

**BURKINA FASO**

*Unité-Progrès-Justice*

**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR**

-----  
**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO**  
-----

**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL**



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

*Présenté en vue de l'obtention du*

**DIPLOME DE MASTER EN GESTION ET AMÉNAGEMENT DES ECOSYSTÈMES  
FORESTIERS**

**THEME**

**Impacts des cordons pierreux végétalisés sur la végétation et les  
propriétés physico-chimiques du sol**

Présenté par **Aboudou SANON**

**Directeur de mémoire** : Dr Jérôme T. YAMEOGO

**Maître de stage** : Dr Jérôme T. YAMEOGO

**N° : .....-2014/MaGAEF**

**Mai 2014**

## Table des matières

Table des matières .....	i
Dédicace.....	v
Sigles et abréviations .....	vii
Liste des tableaux .....	viii
Liste des figures et illustrations.....	ix
Résumé .....	x
Abstract.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre I : GENERALITES .....	3
I. Les terminologies clefs de l'étude.....	4
1.1. La dégradation des terres .....	4
1.2. La restauration ou réhabilitation.....	4
II. Les techniques de conservation des eaux et des sols.....	5
2.1. Les procédés physiques.....	5
2.1.1. Les cordons pierreux .....	5
2.1.2. Le Zaï.....	5
2.1.3. Les demi-lunes .....	6
2.1.4. Le sous-solage.....	7
2.2. Les procédés biologiques .....	7
2.2.1. Le paillage ou « mulching ».....	7
2.2.2. La mise en défens.....	7

2.2.3.	La haie vive.....	8
2.2.4.	La bande enherbée.....	8
Chapitre II. MATERIELS ET METHODES.....		9
I. Milieu d'étude.....		10
1.1.	La situation géographique.....	10
1.2.	Le relief et Sols.....	11
1.3.	La végétation.....	11
1.4.	L'hydrographie.....	12
1.5.	Le climat.....	12
1.5.1.	La pluviosité.....	13
1.5.2.	La température.....	14
1.5.3.	Les vents.....	14
1.6.	L'exploitation des ressources forestières et halieutiques.....	15
II. Matériels.....		15
2.1.	Le matériel végétal.....	15
2.2.	Les cordons pierreux.....	16
2.3.	L'équipement sur le terrain.....	17
III. Méthodes.....		17
3.1.	Le dispositif expérimental.....	17
3.2.	L'échantillonnage du sol pour des analyses physiques.....	20
3.3.	La détermination des propriétés chimiques de sol.....	21
3.3.1.	Le pH <sub>eau</sub> .....	21

3.3.2.	La matière organique du sol (MO).....	21
3.3.3.	L'azote total .....	21
3.3.4.	Le phosphore assimilable .....	21
3.3.5.	Le potassium disponible .....	22
3.3.6.	La capacité d'échange cationique (CEC ou T) .....	22
3.3.7.	Les bases échangeables et le taux de saturation du complexe absorbant .....	22
3.3.8.	Le carbone total.....	22
3.4.	La méthode d'évaluation de la régénération des végétaux .....	22
3.4.1.	L'inventaire de la végétation ligneuse.....	22
3.4.1.1.	La définition des paramètres mesurés.....	23
3.4.1.2.	La collecte et l'analyse des données sur la végétation ligneuse .....	23
3.4.1.3.	L'inventaire de la flore herbacée .....	25
3.4.2.	Les contraintes méthodologiques.....	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....		26
I.	Résultats.....	27
1.1.	Les taux de survie des espèces utilisées pour la végétalisation.....	27
1.2.	L'impact des cordons pierreux végétalisés sur la structure du sol .....	27
1.3.	L'impact des cordons pierreux végétalisés sur les paramètres chimiques.....	30
1.4.	L'impact des cordons pierreux végétalisés sur la végétation .....	33
1.4.1.	La végétation ligneuse .....	33
1.4.1.1.	La composition floristique .....	33
1.4.1.2.	La densité et état de la régénération.....	39

1.4.1.3.	La structure de la végétation .....	40
1.4.1.4.	La stratification.....	41
1.4.1.5.	Le recouvrement .....	42
1.4.2.	La végétation herbacée .....	42
1.4.2.1.	La richesse spécifique .....	42
1.4.2.2.	La similitude.....	43
II.	Discussion .....	45
2.1.	Les paramètres physiques du sol .....	45
2.2.	Les paramètres chimiques du sol.....	45
2.3.	La flore ligneuse .....	47
2.4.	La flore herbacée .....	48
	Conclusion et Suggestions .....	50
	Bibliographie.....	52
	<i>Annexes</i> .....	58

## *Dédicace*

*À*

*M*es Parents pour leur amour, confiance et patience

*M*es Tuteurs pour leur hospitalité et générosité

*M*es Enseignants pour leur encadrement

*M*es Ami (es) pour leur encouragement

*Je dédie ce Mémoire*

## ***Remerciements***

Le présent mémoire est le fruit de huit mois de travail. Il a été réalisé avec la contribution de plusieurs personnes à qui il me plaît de témoigner ma profonde gratitude. Mes remerciements s'adressent particulièrement :

- au Pr Irénée SOMDA, enseignant chercheur en phytopathologie à l'IDR, Directeur de l'IDR, responsable du laboratoire SyNAIE pour les moyens mis à ma disposition dans le cadre du projet UNDESERT/IDR qui a financé ce travail et dont il est le coordonnateur. Je remercie ainsi tous les membres de l'équipe pluridisciplinaire de recherche du projet,
- au Dr Jérôme T. YAMEOGO enseignant chercheur à l'IDR, mon directeur de mémoire et maître de stage pour m'avoir fait confiance en me donnant ce thème d'étude. Je le remercie de m'avoir mis dans les bonnes conditions pour la réalisation de ce document. Il a été pour moi aussi bien un maître scientifique que social. Sa simplicité, son humilité et sa gentillesse font de lui un modèle idéal à suivre dans le domaine de la recherche scientifique. Je ne saurais en ces quelques lignes lui faire preuve de ma reconnaissance.
- au Dr Mipro HIEN enseignant chercheur à l'IDR, directeur à la coopération inter-universitaire à l'UPB pour son apport scientifique inestimable dans ce document,
- aux Dr Mamadou TRAORE, Fernand SANKARA, Schémaeza BONZI, Issaka SENOU, d'avoir contribué à améliorer le contenu scientifique de ce document,
- aux doctorants, Zésouma SANON, Albert S. KABORE, Inoussa COMPAORE pour leurs multiples conseils et apports scientifiques dans le document,
- à Mr Nongma TONDE, contrôleur des eaux et forêts pour son expertise en botanique dont j'ai bénéficié.
- à Boalidioa TANKOUANO, Eséchias SOME pour leurs conseils et encouragements,
- une mention spéciale à mes parents, tuteurs, et ami (es) pour la patience et toutes les peines endurées.

A tous les étudiants du Laboratoire SyNAIE, je dis merci !

## Sigles et abréviations

<b>CES/DRS</b>	Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols
<b>CEC</b>	Capacité d'Echange Cationique
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations (organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
<b>FEER</b>	Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural
<b>FEM</b>	Fonds pour l'Environnement Mondial
<b>FICOD</b>	Fonds d'Investissement pour les collectivités Décentralisées
<b>IDR</b>	Institut du Développement Rural
<b>INERA</b>	Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole
<b>INSD</b>	Institut National de la Statistique et de la Démographie
<b>Kd</b>	Potassium disponible
<b>MEDD</b>	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
<b>MO</b>	Matière Organique
<b>NPL</b>	Nombre de Plantules
<b>Pa</b>	Phosphore assimilable
<b>RGPH</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SBE</b>	Somme des Bases Echangeables
<b>SCADD</b>	Stratégie de Croissance Accélérée pour le Développement Durable
<b>SP- CONAGESE</b>	Secrétariat Permanent- Conseil National pour la Gestion de l'Environnement
<b>SyNAIE</b>	Systèmes Naturels des Agro-systèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement
<b>T0</b>	Témoin
<b>TA</b>	Témoin absolu
<b>UNDESERT</b>	Understanding and Combating desertification to mitigate its impact on ecosystem services

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Variation de la texture du sol en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012 .....	29
<b>Tableau II:</b> Evolution des teneurs en éléments nutritifs des sols et le pH eau en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012.....	31
<b>Tableau III:</b> Evolution des teneurs en BE, CEC et TC en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012 .....	32
<b>Tableau IV:</b> Diversité floristique par traitement en 2011 .....	35
<b>Tableau V:</b> Diversité floristique par traitement en 2013 .....	35
<b>Tableau VI:</b> Similitude entre les traitements en 2011 et 2013 de la végétation ligneuse .....	38
<b>Tableau VII:</b> Similitude entre le témoin absolu et les traitements en 2013 de la végétation ligneuse .....	39
<b>Tableau VIII:</b> Densité à l'hectare des ligneux par traitement et par catégorie en 2011 et 2013 .....	39
<b>Tableau IX:</b> Variation du diamètre à la base par traitement de 2011 à 2013 .....	41
<b>Tableau X:</b> Diversité floristique herbacée par traitement en 2013 .....	43
<b>Tableau XI:</b> Similitude entre les traitements de la végétation herbacée en 2013 .....	44

## Liste des figures et illustrations

<b>Figure 1:</b> Localisation de la commune de Dissin .....	10
<b>Figure 2:</b> Carte d'occupation des terres dans la commune rurale de Dissin .....	12
<b>Figure 3:</b> Evolution de la pluviométrie de 2005 à 2013 à Diébougou.....	13
<b>Figure 4:</b> Pluviométrie mensuelle en 2013 à Diébougou.....	14
<b>Figure 5:</b> Disposition des cordons pierreux .....	16
<b>Figure 6:</b> Dispositif expérimental.....	19
<b>Figure 7:</b> Dispositif d'échantillonnage du sol pour les différentes analyses.....	20
<b>Figure 8:</b> Taux de survie des plants utilisés pour la végétalisation.....	27
<b>Figure 9:</b> Distribution en classe de diamètre de la végétation ligneuse .....	41
<b>Figure 10:</b> Stratification de la végétation ligneuse.....	42
<b>Figure 11:</b> Recouvrement de la végétation ligneuse en 2013 .....	42
<b>Photo 1 :</b> Ligne de cordon pierreux associé <i>Gliricidia sepium</i> et <i>Andropogon gayanus</i> .....	19
<b>Photo 2 :</b> Ligne de cordon pierreux associé à <i>Piliostigma thonningii</i> et <i>Gliricidia sepium</i> .....	19

## Résumé

La région du Sud-ouest, longtemps considérée comme le « poumon vert » du Burkina Faso, connaît de plus en plus une dégradation continue de ses ressources forestières. Cette dégradation serait due aux changements climatiques et à la pression des migrants venus du plateau centrale et des pays voisins à la recherche des terres cultivables. Pour juguler ce phénomène, une expérimentation a été conduite dans la commune rurale de Dissin afin de tester l'efficacité des cordons pierreux végétalisés sur la réhabilitation d'un sol dégradé. Il s'est agi d'évaluer l'impact de cette technologie sur la fertilité du sol et la reprise de la végétation. A cet effet un dispositif en blocs Fisher complètement randomisé a été mis en place. Un témoin absolu TA a été installé hors dispositif et soumis aux conditions naturelles de pression anthropique. Au bout de deux saisons pluvieuses (2011 et 2012), les résultats montrent que certains traitements T7 (cordons pierreux - *Piliostigma thonningii*-*Cajanus cajan*) T5 (cordons pierreux - *Piliostigma thonningii* - *Gliricidia sepium*), T4 (cordons pierreux -*Andropogon gayanus*-*Gliricidia sepium*) et T3 (cordons pierreux - *Piliostigma thonningii*) ont induit une légère augmentation des teneurs en particules fines (Argiles + limons fins) dans l'intervalle 2,54% à 23% par rapport au témoin T0. Concernant les paramètres chimiques du sol, les aménagements ont induit une amélioration très significative ( $p = 0,006$ ) de la MO par rapport au témoin T. Le rapport C/N a connu une légère augmentation. L'acidité du sol a baissé induisant un accroissement de la somme des bases échangeables. Cela a été plus marqué au niveau de T7. Après 3 saisons pluvieuses (2011 à 2013) les aménagements ont entraîné une régénération nettement supérieure à celle des témoins T0 et TA et ont contribué à augmenter la diversité floristique ligneuse et herbeuse. Pour les ligneux et les herbacées, respectivement les *Combretaceae* et les *Poaceae* ont été les plus rencontrés. La diversité ligneuse a été plus importante (28 espèces) au niveau de T3. Les traitements T6 (cordons pierreux – *Andropogon gayanus* – *Cajanus cajan*) et T7 ont plus favorisé la régénération ligneuse (1152 pieds/ha pour T6, 1110 pieds/ha pour T7). Le taux de recouvrement le plus élevé (10,14%) a été constaté au niveau de T7. Le traitement T1 (cordons pierreux non végétalisés) a été plus diversifié en herbacées (57 espèces).

**Mots clés** : sols dégradés, réhabilitation, cordons pierreux végétalisés, Burkina Faso.

## Abstract

Southwest region, long time considered as "green lung" of Burkina Faso, knows more and more continuing degradation of its forest resources. This degradation might be due to climate change and the pressure of migrants from Central Plateau and neighboring countries in the quest of farmland. To reduce this phenomenon, an experiment was conducted in the rural town of Dissin to test the effectiveness of vegetated stones rows on the rehabilitation of degraded soil. Specifically it came to assessing the impact of vegetated stones rows on the physico-chemical properties of the soil and the vegetation recovery. Has to completely randomized block Fisher experimental device established. Absolute control TA was installed outside of the device, under natural conditions and anthropogenic pressure. After two rainy seasons (2011 and 2012), the results show that some treatments T7 (stone rows-*Piliostigma thonningii*-*Cajanus cajan*), T5 (stone rows-*Piliostigma thonningii*-*Gliricidia sepium*), T4 (stone rows-*Andropogon gayanus*-*Gliricidia sepium*) and T3 (stone rows-*Piliostigma thonningii*) led a light increase of fine particles levels (clay + fine silt) in the interval 2.54 % to 23 % compared to control T0. Regarding soil chemical parameters, managements plots have led to a significant improvement ( $p = 0.006$ ) of the MO relative to control T0. The C / N ratio has increased slightly. The acidity of the soil decreased inducing an increase of the sum of exchangeable ions. This was more notice at T7. After three rainy seasons (2011-2013) the managements caused regeneration distinctly superior to the one of controls T0 and TA and contributed to increase woody and herbaceous plant diversity. For woody and herbaceous, respectively *Combretaceae* and *Poaceae* were most frequently encountered. Woody diversity was greater (28 species) in T3. Treatments T6 (stone rows-*Andropogon gayanus*-*Cajanus cajan*) and T7 more favored woody regeneration (1152 plants / ha for T6 1110 plants / ha for T7). The highest recovery rate (10.14%) was found at T7. T1 treatment (non -vegetated stone rows) was more diversified in herbaceous plants (57 species).

Keywords: degraded soil, rehabilitation, vegetated stones rows, Burkina Faso

## INTRODUCTION GENERALE

L'état réel des ressources naturelles est encore méconnu au Burkina Faso. Cependant, les recherches effectuées et les données disponibles révèlent un accroissement du processus de dégradation de ces ressources naturelles. Ce processus affecte le potentiel productif du pays et se manifeste entre autre à travers la dégradation de la couverture végétale, des sols, des ressources en eau, de l'habitat de la faune et du cadre de vie (SP- CONAGESE, 2002). En effet, au Burkina Faso, les conditions climatiques très précaires, l'explosion démographique et l'état de pauvreté accrue des populations ne permettent plus le maintien de l'équilibre entre l'exploitation des ressources naturelles et leur régénération (BAYEN et *al.*, 2011 ; ZOUGMORE, 2006 ; ZOUGMORE et *al.*, 1999). L'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD, 2008), estime qu'au Burkina Faso l'accroissement annuel de la population est passé de 2,7% en 1985 à 3,1% en 2006. Les mauvaises pratiques culturales engendrent une dégradation de la fertilité chimique, physique et biologique des sols d'où une diminution tragique de la productivité de ces sols (PIERI, 1989). Selon la FAO (2011), le régime pluviométrique, la végétation et la qualité des sols restent des facteurs environnementaux déterminants pour assurer la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Burkina Faso.

Les techniques de Conservation des Eaux et des Sols/ Défense et Restauration des Sols (CES/DRS) constituent une alternative pour la lutte contre la dégradation des sols et la baisse de la productivité des terres (SOME et *al.*, 2000). L'efficacité des techniques CES/DRS a déjà été démontrée dans plusieurs études. MARE (2002) est arrivée aux résultats que les cordons pierreux végétalisés ont amélioré les teneurs de matière organique et de l'azote total respectivement de 25% et 59% entre 1999 et 2001 à Thion. Les travaux de GANABA (2008) ont montré que les cordons pierreux permettaient de réduire la vitesse de l'écoulement de l'eau tout en permettant son infiltration. L'amélioration du bilan hydrique du sol crée des conditions favorables à la germination des graines des essences forestières. Selon YOUNGBARE (2008), les cordons pierreux ont eu un effet bénéfique sur la croissance des plants de sorgho dans le bassin versant du Zandoma. Les rendements en sorgho sont plus élevés dans les parcelles de zaï que dans celles de demi-lune et cordons pierreux (BAYEN et *al.*, 2011 ; YOUNGBARE, 2008 ; ROOSE et *al.*, 1993). Les demi-lunes comme les cordons pierreux, les digues filtrantes, les sous-solages favorisent l'apparition et le développement

d'une végétation pérenne et fourragère (GANABA, 2005). Selon GIGOU et *al.*, 2006, dans la région cotonnière du Sud malien, du Sud burkinabé et du Nord ivoirien, la réalisation des banquettes de terre (billons) suivant les courbes de niveau, a entraîné une augmentation de l'infiltration de l'eau de 10%, une hausse des rendements de 30%.

La problématique de cette étude se situe dans un contexte où l'efficacité des techniques de CES/DRS a déjà été prouvée dans plusieurs localités du Burkina Faso dans le cadre de la restauration des terres dégradées. Cependant la région du Sud-Ouest et plus précisément la commune de Dissin est longtemps restée en marge de ces techniques du fait que la zone était peu peuplée et le problème de dégradation des sols n'y était pas aussi préoccupant. De nos jours cette perception n'est plus d'actualité. L'INSD estime qu'en 2006 la population de la commune de Dissin était de 37 776 habitants. Une projection en 2010 donnait 39 547 habitants. La pression anthropique associée aux effets néfastes des changements climatiques, a pour corollaire, l'abandon de la pratique de la jachère, la baisse des rendements agricoles, la disparition de certaines espèces végétales et fauniques. Le sujet de notre travail est intitulé « impact des cordons pierreux végétalisés sur la végétation et les propriétés physico-chimiques du sol. ». L'objectif global était d'analyser l'impact des cordons pierreux végétalisés sur la végétation et les propriétés physiques et chimiques du sol. Plus spécifiquement il s'agissait :

- ✓ d'évaluer l'impact des cordons pierreux végétalisés sur les propriétés physiques et chimiques du sol ;
- ✓ d'évaluer l'impact des cordons pierreux végétalisés sur l'évolution de la végétation.

Les hypothèses suivantes ont été formulées :

- ✓ les cordons pierreux végétalisés permettent d'accroître la fertilité du sol ;
- ✓ les cordons pierreux végétalisés impactent la diversité floristique de la végétation spontanée.

Le présent mémoire comprend trois (03) chapitres :

- le chapitre I présente les généralités. Sont décrits dans ce chapitre la zone d'étude et les différentes techniques de conservation des eaux et des sols ;
- le chapitre II est consacré au matériel et à la méthode utilisée pour mener l'étude ;
- les résultats et discussion sont présentés dans le chapitre III.

## ***Chapitre I : GENERALITES***

## **I. Les terminologies clefs de l'étude**

### **1.1. La dégradation des terres**

La dégradation des terres est un problème majeur de l'agriculture dans les régions du sahel, conduisant souvent à l'abandon de grandes superficies cultivables (KAGAMBEGA et *al.*, 2011). Selon le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) (2013), la dégradation des terres est « toute forme de détérioration du potentiel naturel des sols qui altère l'intégrité de l'écosystème soit en réduisant sa productivité écologiquement durable, soit en amoindrissant sa richesse biologique originelle et sa capacité de récupération ». Par ailleurs elle correspond à la transformation (physique, chimique et/ou biologique) du sol qui implique la détérioration plus ou moins réversible d'une ou de plusieurs de ses fonctions. La dégradation des terres peut être ainsi d'ordre physique, chimique et biologique (ROOSE, 2007 ; ZOUGMORE, 2006).

**La dégradation physique des sols** : Elle correspond principalement à une désorganisation de leur structure. L'érosion est la forme la plus commune et la plus répandue de la dégradation physique du sol. Elle se manifeste par un transport des matériaux des couches superficielles du sol par le vent (érosion éolienne), et/ou par l'eau (érosion hydrique). D'autres formes de dégradation physique sont la compaction (diminution excessive de la porosité du sol), l'encroûtement (formation d'une pellicule imperméable) et la battance, l'engorgement et la réduction de l'infiltration.

**La dégradation chimique des sols** : elle résulte d'une acidification, d'un épuisement des éléments nutritifs du sol, de la pollution par les déchets industriels, et l'application excessive ou irrationnelle des pesticides et/ou des engrais chimiques.

**La dégradation biologique des sols** : c'est le résultat d'une diminution de la matière organique du sol, de l'épuisement de la couverture végétale et de la faune du sol, partant la baisse de l'activité biologique du sol (YAMEOGO, 2008 ; ZOUGMORE, 2006). En effet, les êtres vivants améliorent la structure du sol, enrichissent la biomasse et permettent parfois la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes. L'activité biologique agit d'une part sur le stock d'éléments minéraux assimilables issus de la minéralisation de la matière organique et d'autre part sur la structure du sol.

### **1.2. La restauration ou réhabilitation**

Du point de vue écologique, la « restauration ou réhabilitation » au sens strict, consiste à une interruption des facteurs de dégradation pour permettre au milieu de retrouver naturellement la flore et la faune primitives et plus tard les propriétés physiques, chimiques et biologiques

des sols originaux (ROOSE *et al.*, 2011 ; ARONSON *et al.*, 1993). Différentes pratiques rangées en procédés physiques et en procédés biologiques concourent à l'atteinte de cet objectif.

## **II. Les techniques de conservation des eaux et des sols**

### **2.1. Les procédés physiques**

#### **2.1.1. Les cordons pierreux**

Ce sont des ouvrages antiérosifs constitués par un arrangement judicieux de pierres sur les courbes de niveau. Les matériaux utilisés sont des blocs de cuirasses appelés moellons. Le but de cette technique est de casser la vitesse de l'eau, chose qui permet à l'eau de déposer sa charge et favoriser l'infiltration. La distance entre les cordons est comprise entre 15 et 50 m sur des pentes variant entre 3 et 0,5% (VLAAR, 1992). Selon SAWADOGO et KINI (2011), les zones agro-climatiques où les cordons pierreux sont les plus adaptés sont les zones soudano-sahéliennes et soudaniennes. Dans la zone soudano-guinéenne à forte pluviométrie, ils sont également applicables mais leur effet bénéfique sur les rendements sera réduit ou même nul en l'absence de l'effet bénéfique dû à l'augmentation du volume d'eau infiltré.

Les cordons pierreux installés individuellement finissent par perdre certaines fonctions dont celui de filtre. La sédimentation va provoquer à long terme un dépôt de limon et d'argile en amont des cordons pierreux d'où un phénomène de colmatage (ZOUGMORE *et al.*, 2000). Ce processus peut bloquer le passage de l'eau et endommager ainsi le dispositif. Il devient donc nécessaire de renforcer ces cordons pierreux par une plantation d'herbes pérennes, d'arbustes ou d'arbres. L'avantage de cette opération est non seulement le maintien du rôle de filtre que doit jouer le cordon pierreux mais aussi la production du fourrage, de fruits et de paille. Les espèces végétales couramment utilisées à cet effet sont : *Andropogon* spp, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh., *Cajanus cajan* Harms, *Vetiveria zizanioides* (ZOUGMORE *et al.*, 2000).

#### **2.1.2. Le Zaï**

Les agriculteurs ont développé en zones arides d'Afrique de l'Ouest, une technique de récupération des terres dégradées en introduisant leurs cultures dans des micros cuvettes.

Cette technique qui a été progressivement améliorée, est appelée « Zai » (ou Saai) au Burkina Faso « Tassa » au Mali ou « towalen » au Niger (ZOMBRE, 2006). Les dimensions des cuvettes varient en fonction de la nature du sol (en moyenne 20 à 30 cm de diamètre et 10 à 15 cm de profondeur) (REIJ *et al.*, 1996). Elles sont plus larges sur sol latéritique (poreux) et plus petites sur sol argileux. L'écartement entre les cuvettes est variable et l'on compte entre 12.000 et 15.000 cuvettes par hectare (FAO, 2013). Les trous sont creusés en fin de récoltes, de préférence quand le sol n'est pas encore totalement asséché. Ils sont partiellement remplis d'une certaine quantité de matière organique, ce qui est nécessaire pour améliorer la porosité et la capacité d'infiltration de l'eau du sol à travers l'activité des termites pendant la saison sèche (HAUCHART, 2007). En effet, les termites creusent des galeries et facilitent ainsi l'infiltration profonde des eaux de pluie et de ruissellement. En plus de leur contribution à l'amélioration de la porosité des sols et à la capacité de rétention de l'eau, les termites transportent également les éléments nutritifs des couches supérieures profondes vers des horizons supérieurs et inversement (MANDO, 1991).

### **2.1.3. Les demi-lunes**

Les demi-lunes consistent en une levée de terre en forme d'arc de cercle et dont l'intérieur est tourné vers l'amont. Le cordon est parfois renforcé par des pierres. La partie la plus basse à l'intérieur de la demi-lune est travaillée afin de favoriser l'infiltration de l'eau de ruissellement recueillie par le dispositif. Tout comme les cordons pierreux, les demi-lunes sont disposées suivant les courbes de niveau et en quinconce d'une ligne à l'autre afin de capter la totalité de l'eau de ruissellement. Elles sont utilisées sur les sols à faible pente. La taille des demi-lunes est très variable, grande pour l'amélioration pastorale sur très faible pente, petite pour la plantation d'arbres sur pentes un peu plus fortes. Souvent un seul, ou parfois quelques arbres sont plantés au pied de la diguette à l'intérieur de la demi-lune. En tant que pratique de collecte des eaux de ruissellement la demi-lune est surtout adaptée aux zones sahéliennes et soudano-sahéliennes. Mis en œuvre en zones sèches, ces ouvrages ne conviennent qu'aux sols relativement lourds à capacité de rétention en eau assez élevée (sols limoneux et argilo-limoneux). Ils peuvent être utilisés aussi bien en l'agriculture qu'en foresterie.

#### **2.1.4. Le sous-solage**

Le sous-solage vise à casser la couche superficielle d'un sol colmaté afin d'améliorer sa capacité d'infiltration à l'eau. Dans d'autres localités, cette technique vise à casser les semelles de labour. Les travaux de KIEMA et *al.* (2006) ont montré que le sous-solage améliore de façon très significative la diversité floristique et la valeur pastorale. Selon VLAAR (1992) le sous-solage a une profondeur d'environ 30 cm et est exécuté à l'aide d'un tracteur ou d'un bulldozer. Le sous-solage est adapté à toutes les zones agro-climatiques et effectuable aussi bien sur des terrains relativement plats que sur des terrains en pente (pas trop raides). Il convient mieux aux sols limoneux qui sont colmatés ou indurés en surface; ce qui n'est pas le cas des sols sableux à structure instable. L'avantage de cette technique est que l'on peut travailler la terre à l'état sec, limitant ainsi les pertes de temps en début de saison pluvieuse.

### **2.2. Les procédés biologiques**

#### **2.2.1. Le paillage ou « mulching »**

Le paillage est l'épandage à la surface du sol de débris végétaux tels que les résidus de culture, la paille, les tiges ou les branchages divers. Le paillage assure la protection du sol, la revitalisation, la réduction de l'évapotranspiration, la stimulation de l'activité biologique. Il est traditionnellement utilisé sur l'ensemble du pays (KAMBIRE et SOME, 2013).

#### **2.2.2. La mise en défens**

La mise en défens est une technique qui consiste à protéger pendant plusieurs années une zone en y interdisant toute exploitation qui contribue à sa dégradation, qu'elle soit agricole, pastorale ou forestière. C'est une méthode de régénération naturelle techniquement très simple et peu coûteuse, mais elle est très complexe à mettre en œuvre, car sa réussite implique une acceptation et une participation active de tous les exploitants (agriculteurs et éleveurs). Elle est fondée sur le principe selon lequel, la cause de la dégradation d'un sol étant supprimée, le sol est en mesure de recouvrer par lui-même ses qualités après une certaine période. Une mise en défens correspond à une jachère qui est protégée contre les feux, la coupe du bois ou le pâturage. Elle permet de ce fait une régénération des espèces et une amélioration de la diversité floristique (TOUTAIN et PIOT, 1980 ; YAMEOGO, 2008). Selon GROUZIS (1982), la mise en défens est une technique assez bonne pour la protection des pâturages mais pour une meilleure restauration, en plus de la mise en défens, le traitement et la plantation d'arbre adapté seront les bienvenus.

### **2.2.3. La haie vive**

La haie vive est une formation dense alignée d'arbres ou d'arbustes utilisés le plus souvent en agroforesterie. Elle est introduite par la recherche et vise à matérialiser les propriétés ; protéger les jardins, les vergers ou les champs de cultures contre le passage des animaux (SAWADOGO et KINI, 2011). Elle vise également à créer une clôture de bétail, à produire des sous-produits ligneux et non ligneux, fixer les ouvrages antiérosifs. Enfin, les haies vives visent à lutter contre l'érosion des sols et à mobiliser les eaux de ruissellement à partir des cuvettes. Installées en bandes perpendiculaires à la direction du vent dominant au bord et à l'intérieur des champs, les haies vives permettent également d'atténuer les effets de l'érosion éolienne et de lutter contre la verse des cultures. Les espèces les plus utilisées pour la réalisation des haies vives sont entre autre *Acacia nilotica* (L) Willd.ex Del., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Bauhinia rufescens* Lam. pour les semis directs. Quant à la plantation, il s'agit des espèces telles que *Ziziphus mauritiana* Lam., *Acacia nilotica* et *Bauhinia rufescens*. (SAWADOGO et KINI, 2011).

### **2.2.4. La bande enherbée**

Les bandes enherbées sont constituées de lignes de végétations naturelles ou plantées. Une bande peut avoir une largeur d'environ 20 à 50 cm. Les bandes enherbées jouent le rôle de filtre et permettent de freiner le ruissellement et l'érosion (réduction du ruissellement de 51 % et de l'érosion des sols de 34 %). Elles constituent une source de fourrage pour les animaux et de la paille à usage domestique. Elles remplacent les cordons pierreux là où les pierres ne sont pas disponibles. Les bandes enherbées sont utilisées dans toutes les régions du Burkina Faso. La bande d'*Andropogon gayanus*, est très répandue dans les zones nord soudaniennes et sud sahéliennes du Burkina Faso (KAMBIRE et SOME, 2013).

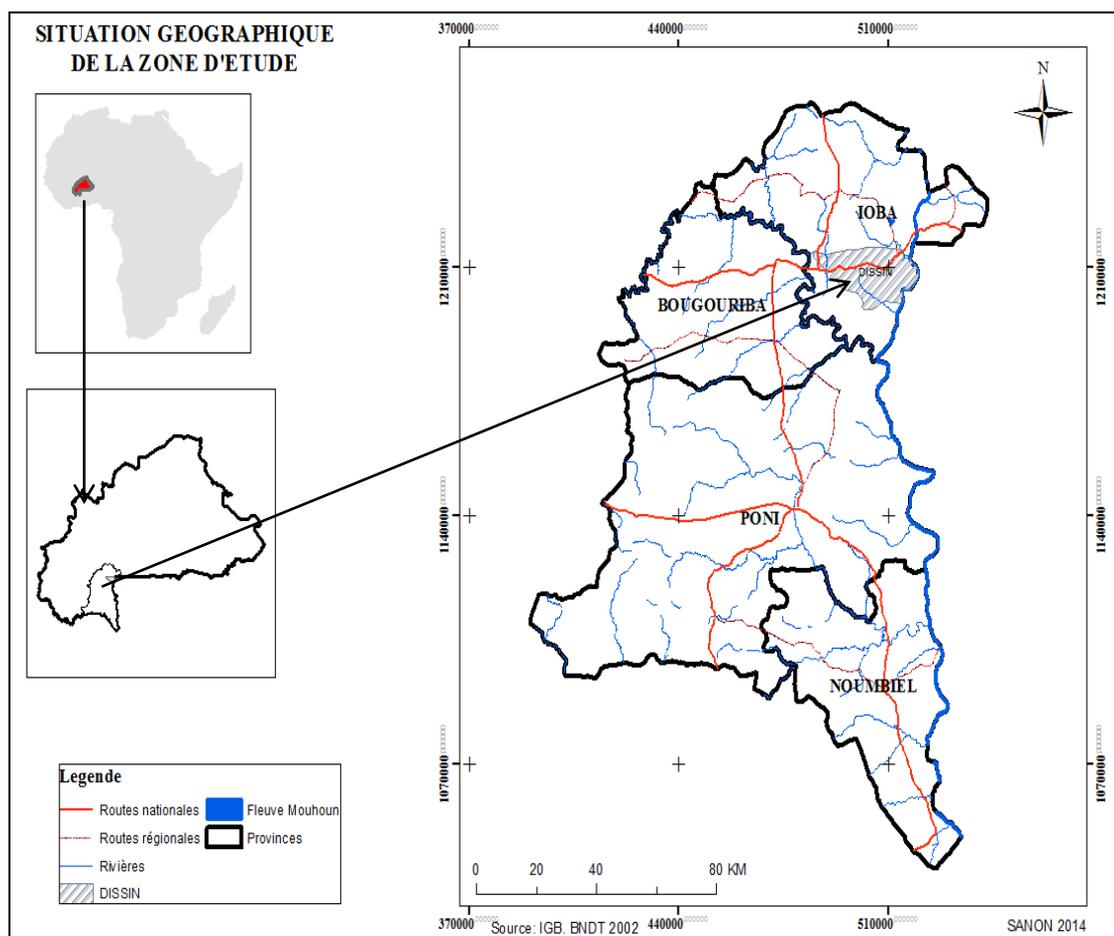
## ***Chapitre II. MATERIELS ET METHODES***

## I. Milieu d'étude

### 1.1. La situation géographique

La présente étude a été effectuée dans la Commune rurale de Dissin (Figure 1). Cette commune est située au sud de la province du Ioba, dans la région du Sud-Ouest au Burkina Faso. Les coordonnées géographiques de la zone d'étude sont de 05° 01' et 4° 26' de latitude Ouest et de 12° 01' et 12° 23' de longitude Nord. La commune couvre une superficie de 389,52 Km<sup>2</sup> et comprend 23 villages et 8 secteurs. Elle est limitée :

- ❖ au Sud par la commune rurale de Zambo ;
- ❖ au Nord par la commune urbaine de Dano ;
- ❖ à l'Ouest par la commune rurale de Guegueré ;
- ❖ et à l'Est par la commune rurale de Koper et le fleuve Mouhoun qui constitue la frontière naturelle avec le Ghana.



**Figure 1:** Localisation de la commune de Dissin

## **1.2. Le relief et Sols**

- *Le relief*

Le relief de la commune de Dissin, est accidenté et majoritairement constitué de plateaux d'altitude variant entre 250 et 450 mètres. Le territoire communal est sillonné de petits cours d'eau saisonniers qui sont les affluents du fleuve Mouhoun. Selon FICOD (2006), il existe d'autres unités topographiques plus vastes : des plaines et des bas-fonds constitués d'une grande diversité de sols

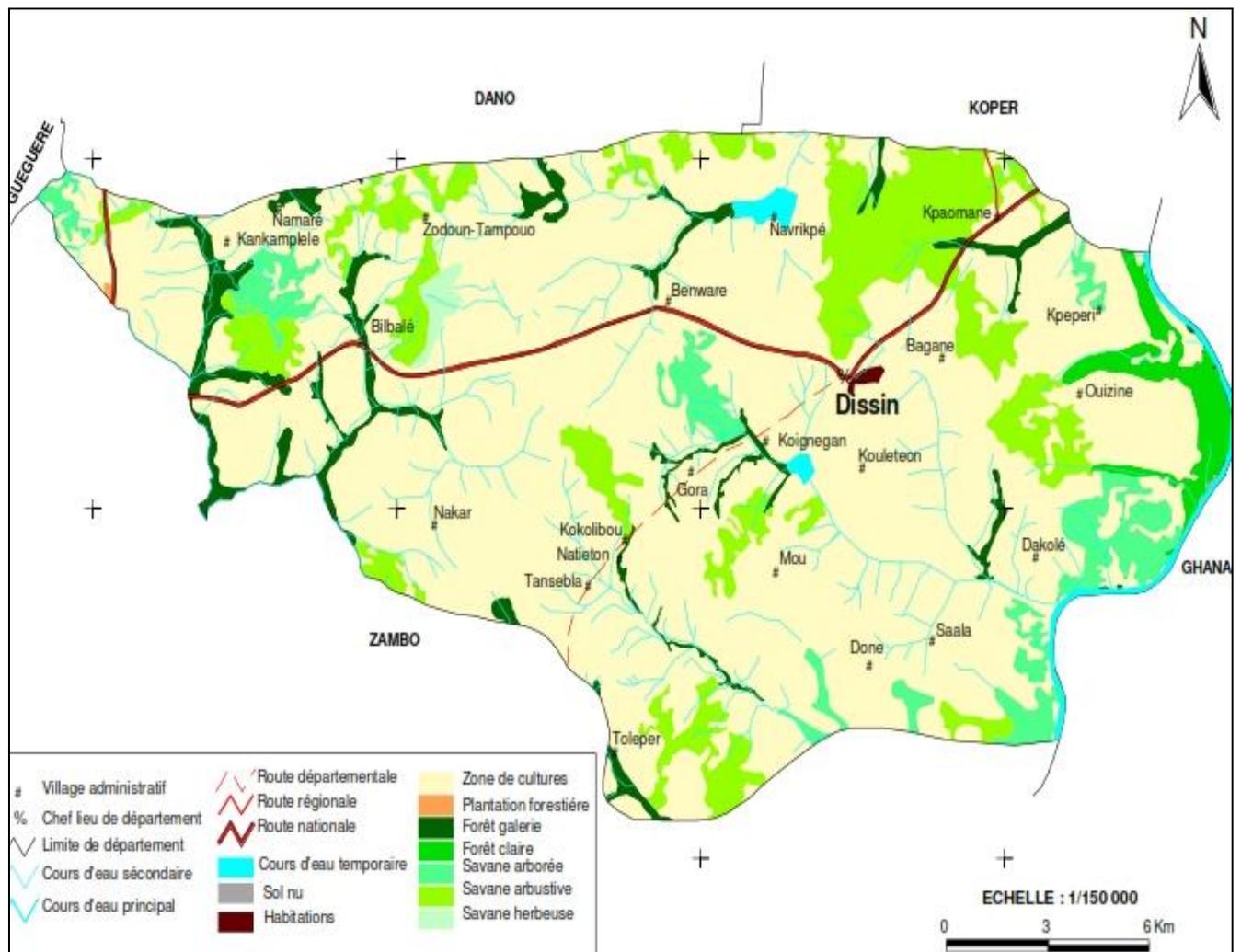
- *Les sols*

Les sols sont assez riches et donnent des bons rendements agricoles. La texture de ces sols se présente comme suit :

- les sols argilo-sableux en surface et argileux en profondeur, sols généralement riches en bases et de bonne qualité ;
- les sols limono-argileux à argilo-limoneux en surface et argileux en profondeur avec une teneur moyenne en bases. Ces sols sont les plus dominants dans la commune. L'abondance relative de ce type de sol aurait favorisée l'installation des migrants agricoles dont le corollaire est l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles (FICOD, 2006).

## **1.3. La végétation**

Malgré l'effet conjugué d'une bonne pluviométrie et des sols assez fertiles, le couvert végétal reste moins important dans la commune de Dissin. La végétation appartient au domaine phytogéographique sud - soudanien (FONTES et GUINKO, 1995). Elle est constituée principalement de formations savaniques (allant de la savane arborée à la savane herbeuse) des forêts claires, des forêts galeries. La cartographie spatiale de la zone (Figure 2) renseigne que les zones de culture occupent les plus grandes superficies.



Source : BDOT (IGB)

Réadapté par KOHOUN S. Avril 2006

**Figure 2:** Carte d'occupation des terres dans la commune rurale de Dissin

#### 1.4. L'hydrographie

Le réseau hydrographique appartient au bassin versant du Mouhoun. La commune est longée à l'Est par le fleuve Mouhoun et quelques cours d'eaux secondaires. A ce fleuve et cours d'eaux, on note la présence des affluents de la Bougouriba. Malgré cet important réseau hydrographique, les besoins en eau des populations de la commune restent insatisfaits. Cette situation est due au manque de retenues d'eau qui favorise l'écoulement de la grande quantité d'eau de pluie vers le Ghana.

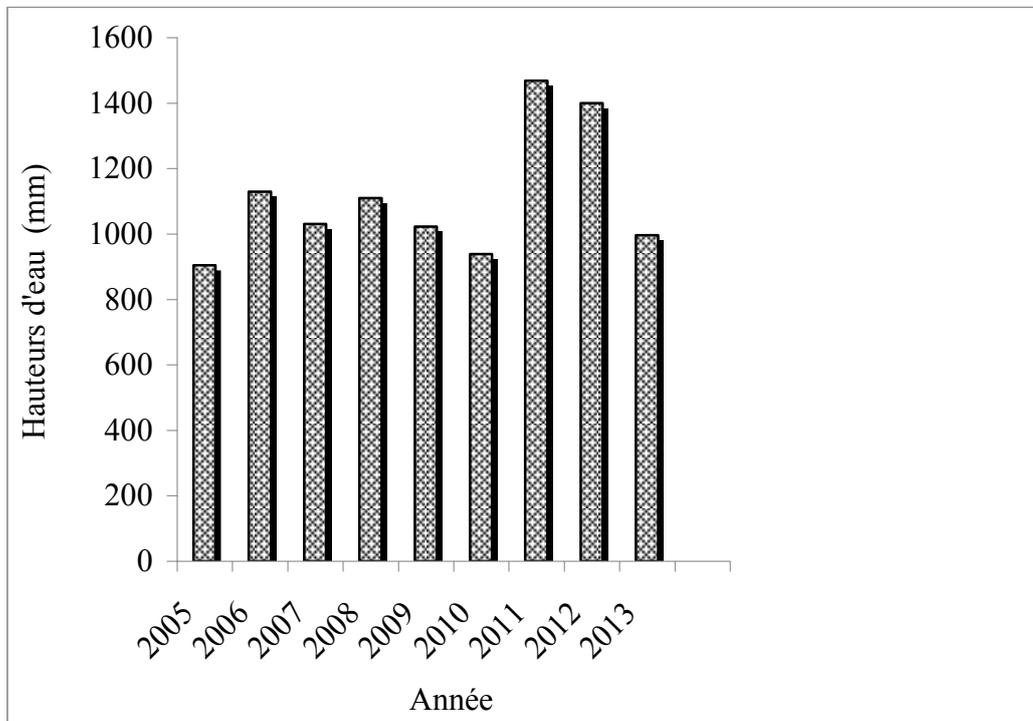
#### 1.5. Le climat

La commune de Dissin est l'une des mieux arrosées au Burkina Faso. Elle appartient à la zone climatique de type sud-soudanien, caractérisée par deux saisons (humide et sèche) de durée à

peu près égale (FONTES et GUINKO, 1995). Mais le déséquilibre s'agrandit au profit de la saison sèche.

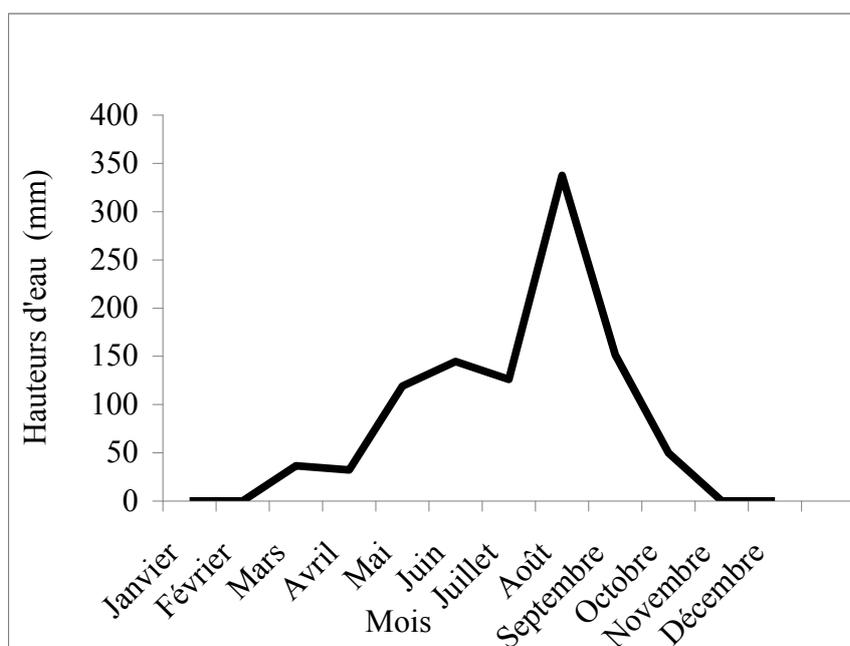
### 1.5.1. La pluviosité

La région connaît une pluviométrie relativement importante, puisqu'elle reçoit du nord vers le sud 900 à 1400 mm de pluie par an. La pluviosité est le paramètre le plus important et le mieux suivi pour caractériser le régime climatique (CLAUDE *et al.*, 1991). Les données pluviométriques de la station de Diébougou ont servi de base au suivi de l'évolution pluviométrique au cours des neuf (09) dernières années (2005 à 2013). Ainsi la figure 3 présente leur évolution de 2005 à 2013 dans la zone. Notons que Dissin est à environ 45km de Diébougou. Pour ces 09 dernières années, la pluviométrie annuelle dans cette zone a varié de 904,42 mm à 1467,8 mm avec une moyenne annuelle de 1110,77 mm



**Figure 3:** Evolution de la pluviométrie de 2005 à 2013 à Diébougou

La figure 4 montre l'évolution de cette pluviométrie au cours de l'année 2013. Ainsi nous constatons qu'elle varie de 32 mm (Avril) à 337,4 mm (Août) avec une moyenne mensuelle de 83,01 mm.



**Figure 4:** Pluviométrie mensuelle en 2013 à Diébougou

### 1.5.2. La température

La température est l'un des facteurs principaux qui gouverne la productivité des plantes (CORNIC, 2007). Dans la commune de Dissin, la température est clémente avec une moyenne annuelle de 27°C. Elle oscille entre 21°C et 32°C soit une amplitude thermique de 11°C. Le temps d'insolation annuelle varie entre 6 et 8 heures par jour. L'humidité de l'air est relativement importante.

### 1.5.3. Les vents

Le vent est un facteur pertinent dans les phénomènes de désertification (Le HOUEROU, 1996). Les vents dominants de la commune de Dissin sont :

- l'harmattan : masse d'air continental provenant de l'anticyclone saharien (nord-est / sud-ouest). Il s'agit d'un air chaud et sec, avec des suspensions poussiéreuses (il souffle d'octobre à avril),
- la mousson : masse d'air maritime qui vient de l'océan atlantique. Il s'agit d'un air chaud et humide, provenant de l'anticyclone austral dit de sainte Hélène et souffle du sud-ouest vers le nord-est (de mai à septembre). Elle est à l'origine des précipitations.

## 1.6. L'exploitation des ressources forestières et halieutiques

La commune de Dissin ne dispose pas assez de ressources ligneuses. En matière d'exploitation de ressources ligneuses, la localité est plutôt dépendante de la commune de Zambo.

La commune dispose de deux plans d'eau, le barrage de Dissin et celui de Navrikpé. Quant à la pêche, elle est artisanale et se pratique dans le fleuve Mouhoun ainsi que dans les barrages. Les silures, les capitaines, les anguilles, les carpes et les poissons électriques (MEDD, 2013) sont les types de poissons les plus courants. Le gibier est inexistant dans la commune, même la chasse villageoise ne donne que quelques rares hérissons.

## II. Matériels

### 2.1. Le matériel végétal

Pour cette étude, le choix a été porté sur quatre espèces végétales : *Andropogon gayanus* Kunth, *Gliricidia sepium* (jacq.) Walp., *Cajanus cajan* Harms, *Piliostigma thonningii* (schumach.) Milne-Redh. Ce choix se justifie par le fait que ces espèces sont généralement utilisées en agroforesterie et en plus elles sont localement connues et utilisées par les populations. Nous donnons ici une description sommaire de chacune des espèces utilisées pour renforcer les cordons pierreux :

- *Andropogon gayanus* Kunth : Cette espèce est de la famille des *Poaceae*, herbacée pérenne, elle possède des rhizomes et se propage aussi bien par ses graines que par l'éclatement de ses touffes. Ses touffes résistent bien au feu et à la sécheresse.
- *Gliricidia sepium* (jacq.) Walp : L'espèce est de la famille des *Fabaceae*, arbuste ou petit arbre de 5-8 (-12) m de haut, à fût court et souvent branchu dès la base, à cime ouverte, aux branches plus ou moins retombantes. C'est une espèce originaire des forêts sèches d'Amérique centrale (à 4-5 mois de saison sèche) et plantée sur tous les types de sol (ARBONNIER, 2009). Elle peut être régulièrement taillée pour fournir du bois de chauffage ou de l'engrais vert,
- *Cajanus cajan* Harms : Elle est de la famille des *Fabaceae*, arbrisseau à arbuste de 1-4 m de haut, souvent ramifié dès la base. La durée de vie de *Cajanus cajan* est de 1 à 5 ans, sa tige peut atteindre 15 cm de diamètre et porte de nombreuses petites branches. Cette plante à plusieurs utilisations : fertilisation du sol, lutte antiérosive, médicinale, Fourrage, alimentaire.

- *Piliostigma thonningii* (schumach.) Milne-Redh : C'est une espèce de la famille des *Caesalpiniaceae*, arbuste de 6-8 (-10) m de haut, souvent bas branchu ou sarmenteux, fût tortueux, à cime étalée et plus ou moins dense. Cette espèce est envahissante, dans les jachères, savanes et forêts dégradées (ARBONNIER, 2009).

Lors de l'inventaire, des échantillons de plantes ligneuses et herbacées ont été récoltés pour constituer des spécimens d'herbier et faciliter l'identification des espèces au laboratoire.

## 2.2. Les cordons pierreux

Depuis mai 2011, un dispositif en cordons pierreux a été mis en place sur le site. Les cordons pierreux suivent les courbes de niveau et le système à trois (03) pierres ou système développé par le Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural (FEER) a été adopté. Ce sont des réseaux formés de juxtaposition de trois pierres dont deux forment la base de l'ouvrage et la troisième assure la voûte (MARE, 2002). Des petits cailloux sont utilisés comme bourratifs et jouent également le rôle de filtre. L'ouvrage a une hauteur comprise entre 25 et 30 cm et une épaisseur variant entre 30 à 40 cm. La distance entre les lignes de cordons pierreux est environ 33 m (Figure 5). Cet écartement serait économiquement plus rentable (ZOUGMORE et *al.*, 2000).

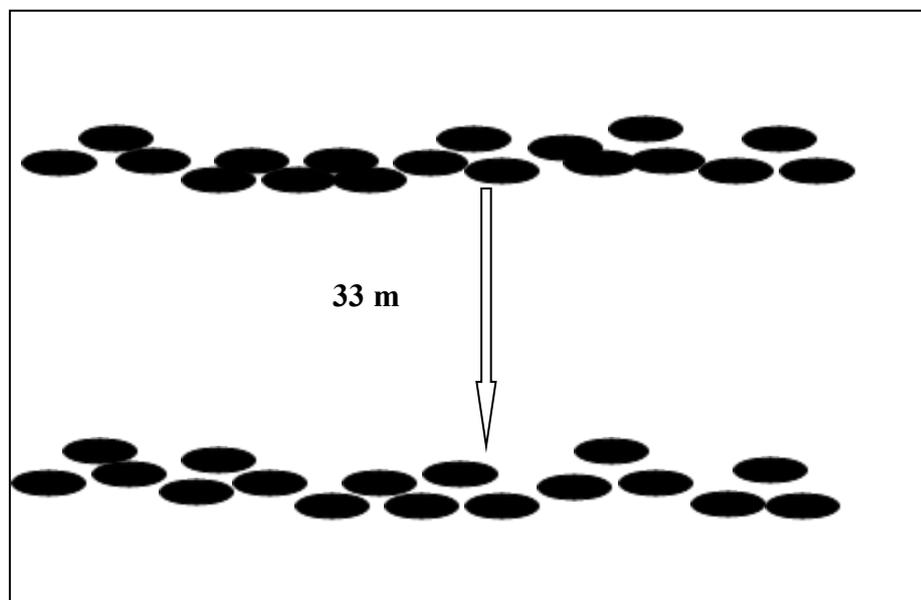


Figure 5: Disposition des cordons pierreux

### 2.3. L'équipement sur le terrain

Divers matériels ont été utilisés. Le GPS (*Global Positioning System*) a servi à prendre les coordonnées géographiques du site, le sécateur a été utilisé pour prélever les spécimens d'espèces. Nous avons utilisé le ruban de 50 m pour les différentes mesures puis une équerre et des piquets pour délimiter les parcelles sur le terrain. Un appareil photo numérique a servi pour les prises de vue de la végétation du site et un pied à coulisse pour la mesure de diamètre des régénérations. Deux presses ont servi à la préparation des échantillons botaniques des herbiers, un sac en jute pour la collecte des échantillons d'herbacées et ligneux et des sachets pour des échantillons de sol. La tarière a servi au prélèvement des échantillons de sol.

## III. Méthodes

### 3.1. Le dispositif expérimental

Un dispositif de trois blocs de Fisher complètement randomisé a été mis en place sur le site. Le dispositif est entièrement clôturé. Les traitements sont les suivants :

- T0 : témoin, parcelle sans cordons pierreux, ni végétalisation,
- T1 : cordons pierreux non végétalisés,
- T2 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Andropogon gayanus* repiqué avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont,
- T3 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Piliostigma thonningii* plantés avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont,
- T4 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Andropogon gayanus* repiqué avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont ; associées à une ligne de *Gliricidia sepium* planté avec un écartement de 1 m entre deux plants, installée du côté aval (photo 1),
- T5 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Piliostigma thonningii* repiqué avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont ; associées à une ligne de *Gliricidia sepium* planté avec un écartement de 1 m entre deux plants, installée du côté aval (photo 2),
- T6 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Andropogon gayanus* repiqué avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont ; associées à une ligne de *Cajanus cajan* planté avec un écartement de 1 m entre deux plants, installée du côté aval,

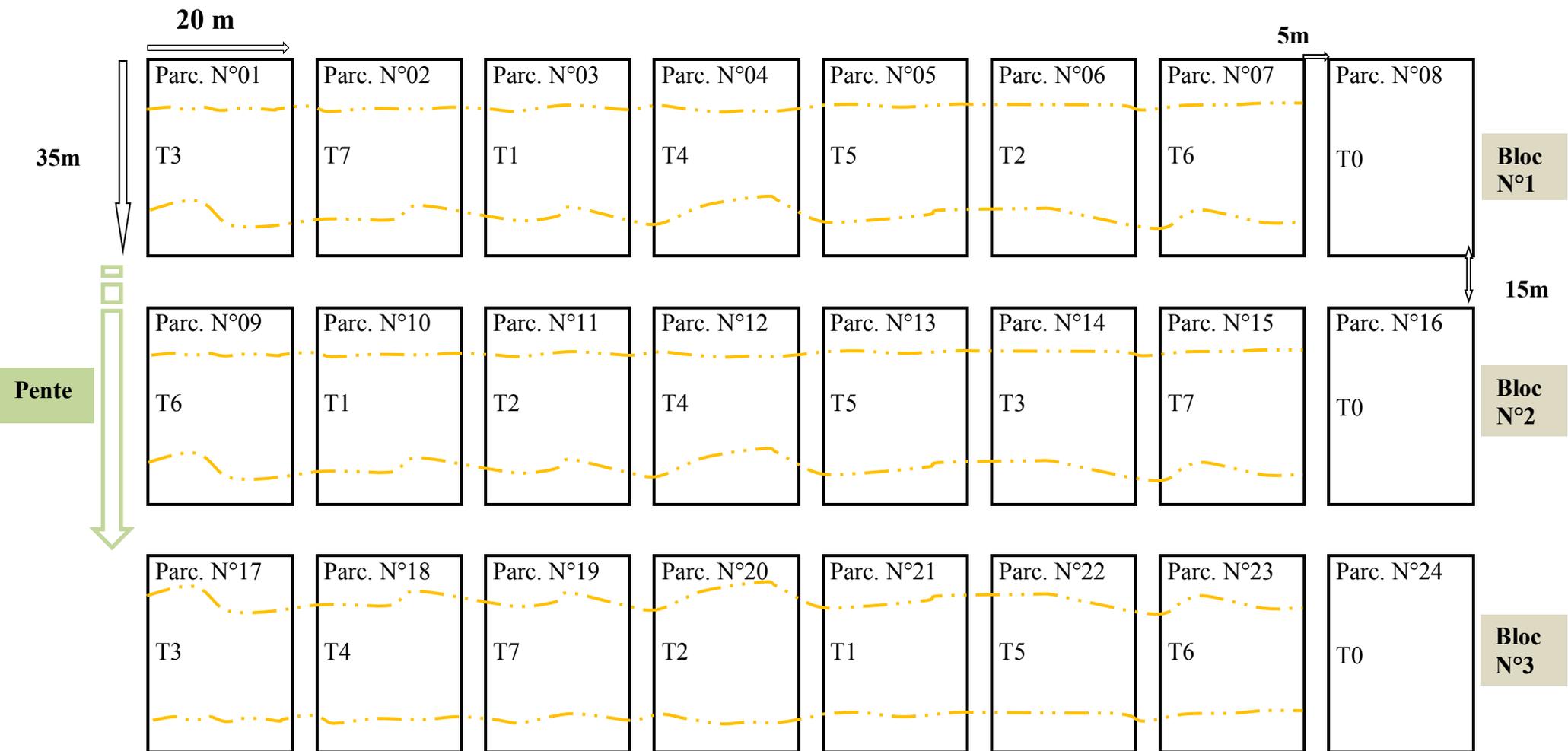
- et T7 : cordons pierreux avec une bande de deux lignes, séparées de 20 cm de *Piliostigma thonningii* repiqué avec un écartement de 30 cm entre poquets, installées du côté amont ; associées à une ligne de *Cajanus cajan* planté avec un écartement de 1 m entre deux plants, installée du côté aval. Au total nous avons huit traitements avec trois (03) répétitions. Les dimensions de chaque parcelle élémentaire sont de 35 m × 20 m soit 700 m<sup>2</sup>. Les traitements ont été affectés de façon aléatoire aux différentes parcelles sauf les témoins affectés délibérément aux parcelles en fin de bloc pour les soustraire de l'impact des cordons pierreux (Figure 6). Le site est entièrement clôturé avec du fer barbelé. Nous avons tenu à installer 3 parcelles témoins absolues (TA) hors clôture à notre dernière évaluation (2013) car nous estimons que le fait que le site soit clôturé, nos parcelles témoins seraient mises en défens par la clôture et donc ne seraient pas des témoins absolus.



Photo 1 : Ligne de cordon pierreux associée à *Andropogon gayanus* et *Gliricidia sepium*



Photo 2 : Ligne de cordon pierreux associée à *Piliostigma thonningii* et *Gliricidia sepium*



Légende :

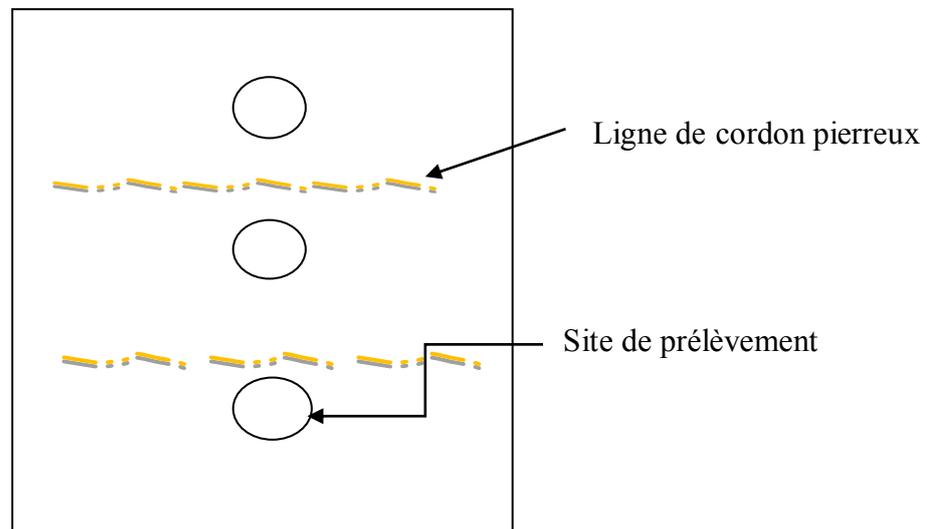
— · — · — · : Ligne de passage des cordons pierreux isohypses végétalisés

□ : Parcelle élémentaire

Figure 6: Dispositif expérimental

### 3.2. L'échantillonnage du sol pour des analyses physiques

Des échantillons de sol ont été prélevés à trois points au niveau de chaque parcelle (Figure 7).



**Figure 7:** Dispositif d'échantillonnage du sol pour les différentes analyses

L'horizon 0-20 cm a été la couche concernée par l'échantillonnage. L'analyse a concerné la granulométrie cinq fractions (YAMEOGO, 2012 ; PALLO et *al.*, 2008 ; DESJARDINS et *al.*, 2000) et les particules ont été réparties en cinq classes :

- argile  $\emptyset < 2 \mu\text{m}$  ;
- limon fin  $2 < \emptyset < 20 \mu\text{m}$  ;
- limon grossier  $20 < \emptyset < 50 \mu\text{m}$  ;
- sable fin  $50 < \emptyset < 200 \mu\text{m}$  ;
- sable grossier  $200 < \emptyset < 2000 \mu\text{m}$ .

La méthode par pipetage de Robinson- Köln a été utilisée pour l'extraction de l'argile. Ce procédé consiste à détruire la matière organique par le peroxyde ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). L'héxamétaphate de sodium va disperser ensuite l'argile enrobant les particules terreuses. En ce qui concerne les sables fin et grossier, des tamis de  $50 \mu\text{m}$  et  $200 \mu\text{m}$  ont servi à les séparer par tamisage. Les autres particules ont été prélevées au cours d'une sédimentation à des profondeurs variables suivant la température et le temps écoulé après l'agitation mécanique selon la loi de Stokes.

### **3.3. La détermination des propriétés chimiques de sol**

Pour l'analyse chimique, le prélèvement des échantillons de sol a concerné l'horizon (0–20 cm). Cet horizon est considéré comme le siège du développement racinaire maximal de la plupart des herbacées et des ligneux en régénération (MARE, 2002 ; BLAMAH, 2004 ; KIEMA *et al.*, 2008 ; YAMEOGO, 2012). Nous avons commencé par un tamisage qui a eu pour finalité la séparation de la terre fine des particules grossières à l'aide d'un tamis de 2 mm. Les analyses ont porté essentiellement sur le pH eau, la matière organique, l'azote total, le phosphore assimilable, le potassium disponible, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables et le taux de saturation.

#### **3.3.1. Le pH<sub>eau</sub>**

Selon la norme conventionnelle, l'acidité du sol est déterminée par la mesure du pH eau à partir d'un mélange de terre avec de l'eau distillée dans un rapport 1/2,5, puis le pH est déterminé à l'aide d'un pH-mètre.

#### **3.3.2. La matière organique du sol (MO)**

Elle a été obtenue en appliquant la méthode de Walkley et Black. Selon cette méthode, le carbone organique est oxydé en milieu sulfurique par le bichromate de potassium en excès et le taux de MO est déterminé par la formule suivante : Taux de MO = taux de carbone\*1,724.

#### **3.3.3. L'azote total**

L'azote total a été déterminé par la méthode Kjeldahl. Il s'est agi d'une minéralisation de l'échantillon de sol avec un mélange d'acide sulfurique-sélénium-acide salicylique en le chauffant progressivement (100 à 340°C) jusqu'à avoir la minéralisation totale. La solution aqueuse a été ensuite mélangée à du carbone actif et filtrée. L'azote total est par la suite extrait à l'aide d'un appareil appelé auto analyseur du type Skalar.

#### **3.3.4. Le phosphore assimilable**

Il a été déterminé selon la méthode Bray n°1. En effet l'extraction du phosphore s'est effectuée avec une solution mixte de fluorure d'ammonium (0,03 M) et d'acide chlorhydrique (0,25 M). L'extrait est passé ensuite au spectrophotomètre à 720 nm en utilisant le molybdate d'ammonium comme indicateur.

### **3.3.5. Le potassium disponible**

Celui-ci a été extrait de l'échantillon du sol par utilisation d'une solution mixte d'acide chlorhydrique (HCl ; 0,1 N) et oxalique (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ; 0,4 N). Nous avons utilisé le photomètre à flamme pour déterminer le potassium par la comparaison des intensités de radiation émises par les atomes de potassium et celles de la solution standard,

### **3.3.6. La capacité d'échange cationique (CEC ou T)**

La procédure employée est basée sur l'extraction des cations avec de l'argent thiouré (Agtu) à 0,01 M. L'échantillon de sol est agité avec une solution d'Agtu pendant 2 heures et est ensuite filtré ou centrifugé. La CEC est déterminée par la quantité d'argent dosée dans le filtrat qui le représente.

### **3.3.7. Les bases échangeables et le taux de saturation du complexe**

#### **absorbant**

La détermination des bases échangeables (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup>) se fait en même temps avec la CEC. Le principe de détermination est basé sur leur déplacement selon l'état du sol (acide, basique ou neutre). Le percolât obtenu contient des cations libérés et la détermination de la CEC se fait ensuite au photomètre à flamme. Le rapport entre la somme des bases échangeables (S) et la capacité d'échange cationique (T) multiplié par 100, représente le taux de saturation du complexe adsorbant.

### **3.3.8. Le carbone total**

La méthode de Walkley et Black explicitée plus haut a permis de le déterminer. Les différentes analyses ont été effectuées dans le laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA station de Farako-Ba et au Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la fertilité du Sol (LERF).

Les données ont été saisies à l'aide du Tableur Excel (2010) et le logiciel XLSTAT 7.5.2 a permis de faire l'analyse de variance au seuil de 5%. Le test de Fisher a été utilisé pour séparer les moyennes.

## **3.4. La méthode d'évaluation de la régénération des végétaux**

### **3.4.1. L'inventaire de la végétation ligneuse**

L'inventaire a été fait sur les 24 parcelles que compte le dispositif et aussi sur 3 parcelles délimitées à l'extérieur de la clôture en 2013. L'objectif était d'aboutir à la définition de la

composition de la structure, de la dynamique et des tendances évolutives de la végétation des différents traitements. Un inventaire exhaustif a été réalisé sur ces parcelles de 700 m<sup>2</sup>. Des paramètres tels que la hauteur totale, le diamètre du fût et le diamètre moyen du houppier ont été mesurés.

#### **3.4.1.1. La définition des paramètres mesurés**

- *La hauteur totale* : Pour les plantes adultes, ce paramètre a été estimé. La régénération n'a pas été concernée pour l'estimation de la hauteur totale.

- *Le diamètre à la base (30 cm au dessus du sol)* : Les sujets dont le diamètre est supérieur ou égale à 3 cm ( $\varnothing \geq 3$  cm) ont été retenus pour cette structuration conformément aux travaux de YAMEOGO (2012).

- *Le diamètre moyen du houppier (Dmh)* : Le houppier est l'ensemble des branches vivantes et des rameaux feuillés qui entourent la partie supérieure du tronc. Pour calculer le recouvrement, Le Houerou (1980) cité par YAMEOGO (2012) préconise d'assimiler la couronne de l'arbre à un cercle ayant comme diamètre une moyenne établie à partir des mesures de deux dimensions extrêmes de la couronne. Ces dimensions de la couronne se mesurent selon deux directions perpendiculaires (d1 et d2) choisies au bas de chaque ligneux. Ainsi, le Dmh est obtenu à partir de la moyenne des deux mesures.

#### **3.4.1.2. La collecte et l'analyse des données sur la végétation ligneuse**

La fiche de collecte des données en annexe 1 a été utilisée. Le traitement et l'analyse des données ont été effectués avec le tableur Excel. Le logiciel XLSTAT 7.5.2 a permis de faire l'analyse de variance au seuil de 5%. La flore de ARBONNIER (2009) a été consultée pour la validation des noms botaniques des espèces ligneuses. Les paramètres suivants ont été évalués :

- *l'indice de présence* : il a été défini par la fréquence centésimale (FC) utilisée par Grouzis (1988). Pour chaque espèce, elle est égale au rapport en pourcentage de la fréquence spécifique (FS= nombre de fois que cette espèce a été rencontrée) au nombre (N) de points échantillonnés. Sa formule est  $FC = \left(\frac{FS}{N}\right) \times 100$  ;

- *la richesse spécifique* : elle est définie comme étant le nombre d'espèces dans une association ou une communauté. Elle a permis de dénombrer les différentes espèces ;

- *la densité (N/ha)* : c'est le nombre d'individus (N) considérés dans l'inventaire par unité de surface ramenée à l'hectare (ha) ; la densité relative est le pourcentage du nombre d'individus d'une espèce par le nombre d'individus de toutes les espèces ;

- *le taux de recouvrement (R%)* : traduit la projection au sol des houppiers. Il est obtenu par la formule suivante :  $R\% = \left(\frac{Sh}{Ss}\right) \times 100$  avec

R= le taux de recouvrement exprimé en (%),

$$Sh = \pi \left(\frac{Dmh}{2}\right)^2 = \text{Surface du houppier ;}$$

Ss = surface de la parcelle d'inventaire

- *la capacité de régénération* : L'état de la régénération de la végétation a été apprécié par le dénombrement des plantules dans chaque parcelle et ramené à l'hectare. C'est sur la base des critères définis par Gampine et Boussim en 1995 cités par YAMEOGO (2012) et GANABA (2008) que la capacité de régénération a été mise en évidence. Ces critères sont :

- (i) régénération absente (Ra) si  $NPI \leq 100/\text{ha}$ ,
- (ii) régénération mauvaise (Rm) si  $100 < NPI \leq 1000/\text{ha}$ ,
- (iii) régénération bonne (Rb) si  $1000 < NPI \leq 10\,000/\text{ha}$ ,
- (iv) régénération très bonne (Rb+) pour  $NPI > 10\,000/\text{ha}$ .

NPI = nombre de plantules

- *La similitude* : l'index de similitude de Jaccard (ISJ) a été retenu pour l'appréciation du degré de ressemblance de la végétation entre les différents types de traitements. L'ISJ varie de 0 à 1 : 0 lorsqu'il n'existe aucune espèce en commun et 1 lorsque les deux listes sont floristiquement identiques. Cet index peut être aussi exprimé en pourcentage. Il est alors donné par le rapport suivant :

$$ISJ = \frac{C}{A + B - C} \times 100$$

C = nombre d'espèces communes à la liste 1 et à la liste 2 ; A = nombre d'espèces de la liste 1 ; B = nombre d'espèces de la liste 2. Les listes 1 et 2 d'espèces représentent successivement celles des deux traitements à comparer (KIEMA, 2007).

- *Le rapport a/b* : Si ce rapport est supérieur à 1, cela voudrait dire que la végétation au niveau de la parcelle traitée est plus diversifiée que celle au niveau du témoin.

a = nombre d'espèces dans la parcelle traitée, b = nombre d'espèces dans le témoin.

- *Les taux de survie* des plants utilisés pour la végétalisation des cordons pierreux ont été évalués après la première saison sèche.

#### **3.4.1.3. L'inventaire de la flore herbacée**

Un inventaire exhaustif de la végétation herbacée a été fait sur toutes les parcelles. La flore de LE BOURGEOIS et MERLIER (1995) a été consultée pour valider les noms botaniques des herbacées. Compte tenu de certaines contraintes que nous allons lister plus bas, le protocole a été modifié concernant l'inventaire des herbacées ainsi que l'évaluation de certains paramètres. Sur la même parcelle chaque espèce rencontrée a été notée une seule fois. Cette méthodologie nous a permis d'évaluer les paramètres suivants :

- la richesse spécifique dans chaque traitement et partant dans tout le site aménagé ;
- l'index de similitude de Jaccard (ISJ) a été retenu, pour l'appréciation du degré de ressemblance de la flore entre les différents types de traitements.

#### **3.4.2. Les contraintes méthodologiques**

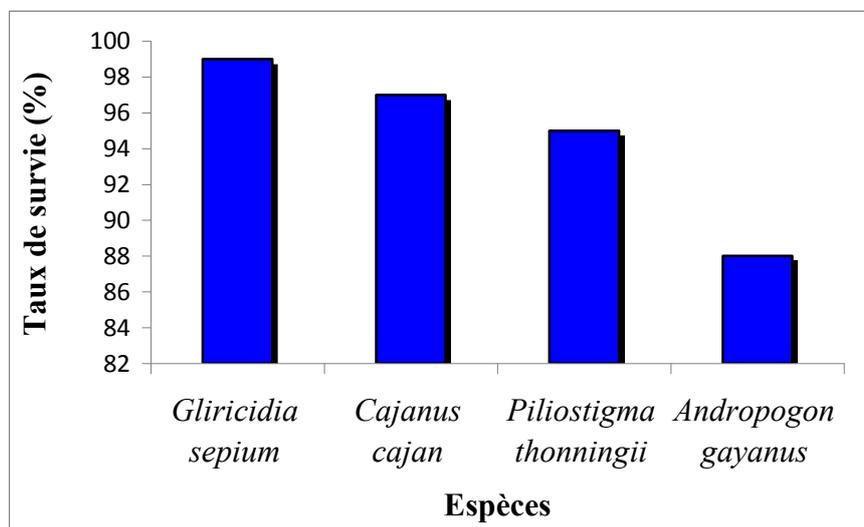
Notons que cette étude n'a pas été exempte de toutes contraintes. Nous n'avons pas reçu les résultats de l'analyse des échantillons de sol pour 2013 dans le temps imparti. Ainsi, seuls les résultats d'analyse de mai 2011 (début de la saison pluvieuse) et septembre 2012 (fin de la saison pluvieuse) ont été considérés. La contrainte majeure a été le passage du feu sur le site en Octobre 2013 malgré les précautions prises pour le protéger. Cependant, l'intensité du feu n'a pas été très forte, compte tenu de l'hygrométrie de l'herbe encore élevée pendant la période. Cela nous a permis de faire un inventaire des ligneux sans difficulté majeure. Mais la méthode des « points quadras » prévu dans le protocole pour étudier les herbacées a été abandonnée. Aussi la récolte intégrale pour l'évaluation de la biomasse herbacée n'a pas pu être faite.

## ***CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION***

## I. Résultats

### 1.1. Les taux de survie des espèces utilisées pour la végétalisation

La réussite des opérations de réhabilitation des sols dépend en grande partie du taux de survie des espèces plantées. A la sortie de la première saison sèche, le taux de survie pour chaque espèce est satisfaisant (Figure 8). Il est de 99% pour *Gliricidia sepium*, 97% pour *Cajanus cajan*, 95% pour *Piliostigma thonningii* et 88% pour *Andropogon gayanus*. On note que les semences de *Gliricidia sepium*, *Piliostigma thonningii* et *Cajanus cajan* ont d'abord été germées dans la pépinière avant d'être transplanté. Pour *Andropogon gayanus*, elles ont été semées directement sur le terrain.



**Figure 8:** Taux de survie des plants utilisés pour la végétalisation

### 1.2. L'impact des cordons pierreux végétalisés sur la structure du sol

Le tableau I présente la variation de la texture du sol en fonction des traitements entre mai 2011 et septembre 2012. L'analyse de variance au seuil de 5% n'a révélé aucune différence significative sur les propriétés physiques du sol entre les traitements en mai 2011. Ce constat diffère de celui de septembre 2012 où les résultats montrent une différence significative ( $p = 0,018$ ) entre les traitements en teneurs d'argile-limons fins. Les plus faibles teneurs de ce paramètre ont été observées respectivement au niveau de T6 et T2. Excepté ces deux traitements, les autres traitements ont des teneurs en argile-limons fins supérieures à celle du

témoin. Pour les teneurs en limons grossiers, la différence a été hautement significative ( $p = 0,000$ ) entre les traitements de septembre 2012. La plus forte teneur a été observée au niveau de T6 (164,48 g/kg) et la plus faible au niveau de T3 (117,18 g/kg). Aussi de mai à septembre, la tendance est à la baisse pour ce paramètre. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements en teneur de sables fins pour la période de septembre 2012 comme pour mai 2011. La différence est significative ( $p = 0,029$ ) entre les traitements de septembre 2012 pour les teneurs en sables grossiers. La plus forte teneur a été observée au niveau de T6 (512,51 g/kg) et la plus faible au niveau de T5 (469,49 g/kg). Seuls les traitements T6 et T1 ont enregistré des teneurs significativement supérieures à celles du témoin en sables grossiers. Pour ce même paramètre, de mai à septembre, la tendance en teneur est à la hausse dans tous les traitements.

**Tableau I :** Variation de la texture du sol en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012

Traitements	Granulométrie (g/kg)							
	Argiles-Limons fins		Limons grossiers		Sables fins		Sables grossiers	
	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12
T0	137,88	133,00 <sup>ab</sup>	167,328	133,64 <sup>bcd</sup>	246,072	259,870	448,713	473,47 <sup>bc</sup>
T1	138,17	133,51 <sup>a</sup>	167,410	133,44 <sup>cd</sup>	231,066	221,730	463,350	511,30 <sup>a</sup>
T2	131,66	129,54 <sup>ab</sup>	146,110	148,79 <sup>abc</sup>	244,858	234,500	477,370	487,15 <sup>abc</sup>
T3	153,75	163,60 <sup>a</sup>	153,609	117,18 <sup>d</sup>	238,849	227,210	453,789	491,98 <sup>abc</sup>
T4	134,91	136,38 <sup>a</sup>	155,274	129,33 <sup>cd</sup>	248,896	228,730	460,917	505,54 <sup>ab</sup>
T5	129,95	139,09 <sup>a</sup>	155,647	154,73 <sup>ab</sup>	254,014	236,670	460,387	469,49 <sup>c</sup>
T6	108,86	94,43 <sup>b</sup>	162,870	164,48 <sup>a</sup>	255,559	228,560	472,704	512,51 <sup>a</sup>
T7	140,77	150,75 <sup>a</sup>	152,017	146,54 <sup>abc</sup>	239,413	224,440	467,793	478,25 <sup>bc</sup>
Probabilité	0,671	0,018	0,723	0,000	0,709	0,297	0,745	0,029
Signification	NS	S	NS	HS	NS	NS	NS	S

T0 = témoin, T1 = Cordons pierreux non végétalisés, T2 = cordons pierreux + *Andropogons gayanus*, T3 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii*, T4 = cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Gliricidia sepium*, T5 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Gliricidia sepium*, T6 = cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Cajanus cajan*, T7 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Cajanus cajan*. NS = non significatif, S= significatif, HS= hautement significatif.

Dans la même colonne les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% test de Fisher.

### **1.3. L'impact des cordons pierreux végétalisés sur les paramètres chimiques**

Le tableau II nous présente les caractéristiques chimiques du sol entre mai 2011 et septembre 2012 en fonction des traitements. On note des variations entre les traitements et des changements à l'intérieur des traitements d'une date à l'autre. L'analyse de variance montre qu'il existe une différence hautement significative ( $p = 0,006$ ) entre les traitements pour la teneur du sol en matière organique (MO) pour septembre 2012. Au niveau de tous les traitements, la teneur en MO s'est améliorée à des taux variant de 10,71% (T2) à 32,14% (T3) par rapport au témoin en septembre 2012. Comparativement à mai 2011, la teneur en MO a varié de  $-0,01\%$  pour le témoin. Pour les autres traitements la teneur a connu des taux de variations allant de 9% (T1) à 34,14% (T5).

L'azote total n'a pas changé significativement entre les traitements en septembre 2012 ainsi qu'en mai 2011. Le même constat a été fait au niveau du rapport C/N. Mais pour ce rapport C/N on note néanmoins une légère hausse dans tous les traitements par rapport au témoin en septembre 2012. Comparativement à mai 2011 on relève également une légère hausse au niveau de tous les traitements excepté le témoin où la variation est de  $-3,84\%$ .

Pour ce qui est du phosphore assimilable (Pa), l'analyse de variance révèle une différence significative ( $p = 0,041$ ) entre les traitements en Mai. C'est-à-dire que dès le départ, les traitements T7 et T2 ont enregistré des teneurs en Pa significativement inférieures à celles des traitements T6 et T5. En Septembre, l'équilibre s'est rétabli entre les traitements et comparativement à mai, la tendance est relativement à la baisse et le témoin a enregistré la plus faible teneur (0,65 mg/kg) en Pa. Pour le potassium disponible (Kd) l'analyse de variance ne montre aucune différence significative entre les traitements en ces deux dates. Cependant, les parcelles traitées ont enregistré des hausses allant de 4,39 à 11,75 mg/kg par rapport au témoin. Comparativement à mai 2011 la tendance est à la baisse au niveau de tous les traitements excepté le T4 où on observe une augmentation de 3,71 mg/kg.

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements et le témoin et à l'intérieur des traitements pour ce qui est de l'acidité du sol. Cependant une comparaison des valeurs du  $pH_{\text{eau}}$  entre ces deux dates, montre une légère augmentation au niveau des traitements sauf que le témoin a enregistré une diminution. L'augmentation de la valeur du  $pH_{\text{eau}}$  est plus perceptible au niveau du traitement T7 (variation de 2,723).

**Tableau II :** Evolution des teneurs en éléments nutritifs des sols et le pH eau en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012

Traitements	MO (%)		N%		C/N		Pa (mgP kg <sup>-1</sup> )		Kd (mgK Kg <sup>-1</sup> )		PHeau	
	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12
T0	0,850	0,84 <sup>d</sup>	0,037	0,040	12,74	12,250	1,02 <sup>ab</sup>	0,650	32,95	22,50	5,50	5,387
T1	0,890	0,97 <sup>bcd</sup>	0,040	0,030	12,21	15,840	1,11 <sup>ab</sup>	0,900	36,88	27,66	5,52	5,510
T2	0,810	0,93 <sup>cd</sup>	0,037	0,030	13,03	14,340	0,87 <sup>b</sup>	0,950	31,10	28,81	5,44	5,471
T3	0,910	1,11 <sup>a</sup>	0,040	0,040	12,39	14,010	1,07 <sup>ab</sup>	1,000	31,56	30,16	5,54	5,600
T4	0,820	1,05 <sup>ab</sup>	0,040	0,040	11,86	14,820	1,07 <sup>ab</sup>	1,008	34,91	38,62	5,40	5,480
T5	0,820	1,10 <sup>a</sup>	0,037	0,040	13,20	14,770	1,21 <sup>a</sup>	1,260	35,45	34,25	5,41	5,692
T6	0,760	0,95 <sup>bcd</sup>	0,03	0,030	12,53	14,700	1,21 <sup>a</sup>	1,100	32,19	29,90	5,60	5,652
T7	0,790	1,01 <sup>abc</sup>	0,03	0,030	12,44	15,110	0,89 <sup>b</sup>	0,960	33,41	26,89	5,57	8,293
Probabilité	0,525	0,006	0,397	0,123	0,73	0,276	0,041	0,431	0,85	0,091	0,54	0,526
Signification	NS	HS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS

MO = matière organique totale, N = teneur en azote totale, Pa = phosphore assimilable, Kd = potassium disponible

T0 = témoin, T1 = Cordons pierreux non végétalisés, T2 = Cordons pierreux+ *Andropogon gayanus*, T3 = cordons pierreux+ *Piliostigma thonningii*, T4 = cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Gliricidia sepium*, T5 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Gliricidia sepium*, T6 = cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Cajanus cajan*, T7 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Cajanus cajan*. S = significatif, NS = non significatif, HS = hautement significatif.

Dans la même colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% test Fisher.

Pour ce qui est de la somme des bases échangeables (SBE), la capacité d'échange cationique (CEC) et le taux de saturation (TS), l'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements sur les deux dates (tableau III). On remarque néanmoins une légère augmentation de la SBE de Mai 2011 à Septembre 2012 au niveau des parcelles traitées. Pour la CEC et le TS cette augmentation est relative. Par contre au niveau du témoin, la tendance est toujours à la baisse entre ces deux dates et pour ces trois paramètres. Les variations au niveau du témoin sont de - 0,456 Cmol<sup>+</sup>/kg pour la SBE, - 0,184 Cmol<sup>+</sup>/kg pour la CEC et -10,99% pour le TS.

**Tableau III :** Evolution des teneurs en BE, CEC et TC en fonction des traitements de mai 2011 à septembre 2012

Traitements	Ca <sup>++</sup> (Cmol <sup>+</sup> /kg)		Mg <sup>++</sup> (Cmol <sup>+</sup> /kg)		K <sup>+</sup> (Cmol <sup>+</sup> /kg)		Na <sup>+</sup> (Cmol <sup>+</sup> /kg)		SBE		CEC (Cmol <sup>+</sup> /kg)		TS (%)	
	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12	mai-11	sept-12
T0	1,707	1,147	0,120	0,22	0,072	0,07	0,030	0,027	1,929	1,473	2,584	2,400	72,510	61,52
T1	1,356	1,344	0,210	0,34	0,073	0,07	0,020	0,019	1,664	1,789	2,596	2,550	62,574	71,01
T2	1,289	1,372	0,130	0,33	0,080	0,06	0,030	0,021	1,537	1,793	2,144	2,250	70,870	79,25
T3	1,431	1,687	0,120	0,15	0,067	0,07	0,020	0,022	1,648	1,933	2,447	2,550	67,486	74,61
T4	1,384	1,456	0,220	0,23	0,076	0,09	0,010	0,019	1,709	1,799	2,591	2,520	65,774	70,39
T5	1,293	1,562	0,260	0,20	0,074	0,07	0,030	0,029	1,662	1,872	2,310	2,650	72,054	70,01
T6	1,536	1,489	0,200	0,20	0,068	0,06	0,020	0,027	1,833	1,792	2,507	2,350	71,814	76,50
T7	1,273	1,402	0,140	0,14	0,066	0,05	0,020	0,026	1,510	1,623	2,173	2,130	68,061	75,58
Probabilité	0,885	0,634	0,323	0,065	0,911	0,088	0,300	0,623	0,907	0,817	0,416	0,397	0,640	0,102
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

T0 = témoin, T1 = Cordons pierreux non végétalisés, T2 = cordons pierreux+ *Andropogon gayanus*, T3 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii*, T4 = Cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Gliricidia sepium*, T5 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Gliricidia sepium*, T6 = cordons pierreux + *Andropogon gayanus* + *Cajanus cajan*, T7 = cordons pierreux + *Piliostigma thonningii* + *Cajanus cajan*. SBE = somme des bases échangeable, CEC = capacité d'échange cationique, TS = taux de saturation, NS = non significatif. Test de Fisher au seuil de 5%

## 1.4. L'impact des cordons pierreux végétalisés sur la végétation

### 1.4.1. La végétation ligneuse

#### 1.4.1.1. La composition floristique

Dans cette partie nous avons analysé les résultats issus de deux inventaires (2011 et 2013) sur le site aménagé. Le premier inventaire (2011) rend compte de l'état initial de la végétation ligneuse sur le site. Le deuxième inventaire renseigne sur l'impact des traitements sur la végétation ligneuse après trois (03) saisons pluvieuses. Pour la présente analyse, la famille dont la proportion est au moins égale à 5% est considérée comme dominante. En 2011, le cortège ligneux sur le site se composait de 38 espèces réparties dans 23 familles (Annexe 2). Les familles dominantes (Figure 9) étaient les *Mimosaceae* (13%), *Anacardiaceae* (10%), *Combretaceae* (10%), *Caesalpiniaceae* (8%), *Rubiaceae*, *Meliaceae*, *Euphorbiaceae*, (5% chacune). En 2013, 48 espèces réparties dans 25 familles ont été recensées sur le site (Annexe 3). Les familles dominantes (Figure 9) ont été les *Combretaceae* (13%), *Anacardiaceae* (11%), *Caesalpiniaceae* et *Rubiaceae* (10% chacune) puis les *Mimosaceae* (8%).

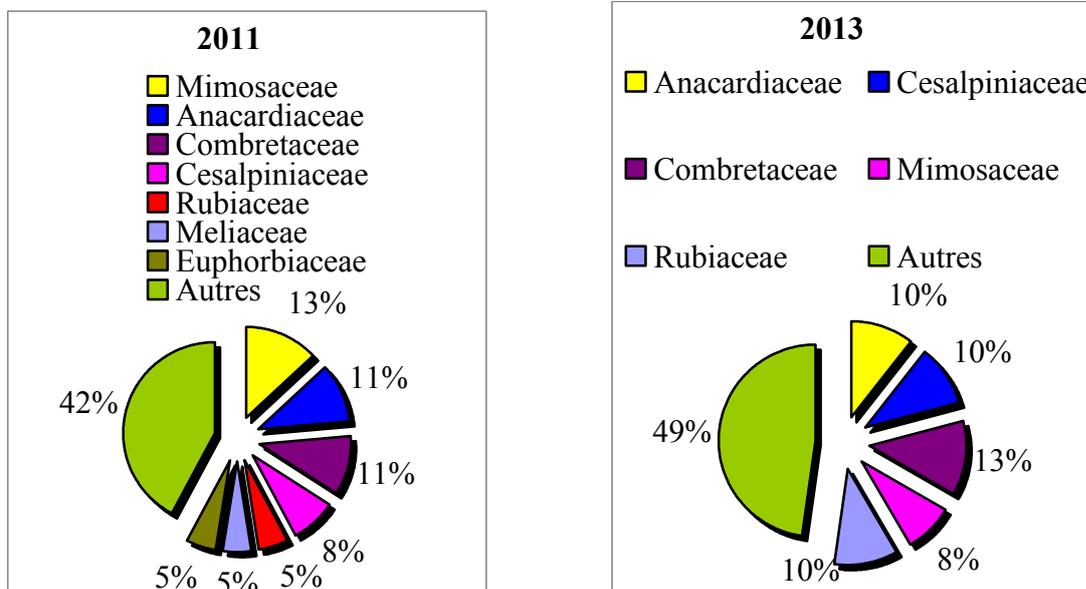


Figure 9: Spectre floristique ligneux du site en 2011 et 2013

En 2013 on dénombre 22 espèces dans le témoin (T0), 20 espèces dans le témoin absolu (TA). Les familles les plus abondantes pour T0, sont : les *Combretaceae* (18%), les *Mimosaceae* (9%) et les *Caesalpiniaceae* (9%). Pour le TA les familles les plus représentées sont : *Combretaceae* (30%), *Caesalpiniaceae* (20%) et *Anacardiaceae* (20%). En 2011, 19 espèces étaient recensées dans le T0, avec deux familles dominantes (*Combretaceae* 21%, *Euphorbiaceae* 11%) (Figure 10). Dans les traitements T1, T2, T3, T4, T5, T6, et T7, respectivement 24, 25, 28, 25, 24, 25, et 27 espèces ont été recensées en 2013 comme l'indique le tableau V. Les familles dominantes par traitements sont : *Combretaceae* 21% (T1), *Anacardiaceae* 20% (T2) *Combretaceae* 18% (T3), *Combretaceae* 16% (T4), *Rubiaceae* 13%, et *Mimosaceae* 13% (T5), *Combretaceae* 20% (T6), *Combretaceae* 19% (T7). En 2011, le tableau IV nous indique qu'il y avait 24 espèces dans les traitements T1, T5, T6, et T7, 22 espèces dans le T2, 23 dans le T3 et 27 dans le T4. Les familles dominantes étaient : *Combretaceae* 17% (T1), *Anacardiaceae* 18% (T2), *Anacardiaceae* 17% (T3), *Anacardiaceae* 15%, *Mimosaceae* 15% (T4), *Combretaceae* 17% pour T5, T6 et T7 (Figure 10). De façon générale, nous constatons que la diversité floristique s'est améliorée entre 2011 et 2013. De 38 espèces en 2011 on est passé à 48 espèces en 2013, de 23 familles en 2011, on a 25 familles en 2013. Dès le départ en 2011, le témoin T0 était moins diversifié que les autres traitements. En 2013 le témoin est resté moins diversifié suivit des traitements T1 et T5. Le traitement T3 a été plus diversifié avec 28 espèces en 2013 et substitue ainsi le T4 pour ce rang qui abritait 27 espèces en 2011. Par ailleurs, le rapport a/b est supérieur à 1 au niveau des parcelles aménagées, ce qui découle du fait que la végétation au niveau du témoin (T0) est restée moins diversifiée sur ces deux périodes. Le témoin absolu TA a enregistré 20 espèces en 2013, ce qui est inférieur au nombre d'espèces du témoin à l'intérieur du dispositif. Les espèces les plus rencontrées sur le site en 2011 étaient : *Annona senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Pteleopsis suberosa*, *Stereospermum kunthianum*, *Terminalia avicennioides* et *Vitellaria paradoxa* (Annexe 4). En 2013, *Annona senegalensis*, *Combretum collinum*, *Stereospermum kunthianum*, *Terminalia laxiflora*, *Vitellaria paradoxa*, *Pteleopsis suberosa*, étaient plus rencontrées sur le site (Annexe 5).

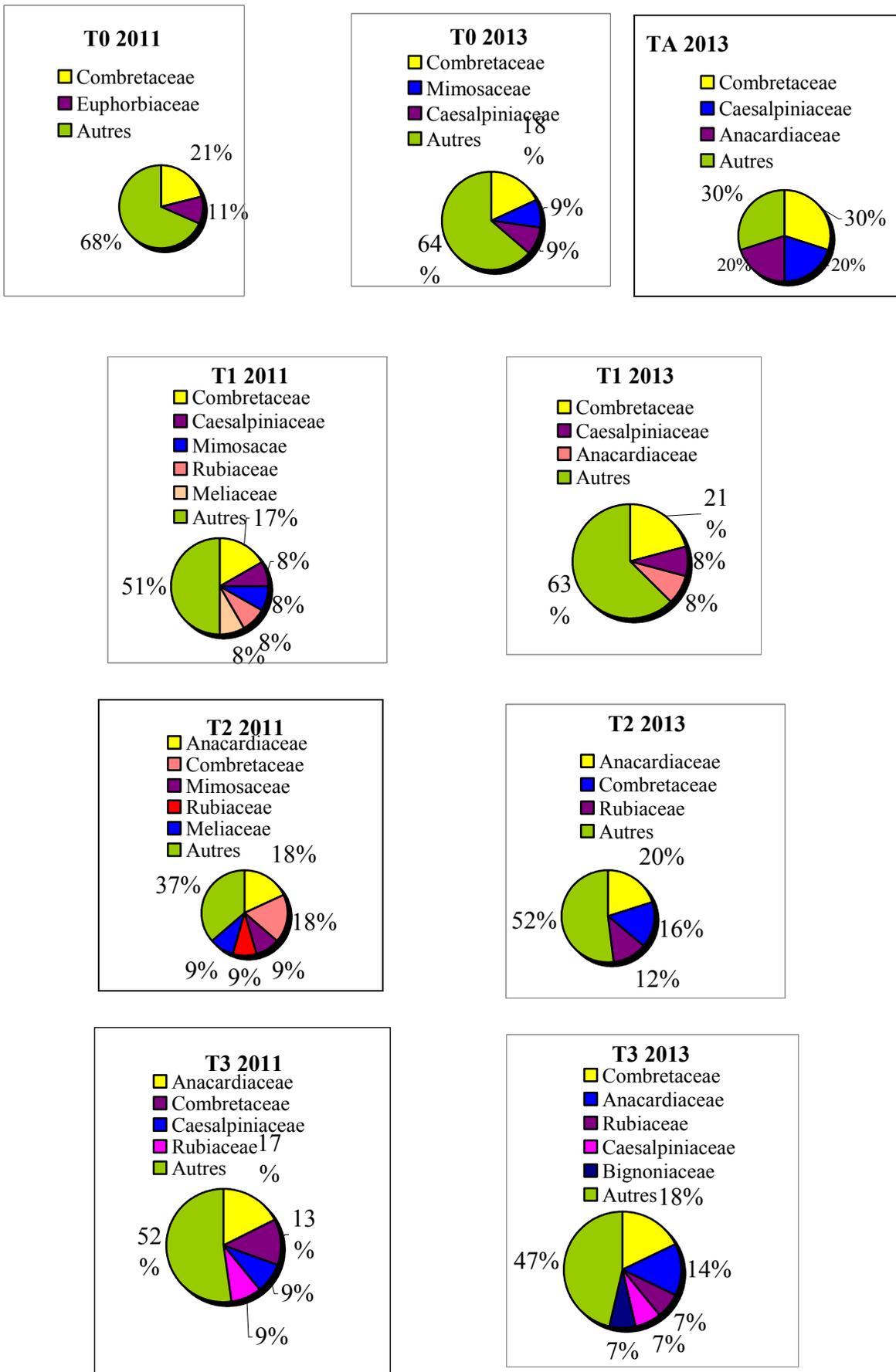
**Tableau IV:** Diversité floristique par traitement en 2011

Traitements	Nombre d'espèces	Pourcentage	Rapport a/b
T1	24	61,54	1,26
T2	22	56,41	1,16
T3	23	58,97	1,21
T4	27	69,23	1,42
T5	24	61,54	1,26
T6	24	61,54	1,26
T7	24	61,54	1,26
T0	19	48,72	1,00

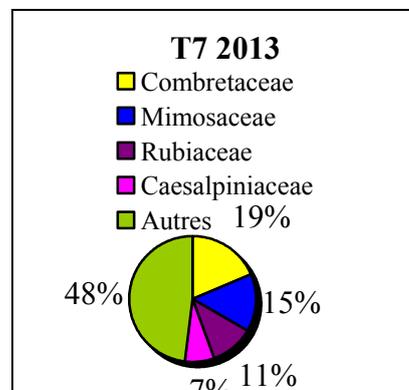
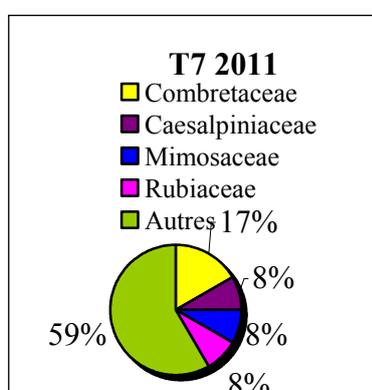
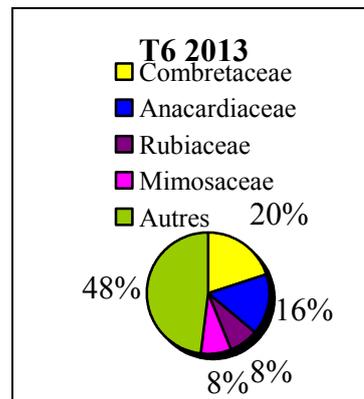
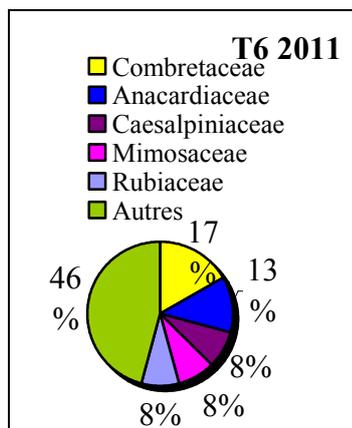
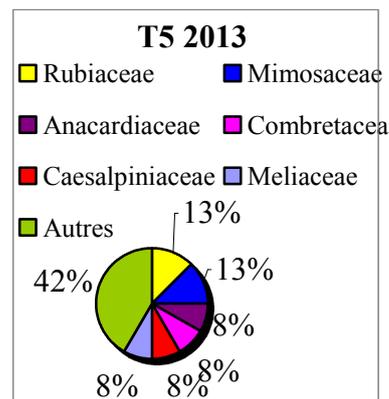
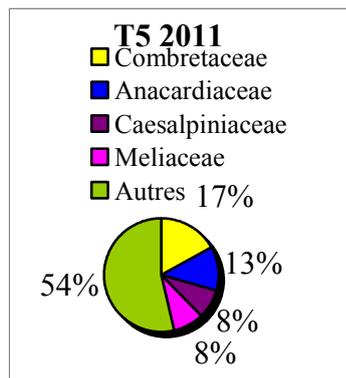
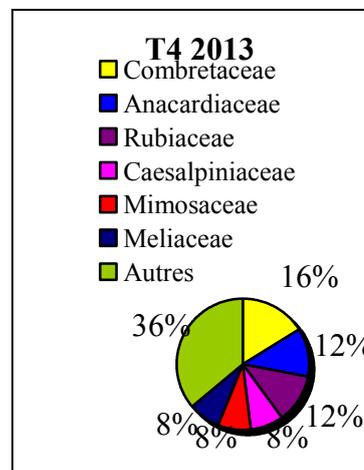
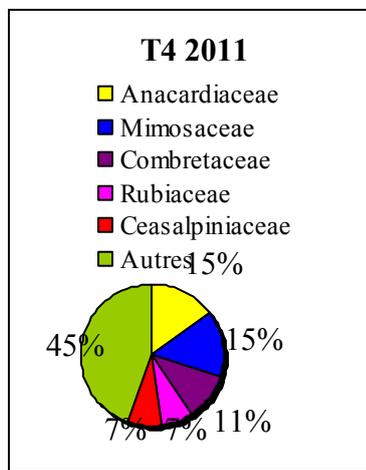
a = nombre d'espèces dans le traitement, b = nombre d'espèces dans le témoin T0

**Tableau V:** Diversité floristique par traitement en 2013

Traitements	Nombre d'espèces	Pourcentage	Rapport a/b
T1	24	50	1,09
T2	25	52,08	1,14
T3	28	58,3	1,27
T4	25	52,08	1,14
T5	24	50	1,09
T6	25	52,08	1,14
T7	27	56,25	1,23
T0	22	45,83	1



**Figure 10** : Spectre floristique des différents traitements entre 2011 et 2013



**Figure 10:** Spectres floristiques ligneux des différents traitements entre 2011 et 2013 (Suite et fin)

A travers le tableau VI, l'indice de similitude de Jaccard (ISJ) ne montre des dissemblances significatives qu'entre les communautés végétales des traitements T0 et T3, T0 et T4 en 2011 (ISJ < 50%). En 2013 des dissemblances significatives se sont révélées entre les différentes communautés végétales de la plupart des traitements. La dissemblance a été plus marquée (38%) entre le témoin et les traitements T3, T4. Mais elle a été quasiment absente entre les traitements T2 et T6 (66%), T3 et T4 (65%).

**Tableau VI:** Similitude entre les traitements en 2011 et 2013 de la végétation ligneuse

Traitements	Espèces communes		Index de Jaccard	
	2011	2013	2011	2013
T1-T2	18	15	0,64	0,44
T1-T3	18	17	0,62	0,48
T1-T4	17	14	0,5	0,4
T1-T5	18	15	0,56	0,45
T1-T6	17	16	0,54	0,48
T1-T7	19	19	0,65	0,59
T1-T0	16	16	0,59	0,53
T2-T3	16	17	0,55	0,47
T2-T4	18	17	0,58	0,51
T2-T5	17	18	0,58	0,58
T2-T6	18	20	0,64	0,66
T2-T7	16	18	0,53	0,52
T2-T0	14	15	0,51	0,46
T3-T4	19	21	0,64	0,65
T3-T5	16	15	0,51	0,40
T3-T6	17	16	0,56	0,43
T3-T7	18	19	0,62	0,52
T3-T0	13	14	<b>0,44</b>	0,38
T4-T5	19	17	0,59	0,53
T4-T6	20	18	0,64	0,56
T4-T7	18	19	0,54	0,57
T4-T0	12	13	<b>0,35</b>	0,38
T5-T6	18	16	0,6	0,47
T5-T7	17	16	0,54	0,44
T5-T0	15	17	0,53	0,56
T6-T7	18	17	0,6	0,48
T6-T0	16	16	0,59	0,51
T7-T0	15	16	0,53	0,48

A travers le tableau VII, on remarque que la dissemblance est significative (ISJ < 50%) entre la communauté végétale du témoin absolu et celle des parcelles aménagées. Cette dissemblance est plus perceptible entre le T7 et le TA (ISJ = 23%).

**Tableau VII:** Similitude entre le témoin absolu et les traitements en 2013 de la végétation ligneuse

Traitements	Espèces communes	Index de Jaccard
TA - T0	9	0,27
TA - T1	9	0,25
TA - T2	11	0,32
TA - T3	11	0,29
TA - T4	11	0,33
TA - T5	11	0,33
TA - T6	10	0,28
TA - T7	9	<b>0,23</b>

#### 1.4.1.2. La densité et état de la régénération

L'évaluation de la densité a pris en considération deux catégories de plantes : les régénérations qui sont les individus dont le diamètre à la base est inférieur à 3 cm et les arbres qui correspondent aux individus dont le diamètre à la base est supérieur ou égale à 3cm. Ainsi le tableau VIII donne la densité à l'hectare par traitement de la flore ligneuse sur le site.

**Tableau VIII:** Densité à l'hectare des ligneux par traitement et par catégorie en 2011 et 2013

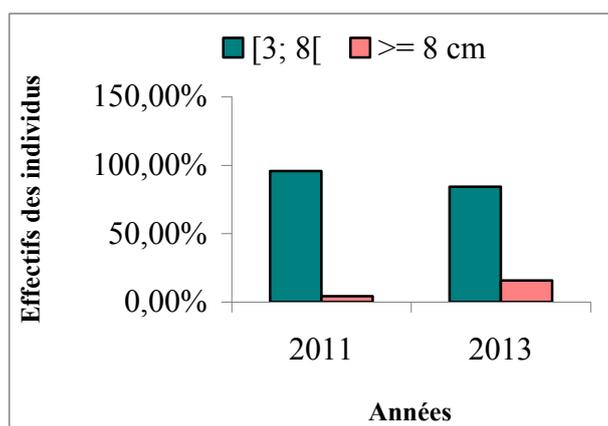
Traitements	Régénérations		Arbres	
	2011	2013	2011	2013
T1	369	728 <sup>abcd</sup>	110	261
T2	559	843 <sup>abc</sup>	100	248
T3	613	951 <sup>ab</sup>	100	362
T4	794	662 <sup>abcd</sup>	71	286
T5	457	638 <sup>bcd</sup>	24	129
T6	957	1152 <sup>a</sup>	95	352
T7	759	1110 <sup>ab</sup>	157	376
T0	567	429 <sup>cd</sup>	29	152
<b>TOTAUX</b>	<b>5075</b>	<b>6513</b>	<b>686</b>	<b>2166</b>
<b>Probabilité</b>	<b>0,479</b>	<b>0,025</b>	<b>0,897</b>	<b>0,723</b>

Dans la même colonne les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% test de Fisher. NS = non significatif, S = significatif

De l'analyse du tableau VIII, il ressort que la densité de la régénération est passée de 5075 pieds/ha à 6513 pieds/ha, soit une variation de 1438 pieds/ha. Pour ce qui est des arbres, 686 ont été recensés en 2011 contre 2166 en 2013, soit une variation de 1480 pieds/ha. Cette forte variation serait le corollaire de la mise en défens. Entre traitements en 2013, la différence est significative ( $P = 0,025$ ) pour la régénération. La plus grande densité de régénération a été obtenue dans le traitement T6 (1152 pieds/ha) en 2013. La plus petite densité a été relevée au niveau du témoin T0 (429 pieds/ha) pour la même année. Comparativement à 2011, on remarque des hausses de densités au niveau de tous les traitements en 2013. Notons qu'en 2011 le traitement T5 enregistrait les plus faibles densités, cet ordre a été maintenu en 2013 pour ce qui est de la densité des arbres. La plus grande densité (376 pieds/ha) des arbres a été enregistrée dans le traitement T7. Aussi le témoin absolu TA a enregistré les densités de 314 et 243 pieds/ha respectivement pour la régénération et pour les arbres en 2013. Comparativement aux parcelles traitées et au témoin T0, le témoin absolu a abrité la plus faible densité en régénération.

#### **1.4.1.3. La structure de la végétation**

La figure 11 représente l'histogramme relatif à la répartition des individus par classe de diamètre mesurés à la base. Vue la structure de la végétation sur le terrain nous avons jugé opportun de ne retenir que les classes de diamètre  $[3 - 8[$  et  $\geq 8$  cm pour cette étude. La comparaison a concerné les variations générales de la structure sur le site entre 2011 et 2013. L'analyse de l'histogramme laisse apparaître une forte concentration des individus observés dans la petite classe  $[3 - 8[$  (95,77% en 2011, 84,36% en 2013). Le tableau IX montre que la variation du diamètre moyen à la base était significative ( $P = 0,033$ ) entre les traitements en 2011. Dans la même année, le traitement T5 a abrité le plus gros diamètre (8,7 cm) à la base et le T3 a enregistré le plus faible (3,6 cm). Les variations des diamètres à la base ne montrent pas de différences significatives entre les traitements en 2013. Le traitement T3 a abrité le plus petit diamètre (5,6 cm). Comparativement à 2011, on remarque une croissance des diamètres moyens à la base des individus en 2013.



**Figure 9:** Distribution en classe de diamètre de la végétation ligneuse

**Tableau IX:** Variation du diamètre à la base par traitement de 2011 à 2013

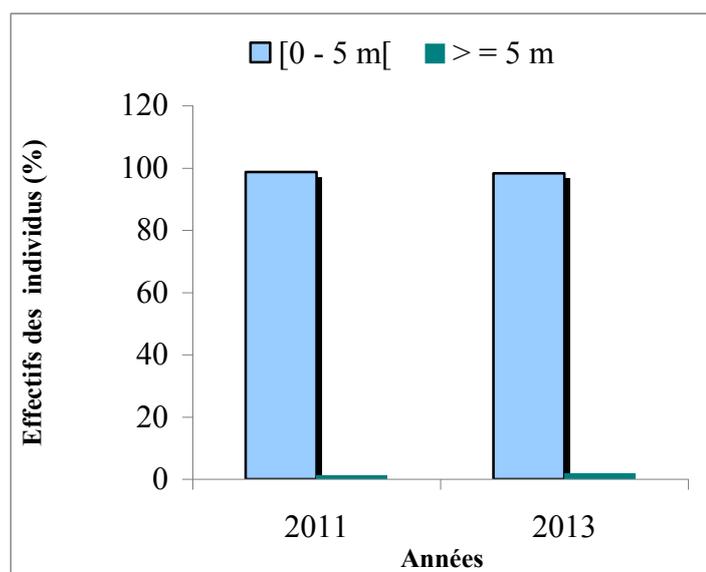
Traitements	Diamètre à la base	
	2011	2013
T0	4,7 <sup>bc</sup>	9,6
T1	3,7 <sup>bc</sup>	8,9
T2	3,8 <sup>bc</sup>	7,9
T3	3,6 <sup>c</sup>	5,6
T4	4,2 <sup>bc</sup>	8,1
T5	8,7 <sup>a</sup>	9,6
T6	4,1 <sup>bc</sup>	6,6
T7	5,4 <sup>b</sup>	7,1
TA	-	5,5
Probabilité	0,033	0,224
Signification	S	NS

Dans la même colonne les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. NS = non significatif, S = significatif

Pour le témoin absolu TA, le diamètre moyen à la base est de 5,5 cm et est plus faible par rapport à ceux des parcelles traitées et à celui du témoin T0.

#### 1.4.1.4. La stratification

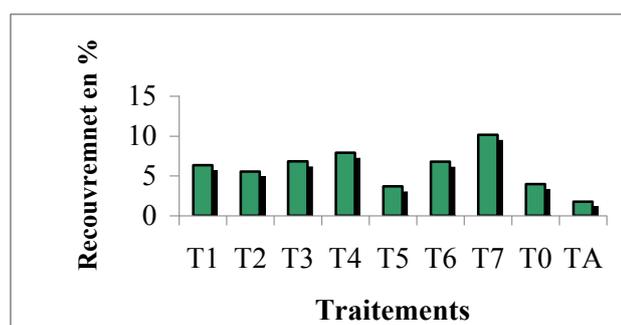
A l'instar de la structure, la figure 12 montre une concentration des individus observés dans la petite classe [0 – 5 m [(98,73% en 2011 et 98,57% en 2013). La représentativité est quasi nulle dans la classe > 5 m (1,27% en 2011 et 1,43% en 2013). Les quelques individus observés dans cette dernière classe sont pour la plupart des cas des pieds de *Vitellaria paradoxa* ou de *Parkia biglobosa*.



**Figure 10:** Stratification de la végétation ligneuse

### 1.4.1.5. Le recouvrement

La figure 13 représente le taux de recouvrement de la végétation ligneuse par traitement en 2013. Ce taux est faible sur le site. Pour le témoin T0, il est de 3,98% et pour les autres traitements il est de 6,74% en moyenne. Pour ce qui est du témoin absolu TA, ce taux est de 1,77%. Le taux de recouvrement le plus élevé a été enregistré au niveau de T7 (10,14%), et le traitement T5 a le taux le plus faible (3,67%) après celui du témoin absolu TA.



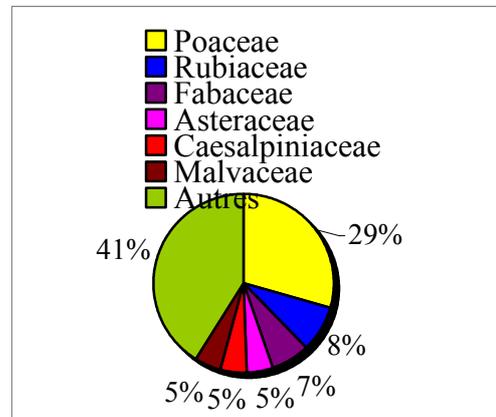
**Figure 11:** Recouvrement de la végétation ligneuse en 2013

## 1.4.2. La végétation herbacée

### 1.4.2.1. La richesse spécifique

En 2013, 85 espèces herbacées réparties dans 27 familles ont été recensées. La figure 14 donne les proportions des familles les plus représentées. Il ressort de l'analyse de cette

figure que la majorité des espèces appartient à la famille des *Poaceae* (29%) suivie des *Rubiaceae* (8%). Entre les traitements, le tableau X montre que le T1 est plus diversifié (57 espèces) par rapport aux autres. Le témoin absolue a abrité 21 espèces et se trouve être moins diversifié que les parcelles traitées et le témoin T0.



**Figure 12:** Spectre floristique herbacé sur le site en 2013

**Tableau X :** Diversité floristique herbacée par traitement en 2013

Traitements	Nombre d'espèces	Pourcentage	Rapport a/b
T1	57	67,06	1,58
T2	42	49,41	1,17
T3	46	54,12	1,28
T4	48	56,47	1,33
T5	38	44,71	1,06
T6	37	43,53	1,03
T7	40	47,06	1,11
T0	36	42,35	1,00

#### 1.4.2.2. La similitude

A travers le tableau XI, l'index de similitude de Jaccard (ISJ) ne montre pas de dissemblance significative entre les différentes communautés végétales de la plupart des traitements (ISJ > 50%). Excepté T1 et T6 (ISJ = 46%) puis T2 et T3 (ISJ = 41%). La ressemblance la plus perceptible a été observée entre T3 et T4 (ISJ = 67%). Par ailleurs, la communauté végétale

du témoin absolue TA est significativement différente (ISJ < 50%) de celles des parcelles aménagées et du témoin T0.

**Tableau XI** : Similitude entre les traitements de la végétation herbacée en 2013

Traitements	Espèces communes	Index de Jaccard
T1-T2	34	0,52
T1-T3	38	0,58
T1-T4	37	0,54
T1-T5	34	0,55
T1-T6	30	<b>0,46</b>
T1-T7	35	0,56
T1-T0	32	0,52
T2-T3	26	<b>0,41</b>
T2-T4	30	0,5
T2-T5	31	0,63
T2-T6	31	0,64
T2-T7	32	0,64
T2-T0	29	0,59
T3-T4	38	0,67
T3-T5	31	0,5
T3-T6	30	0,6
T3-T7	28	0,56
T3-T0	31	0,57
T4-T5	31	0,56
T4-T6	32	0,6
T4-T7	34	0,62
T4-T0	30	0,55
T5-T6	27	0,56
T5-T7	30	0,62
T5-T0	27	0,57
T6-T7	30	0,63
T6-T0	27	0,58
T7-T0	29	0,61
TA-T0	16	<b>0,39</b>
TA-T1	19	<b>0,32</b>
TA-T2	18	<b>0,4</b>
TA-T3	19	<b>0,39</b>
TA-T4	19	<b>0,38</b>
TA-T5	17	<b>0,4</b>
TA-T6	17	<b>0,41</b>
TA-T7	15	<b>0,32</b>

## II. Discussion

### 2.1. Les paramètres physiques du sol

Les résultats montrent que les teneurs en sables fins et grossiers dans le sol sont en général plus élevées que les autres fractions granulométriques. Le traitement T2 (CP associés à *Andropogon gayanus*) a enregistré la plus grande quantité en limons grossiers (variation de 2,68 g/kg) et le traitement T6 (CP associés à *Andropogon gayanus* et *Cajanus cajan*) a abrité la forte teneur en sables grossiers (512,51 g/kg). YAMEOGO (2012) était parvenu aux mêmes résultats dans le bassin versant du KOU. Selon lui ceci était dû probablement d'une part à la nature du substratum géologique, plus favorable à la production de cette fraction qu'à la formation des argiles. D'autre part, ceci est la conséquence d'une pluviosité élevée dans la zone, qui favorise le lessivage des argiles. Dans notre zone d'étude la pluviosité est élevée (1467 mm en 2011 et 1399 mm en 2012) ce qui nous permet d'émettre la même hypothèse. On note néanmoins que les traitements T7 (CP associés à *Piliostigma thonningii* et *Cajanus cajan*), T5 (CP associés à *Piliostigma thonningii* et *Gliricidia sepium*), T4 (CP associés à *Andropogon gayanus* et *Gliricidia sepium*), et T3 (CP associés à *Piliostigma thonningii*) ont permis d'augmenter les teneurs en argiles + limons fins dans un intervalle de 2,54% à 23% par rapport au témoin T0. Ces traitements ont probablement contribué à réduire le courant d'eau de ruissellement et donc l'érosion hydrique. Ce qui a permis la rétention et l'accumulation des éléments fins au bout de deux saisons pluvieuses. En effet le *Piliostigma thonningii*, *Gliricidia sepium*, permettent de stabiliser le sol à travers leurs systèmes racinaires selon DIOUF et al. (2008). A ce propos, DOAMBA et al. (2011) stipulent que les cordons pierreux sont des barrières physiques destinées à freiner le ruissellement et à réduire l'érosion puis s'en suit une augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol et la sédimentation des particules fines. Ainsi le traitement T7 a permis d'accumuler la plus grande quantité (augmentation de 9,98 g/kg) d'éléments fins (Argiles + Limons fins).

### 2.2. Les paramètres chimiques du sol

Les traitements T3, T4, T5 et T7 ont enregistré une augmentation très significative ( $P = 0,006$ ) de la MO du sol par rapport au témoin. Entre 2011 et 2012, la teneur de celle-ci a varié de -0,01% pour le témoin et de 0,08 à 0,28% pour les autres traitements. Cependant, ces résultats sont en baisse par rapport à ceux de YAMEOGO (2012) qui avait enregistré des

variations de 1,55% à 1,7% dans les parcelles aménagées. Cela serait dû d'une part à la durée d'application des traitements qui n'a pas été la même (2 ans pour YAMEOGO et 1 an dans notre cas). D'autre part, cela pourrait s'expliquer par l'application du fumier dans leur cas. MARE (2002), KIEMA et *al.* (2008) étaient parvenus respectivement aux résultats que les cordons pierreux végétalisés et les cordons pierreux simples, peuvent permettre d'accroître la MO du sol de 25% au bout de deux saisons pluvieuses. SOME et *al.* (2007) avaient abouti aux résultats que les amendements organiques provenant des racines des andropogonées augmentaient significativement le stock de matière organique du sol de plus de 40% par rapport à la jachère naturelle au de trois ans. Leurs résultats corroborent les nôtres car des augmentations de 34,14% (T5) ont été enregistrées.

De l'analyse des résultats, on remarque que l'azote total et le rapport C/N n'ont pas varié significativement entre 2011 et 2012 et entre les traitements. Cependant pour le rapport C/N, des légères hausses ont été enregistrées de 2011 à 2012 par rapport au témoin. Les traitements T1 (C/N = 15,84) et T7 (C/N = 15,11) ont plus contribué à améliorer ce rapport. Pour ce qui est du Phosphore assimilable, le Potassium disponible, l'impact des aménagements n'a pas été évident au bout des deux saisons pluvieuses. De 2011 à 2012 la tendance générale est à la baisse pour ces deux paramètres en dépit du fait que de légères augmentations ont été révélées au niveau de T2 (0,08 mg/kg), T5 (0,05 mg/kg) et T7 (0,07 mg/kg) en Pa et au niveau de T4 (3,71 mg/kg) en Kd. NACRO (1997); SOME et *al.* (2007); YAMEOGO (2012); YAMEOGO et *al.* (2013) étaient parvenus aux résultats que les teneurs en azote et en carbone augmentent proportionnellement au stock de matière organique du sol. Nos résultats ne sont pas en conformité avec les leurs car l'augmentation de la MO dans notre cas n'est pas suivie automatiquement de celle de l'azote. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la MO fraîche n'a pas été minéralisé conséquemment pour induire l'augmentation de l'azote total vu la durée de l'expérimentation. A ce propos, SOME et *al.* (2007) avaient signifié que l'accumulation de l'azote dépend de l'activité microbienne dans le sol. La végétalisation des cordons pierreux aurait contribué à accroître le pH du sol et la somme des bases échangeables par rapport au témoin et au T1 (cordons pierreux non végétalisés). Le traitement T7 a plus contribué à cette augmentation du pH (de 5,57 en 2011 à 8,29 en 2012). Ces résultats sont en accord avec ceux de YAMEOGO (2012); selon lui, l'élévation du pH varie en fonction de la somme des bases échangeables. En ce qui concerne la CEC et le TS, les variations sont restées relatives au niveau des parcelles aménagées.

### 2.3. La flore ligneuse

De l'inventaire de la flore ligneuse en 2011 et 2013, il ressort que les *Combretaceae* représentent la famille la plus riche en espèces sur les parcelles témoin T0 et témoin absolu TA. Sur les parcelles aménagées, les *Combretaceae*, *Mimosaceae* et *Anacardiaceae*, se partagent la plus grande représentativité en termes de nombre d'espèces. Cependant la prépondérance est plus dirigée vers la famille des *Combretaceae*. Ces résultats sont en conformité avec ceux de YAMEOGO (2012) qui a trouvé que dans le bassin versant du Kou les *Combretaceae* étaient la famille la plus représentée. KIEMA (2007) était parvenu bien avant au même résultat dans la zone et avait conclu que dans les jeunes jachères de 2 à 5 ans, les espèces telles que *Combretum collinum*, *Pteleopsis suberosa* et *Combretum adenogonium* étaient les plus rencontrées. Selon SAMBOU (2004) cité par YAMEOGO et al. (2009) ; ARBONNIER (2009) et THIOMBIANO (1996), ces familles sont caractéristiques du domaine soudanien. On remarque une amélioration de la richesse floristique sur le site. Trois saisons pluvieuses après aménagement, on est passé de 38 espèces réparties en 23 familles à 48 espèces réparties en 25 familles. Le témoin T0 a abrité la plus faible diversité floristique au cours de l'expérimentation. Les parcelles aménagées excepté le T1 ont induit une amélioration de la richesse floristique (2 à 6 espèces) par rapport au témoin T0. Le témoin TA a enregistré une diversité floristique plus faible que le T0. Les résultats montrent une dissemblance ( $ISJ < 50\%$ ) entre la végétation du témoin absolu TA et celle des parcelles aménagées ainsi que celle du témoin T0. Le traitement T7 a plus contribué à créer cette dissemblance avec le TA ( $ISJ = 23\%$ ). Les aménagements pourraient contribuer à l'installation de nouvelles espèces qu'on ne retrouve pas au niveau de T0 et TA. En effet, l'amélioration des conditions hydriques a conduit à l'apparition d'espèces ligneuses soudaniennes dans le sahel (GANABA, 2008). On pourrait lier l'apparition de nouvelles espèces dans notre cas à l'amélioration des conditions hydriques et nutritives dans les parcelles aménagées. Des résultats de l'étude, il ressort que les traitements ont induit une amélioration de la régénération ligneuse par rapport aux témoins (T0 et TA) Cette amélioration de la régénération ligneuse s'expliquerait non seulement par l'impact positif des traitements, mais également à l'effet de la mise en défens. Après 3 saisons pluvieuses, on est passé de 5075 pieds/ha à 6513 pieds/ha soit une augmentation de 28,33%. Les traitements T6 et T7 ont enregistré respectivement 1152 et 1110 pieds/ha (les plus grandes densités) en 2013. Dans cette même année, des différences significatives ( $P < 0,05$ ) de densité se sont révélées entre les traitements. Cela serait lié à l'hétérogénéité spatiale en termes d'éléments nutritifs

dans le sol car pour la MO, la différence a été aussi très significative ( $P = 0,006$ ) entre les traitements. KIEMA et *al.* (2008) avaient trouvé que les cordons pierreux permettent de réduire l'hétérogénéité spatiale au sahel au bout de 6 ans. Dans notre cas la régénération pouvait être plus importante sans le passage du feu. Aussi l'intensité du feu n'a pas été la même sur toutes les parcelles, ce qui pourrait expliquer également cette différence entre les traitements pour la régénération. La structure de la végétation laisse apparaître une forte concentration des individus dans la petite classe (95,77% en 2011 puis 84,36% en 2013). Au bout de 3 saisons pluvieuses, les aménagements ont entraîné une augmentation du nombre d'individus recensables sur le site. De 2011 à 2013, Les aménagements ont induit un accroissement du nombre d'individus de la grande classe ( $\geq 8$  cm) et celui de la petite classe ( $[3, 8[$ ). Des résultats similaires ont été obtenus par YAMEOGO (2012) dans le bassin versant du Kou et selon lui, cela témoigne d'un épanouissement de la végétation. THIOMBIANO (1996) a signifié que la dynamique des savanes repose essentiellement sur la régénération naturelle qui assure la pérennité des espèces au sein de l'écosystème.

Deux strates se dessinent sur le site à travers les résultats obtenus. La première se situant dans l'intervalle  $[0 - 5m [$ , abrite la majorité des individus (98,57%). La seconde ( $\geq 5$  m) ne concerne que 1,43% des individus. On pourrait dire que la végétation est en majorité jeune. Les résultats enseignent que le recouvrement est faible sur le site. Le traitement T7 a induit le plus important recouvrement (10%) tandis que le témoin absolu enregistre le plus faible (1,77%). Le faible recouvrement sur le site serait la conséquence du faible nombre d'individus de gros diamètre et dans une moindre mesure du passage du feu qui a occasionné la perte des feuilles de certains individus.

#### **2.4. La flore herbacée**

Le nombre d'espèces augmente avec les aménagements par rapport aux témoins (T0 et TA). Le traitement T1 a permis d'accroître le nombre d'espèces de 58,33% par rapport à T0 et de 171,43% par rapport à TA. En 2013, 85 espèces réparties dans 27 familles ont été recensées. Les familles les plus représentées étaient composées de *Poaceae* (29%), *Rubiaceae* (8%), *Fabaceae* (7%), *Asteraceae* (5%), *Caesalpiniaceae* (5%) et *Malvaceae* (5%). Ces résultats corroborent ceux de YAMEOGO et *al.* (2011) dans l'Ouest du Burkina Faso où les mêmes familles étaient plus représentées. SAWADOGO et *al.* (2008), KIEMA et *al.* (2008) ont noté respectivement que le Zaï + compost, les cordons pierreux améliorent la richesse floristique herbacée dans le sahel. Les indices de similitude ne révèlent pas de dissemblance significative

entre les communautés végétales de la plupart des parcelles aménagées ainsi que le témoin T0. Cependant avec le témoin TA, des dissemblances significatives ont été notées. Cela peut être dû à la protection qui met en défens le T0 et favorise de ce fait l'installation des herbacées sur ces parcelles également. Les herbacées vivaces comme les *Andropogon* spp. ont été plus rencontrées sur les parcelles aménagées que sur le témoin absolu en 2013. On pourrait dire que les aménagements ont contribué à créer des conditions favorables à l'installation d'espèces pérennes. Le TA n'ayant pas bénéficié d'aménagement est plus exposé au pâturage et aux feux.

## Conclusion et Suggestions

La région du Sud-ouest au Burkina Faso est soumise à une dégradation continue de ses ressources forestières dont l'un des corollaires est la perte des terres cultivables. L'objectif général de cette étude était d'analyser l'impact des cordons pierreux végétalisés sur les propriétés physico-chimiques du sol et sur la reprise de la végétation. Deux hypothèses ont sous-tendu nos travaux : (i) les cordons pierreux végétalisés permettent d'accroître la fertilité des sols, (ii) les cordons pierreux végétalisés impactent la diversité floristique de la végétation spontanée. Au terme de l'étude, on note que nos deux hypothèses émises ont été confirmées. La présente recherche a permis de montrer que la végétalisation des cordons pierreux augmente les teneurs du sol en particules fines et en matières organiques. Les variations diffèrent d'un traitement à un autre. Ainsi l'aménagement en cordons pierreux associés aux espèces *Piliostigma thonningii* et *Cajanus cajan* (T7) a contribué à mieux accumuler les éléments fins (Argiles-Limons fins). Le traitement T7 et l'aménagement en cordons pierreux plus *Piliostigma thonningii* et *Gliricidia sepium* (T5) ont enregistré les plus grands pourcentages en MO. Le T7 a aussi réduit considérablement l'acidité du sol. De 2011 à 2013 on a remarqué une amélioration de la diversité floristique ligneuse dans les parcelles aménagées par rapport aux témoins. Ainsi, l'aménagement cordons pierreux associés à *Andropogon gayanus* (T3) a donné la meilleure diversité floristique ligneuse. La régénération a été plus importante dans l'association cordons pierreux-*Andropogon gayanus-cajanus cajan* (T6) puis dans le T7. Le traitement cordons pierreux non végétalisés (T1) a favorisé une richesse floristique importante en herbacées. En somme, on retient que les aménagements conçus ont un impact positif sur la reconstitution du sol. Mais l'aménagement le plus efficace n'a pas pu être distingué. Cependant le traitement T7 s'illustre par son impact plus perceptible. Nous suggérons que :

- l'expérimentation soit poursuivie afin de mieux identifier les dispositifs les plus efficaces,
- l'étude de la biologie du sol soit faite pour mieux apprécier l'importance de la macrofaune et de l'activité respiratoire dans le processus de réhabilitation du sol,
- le suivi de la dynamique de la végétation soit fait dans les parcelles pour bien appréhender la succession végétale déjà amorcée,

- d'autres études axées vers les paramètres économiques soient menées afin d'évaluer la rentabilité financière de tels aménagements.

## Bibliographie

**Arbonnier M., 2009.** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, éditions Quæ, MNHN *Troisième édition* 573 p.

**Aronson J., Florent C., Le Floc'HE., Ovalle C., Pontanier R., 1993.** Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I.A view from south. *Restoration Ecology*, 1 (1): 8- 17.

**Bayen P., Traoré S., Bognounou F., Kaiser D., Thiombiano A., 2011.** Effet du zaï amélioré sur la productivité du sorgho en zone sahélienne. *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement* 3 (11). 15 p.

**Blamah J., 2004.** Impact des aménagements antiérosifs sur les productions fourragères et le recyclage des nutriments au sahel. Mémoire d'ingénieur, UPB/IDR, 98 p.

**Claude J., Grousis M., Milleville P. 1991.** Un espace sahélien : la mare d'Oursi, Burkina Faso. Editions de l'ORSTOM, 241 p.

**Cornic G. 2007.** Effet de la température sur la photosynthèse. 53 p.

**Desjardins Th., Lavelle P., Barros E., Brossard M., Chapuis-Lardy L., Chauvel A., Gremaldi M., Guimarães F., Martins P., Mitja D., Müller M., Sarrazin M., Tavares Filho J., Topal O., 2000.** Dégradation des pâturages amazoniens, description d'un syndrome et de ses déterminants. *Etude et gestion des sols* 4 (7) : 353-378.

**Diouf A., Diop T.A., Ndiaye M.A.F., Ndiaye A.S., Gueye M., 2008.** Impact de la biomasse de *Gliricidia sepium* utilisée comme engrais vert sur la culture du maïs (*Zea mays*) au Sénégal. *Journal des Sciences*, 8(3): 10-17.

**Doamba M. F. S., Nacro H.B., Sanon A., Sedogo M., 2011.** Effet des cordons pierreux sur l'activité biologique d'un sol ferrugineux tropical lessivé (province du Kouritenga au Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (1) : 304-313

**FAO, 2011.** Stratégie de gestion des risques de catastrophe en Afrique de l'Ouest et au Sahel (2011-2013) Rome, 43 p.

**FAO, 2013.** Restauration des terres arides dégradées pour la production agricole, forestière

et pastorale grâce à une nouvelle technique mécanisée de récolte des eaux pluviales. Département des forêts, Division des ressources forestières, Service de la conservation des forêts. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). 12 p.

**FEM, 2013.** Dégradation des sols : définition. 1 p. *Global environment facility*. Disponible auprès de « <http://www.thegef.org/gef/node/2611> », consulté le 21 octobre 2013 à 9 h 48 mn.

**FICOD, 2006.** Monographie de la commune rurale de Dissin en 2005. 74 p.

**Fontes J., Guinko S., 1995.** Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative. Toulouse, Ministère de la coopération française, 65 p.

**Ganaba S., 2005.** Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur la régénération des ressources ligneuses en zone sahélienne et nord soudanienne du Burkina Faso. *Vertigo*, 6 (2) : 126-140. Disponible auprès de « <http://www.vertigo.uqam.ca/pdf/vertigovol6no2.pdf>. » Consulté le 15 Juillet 2013.

**Ganaba S., 2008.** Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso. Thèse Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, 287 p.

**Gigou J., Traoré K., Giraudy F., Coulibaly H., Sogoba B., Doumbia M., 2006.** Aménagement paysan des terres et réduction du ruissellement dans les savanes africaines, *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 15 (1) : 116-122.

**Grouzis M., 1982.** Restauration des pâturages sahéliens. Mise en défens en reboisement : rapport de campagne 1981. Rapport de campagne, 32 p.

**Hauchart V., 2007.** Durabilité de l'agriculture en fonction des pratiques culturales actuelles et conseillées (Burkina Faso et Nord Ghana). Volta Bassin. Focal Project Report No 2. IRD Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, 109 p.

**I.N.S.D., 2008.** Résultats définitifs du recensement général de la population et de l'habitat du Burkina Faso, 58 p.

**Kagambèga W. F., Thiombiano A., Traoré S., Zougmore R., Boussim J. I., 2011.** Survival and growth responses of *Jatropha curcas* L. to three restoration techniques on degraded soils in Burkina Faso. *Ann. For. Res.* 54 (2): 171-184.

**Kambiré S.H., Somé L., 2013.** L'AGRO-ÉCOLOGIE AU BURKINA FASO : technologies mises au point par l'INERA-Burkina Faso. 47 p.

**Kiéma A., Nianogo A.J., Ouédraogo T., 2008.** Effets des cordons pierreux sur la régénération d'un pâturage naturel de glacis au Sahel. Etude originale. *Cahiers Agricultures* 17 (3) : 281-288.

**Kiéma A., Nianogo A.J., Savadogo M., 2006.** Effet du sous-solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. In « Agronomie et Agroforesterie au Sahel ». *Etudes et Recherches sahéliennes. INSAH*, pp. 25-32.

**Kiéma S., 2007.** Elevage extensif et conservation de la diversité biologique dans les aires protégées de l'Ouest burkinabé. Arrêt sur leur histoire, épreuves de la gestion actuelle, état et dynamique de la végétation. Thèse de doctorat, université d'Orléans, Orléans 562 p.

**Le Bourgeois T., Merlier H., 1995.** Adventrop : les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. Montpellier, France, CIRAD-CA Editeur, 640 p.

**LE Houérou H. N., 1996.** Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments* 34 : 133-185.

**Mando A., 1991.** Impact de l'activité des termites sur la dégradation de la biomasse végétale et quelques propriétés physiques des sols dégradés : Etude menée à Zanamogo (province du Bam du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur ISN/IDR U.O. 76 p.

**Maré G., 2002.** Impact des cordons pierreux végétalisés sur l'évolution de la fertilité des sols et des rendements en sorgho dans le bas-fond sahélien de Thion. Mémoire d'ingénieur UPB/IDR, 61 p.

**MEDD, 2013.** Cadre fonctionnel pour la réduction des impacts sociaux dus à la restriction potentielle d'accès aux forêts et espaces boisés communautaires. 56 p.

**Nacro H. B., 1997.** Hétérogénéité de la matière organique dans un sol de savane humide (*Lamto, Côte d'Ivoire*) : Caractérisation chimique et étude in vitro, des activités microbiennes de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de doctorat de l'université Paris 6, 302 p.

**Pallo P. J. F., Sawadogo N., Sawadogo L., Sedogo P.M., Assa A., 2008.** Statut de la matière organique des sols dans la zone sud-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(3) : 291-301.

**Pieri C., 1989.** Fertilité des terres de savane : Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Ministère de la coopération, CIRAD/IRAT (paris) 444 p.

**Reij C., Ian S., Camilla T., 1996.** Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. Chap. 9-10, 365 p.

**Roose E., 2007.** Restauration de la productivité des sols tropicaux. *Actes des JSIRAUF, Hanoi*, 6-9.

**Roose E., Bellefontaine R., Visser M., 2011.** Six rules for the rapid restoration of degraded lands: synthesis of 17 case studies in tropical and Mediterranean climates. *Sécheresse*, 22, 86-96.

**Roose E., Kaboré V., Guenat C., 1993.** The Zaï: Functioning, limits and improvement of a traditional African practice for the rehabilitation of degraded lands in semi-arid areas (Burkina Faso). *Cahiers - ORSTOM. Pédologie*, 28 (2): 159-173.

**Sawadogo H., Bock L., Lacroix D., Zombré N. P., 2008.** Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du Zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12 (3) : 279-290.

**Sawadogo H., KINI J. (INERA), 2011.** Revues des technologies au Burkina Faso. *WAHARA, Scientific Report n°9*. 17p.

**Somé N. A., Traoré K., Traoré O., Tassebedo M., 2007.** Potentiel des jachères artificielles à *Andropogon* spp. dans l'amélioration des propriétés chimiques et biologiques des sols en zone soudanienne (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11(3) : 245-252.

**Somé L., Kambou F., Traoré F., 2000.** Techniques de conservation des eaux et des sols dans la moitié nord du Burkina Faso. *Sécheresse*, 11(4) : 267-274.

**SP/CONAGESE, 2002.** Rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso, 174 p.

**Thiombiano A., 1996.** Contribution à l'étude des *Combretaceae* dans les formations végétales de la région Est du Burkina Faso. Thèse de troisième cycle, Université de Ouagadougou (UO), faculté des sciences et techniques (FAST) de l'Université de Ouagadougou. 220 p.

**Toutain B. Piot J., 1980.** Mise en défens et possibilités de régénération des ressources fourragères sahéliennes : études expérimentales dans le bassin de la mare d'Oursi (HIV). 155 p.

**Vlaar J.C.J., 1992.** Les techniques de conservation des eaux et des sols (CES) dans les pays du sahel 97 p.

**Yaméogo T. J., 2008.** Restauration et réhabilitation de sols dégradés en zone soudanienne du Burkina Faso : Caractérisation biophysique du site pilote de la forêt classée de Kuinima. Mémoire de DEA UPB/IDR, 49 p.

**Yaméogo T. J., Hien M., Lykke M. A., Somé N. A., Thiombiano A., 2011.** Effet des techniques de conservation des eaux et des sols, Zaï forestier et cordons pierreux, sur la réhabilitation de la végétation herbacée à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(1) : 56-71.

**Yaméogo T. J., Somé N. A., Hien M., 2009.** Etude préliminaire à une restauration des sols dégradés en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 20 (1) : 1-7.

**Yaméogo T. J., Somé N. A., Lykke M. A., Hien M. Nacro H. B., 2013.** Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du Zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso. *Tropicultura*, 31 (4) : 224-230.

**Yaméogo., T. J., 2012.** Réhabilitation d'écosystème forestier dégradé en zone soudanienne du Burkina Faso : impact des dispositifs CES/DRS, Thèse de Doctorat Unique en Développement Rural, UPB/IDR, 159 p.

**Yougaré H., 2008.** Evaluation de la fertilité des terres aménagées en cordons pierreux, zaï et demi-lunes dans le bassin versant du Zondama. Mémoire d'ingénieur, UPB/IDR, 64 p.

**Zombré P. N., 2006.** Variation de l'activité biologique dans les Zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique de Zaï (techniques des poquets). *BASE : Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (2) : 139-148.

**Zougmoré R., 2006.** Conservation des eaux et des sols. Processus de dégradation des sols et méthodes de lutte antiérosive en zone semi-aride. In session internationale de formation sur la gestion durable de la fertilité des sols, Burkina Faso 17 p.

**Zougmoré R., Guillobez S., Kambou N.F., Son G., 2000.** Runoff and sorghom performance as affected by the spacing of stone lines in the semiarid sahelian zone. *Soil Till Res.*56:175-83.

**Zougmoré R., Zida Z., Kambou F. N. (INRA), 1999.** Réhabilitation des sols dégradés : Rôles des amendements dans le succès des techniques de demi-lune et du zaï au sahel. *réseau érosion*, 1 (19) : 536-550.

## *Annexes*



**Annexe 2 : Richesse spécifique et proportions des ligneux sur le site en 2011**

Familles	Genre et espèces	Effectifs	Pourcentage
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Ozoroa insignis</i> Del.	4	10,53
	<i>Lannea velutina</i> A. Rich.		
	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich) Hochst.		
	<i>Lannea microcarpa</i> Engl. Et K. Krause		
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	1	2,63
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Stereospermum kunthianum</i> cham.	1	2,63
<i>Bombacaceae</i>	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. Et Vuillet	1	2,63
<i>Celastraceae</i>	<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam). Exell	1	2,63
<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Cassia sieberiana</i> DC.	3	7,89
	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.		
	<i>Detarium microcarpum</i> Guill.et Perr		
<i>Chrysobalanaceae</i>	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	1	2,63
<i>Combretaceae</i>	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	4	10,53
	<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. Et Diels		
	<i>Combretum aculeatum</i> Vent.		
	<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.		
<i>Ebenaceae</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex A. Rich	1	2,63
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Securinega virosa</i> (Roxb. Ex Willd.) Baill.	2	5,26
	<i>Sapium ellipticum</i> (Hochst.) Pax		
<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus laxiflorus</i> Guill. & Perr.	1	2,63
<i>Loganiaceae</i>	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	1	2,63
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	2	5,26
	<i>Trichilia emetica</i> (Vahl)		
<i>Mimosaceae</i>	<i>Faidherbia albida</i> (Del.) Chev.	5	13,16
	<i>Prosopis africana</i> (Guill. Et Perr.) Taub		
	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don		
	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.		
	<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Hall.		
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (Miq.) C.C.Berg	1	2,63
<i>Olacaceae</i>	<i>Ximenia americana</i> L.	1	2,63
<i>Polygalaceae</i>	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	1	2,63
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	1	2,63
<i>Rubiaceae</i>	<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) Kuntze	2	5,26
	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf et Hutch.		
<i>Sapotaceae</i>	<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaerth.f.	1	2,63
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Sterculia setigera</i> Del.	1	2,63
<i>Tiliaceae</i>	<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum	1	2,63
<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex doniana</i> Sweet	1	2,63

**Annexe 3 : Richesse spécifique et proportions des ligneux sur le site en 2013**

Familles	Genre espèces	Effectif	Pourcentage
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Ozoroa insignis</i> Del.	5	10,42
	<i>Lannea microcarpa</i> Engl. Et K. Krause		
	<i>Lannea acida</i> A. Rich.		
	<i>Lannea velutina</i> A. Rich.		
	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst		
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	1	2,08
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Newbouldia laevis</i> (P. Beauv.) Seem.	2	4,17
	<i>Stereospermum kunthianum</i> cham.		
<i>Bombacaceae</i>	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. Et Vuillet	1	2,08
<i>Celastraceae</i>	<i>Maytenus senegalensis</i> ( Lam). Exell	1	2,08
<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.	5	10,42
	<i>Cassia Sieberiana</i> Dc.		
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin et Barneby		
	<i>Burkea africana</i> HooK. F.		
	<i>Detarium microcarpum</i> Guill.et Perr		
<i>Chrysobalanaceae</i>	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	1	2,08
<i>Combretaceae</i>	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	6	12,50
	<i>Combretum adenogonium</i> Stend.ex A. Rich.		
	<i>Combretum collinum</i> Fresen.		
	<i>Terminalia laxiflora</i> Engl.		
	<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. Et Diels		
	<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.		
<i>Ebenaceae</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex A. Rich	1	2,08
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Flueggea virosa</i> (Roxb. Ex Willd.) Voigt.	1	2,08
<i>Fabaceae</i>	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	2	4,17
	<i>Pterocarpus lucens</i> Guill.et Perr.		
<i>Loganiaceae</i>	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	2	4,17
	<i>Strychnos innocua</i> Del.		
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	2	4,17
	<i>Trichilia emetica</i> (Vahl)		
<i>Mimosaceae</i>	<i>Prosopis africana</i> (Guill. Et Perr.) Taub	4	8,33
	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don		
	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.		
	<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Hall.		
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (Miq.) C.C.Berg	1	2,08
<i>Olacaceae</i>	<i>Ximenia americana</i> L.	1	2,08
<i>Polygalaceae</i>	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	1	2,08
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	1	2,08
<i>Rubiaceae</i>	<i>Gardenia aqualla</i> Stapf et Hutch.	5	10,42
	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel.ex G.Don) Benth.		
	<i>Feretia apodanthera</i> Del.		
	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach.e Thonn.		
	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf et Hutch.		

**Annexe 3 : Richesse spécifique et proportions des ligneux sur le site en 2013 (suite et fin)**

<i>Sapotaceae</i>	<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaerth.f.	1	2,08
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Sterculia setigera</i> Del.	1	2,08
<i>Tiliaceae</i>	<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum	1	2,08
<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex simplicifolia</i> Oliv.	1	2,08
<i>Hymenocardiaceae</i>	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	1	2,08

**Annexe 4 : Indice de présence des ligneux dans les différents traitements en 2011**

Genre - espèce	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	-	7,23	-	-	-	-	-	-
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	-	6,02	6,52	11,8	-	10	7,06	11,52
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	8,7	-	-	-	6,52	6,67	-	3,08
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	8,7	15,7	11,96	6,58	-	-	8,24	10,77
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr	-	-	3,26	-	-	-	3,53	2,31
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	-	-	14,13	-	6,52	-	4,71	15,38
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex A. Rich	8,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gardenia erubescens</i> Stapf et Hutch.	-	-	-	-	-	-	3,53	2,31
<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum	8,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. Et K. Krause	-	-	3,26	-	-	-	7,06	-
<i>Lannea velutina</i> A. Rich.	-	-	3,26	-	-	-	-	-
<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	-	-	-	-	-	-	-	2,31
<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. et Diels.	-	18,1	6,52	10,5	10,9	6,67	14,1	9,23
<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	-	-	-	-	-	-	3,53	-
<i>Stereospermum kunthianum</i> cham.	-	4,82	6,52	13,2	-	6,67	10,6	8,46
<i>Trichilia emetica</i> (Vahl)	-	-	-	-	6,52	-	-	-
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	-	12,1	7,61	7,89	-	-	5,88	9,23
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaerth.f.	-	7,23	19,57	5,26	13	6,67	11,8	7,69
<i>Vitex doniana</i> Sweet	-	-	-	3,95	-	-	-	-
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	-	-	-	5,26	-	-	-	-
<i>Autres</i>	65,2	28,9	17,39	35,5	56,5	63,3	20	17,69
<i>Total fréquence</i>	100	100	100	100	100	100	100	100,00

**Annexe 5** : indice de présence des ligneux dans les différents traitements en 2013

Espèces	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	13,93	10,58	-	-	-	8,07	-	11,22
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	-	17,79	11,8	14,86	5,05	23	10,4	8,01
<i>Combretum collinum</i> Fresen.	17,21	12,02	12,2	11,59	13,64	14,9	13,9	8,65
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	-	-	12,7	-	-	-	-	17,95
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	6,56	-	-	-	-	-	5,05	-
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don	-	-	-	-	-	-	-	8,97
<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. Et Diels	-	-	8,73	15,58	17,68	7,45	11,7	-
<i>Stereospermum kunthianum</i> cham.	-	4,81	19,2	10,51	7,07	6,21	10,4	7,69
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	-	7,21	-	-	-	-	-	-
<i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	13,93	12,02	8,3	10,87	15,66	11,2	17,7	12,18
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaerth.f.	9,84	12,98	9,61		11,62	6,83	6,62	-
<i>Vitex simplicifolia</i> Oliv.	-	-	-	5,07	-	5,59	-	-
<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	-	-	-	9,06	-	-	-	-
<i>Autres</i>	38,52	22,6	17,5	22,46	29,29	16,8	24,3	25,32
<i>Totale fréquence</i>	100	100	100	100	100	100	100	100

**Annexe 6** : planche photographique du site



**a** : cordons pierreux associé à *Andropogon gayanus*

**b** : cordons pierreux associé à *Cajanus cajan* et *Andropogon gayanus*

Annexe 7 : Richesse spécifique et proportion des herbacés en 2013 sur le site

Familles	Espèces	Nombre	%
<i>Acanthaceae</i>	<i>Lepidagathis anobrya</i> Nees	1	1,18
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Pandiaka heudelotii</i> (Moq.) Hook.		
<i>Araceae</i>	<i>Stylochiton hypogaeus</i> Lepr.	4	4,71
	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.		
	<i>Aspilia busei</i> O. Hoffm. Et Muschel.		
<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonia pauciflora</i> (Will.) Less.		
	<i>Vicoa leptoclada</i> (Kebb.) Dandy	3	3,53
<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Senna tora</i> Linn.		
	<i>Cassia nigricans</i> Vahl.		
	<i>Senna obtusifolia</i> Linn.		
	<i>Senna tora</i> Linn.	2	2,35
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Polycarpeae corymbosa</i> (L.) Lam.		
	<i>Polycarpeae lineariifolia</i> DC.	2	2,35
<i>Cochlospermaceae</i>	<i>Cochlospermum planchonii</i> Hook.f.		
	<i>Cochlospermum tinctorium</i> Perr.	3	3,53
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.		
	<i>Commelina forskalaei</i> Vahl.	3	3,53
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Evolvulus alsinioides</i> (L.) Linn.		
	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Br		
	<i>Ipomoea vagans</i> Bak.	2	2,35
<i>Cyperaceae</i>	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gand.		
	<i>Mariscus cylindristachyus</i> Steud.	3	3,53
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia polycnemoides</i> Hochst.		
	<i>Euphorbia sp.</i>		
	<i>Sapium grahami</i> (Stapf. Prain	6	7,06
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schumach.) J. Léonard		
	<i>Alysicarpus rugosus</i> (Willd.) DC		
	<i>Indigofera leprieuri</i> Bak.		
	<i>Indigofera pulchra</i> Wild.	1	1,18
<i>Fabaceae</i>	<i>Tephrosia bracteolata</i> G. et Pers.		
	<i>Tephrosia pedicellata</i> Bak.	3	3,53
<i>Hypoxidaceae</i>	<i>Curculigo pilosa</i> Stapf.		
<i>Lamiaceae</i>	<i>Tinnea barteri</i> Guinh.		
	<i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) Ait.	4	4,71
	<i>Hyptis spicigera</i> Lam.		
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus asper</i> Hook.		
	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	4	4,71
	<i>Sida alba</i> Linn.		
	<i>Wissadula amplissima</i> (L.) Fries		
<i>Onagraceae</i>	<i>Ludwigia abyssinica</i> (A.Rich.) Dandy et Brenan	1	1,18

Annexe 7 : Richesse spécifique et proportion des herbacés en 2013 sur le site (suite)

<b>Oxalidaceae</b>	<i>Biophitum petersianum</i> Klotych.	1	1,18
<b>Pedaliaceae</b>	<i>Cerathotheca sesamoides</i> endl.		
	<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf.		
	<i>Andropogon fastigiatus</i> SW.		
<b>Poaceae</b>	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	25	29,41
	<i>Aristida adscensionis</i> Linn.		
	<i>Aristida kerstingii</i> Pilger		
	<i>Brachiaria lata</i> C.E. Hubb.		
	<i>Cymbopogon schaenanthus</i> Maire et Weiler		
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> P.Beauv.		
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.		
	<i>Eleusine indica</i> Gaerth.		
	<i>Elionurus elegans</i> Kunth.		
	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Ness		
	<i>Eragrostis cilianensis</i> (Koeler) Link		
	<i>Eragrostis tremula</i> (L.) Hochst ex Steud.		
	<i>Euclasta condylotricha</i> stapf.		
	<i>Hackelochloa granularis</i> O.Kze		
	<i>Loudetia togoensis</i> (Pilger) C.E. Hubbard		
	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.		
	<i>Pennisetum polystachyion</i> (L.) K. chult.		
	<i>Rottboellia exaltata</i> Linn.		
	<i>Schizachyrium exile</i> (Hoshst.) Pilger		
	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alst.		
	<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth.		
	<i>Setaria pallidefusca</i> Stapf.et Hubb		
	<i>Sporobolus pyramidalis</i> Beauv.		
<b>Polygalaceae</b>	<i>Polygala arenaria</i> Willd.	1	1,18
<b>Rubiaceae</b>	<i>Mitracarpus scaber</i> (Willd) Oktze	7	8,24
	<i>Oldenlandia herbacea</i> (L.) Roxb.		
	<i>Kohautia senegalensis</i> Ch.ex.Chlecht.		
	<i>Spermacoce radiata</i> DC.		
	<i>Spermacoce scabra</i> Kunth. Et Dalz.		
	<i>Spermacoce stachydea</i> (de Candolle) Hutchinson & Dalziel		
	<i>Spermacoce verticillata</i> (L.) G.I.W.Mey	7	8,24
<b>Sapindaceae</b>	<i>Cardiopermum halicacabum</i> Linn.	1	1,18
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Scoparia dulcis</i> Linn.	3	3,53
	<i>Striga asiatica</i> (L.) O.Kze.		
	<i>Striga hermontheca</i> (Del.) Benth.		
<b>Terculiaceae</b>	<i>Waltheria indica</i> Linn.	1	1,18

**Annexe 7** : Richesse spécifique et proportion des herbacés en 2013 sur le site (suite et fin)

<b><i>Tiliaceae</i></b>	<i>Triumffeta rhomboidea</i> Jacq.	3	3,53
	<i>Corchorus olitorus</i> Linn.		
	<i>Corchorus tridens</i> Linn.		
<b><i>Vitaceae</i></b>	<i>Ampelocissus grantii</i> (Bak.) Planch.	1	1,18
<b><i>Zingiberaceae</i></b>	<i>Kampferia aethiopica</i> Benth.		
27		85	100,00