalisée : 80 / 40cm pour le sorgho et 60 / 60cm pour le mil. Le nombre de trous de zaï varie de 10 000 à 30 000 trous/ha selon les écartements choisis.

b) Réalisation du zaï

- Les trous de zaï sont creusés sur l'impluvium (les espaces inter demi-lunes) à l'aide de pioche ou de daba, de préférence en saison sèche (Novembre – Mai), de manière à favoriser le dépôt d'éléments organiques et de sables déplacés par les vents,
- Les lignes de zaï sont décalées et perpendiculaires à la pente du terrain de manière à freiner le ruissellement et à capter le maximum d'eau.

III.2.2. Aménagements CES/AGF

Compte tenu du déficit climatique, de la compacité, de l'induration et de la faible capacité en eau des sols, les techniques de récupération des sols suscitées sont accompagnées des aménagements CES/AGF (de cordons pierreux, des traitement de ravines, de reboisement). Cela pour mieux jouer un rôle de régulateur des écoulements et du stockage hydrique ; de diminution des effets de l'érosion (arrachage de couche superficielle du sol) et de maintenance d'éléments sableux et organiques. Ces aménagements d'intérêt collectif ont été réalisés par des groupements existants au sein des villages d'intervention appuyés dans les travaux par une équipe technique soit du projet (ETO au PSA-RTD), soit d'agents agricoles et soit des agents d'ONG. Les populations sont dotées d'équipements collectifs composés de matériels de confection des diguettes (pioche, pelle, râteau), de transport (charrette, brouette), de détermination de courbes de niveau (niveau à eau, triangle à pente) et des semences ou des plants d'arbres dans le cadre de l'exécution des travaux tels que les ouvrages de traitements de ravines en pierres ou en gabions, les digues de protection contre les crues, les implantations d'arbres.

Les différents tests menés dans les sites présentés ci-dessus ont conduit aux résultats et aux interprétations qui font l'objet de la section suivante.

Le cliché suivant donne un aperçu du site de Toulfé après aménagement.

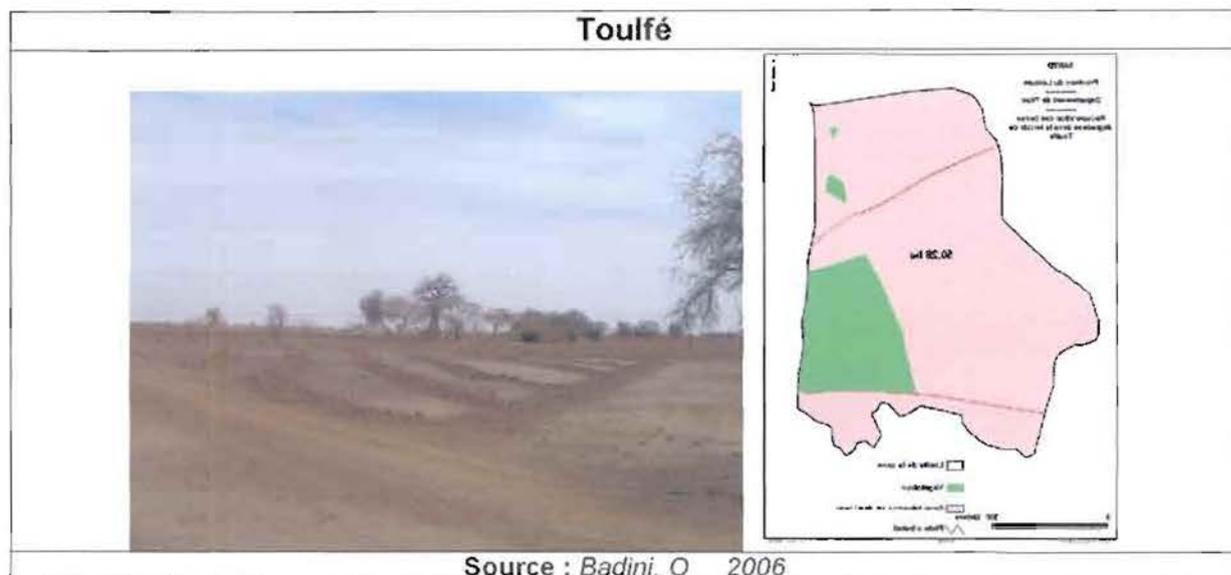


Photo n°2 : Le site de Toulfé après aménagement

La figure ci-dessous présente le site de Bouro en aménagement en 2004.



Source : *PSA-RTD* 2005

Photo n°2 : Travaux d'aménagement CES/DRS

Deuxième partie : Résultats et Analyses

Dans cette partie sont exposés les résultats et les analyses des impacts des techniques de restauration sur la qualité physique et chimique des sols. Aussi elle évalue la productivité végétale, la diversité floristique, la régénération végétale et la survie ligneuse. Enfin, elle fait une analyse des contraintes d'appropriation des techniques de restauration et dégage des perspectives d'évolution des sites.

Chapitre I : DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE ET IMPACTS DES TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LES PARAMETRES PHYSIQUES DU SOL

I.1. Description des profils

A Bouro et à Toulfé nous avons à faire à des sols peu profonds. En effet les profondeurs des profils observées ne dépassent pas 70 cm, le type de sol rencontré à Thiou est profond et s'explique par la profondeur de son profil atteignant 83 cm. Les couleurs des horizons du sol sont comprises entre le 10Y (jaune) et le 10P (rouge), avec une dominance du brun.

La couleur brune est généralement caractéristique des sols se trouvant à la jupe des collines, comme c'est le cas à Bouro et à Toulfé (Cf. relief des sites).

La faible compacité des éléments de surface du sol observée dans l'ensemble des sites, pourrait se justifier par la période choisie pour les mesures (mois de Février). En effet le manque d'eau (de pluie) en Février, n'a pas favorisé la formation de ciments (liants) du sol.

Les tableaux VIII ; IX et X résument les observations faites au niveau des profils.

Tableau VIII : Description du profil de Thiou

Horizon	Profondeur	Couleur		Texture et consistance	Structure	Activité biologique	Limite des horizons
		Etat sec	Etat humide				
Horizon n°1	0 – 23 cm	brun grisâtre (10 YR 4/2)	brun grisâtre foncé (10 YR 3/2)	limoneux; peu collant ; peu plastique ; friable à l'état frais et peu dur à l'état sec; nombreux pores interstitiels de très fins à larges.	moyennement polyédrique sub-angulaire ; de très grossiers à très fins agrégats.	peu nombreuses racines ; très fines et fines; activité biologique développée.	distincte régulière.
Horizon n°2	23- 50 cm	brun jaunâtre clair (10 YR 6/4)	brun jaunâtre (10 YR 5/4)	limono -sableux; graveleux; peu collant ; peu plastique ; friable à l'état frais et peu dur à l'état sec; assez nombreux pores interstitiels de très fins à moyens	faiblement polyédrique ; sub-angulaire ; de moyens à très fins agrégats.	peu nombreuses ; racines très fines et fines; activité biologique peu développée.	distincte régulière.
Horizon n°3	50-83 cm	brun jaunâtre (7,5 YR 6/6) avec de nombreuses taches rouges.	brun jaunâtre (7,5 YR 5/6) à l'état humide; peu avec des taches rouges foncées.	limono - sableux ; très caillouteux ; peu collant ; peu plastique ; ferme à l'état frais et très dur à l'état sec.	Massif.	galeries de termites.	graduelle régulière.

Source : OUATTARA, S.B

Tableau IX : Description du profil de Bouro

Horizon	Profondeur	Couleur		Texture et consistance	Structure	Activité biologique	Limite des horizons
		Etat sec	Etat humide				
Horizon n°1	0 - 12 cm	brun jaunâtre clair (10 YR 6/4)	brun jaunâtre (10 YR 5/4)	Sablo limoneux; peu collant ; peu plastique ; friable (l'état frais et meuble à l'état sec); assez nombreux pores interstitiels de très fins à moyens.	faiblement à moyennement polyédrique ; sub-angulaire ; de moyens à très fins agrégats.	assez nombreuses racines ; de très fines à moyennes; activité biologique moyennement développée.	distincte régulière.
Horizon n°2	12 -34 cm	brun (7,5 YR 5/4)	brun foncé (7,5 YR 4/4)	limon ; très peu graveleux ; peu collant ; peu plastique ; friable à l'état frais et peu dur à l'état sec; nombreux pores interstitiels de très fins à moyens.	moyennement polyédrique sub-angulaire de grossiers à très fins agrégats.	assez nombreuses racines de. Très fines à moyennes; activité biologique moyennement développée.	distincte régulière.
Horizon n°3	34 – 58 cm	brun jaunâtre (7,5 YR 6/6) avec de nombreuses taches rouges	brun jaunâtre (7,5 YR 5/6) et des taches rouge foncés discontinues	limono - sableux; très caillouteux ; peu collant, peu plastique ; ferme à l'état frais et très dur à l'état sec ; présence de taches induré.	Massif.	galeries de termites.	graduelle régulière.

Source : OUATTARA, S.B

Tableau X : Description du profil de Toulfé

Horizon	Profondeur	Couleur		Texture et consistance	Structure	Activité biologique	Limite des horizons
		Etat sec	Etat humide				
Horizon n°1	0 – 16 cm	brun jaunâtre (10 YR 5/3)	brun foncé (10 YR 4/3)	sablo - limoneux ; peu collant ; peu plastique ; friable à l'état frais et tendre à l'état sec; peu nombreux pores interstitiels de très fins à moyens.	graveleux; faiblement polyédrique sub- angulaire de fins à très fins agrégats.	nombreuses racines très fines et fines; activité biologique peu développée.	distincte régulière.
Horizon n°2	16 – 37 cm	brun grisâtre (10 YR 4/2)	brun grisâtre foncé (10 YR 3/2)	limon; peu collant, peu plastique ; friable à l'état frais et peu dur à l'état sec; nombreux pores interstitiels de moyen à large.	faiblement à moyennement polyédrique sub- angulaire de moyens à très fins agrégats.	peu nombreuses racines fines et moyennes; activité biologique moyennement développée;	distincte régulière.
Horizon n°3	37- 64 cm	brun pale (10 YR 6/3)	Brun (10 YR 5/3)	limono - sableux; très peu graveleux; peu collant ; peu plastique ; friable à l'état frais et peu dur à l'état sec; nombreux pores interstitiels de fins à larges .	moyennement polyédrique sub- angulaire de moyens à très fins agrégats.	peu nombreuses racines de fines à grossières; activité biologique développée.	distincte régulière.

Source : OUATTARA, S.B

I.1.2. Impacts des techniques de restauration sur les paramètres physiques du sol : cas de la vitesse d'infiltration

L'évaluation des impacts des techniques de restauration sur les paramètres physiques du sol est faite à partir de la détermination de la perméabilité des sols dans les 3 sites de récupération.

I.1.2.1. Vitesse d'infiltration

Les tableaux ci-dessous renseignent sur les résultats obtenus à l'issue du test. En moyenne, le site de Toulfé présente les plus faibles vitesses d'infiltration (2,58 cm³/h pour le test à sec et 1,84 cm³/h pour le test humide). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées à Thiou (3 cm³/h et 2,40 cm³/h respectivement)

Tableau XI : Les valeurs de la vitesse d'infiltration obtenues

Site	Points d'échantillonnages	Test d'infiltration N°1 (sec)		Test d'infiltration N°2 (humide)	
		Temps (mn)	Vitesse en cm ³ /h	Temps en (mn)	Vitesse en cm ³ /h
Bouro	Transect nord 1	45	3,33	60	2,50
	Transect nord 2	65	2,31	80	1,88
	Transect nord 3	40	3,75	63	2,38
	Transect nord 4	70	2,14	79	1,90
	Transect ouest 1	50	3,00	65	2,31
	Transect ouest 2	67	2,24	72	2,08
	Transect ouest 3	80	1,88	90	1,67
	Transect ouest 4	85	1,76	95	1,58
	Transect ouest 5	67	2,24	95	1,58
	Transect ouest 6	59	2,54	76	1,97
	Transect ouest 7	80	1,88	98	1,53
	Transect est 1	50	3,00	75	2,00
	Transect est 2	65	2,31	96	1,56
	Transect est 3	30	5,00	43	3,49
Thiou	Transect nord 1	50	3,00	58	2,59
	Transect nord 2	60	2,50	68	2,21
	Transect nord 3	54	2,78	70	2,14
	Transect ouest 1	54	2,78	74	2,03
	Transect ouest 2	60	2,50	80	1,88
	Transect ouest 3	58	2,59	72	2,08
	Transect est 1	51	2,94	70	2,14
	Transect est 2	64	2,34	76	1,97
	Transect est 3	27	5,56	33	4,55

Site	Points d'échantillonnages	Test d'infiltration N°1(sec)		Test d'infiltration N°2 (humide)	
		Temps (mn)	Vitesse en cm ³ /h	Temps en (mn)	Vitesse en cm ³ /h
Touffé	Transect nord 1	45	3,33	68	2,21
	Transect nord 2	68	2,21	80	1,88
	Transect nord 3	62	2,42	84	1,79
	Transect ouest 1	48	3,13	76	1,97
	Transect ouest 2	63	2,38	88	1,70
	Transect ouest 3	63	2,38	98	1,53
	Transect est 1	45	3,33	68	2,21
	Transect est 2	82	1,83	103	1,46
	Transect est 3	67	2,24	83	1,81

Source : OUATTARA, S.B

Tableau XII : Vitesse moyenne d'infiltration par site

Site	Moyenne des vitesses d'infiltration par site en cm ³ /h	
	Test N°1 sec	Test N°2 humide
Bouro	2,67	2,03
Thiou	3,00	2,40
Touffé	2,58	1,84

Source : OUATTARA, S.B

1.1.2.2. Analyse des résultats

La valeur moyenne du test d'infiltration à sec est comprise entre 2,58 cm³/h et 3 cm³/h. La vitesse d'infiltration est de 2,03 cm³/h à Bouro, 2,40 cm³/h à Thiou et 1,84 cm³/h à Touffé. Les différences observées pourraient partiellement s'expliquer par le fait que les deux sites de Bouro et de Touffé n'ont pas été exploités durant la saison hivernale 2007, tandis que celui de Thiou l'a été. Il ressort de ce résultat que la culture a un impact positif sur la perméabilité du sol. La culture joue un rôle important sur la compacité du sol. En effet, la perturbation des horizons superficiels par les labours et le système racinaire favorise l'infiltration de l'eau sur les sols dégradés. Cependant, lorsque l'exploitation de la parcelle s'arrête ne serait-ce qu'une année, cela influence sensiblement le niveau de l'infiltration de l'eau dans le sols.

Ces valeurs doivent être interprétées avec moins de rigueur, du fait qu'elles traduisent une amélioration de l'infiltration. Selon les exploitants agricoles, avant l'aménagement des sites, le sol s'asséchait en quelques heures après une pluie. En effet avec la réalisation des demi-lunes, le sol conserve son humidité plusieurs jours après une bonne pluie.

Au vu des résultats obtenus, la combinaison de zaï, de demi-lunes et de cordons pierreux améliore la perméabilité du sol à l'eau. Cette perméabilité est également influencée par la texture du sol.



Source : PSA-RTD juillet 2006

Photo n°3 : Début de tallage avec rétention d'eau par les poquets de zaï et les demi-lunes à Bouro

I.1.3. Conclusion partielle

De l'analyse des éléments physiques, il ressort que le taux d'infiltration dans le sol s'est amélioré avec la pratique des demi-lunes et du zaï.

L'infiltration de l'eau dans le sol est jugée satisfaisante par les exploitants agricoles comparativement à la situation d'avant aménagement.

Les techniques de restauration des terres diminuent la compacité des sols favorisant ainsi la circulation de l'air et de l'eau.

Au regard de ce qui précède, nous pouvons conclure que les techniques de restauration des sols améliorent la qualité physique des sols.

L'amélioration de la qualité physique peut entraîner la reprise de la vie biologique mais également influencer la qualité chimique du sol.

Chapitre II : IMPACTS DES TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LES PARAMETRES CHIMIQUES DES SOLS

Il s'agit de faire une évaluation des effets des techniques de restauration sur la qualité chimique du sol. Pour ce faire, les indicateurs chimiques évalués dans cette étude sont :

- Le niveau d'acidité des sols (pH) ;
- Le taux d'azote ;
- Le taux de carbone.

II.1. Niveau d'acidité du sol

Le tableau ci-dessous présente les résultats des tests réalisés.

Tableau XIII : Valeurs de pH obtenues

Site	Transect Nord				Transect Ouest							Transect Est			Test
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°1	N°2	N°3	
Bouro	6,2	5,8	4,9	6,4	6,2	6	5,4	5,6	5,7	6	5,4	6,7	4,9	4	test N°1
	6,7	6	5,5	6,8	6,4	7	5,5	5,9	6	6,6	5,8	7,5	4,5	5	test N°2
Thiou	5,2	6,8	6,9		5,2	5	6,5				6,4	6,4	6,2	6	test N°1
	6	6,5	6,6		6	6	6,6				6,6	6,5	6,3	6	test N°2
Toulfé	5,3	5,3	5,6		6,4	6	5,5				6	5,5	5,4	6	test N°1
	5,4	5,8	8		6,8	6	6,3				6,3	6,5	5	5	test N°2

Source : données terrain

II.1.1. Observation

Il est observé une valeur extrême de pH = 4 à Bouro témoignant de l'acidité très élevée de ce point. Cette valeur est mesurée sur une fraction différente des autres qui est un lithosol (Cf. annexe n°2). Les pH mesurés présentent des valeurs comprises entre les extrêmes 4 et 8. Les valeurs extrêmes donnent une idée des taux d'acidités mais peuvent contenir des anomalies, c'est pourquoi, l'analyse s'est focalisée sur les valeurs moyennes.

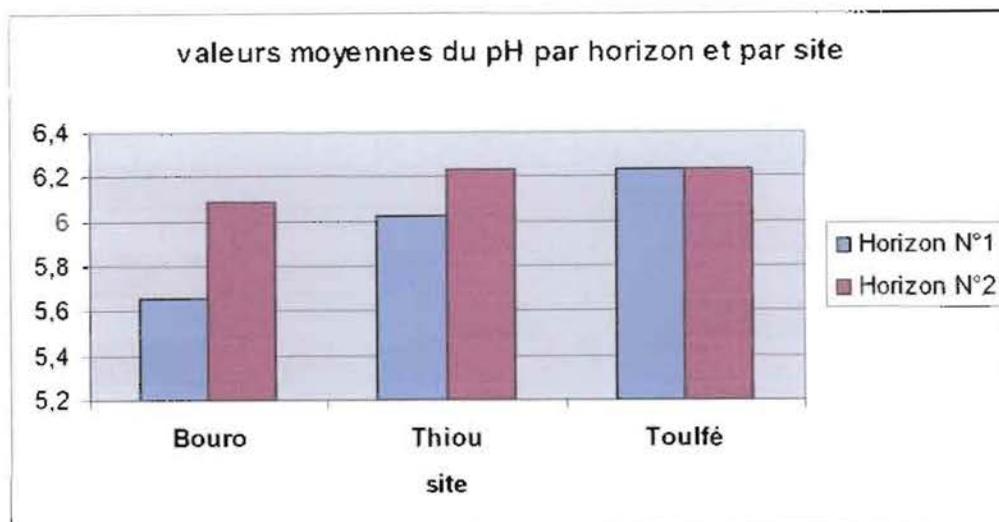
La moyenne des pH de la zone est obtenue en faisant le rapport de la somme des pH d'un horizon donné et le nombre total d'échantillon concerné par cet horizon.

Valeur moyenne du pH par horizon = somme des pH / nombre de points d'échantillonnage

Tableau XIV : Valeurs moyennes des pH de la zone

Site	Valeur moyenne du pH	Ecart type	Horizon
Bouro	5,66	0,71	Horizon N°1
	6,09	0,81	Horizon N°2
Thiou	6,02	0,72	Horizon N°1
	6,23	0,25	Horizon N°2
Toulfé	6,06	0,38	Horizon N°1
	6,06	1,02	Horizon N°2

Source : Ouattara, S.B



Source : Ouattara, S.B

Figure n°17 : Valeurs moyennes du pH par horizon et par site

II.1.2. Analyse des résultats

Les résultats montrent que la valeur moyenne des pH est inférieure à 7, ce qui signifie que l'ensemble des sols est acide. La valeur moyenne du pH est comprise entre 5,66 et 6,23. Le pH moyen des horizons de surface est légèrement inférieur à celui des horizons profonds. Ce phénomène pourrait s'expliquer par la lixiviation des molécules basiques apportées par les exploitants agricoles. En effet ces derniers apportent sur les parcelles de culture de la fumure organique. L'infiltration entraîne en profondeur les éléments chimiques. Les valeurs du pH obtenues témoignent qu'il faut redoubler d'effort pour faire baisser le niveau d'acidité des sols.

II.2. Taux d'azote et de carbone dans le sol

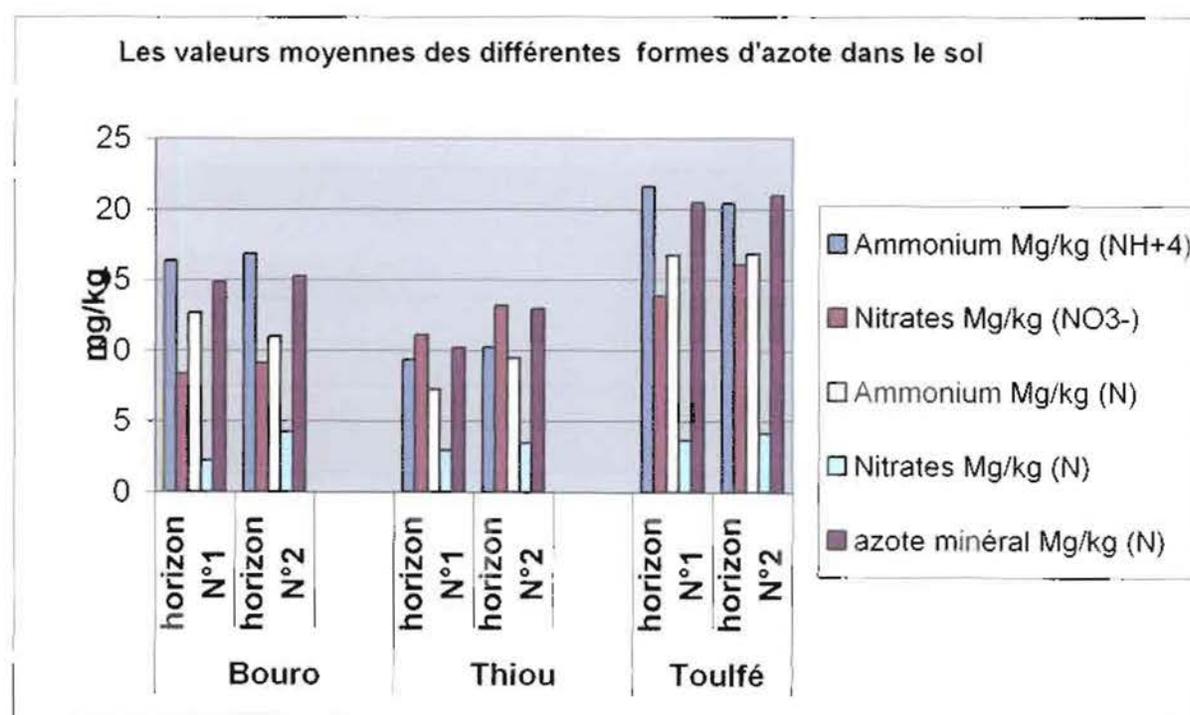
II.2.1. Détermination du taux d'azote du sol et de la quantité de matière organique du sol

Les valeurs de l'ammonium, de l'azote minéral et du nitrate extraites par la solution de chlorure de potassium et le taux de carbone organique ont été évaluées par le laboratoire du BUNASOLS et donne les valeurs regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau XV : Valeur moyenne des éléments azotés et du carbone organique par horizon du sol

Sites	Valeur moyenne des horizons	Ammonium Mg/kg (NH ₄ ⁺)	Nitrates Mg/kg (NO ₃ ⁻)	Ammonium Mg/kg (N)	Nitrates Mg/kg (N)	azote minéral Mg/kg (N)	carbone organique mg/kg (C)	carbone organique/azote minéral %
Bouro	horizon N°1	16,32	8,30	12,66	2,21	14,84	222,60	15,00
	horizon N°2	16,80	9,10	11,00	4,23	15,23	258,91	17,00
Thiou	horizon N°1	9,32	11,07	7,24	2,95	10,18	254,50	25,00
	horizon N°2	10,21	13,15	9,45	3,47	12,92	413,44	32,00
Touffé	horizon N°1	21,56	13,84	16,73	3,68	20,42	245,04	12,00
	horizon N°2	20,40	16,03	16,80	4,14	20,94	272,22	13,00

Source : données terrain



Source : Ouattara, S.B

Figure n°18 : Valeurs moyennes des différentes formes d'azote dans le sol

II.2.2. Analyse

Le travail est réalisé sur des sols présentant diverses formes d'azote. Le coefficient de fertilisation donne des valeurs comprises entre 12 et 25 pour les horizons de surfaces et 13 et 32 pour les horizons profonds. En effet, on observe les rapports C/N suivants :

Bouro : 15 pour les horizons de surface et 17 pour les horizons profonds. Ces valeurs traduisent une accumulation de la matière organique. Ce qui traduit une mauvaise minéralisation de la matière organique. Ces valeurs peuvent avoir pour cause une mauvaise activité des micro-organismes qui décomposent la matière organique dans le sol, ou une accumulation de matière organique. Ce qui entraîne une limitation de matière organique disponible aux plantes

Toulfé : 12 pour les horizons de surface et 13 pour les horizons profonds. Ces valeurs obtenues représentent les meilleurs résultats de minéralisation observés sur l'ensemble des sites de suivi de notre étude. Elles traduisent un travail plus important des micro-organismes qui décomposent la matière organique pour la rendre utilisable par les végétaux.

Thiou : 25 pour les horizons de surface et 32 pour les horizons profonds. Ces valeurs traduisent une accumulation de matière organique. Cette accumulation est soit due à une mauvaise décomposition de la matière organique ou à un apport de mauvaise qualité de matière organique.

En général, on observe une valeur plus grande dans les horizons profonds. Cela peut s'expliquer par le fait que l'azote migre dans les horizons du sol par lixiviation. A cela s'ajoute le caractère volatile de l'azote car une portion de l'azote en surface est perdue par évaporation, enfin on note la proximité de cet horizon avec la roche mère.

II.3. Conclusion partielle

Les terres observées et évaluées sur les différents sites ne portaient pas d'herbacées pendant la saison sèche. Les sols ne pouvaient pas fournir les éléments nutritifs nécessaires pour couvrir une longue période. Les rares espèces qui s'y trouvaient avaient un mauvais aspect et des feuilles jaunes. Ce qui peut faire croire à des formes de chloroses.

Les valeurs mesurées du pH montre que les sites sont acides, le coefficient de fertilisation atteste une tendance à la minéralisation encore faible. Selon les exploitants, il y a longtemps que la zone n'était pas ainsi couverte. Les mesures effectuées nous conduisent à estimer que la restauration des sols libère les éléments chimiques du sol nécessaire à la croissance des plantes. Ainsi la restauration des sols par les méthodes de demi-lunes et zaï améliore la qualité chimique des sols.

Chapitre III : IMPACTS DES TECHNIQUES DE RESTAURATION SUR LA PRODUCTIVITE VEGETALE ET LA DIVERSITE BIOLOGIQUE

III.1. Impacts des techniques de restauration sur la productivité végétale

L'état du couvert végétal est fortement lié à l'état du sol. Ainsi, l'impact des techniques de restauration sur la diversité floristique et la productivité végétale a été déterminée sur la base d'une analyse de :

- la composition floristique des herbacées et des ligneux ;
- la biomasse des herbacées ;
- la productivité agronomique du sol (rendement des cultures).

III.1.1. Composition floristique des herbacées

Le tableau suivant résume les résultats par le calcul des fréquences.

Tableau XVI : Fréquence des herbacées

Bouro			Touffé			Thiou		
Espèces herbacées	total	fréquence spécifique%	Espèces herbacées	total	fréquence spécifique%	Espèces herbacées	total	fréquence spécifique%
<i>Andropogon gayanus</i>	125	27,71	<i>Andropogon gayanus</i>	95	25,20	<i>Andropogon gayanus</i>	60	43,16
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	200	44,35	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	189	50,13	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	27	19,42
<i>Eragrostis tenella</i>	50	11,09	<i>Eragrostis tenella</i>	80	21,22	sorgho	52	37,42
<i>Eragrostis tremula</i>	24	5,32	<i>Eragrostis tremula</i>	0	0,00	<i>Eragrostis tremula</i>	0	0,00
<i>Loudetia togoensis</i>	52	11,53	<i>Loudetia togoensis</i>	13	3,45	<i>Loudetia togoensis</i>	0	0,00
total	451	100,0	total	377	100,00	total	139	100,00

Source : OUATTARA, S.B

Analyse

Les résultats du tableau traduisent pour Bourou et Touffé une abondance du *Pennisetum pedicellatum* respectivement 44,35% et 50,13 %. Cette espèce a une

forte présence sur ces deux (2) sites. La seconde espèce la plus répandue est *Andropogon gayanus* sur les sites de Bouro et Toulfé. En effet, cette espèce a été introduite par le projet pendant la réalisation des aménagements de restauration des sites. Des repiquages et des épandages de semences de *Andropogon gayanus* ont été effectués en accord avec les producteurs. Bouro est le site qui présente le maximum de variété d'herbacées. Par contre, Toulfé est celui présentant une meilleure couverture du sol.

A Thiou, la fréquence spécifique de *Andropogon gayanus* est de 43,16% tandis que celle du sorgho est de 37,42%. Ce site est à sa première année de mise en valeur. Il a une vocation agro sylvicole ; les exploitants y pratiquent le paillage. Les herbacées en concurrence avec les cultures ont été supprimées, ce qui expliquerait leur faible densité à Thiou. Par contre, Bouro et Toulfé sont après deux années d'exploitation restés pour cette campagne agricole 2006-2007 à vocation sylvicole. Les herbacées ont évolué sans être détruites par les exploitants.

III.1.2. Inventaire des ligneux

Un recensement intégral des ligneux est effectué à partir de la fiche de relevée terrain (Cf. annexe 2). Le recensement tient compte de la hauteur et de l'identification des ligneux.

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XVII : Les ligneux recensés par site

Identifiant	Bouro		Thiou		Toulfé	
	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre
<i>Acacia erythrocalyx</i>	1,25	2003	0,67	723	1,30	125
<i>Acacia nilotica</i>	1,30	954	0,88	1498	1,34	4000
<i>Acacia seyal</i>	1,22	1069	0,68	1560	1,15	5000
<i>Adansonia digitata</i>	0,80	144	0,75	89	0,92	180
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	2,00	12				
<i>Azadirachta indica</i>	2,00	15				
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1,20	201				
<i>Bauhinia rufescens</i>	1,00	152				
<i>Borassus aethiopum</i>	1,00	2				
<i>Calotropis procera</i>	1,70	13				
<i>Capparis corymbosa</i>	1,20	40	0,64	450		

Identifiant	Bouro		Thiou		Touffé	
	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre	Hauteur moyenne en mètre (m)	nombre
<i>Cassia sieberiana</i>	0,80	108	0,52	602	0,76	45
<i>Combretum aculeatum</i>	1,40	280	1,30	32	1,90	49
<i>Combretum micranthum</i>	0,70	404	0,80	207	0,94	124
<i>Dichrostachys cinerea</i>	1,40	45	1,50	12	2,30	27
<i>Fedherbia albida</i>	1,22	2009	1,02	2003	0,84	1500
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	2,50	27		0	0,89	12
<i>Guiera senegalensis</i>	1,30	104		0	0,97	208
<i>Lannea microcarpa</i>	1,30	107	1,09	205	1,40	247
<i>Maerua crassifolia</i>			2,00	1		
<i>Mitragyna inermis</i>	0,52	108				
<i>Pterocarpus lucens</i>	1,40	96	1,20	48		
<i>Sclerocarya birrea</i>	0,85	152	0,97	201		
<i>Tamarindus indica</i>	1,70	84	1,30	89		
<i>Terminalia avicennioides</i>	0,88	106	1,70	3	1,45	47
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,96	2008	0,89	300	0,90	2898
Nombre d'espèces	25		17		12	
total		10243		8023		14462
hauteur moyenne	1,22		0,69		0,66	
Hauteur maximale	2,50		2,00		2,30	
Hauteur minimale	0,52		0,52		0,76	

Source : OUATTARA, S.B

Analyse

Sur l'ensemble des espèces inventoriées, seul le *Maerua crassifolia* n'est pas présent sur le site de Bouro. Le nombre d'espèces inventoriées par site est de 25 pour Bouro, 17 pour Thiou et 12 pour Touffé. Par contre, Touffé est le site où les ligneux sont les plus abondants soit, 14462 individus recensés. La hauteur moyenne sur les sites est de 1,22 ; 0,69 et 0,66 mètres respectivement pour Bouro, Thiou et Touffé. Les essences abondantes sont celles qui ont été introduites. Elles sont fournies aux exploitants par le Projet SA-RTD. Ainsi après une formation, les producteurs sont chargés de procéder au reboisement. Les hauteurs maximales proviennent des essences qui étaient déjà présentes sur les sites avant aménagement.

III.1.3. Quantité de biomasse

Les herbacées sont fauchées sur une surface circulaire de rayon un mètre puis pesées à l'aide d'un dynamomètre. Les prélèvements sont effectués à proximité des points d'échantillonnage matérialisés sur la figure des transects. (Cf. annexe 2)

Le tableau suivant fournit les résultats obtenus à partir des échantillons prélevés sur le terrain.

Tableau XVIII : La masse des échantillons fauchés

Site	Transects	Poids de la récolte en gramme (g)/3,14 m ²	Productivité en g/m ² des échantillons	Estimation de la productivité de la parcelle (g)	Estimation de la productivité de la parcelle (t/ha)
Bouro	transect Nord	75	23,89	16823539,1	1,68
	transect Ouest	130	41,40		
	transect Est	94	29,94		
	moyenne		31,74		
Thiou	transect Nord	50	15,92	3290870,49	0,33
	transect Ouest	40	12,74		
	transect Est	34	10,83		
	moyenne		13,16		
Touffé	transect Nord	65	20,70	9500000	0,95
	transect Ouest	58	18,47		
	transect Est	56	17,83		
	moyenne		19,00		

Source : OUATTARA, S.B

Analyse

La biomasse produite est estimée à une moyenne de 1,68, 0,33, 0,95 t/ha respectivement pour les sites de Bourou, Thiou et Touffé. Bourou a la meilleure productivité comparativement aux deux autres sites. Il est dans la zone agro-climatique la mieux arrosée. Touffé, dans le Loroum, a une productivité supérieure à la productivité de Thiou qui est situé au Yatenga. Ils sont dans la même zone agro-climatique mais ils diffèrent en termes du nombre d'années de mise en valeur. Les valeurs obtenues doivent être observées en tenant compte du mode de répartition des herbacées (Cf. figure n°14). Lorsque la fauche intègre la lunette des demis lunes, elle donne une valeur en poids d'herbacées élevée. Ainsi dans la figure 17, on donne un aperçu de l'état des sites.

III.1.4. Productivité agronomique du sol

Des trois sites visités, le seul exploité pour l'agriculture est celui de Thiou. Les résultats présentés ici ont été obtenus auprès de l'équipe technique opérationnelle (ETO). Le site, d'une superficie de 25 ha, est reparti entre 50 exploitants disposant chacun d'une parcelle de 0,5 ha. Les cordons pierreux servent en plus de leurs fonctions de conservation du sol à délimiter les parcelles.

Les résultats obtenus et leurs traitements sont consignés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Productivité agronomique

Parcelle	Place du carré de rendement	Poids de la récolte en kg sur 25 m ²	Productivité en kg/ha	Estimation moyenne de la production du site en tonne
1	Avant la Demi-lune	2	800	17,19
	Sur la Demi-lune	1,75	700	
	Après la Demi-lune	1,72	688	
2	Avant la Demi-lune	1	400	
	Sur la Demi-lune	0,5	200	
	Après la Demi-lune	1,5	600	
3	Avant la Demi-lune	2,75	1100	
	Sur la Demi-lune	2	800	
	Après la Demi-lune	2,25	900	
	moyenne des valeurs	1,719	687,56	17,19

Source : OUATTARA, S.B

Analyse

Nous obtenons une estimation moyenne de la production du site qui est de 17,19 tonnes pour une première année d'exploitation. Les spéculations restent le Niébé et le Sorgho. Sur des terres longtemps abandonnées, les techniques de restauration réalisées sur le site de Thiou favorisent une production moyenne de 687,56 kilogrammes à l'hectare. En effet, les pratiques de restauration mises en place ont permis de produire sur des terres longtemps abandonnées. La matière organique apportée par les exploitants agricoles accélère le processus de formation des sols. Ainsi, il est important d'entretenir les ouvrages et continuer l'apport de matière organique pour accroître ou maintenir la productivité agronomique des sites.

III.2. Conclusion partielle

L'application des techniques de restauration sur des terres fortement dégradées et longtemps mises en jachères, a permis la recolonisation de ces dernières par les herbacées et une possibilité de la productivité agronomique du sol. Ainsi les techniques de restauration des terres dégradées peuvent améliorer la productivité végétale des sols.

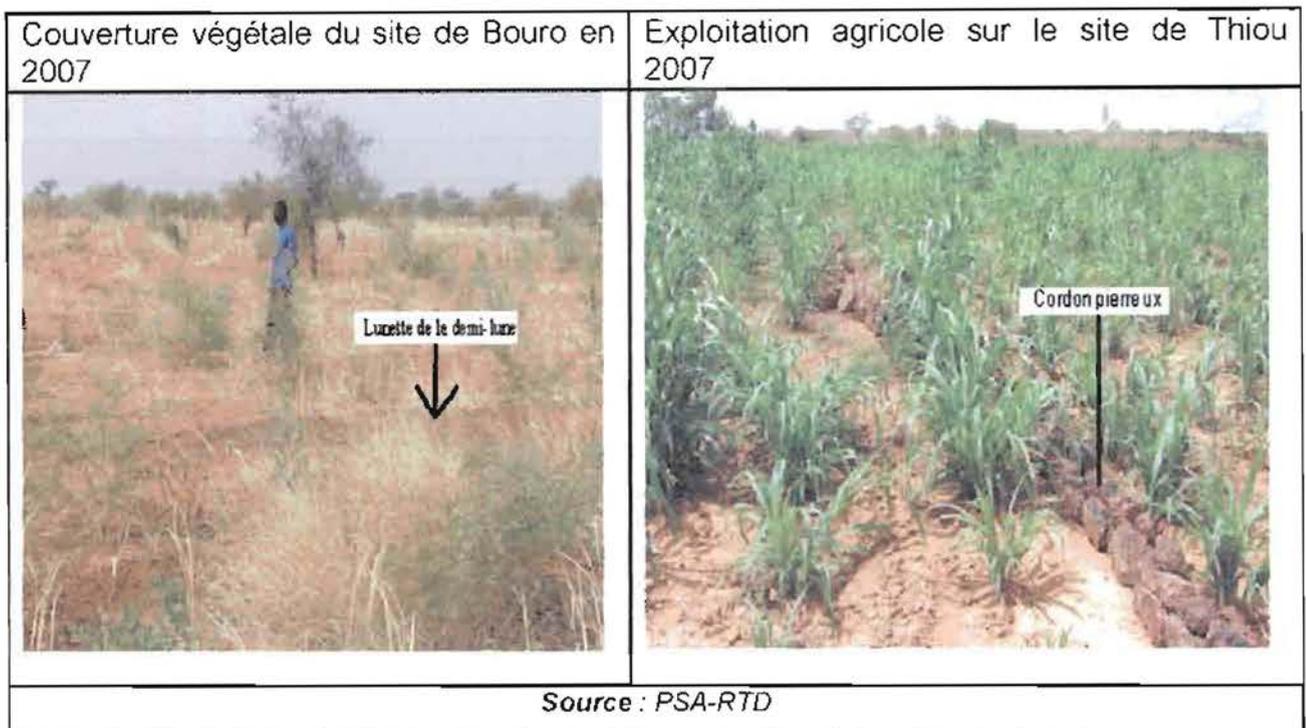


Photo n°4 : Productivité du sol

III.3. Impact des techniques de restauration sur la régénération végétale et la survie des ligneux

Le sol est le support des végétaux, il fournit les éléments minéraux nécessaires à la synthèse de la matière organique. Ainsi le maintien sur pieds des producteurs de la chaîne alimentaire permet d'accroître la diversité biologique des sites. Pour juger l'impact des techniques de restauration sur la diversité biologique des sites nous avons :

- Evalué la régénération des espèces ligneuses ;
- Evalué le taux de survie des plantes introduites ;
- Observé les êtres vivants rencontrés.

III.3.1. Espèces ligneuses

III.3.1.1. Evaluation de la germination des espèces végétales

Après la réalisation des techniques de restauration des sols, nous avons observé une germination de semences introduites, une réapparition de certaines espèces ligneuses et herbacées. Sur les sites, le reboisement est fait par la plantation de jeunes plants ou par la mise en terre de semences. Ainsi la germination concerne les plantes dont les semences ont été introduites par les exploitants. Les espèces réapparues sont de jeunes plantes existantes sur les sites mais n'ayant pas été introduites par les exploitants. Après une analyse des résultats de l'inventaire des ligneux et celui des points quadrats, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XX: Les espèces réapparues et régénérées

Espèces végétales	Espèces	Bouro	Thiou	Toulfé
Espèces germées	<i>Balanites aegyptica</i>	•		•
	<i>Combretum micranthum</i>	•	•	•
	<i>Guiera Senegalensis</i>	•		•
	<i>Andropogon gayanus</i>			
Ligneux réapparues	<i>Lanea microcarpa</i>	•		•
	<i>Sclerocarya birrea</i>			•
	<i>Ziziphus mauritiana</i>	•		•
Herbacées réapparues	<i>Andropogon gayanus</i>	•	•	•
	<i>Loudetia togoensis</i>	•	•	•
	<i>Eragrostis tremela</i>	•		
	<i>Loudetia togoensis</i>	•		•

Source : données terrain

Analyse

Les espèces germées sont les espèces provenant de semences qui ont été répandues. Les exploitants ont été initiés au cours de formations dispensées par le projet, aux techniques de récolte et de germination de semences en vue de les introduire sur les sites.

Les espèces réapparues sont les espèces qui se trouvent sur les sites, et qui n'ont pas été apportées par l'homme.

Le mode de reboisement préconisé par le Projet SA-RTD est tel que les ligneux sont plantés sur les bords des « lunettes » des demi-lunes et une demi-lune sur deux porte des ligneux. Cela pour ne pas accentuer la concurrence avec les cultures. Pour la pérennisation des ouvrages, les « lunettes » de demi-lune ont été renforcées par *Andropogon gayanus*. C'est ainsi que toute autre espèce se trouvant sur le site et ne s'inscrivant pas dans la logique du reboisement a été considérée comme espèce réapparue.

III.3.2. Plantes introduites

III.3.2.1. Mesure du taux de survie des plantes introduites

Les plantes introduites ont réagi avec des taux de réussite différents. Les résultats collectés au cours de la première année de fonctionnement des sites de Bouro et de Toulfé par l'ETO, donnent une estimation générale de 70 à 80% pour les espèces plantées. Une estimation générale de 10 à 15% pour les semences répandues.

Dans le cadre de nos travaux, nous avons tenu compte du mode de reboisement. Il a permis d'avoir le nombre d'espèces introduites sur pied. Le rapport du nombre d'espèces introduites sur pieds sur le nombre total de pied par espèce introduite a été calculé. Les résultats mentionnés dans le tableau suivant concernent les espèces choisies parce qu'elles présentent un intérêt pour la sécurité alimentaire des exploitants de la zone.

Tableau XXI : Taux de survie de certaines espèces introduites

Espèces	Bouro			Thiou			Touffé		
	Nombre de pieds par espèces introduites sur pieds	Nombre de pieds par espèces introduites	Taux de survie par espèce en %	Nombre de pieds par espèces introduites sur pied	Nombre de pieds par espèces introduites	Taux de survie par espèce en %	Nombre de pieds par espèces introduites sur pied	Nombre de pieds par espèces introduites	Taux de survie par espèce en %
<i>Acacia nilotica</i>	954	4000	23,85	1498	3500	43,00	4000	4300	93,02
<i>Acacia seyal</i>	1069	5000	21,38	1560	2000	78,00	5000	6100	81,96
<i>Adansonia digitata</i>	144	200	72,00	89	200	45,00	180	230	78,26
<i>Fedherbia albida</i>	1400	2500	56,00	2003	3500	57,00	1500	1620	92,56
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2008	2500	80,32	300	1300	23,00	2898	3000	92,56
	3567	11700		5150	9200		13578	15250	
Taux de survie des espèces en %	30,49			56,00			89,03		

Source : données terrain

Analyse

Bouro et Touffé à la troisième année de mise en valeur donnent les valeurs de taux de survie respectives de 30,49% et 89,03%. En effet, le site de Bouro en deuxième année de fonctionnement n'a pas été surveillé par les exploitants qui étaient chargés de protéger les jeunes plants. Aussi, pour la même année le reboisement n'a pas été poursuivi. Ainsi nous obtenons une régression nette du taux de survie en comparaison avec les résultats de l'ETO de 2006.

Touffé par contre est resté sous surveillance, en plus il a reçu 6000 pieds supplémentaires et une mise en terre de semences. Ainsi, on observe une progression du taux de survie en comparaison avec les résultats de l'ETO de 2006.

Thiou pour sa première année de fonctionnement donne une moyenne de 56% de taux de réussite.

Sur l'ensemble des sites, les ligneux sont encore à la portée des animaux et sont sensibles aux variations climatiques parce que ce sont de jeunes pieds.

Les résultats obtenus à Touffé et Thiou sont encourageants, le cas de Bouro nous fait comprendre que si les techniques de restauration favorisent la réussite des reboisements, les espèces pour croître ont besoin d'être protégées.

III.4. Conclusion partielle

Des espèces ligneuses sont apparues sur le site. Des espèces introduites arrivent à survivre. Des traces d'animaux ont été aperçues. Les exploitants recueillent des termites sur les sites. La restauration des terres favorise la repousse des végétaux qui constituent un maillon productif de la chaîne alimentaire. Ainsi en fonction de leur niveau trophique, les êtres vivants occupent les sites. Sur la base de nos mesures, les calculs effectués et les observations terrain, on peut affirmer que la restauration des terres favorise la diversité biologique

Dans l'ensemble, les techniques de restauration des terres ont un impact positif sur la qualité physico-chimique des sols, la production végétale et la diversité biologique. Cependant, des facteurs importants tant physiques que humains peuvent influencer fortement les résultats. De ceux là, sont la nature des sols et la problématique de la pérennisation des actions après projet. C'est pourquoi, il nous est apparu nécessaire de faire une analyse de ces deux facteurs.

Chapitre IV : NATURE DES SOLS ET LES PROBLEMES DE PERENNISATION DES ACTIONS DE RESTAURATION

IV. 1. Nature des sols

Au regard des différentes mesures réalisées nous sommes sur :

- Des Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés indurés superficiels (SFTL is) à Bouro et Toulfé.
- Des Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés indurés profonds (SFTL ip) à Thiou.

Ces deux groupes de sols sont retenus dans la classification FAO des sols de classe S3 (terre d'aptitude marginale). Ce sont des sols qui présentent un ensemble de limitations sérieuses aux TUT envisagés du fait de leurs dégradations physiques (structure faiblement développée, consistance et charge graveleuse entraînant un enracinement médiocre), chimiques (faible teneur en matière organique, acidification) et biologiques (absence ou faible activité des microorganismes). La réhabilitation en vue d'une exploitation nécessite des investissements (un apport conséquent de fumure organique bien décomposée et des engrais minéraux), en plus des aménagements de CES/DRS.

IV.2. Perspective d'évolution des sites

Les zones marginales aptes à l'agriculture ont une forte sensibilité à l'érosion hydrique et éolienne. Il s'agit de zones où le reboisement serait un atout. Elles peuvent être exploitées en cultures céréalières (mil, sorgho) dans les parties avales contre de faibles rendements. Le milieu est fragile et doit être protégé. Leur utilisation nécessite des techniques culturales particulières accompagnées de mesures anti-érosives.

Bouro et Toulfé à leur troisième année de fonctionnement ont été abandonnés par les exploitants. La culture de sol marginal est difficile. Le travail est immense et le rendement faible. Le mode d'intervention du Projet SA-RTD responsabilise les

exploitants à tous les niveaux. Ces exploitants pensent ne pas avoir des difficultés d'expansion de leurs parcelles hors des sites de restauration. A l'étape actuelle, Bouro et Toulfé devront être conservés comme des sites à vocation purement sylvicole. Cela permettra la levée des plantes car ils seront comme des terres mises en jachère. La contrainte est que l'absence d'apport de la matière organique par les exploitants ralentira la restauration des sols.

Thiou est dans une zone de sol marginal. A la différence des deux premiers il est à sa première année d'exploitation. Les exploitants sont motivés. Le besoin et la nécessité de terre sont sensibles. Le faible rendement des terres marginales est un moindre mal. Pour eux, l'essentiel est de pouvoir faire actuellement des récoltes. En plus, ils sont convaincus que la restauration du couvert végétal offrira d'autres avantages pour l'amélioration de la sécurité alimentaire.

La zone du Yatenga et du Loroum en particulier et plus généralement la région nord du Burkina Faso a servi de zone d'intervention de plusieurs projets (FNGN, PAE Sahel, PS-CES/AGF, DPA et DPEEF Ouahigouya), qui pendant longtemps ont utilisé les exploitants agricoles pour expérimenter les nouvelles techniques de restauration des sols. Les terres restent toujours dégradées après le départ des projets. Après des succès éphémères dans la durée, les populations ont des difficultés pour restaurer les techniques de récupération préconisées par les projets. Elles n'arrivent pas à s'approprier la technologie préconisée et la grande difficulté se trouve au niveau du rapport entre les moyens dont dispose le projet pour la restauration des terres et ceux dont disposent les exploitants. En effet, le constat est qu'ils ne sont pas disposés à s'investir sur des terres dégradées, tant qu'ils auront la possibilité d'avoir des terres plus rentables à proximité.

III. CONCLUSION

Le Projet SA-RTD appuie les exploitants agricoles par des méthodes de restauration et de conservation comme le zaï, les cordons pierreux, les demi-lunes, le reboisement, les traitements de ravines, et les formations instructives. L'évaluation des indicateurs de qualité du sol et de productivité agro-sylvicole ont permis de :

- Déterminer la qualité physique du sol.
- Déterminer la qualité chimique du sol.
- Déterminer l'impact des techniques de restauration sur la productivité végétale.
- Déterminer l'impact des techniques de restauration sur la diversité biologique.
- Faire une analyse de l'évolution des sites.

L'analyse préliminaire des résultats de détermination indiqués ci dessus nous ont permis d'attester que :

- Les techniques de restauration améliorent la qualité physique du sol.
- Les techniques de restauration améliorent la qualité chimique du sol.
- Les techniques de restauration des terres dégradées améliorent la productivité végétale.
- Les techniques de restauration des terres dégradées favorisent la diversité biologique.
- L'évolution des sites aménagés est fortement liée à l'implication des exploitants.

La mesure des indicateurs par le kit d'analyse des sols a l'avantage de faciliter l'évaluation des sols en présence des exploitants agricoles, car les échantillons prélevés sont analysés sur place. Ce qui évite les problèmes de conservation et les biais qui en résultent. Cependant, il exige du technicien un travail préalable concernant la détermination du nombre de répétition ou des mesures à effectuer car, sur le terrain il est difficile de s'approvisionner en réactif.

Les indicateurs évalués attestent que les actions menées restaurent les sols. Les ouvrages de restaurations et de conservations réalisés ont un coût et nécessitent une appropriation des technologies par les exploitants. La pérennisation de ces ouvrages est fortement liée à leur appropriation par les exploitants. Le Projet

est un élément d'accompagnement, il initie des actions qui sont reconnues être techniquement fiables et doivent servir d'exemple. La contre partie exigée au près des exploitants est techniquement réalisable. Au-delà de la contribution à la mesure des indicateurs de qualité des sols et aux résultats techniques qui en ressortent, il serait souhaitable de mener pour les années à venir une étude sur le renforcement de la durabilité sociale des actions de restauration et de conservation des sols.

Bibliographie

ALBALADEJO, Ch. (Et) CASABIANCA, F. (Eds.). (1997) : la recherche-action : ambitions, pratiques, débats. *Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement* n°30. INRA.130p.

AUBREVILLE, A. (1949) : *Climats. Forêts et désertisation de l'Afrique tropicale.* Société d'édition de géographie maritime et coloniale, Paris, France. 212p.

Banque mondiale. (1992) : *Rapport sur le développement dans le monde – Environnement.* Banque mondiale, Washington, Etats-Unis.120p.

BARBIER, E.B., ACREMAN, M. et KNOWLER, D. (1997): *Evaluation économique des zones humides.* UICN, Gland, Suisse.140p.

BERTRAND, A. (1996): Des forums pour une gestion paritaire. In *La sécurisation foncière en Afrique.* Karthala, Paris, France. 200p.

BEAUDOU (et al) (1978) : *Recherche d'un langage transdisciplinaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides).* Ors tom, Paris, Trav. et Doc. N° 91, 143 p.

BERTRAND, G. (1972) : La « Science du paysage », une « science diagonale ». *RGPSO*, t. 43, jase. 2, pp. 127-133, 200p

BERTRAND, G. (1978) : *Le paysage entre la Nature et la Société.* *RGPSO*, t. 49, jase. 2, pp. 239-258, 300p

BERTRAND, R. (1979) : *Un jeu écologique différentiel : les communautés rurales au fond du « V Baoulé » (Côte d'Ivoire).* ORSTOM, Paris, Trav. et Doc. no 107, 313 p.

BOISSAU, S. LOCATELLI, B. WEBER, J. (1999) : *Population and environment relationship. A U-shaped curve hypothesis.* *Jardin planétaire* (Chambéry). 4 p.

BROEDHUYSE, J. T. TERRIBLE, PERE M. et BAKO, E. septembre (1985) : *Désertification et autosuffisance alimentaire.* Diocèse de Kaya/CEBEMO. 80p

CERNEA, M.M. (1998). *La dimension humaine dans les projets de développement. Les variables sociologiques et culturelles.* Karthala, Paris, France. (Traduction révisée de *Putting people first*, Banque mondiale, 1995). 150p

CILSS. (2003) : *Foncier rural et développement durable au Sahel et en Afrique de l'Ouest* – Document de projet Praia + 9, Janvier. 80p

CIRAD-GERDAT/ISRA. (1985) : La sécheresse en zone intertropicale : Pour une lutte intégrée. Actes du colloque de Dakar-Ngor du 24 au 27 septembre 1985. 130p

CHAUVEAU, J.-P. (Avec la collaboration de LEBAS. P. et LAVIGNE DELVILLE. Ph.) (1997) : *La dynamique des sociétés rurales face aux projets participatifs de développement rural.* Série participation populaire, n°11. FAO, Rome, Italie. 160p

CHAUVEAU, J.P. et LAVIGNE DEVILLE, Ph. (1998) : *Communiquer dans l'affrontement : la participation cachée dans les projets participatifs ciblés sur les groupes ruraux défavorisés.* In deler et al. *ONG et développement : du Nord au Sud* Karthala, Paris, France. 200p

Centre SIGET-A. (2007) : *étude des unités morphopédologiques et suivi des sites du PSA-RTD dans le nord du BurkinaFaso.* 93p

Centre SIGET-A. (2007) : *étude socioéconomique des sites d'intervention du PSA-RTD.* 116p

COOPERATION FRANCAISE (1990) : *Les interventions en milieu rural, principes et approche méthodologique.* La documentation française, Paris, 196 p.

CHATELIN, Y. (1972) : *Eléments d'épistémologie pédologique. Application à l'étude des solferrallitiques.* *Cah. ORSTOM, sér. Pédologie, vol. X, no 1* : 90p

ERHART, H. (1955): *Biostasie et rhexistasie. Esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogenèse en tant que phénomène géologique.* CR Acad Sci Paris 241 p.

FAO. (1974): *Shifting cultivation and soil conservation in Africa.* FAO Soils Bull (Rome); 24 p.

HIEN ET AL .janvier (2004) : *recherche sur des technologies de lutte contre la desertification au sahel et étude de leurs impacts agro écologique* projet 83 rapport final 91p

HUMAN, P. ET ZAAIMAN, A. (. 1996) : *Gérer l'autosuffisance, sur l'efficacité des organisations en Afrique.* Institut de Gorée, Dakar, 198p.

HUDSON, NW. (1991): Reasons for success or failure of soil conservation projects. *FAO Soils Bull* (Rome); 64: 65 p.

JOUVE, P. (1990) : *Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sécheresse.* D.S.A., CIRAD, Montpellier, 144p.

KAMBOU, N.F, ZOUGMORE, R., (1995) ; *évolution des états de surface d'un « zipellé » soumis à différentes techniques de restauration des sols.* Yilouou, Burkina Faso. *Bulletin Res. Erosion* 16 :19-32 90p

KUHT, T. S. (1983) : *La structure des révolutions scientifiques.* Flammarion, Paris, 284p.

OUADBA, J.-M. (1990) : *Un exemple de suivi diachronique de milieux soudano-sahéliens au Burkina Faso par télédétection.* *Teledetection et secheresse.* Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris 9 p. 209-218. 250p

LE BRIS, E. (ET AL. (1991) : *L'appropriation de la terre en Afrique noire, manuel d'analyse, de décision et de gestion foncière.* Karthala, Paris, 350p.

MERRILL-SANDS, D. et AL. (1992) : *Production et transfert de technologies agricoles.* Service International pour la Recherche Agricole nationale. La Haye, 128p.

ROOSE, E. SABIR, M. DE NONI, G. (2002) : *Techniques traditionnelles de GCES en milieu méditerranéen.* *Bull Réseau Erosion.* 21 : 523 p.

ROOSE, E. (1994) : Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (GCES). *Bull Pédol FAO* (Rome), (70) : 420 p.

ROOSE, E. (1986) : *Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ? Analyse de deux démarches de conservation de l'eau et des sols chez les petits fermiers de la zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale.* Cah Orstom Sér Pédol; 22: 81-92. 150p

ROOSE, E. (1994) : *Une méthode traditionnelle de restauration des sols. Le zai au pays Mossi (Burkina Faso).* Bull. Pedol. FAO, 70, 420p.

ROQUEPLO, P. (1997) : *Entre savoir et décisions, l'expertise scientifique.* Editions INRA, « Science en questions », Paris, 111p.

RUFYIKIRI, G. HENNEBERT, p., (1998) : *Production de biomasse avec ou sans intrants lors de la première mise en culture de deux sols ferrallitiques au Burundi.* Bull. Réseau Erosion, 14 : 100-114. 150p

SMOLIKOWSKI, B. (1997) : *Gestion de l'eau en milieu cultivé sahélien de montagne (Cap-Vert).* Thèse doctorat en écologie tropicale, université de Toulouse, n° 2826, 265 p.

TCHOTSUA M, BONVALLOT J (2000) : *Érosion urbaine au Cameroun : processus, causes et lutte.* Bull Réseau Erosion ; 20 : 11-31. 150p.

VERHAGEN, K. (1991) : *L'auto développement ? Un défi posé aux ONG.* L'Harmattan, Paris, 193p.

ZOUGMORE, R. Zida, Z. KAMBOU, F. (1999) : *Rôle des amendements dans le succès des demi-lunes et du Zai.* Bull Réseau Erosion; 19 : 36-50. 120p.

ZOUGMORE, R. ZIDA, Z., (2000) : *Rapport d'activités de recherche-développement dans le cadre du PS-CES/AGF dans le plateau central. (INERA- département GRN /SP). Campagne 1999. INERA-UCP 50p.*

ANNEXES

Annexe n°1 : Fiches de relevé terrain

Suivi évaluation de la qualité du sol : *description du site*

		Date
Localisation géographique	Longitude	Latitude
Superficie du site		
Propriétaire		
Date de création du site		
Type de sol dominant		
Type de sol dominant		
Caractéristique topographique		
Signes apparents de dégradations		
Température moyenne annuelle		
Pluviométrie moyenne annuelle		
Système de culture		
Système de culture		
Type de fertilisation utilisée		
Dose de fertilisation utilisée		
Travail du sol		
Technique de restauration utilisée		
Date d'installation du système		
Autres		
Technologie de restauration déjà testée		
Dose d'engrais		
Dose de pesticide		
Pratiques culturales		
Autres		

I. Fiche de suivi des indicateurs de risques de dégradation des terres

Village :

Date :

N° de transect. :

Identifiant	Condition	Nombre
Etat de surface	Affleurement de roche, Elément grossier, Croûtes de battance, présence de vers, résidu de culture	
Signe d'érosions hydriques	Griffes, rigoles, Ravins, dépôt de sédiments, Réduction de la perméabilité, réduction de la porosité	
Signe d'érosions éoliennes	Dépôts de sable, nebkas	
Dégradation biologique	Absences d'activités d'organismes	
Autre		

VI. FICHE TECHNIQUE DES INDICATEURS DE DIVERSITE VEGETALE

Village :

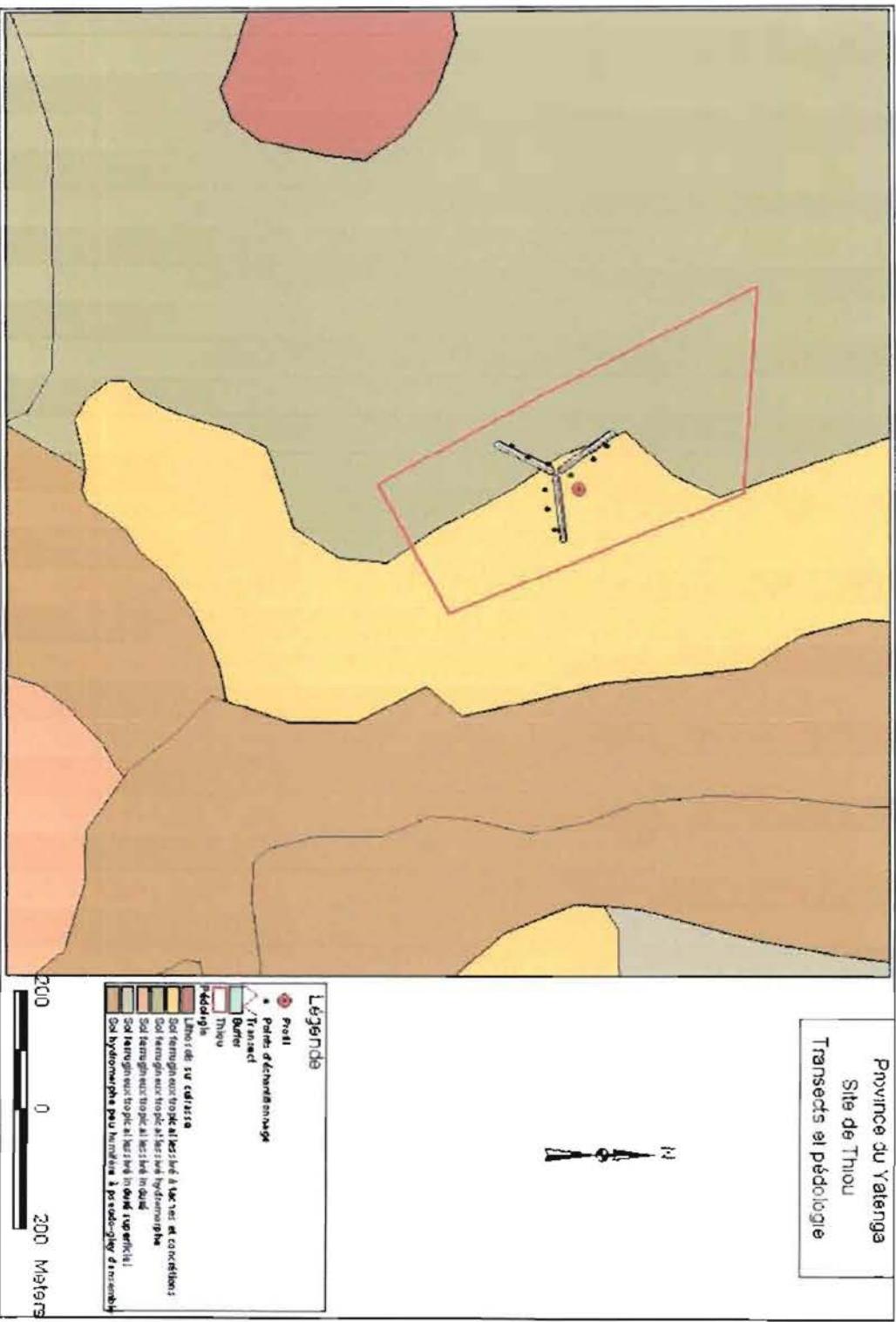
Date :

N° de transect. :

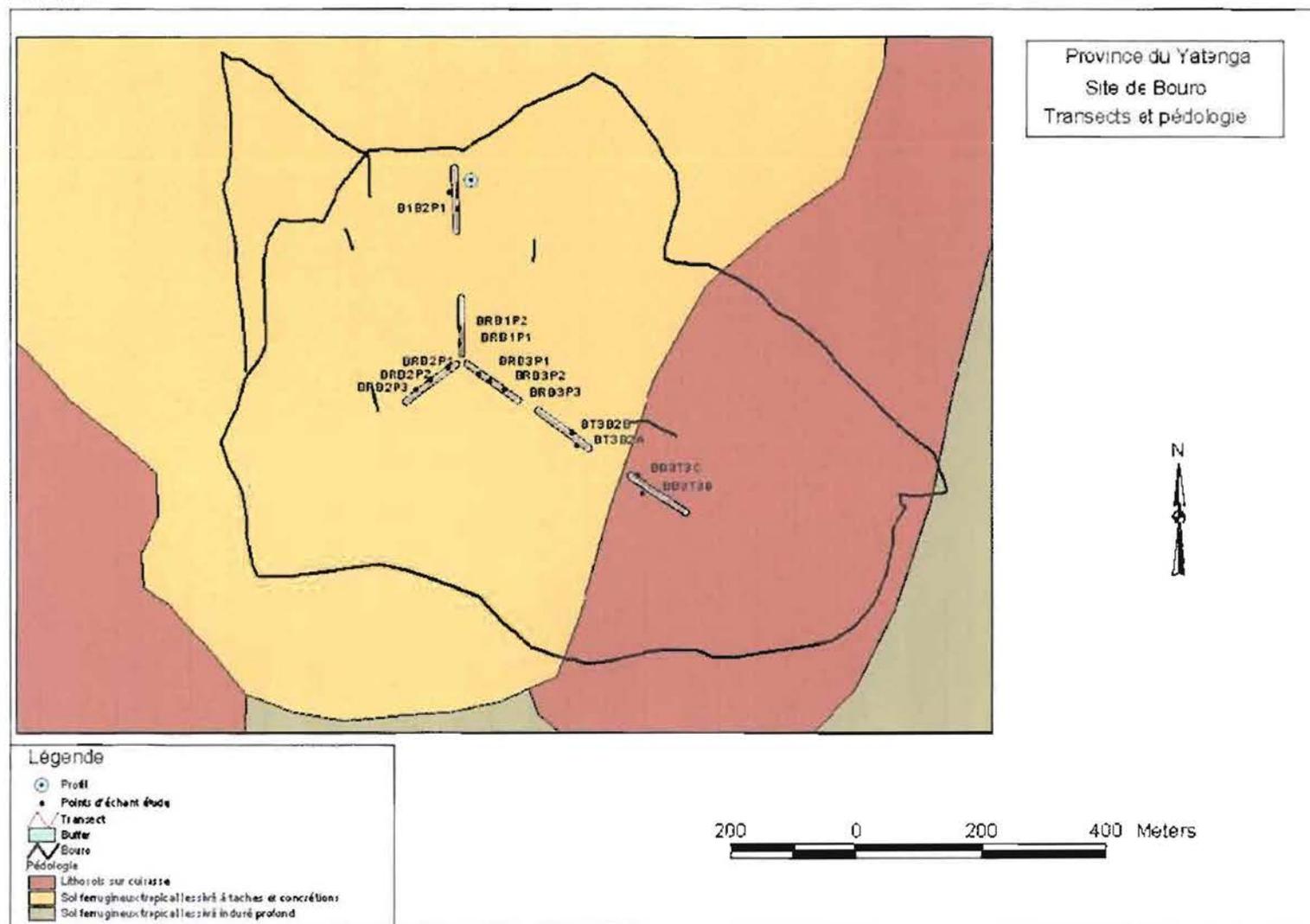
	Nom	Formation végétale	Nature (naturel ou planté)	Nombre	Taille moyenne
Ligneux					

**Annexe n°2 : Présentation des Transects et des points
échantillonnages**

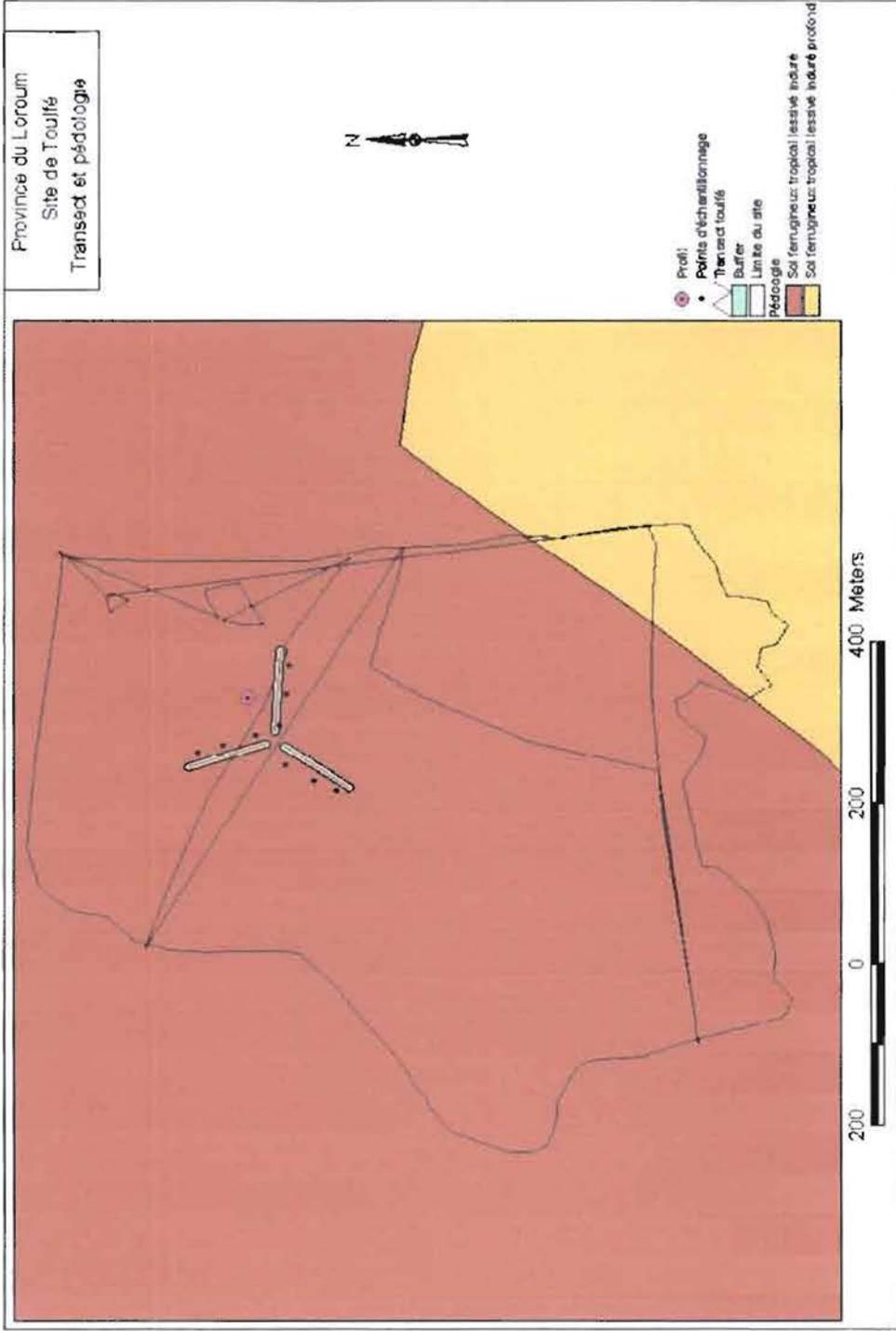
Thiou



Bouro



Toulfé



Annexe n°3 : Présentation du kit d'analyse des terres

<p>La mallette et ses composantes</p> 	<p>Rangement des éléments à l'intérieur du kit</p> 
<p>Des composantes du kit</p> 	<p>Éléments de collecte d'échantillon du sol</p> 
<p>Instrument de délimitation</p> 	<p>Dynamogène</p> 

Instrument pour la mesure de l'azote



Mètre ruban



Instrument du test d'infiltration



ph-mètre

