

BURKINA FASO
Unité-Progrès -Justice

Ministère des Enseignements Secondaire Supérieur et de la Recherche Scientifique
(MESSRS)

Université Polytechnique de Bobo Dioulasso
(UPB)

Centre National de Recherche Scientifique et
Technologique (CNRST)

Institut du Développement Rural (IDR)

Institut de l'Environnement et de Recherche
Agricole (INERA)



Rem
894 MAR

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieurs de Développement Rural

Option : Agronomie

Thème :

**IMPACT DES CORDONS PIERREUX VEGETALISES SUR L'EVOLUTION DE LA
FERTILITE DES SOLS ET DES RENDEMENTS EN SORGHO DANS LE
BAS-FOND SAHELIEN DE THION**

Directeur de mémoire : Dr ZOMBRE N. Prosper

Maître de stage : Dr THIOMBIANO Lamourdia

MENTION BIEN

Juillet 2002

MARE Gisèle

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Mon père, Oussoufom et ma mère Kobanka Lézouba
Mes frères et sœurs en particulier notre sœur
regrettée Hortense.

AVANT PROPOS

La réalisation et le bon déroulement du présent stage ont été possibles grâce à plusieurs personnes auxquelles nous tenons à adresser nos reconnaissances. Il s'agit de :

Dr. Thiombiano Lamourdia, notre maître de stage qui malgré ses multiples occupations nous est resté entièrement disponible. Il nous a permis d'exploiter la base de données sur Thion et de bénéficier d'un dispositif pour mon stage dans la localité ;

Dr. Zombré N. Prosper, notre directeur de mémoire, qui par ses critiques objectives, nous a permis d'améliorer constamment notre document ;

Dr. Boussim I. Joseph, personne ressource de mon stage au sein de l'INERA Kamboinsè ;

Monsieur Oumar Kaboré, pour ses divers efforts lors de notre installation sur le site d'étude ;

Monsieur Lamine Zerbo, pour nous avoir favorisé des contacts avec des spécialistes ;

Messieurs Jean-Baptiste Tignegré et Jean-Pierre Tiendrebéogo, pour nous avoir initié respectivement aux logiciels M-STATC et SPSS ;

Monsieur Adama Bandaogo pour ses conseils pratiques et sa disponibilité ;

Monsieur Georges A. Ky pour sa compréhension et sa disponibilité ;

Nos co-stagiaires Tiemtoré Adama, Ouédraogo Issa et Boni Alexis pour la numérisation des cartes ;

Tout le personnel de la Cellule Télédétection et du Laboratoire Sol-Eau-Plante pour leur collaboration ;

Monsieur et Madame Tapsoba, pour leur importante contribution ;

Monsieur Bertrand P. Tapsoba pour son soutien affectif ;

Toutes celles et tous ceux qui ont contribué à un niveau particulier et dont les noms ne sont pas cités.

Nos remerciements vont également aux habitants du village de Thion pour leur implication dans les travaux.

RESUME

Dans la zone sahéenne, la production est constamment limitée par l'alternance du manque d'eau et des éléments nutritifs. Cette dégradation continue des conditions pédo-climatiques, incite la valorisation des petits bas-fonds sahéens qui ont un régime hydrique spécifique. L'aménagement en cordons pierreux végétalisés (à l'aide de *Vetiveria zizanioides* et d'*Andropogon gayanus*) de la vallée de Thion (à l'ouest de Bogandé) vise à assurer la sécurisation de la production vivrière.

Le suivi de l'impact de ce dispositif sur la restauration des éléments nutritifs des sols et sur l'évolution des rendements du sorgho a été effectué à l'aide d'un dispositif de carrés de rendement et d'analyses physico-chimiques des sols.

Les résultats de cette campagne agricole 2001 mettent en évidence un impact positif des cordons enherbés sur l'humidité des sols et les rendements en grains de sorgho en fonction de la distance par rapport aux cordons. Les teneurs en matière organique, azote, phosphore et potassium des sols entre deux cordons pierreux végétalisés restent homogènes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. c.

L'étude comparative des rendements de trois campagnes agricoles (1997-1999-2001) présente un accroissement des rendements en grains de 15 p. c. entre 1997-1999 et de 54 p. c. entre 1997-2001.

Les teneurs en matière organique et en azote total ont été respectivement améliorées de 25 p. c. et 59 p. c. entre 1999 et 2001.

Malgré la mise en évidence de l'évolution positive des rendements du sorgho et de la fertilité des sols sous l'influence des cordons enherbés, cette mesure physique de lutte contre l'érosion hydrique ne doit pas être la seule alternative. Il apparaît important de labourer les champs avant les semis et de faire des apports de compost ou de fumier en complément.

Mots clés : *Bas-fond sahéen, cordons pierreux végétalisés, fertilité des sols, rendements du sorgho, Thion, Bogandé, Burkina Faso.*

ABSTRACT

In Sahelian's areas, the production is constantly limited by the alternation of lack of rainwater and the shortage of nutrients. This continual degradation of pedo-climatic's conditions prompt the development of small Sahelian's shallow, which had a specific soils moisture. The rock bunds management (by help of *Vetiveria zizanioides* and *Andropogon gayanus*) at Thion's valley (west Bogande) aims for an assurance securisation of food crops. The impact's keep track of this set-up on the fertility's restoration and on the sorghum's average increasing had been carried out by the squares and soils' analysis.

The result of this agricultural campaign (2001) could give evidence of a real impact of rock bunds under grass on the soils' moisture and sorghum's average with regard to squares' gap to the cords. According to Newman-Keuls' test at threshold of 5 p. c., the soils' fertility between two rock bunds remains homogenous.

A comparative case of three seasons (1997-1999-2001) is showing a rate of increase of sorghum grain's average from 15 p. c. (1997-1999) to 54 p. c. (1997-2001).

Soils' content of organic material and nitrogen had been respectively improve from 25 p. c. to 59 p. c. (1997-2001).

Despite of the evidence increasing of sorghum's average and the soils' fertility under impact of the rock bunds, this previous struggle counter moisture's erosion is not suppose to be alone meaning. It seems to be important that the field have to be plough before the seedbed and bring some manure or compost as complement.

Key words : *Sahelian's shallow field, rock bunds under grass, soils fertility, average of sorghum, Thion, Bogande, Burkina Faso.*

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Production de sorgho de 1990-2000</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 2 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et du pH eau en 1999.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 3 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et du pH eau le 03 septembre 2001.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 4 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et le pH eau le 22 octobre 2001.....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 5 : Humidité des sols des placettes.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 6 : Densité des plants.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 7 : Hauteurs des plants récoltés</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 8 : Rendement en grains (t/ha) par bloc.....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 9 : Moyenne des rendements en grains.....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 10 : Rendement paille.....</i>	<i>55</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Pluviométrie de Bogandé de 1990-1999.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 3 : Evolution des teneurs en matière organique.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 4 : Evolution des teneurs en azote total.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure 5 : Evolution du taux C/N.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure 6 : Hauteurs mensuelles de pluie de l'année 2001.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 7 : Evolution de l'humidité des sols suivant la distance des placettes aux cordons.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 8 : Evolution des rendements grain.....</i>	<i>54</i>

SIGLES ET ABREVIATIONS

CBF : Consortium Bas-Fonds

Cf. : Confère

FEER : Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural

GERES : Groupement Européen de Restauration des Eaux et des Sols

IVC : *Inland Valley Consortium*

M-STATC : *Michigan University Statistics – Version C*

SPSS : *Software Package of Social Science*

p. c. : pour cent

UNC : Unité Nationale de Coordination

VNB : Blocs du versant nord

VSB : Blocs du versant sud

VNC : Cordons du versant nord

VSC : Cordons du versant sud

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 : Perspectives</i>	<i>I</i>
<i>Annexe 2 : Relevé pluviométrique (mm) de Thion de l'année 2001.....</i>	<i>III</i>
<i>Annexe 3 : Rendements de sorgho obtenus dans les placettes.....</i>	<i>IV</i>
<i>Annexe 4 : Récapitulatif de l'analyse statistique de quelques paramètres biométriques du sorgho</i>	<i>VI</i>
<i>Annexe 5 : Inventaires des adventices dans les carrés de rendement.....</i>	<i>VII</i>
<i>Annexe 6 : Stock de nutriments dans les carrés de rendement</i>	<i>VIII</i>
<i>Annexe 7 : Teneurs moyennes de nutriments dans le sol par année</i>	<i>XII</i>
<i>Annexe 8 : Evolution des teneurs en nutriments des sols suivant les années</i>	<i>XV</i>
<i>Annexe 9 : Récapitulatif de l'analyse statistique des éléments nutritifs.....</i>	<i>XVII</i>
<i>Annexe 10 : Dispositif de piégeage de sol décapé</i>	<i>XVIII</i>

TABLE DES MATIERES

<i>DEDICACE</i>	<i>ii</i>
AVANT PROPOS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITES	3
I. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS (CES)	4
1.1 Pertes en terre.....	4
1.2 Mesures de lutte contre l'érosion hydrique.....	5
1.2.1 Historique des techniques CES au Burkina Faso.....	6
1.2.2 Méthodes de lutte contre l'érosion hydrique.....	6
1.3 Végétalisation des cordons pierreux.....	9
1.4 Impact des cordons pierreux sur la fertilité des sols.....	10
1.5 Impact des cordons pierreux sur les rendements en sorgho.....	10
1.6 Caractéristiques et notion de bas-fonds.....	11
II. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	14
2.1 Situation géographique.....	14
2.2 Climat.....	14
2.2.1 Pluviométrie de 1990-1999 de la station de Bogandé.....	14
2.2.2 Evapotranspiration potentielle.....	15
2.2.3 Température.....	15
2.3 Production de sorgho dans la zone.....	17
2.4 Caractéristiques du bas-fond.....	18
2.5 Géomorphologie.....	18
2.6 Les sols.....	19
2.7 Végétation.....	23

2.8 Occupation des sols	23
2.9 Les systèmes de production	23
Conclusion	25
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	26
I. MATERIEL DE L'ETUDE	27
1.1 Matériel végétal	27
1.2 Cordons pierreux	27
II. METHODOLOGIE	30
2.1 Echantillonnage des sols.....	30
2.2 Analyses chimiques des échantillons de sol.....	30
2.3 Méthode d'évaluation des rendements.....	32
2.3.1 Pose des carrés de rendement ou placettes.....	32
2.3.2 Numérotation des placettes et des cordons	32
2.3.3 Densité de semis et hauteur des plantes	33
2.3.4 Enherbement.....	33
2.3.5 Maladies des cultures.....	33
2.3.6 Récolte du sorgho.....	33
2.3.7 Détermination des rendements	34
2.4 Taux d'humidité.....	34
2.5 Traitement statistique des données.....	35
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	36
I. Impact des cordons pierreux végétalisés sur l'évolution de la fertilité des sols	37
1.1 Evolution du pH eau des sols.....	39
1.2 Evolution des teneurs en matières organiques des sols	40
1.3 Evolution des teneurs en carbone organique	40
1.4 Evolution des teneurs d'azote total	41
1.5 Rapport C/N	41
1.6 Phosphore total et Potassium total.....	41
1.7 Discussion	42
Conclusion	44
II. Impact des cordons pierreux sur l'évolution des rendements du sorgho	45
2.1 Les principaux facteurs influençant les rendements du sorgho	45
2.1.1 Pluviosité	45
2.1.2 Humidité des sols.....	46
2.1.3 Impact des cordons pierreux sur le développement des adventices	49

2.1.4 <i>Impact des cordons pierreux végétalisés sur le développement des maladies</i>	50
2.2 Biométrie des plants du sorgho	50
2.2.1 <i>Densité et Hauteurs des plants</i>	50
2.2.2 <i>Impact des cordons pierreux sur les rendements grains</i>	52
2.2.3 <i>Impact des cordons pierreux végétalisés sur les rendements paille</i>	55
 CONCLUSION GENERALE	 56
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	 58
 ANNEXES	 I

INTRODUCTION

Dans les régions sahéniennes, la croissance des principales cultures vivrières est rendue très difficile par les conditions pédo-climatiques souvent défavorables. Les propriétés physico-chimiques des sols résultant offrent un développement limité aux plantes. De plus, la répartition spatio-temporelle des pluies, corrélée aux caractéristiques des sols intensifient le ruissellement, accentuant ainsi l'érosion hydrique.

Les tentatives de compensation des déficits céréaliers sont axées principalement sur l'extensification des superficies emblavées. Cette résolution n'est pas sans conséquence sur le couvert végétal.

A ces facteurs de dégradation des sols, s'ajoute la croissance démographique qui selon le Ministère de la Coopération et du Développement (1991).

Face à ces contraintes environnementales, les petits bas-fonds sahéniens apparaissent de plus en plus comme un moyen de compenser les effets de la sécheresse (Zida, 1992). En effet, selon Mama (1996), les sols de bas-fonds sont des écosystèmes présentant des potentialités agricoles importantes, mais encore relativement peu exploitées. C'est ainsi que les organismes de recherche et de développement (tant gouvernementaux que non gouvernementaux) s'intéressent de façon croissante à la valorisation de ces bas-fonds.

Le Consortium Bas-Fonds (CBF) ou *Inland Valley Consortium (IVC)* est un programme sous-régional créé en 1993 et regroupant 10 pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre et 8 institutions internationales. Il intervient dans l'exploitation rationnelle des bas-fonds. Cette intervention permet l'utilisation plus marquée des espaces dépressionnaires. Cela constitue une alternative intéressante pour stabiliser les systèmes de production en milieu rural.

Au Burkina Faso, le CBF à travers l'Unité Nationale de Coordination (UNC) travaille sur deux sites que sont les bas-fonds de Thion et du Blétou. Le bas-fond de Thion, selon la classification de Albergel et *al.* (1993), est un bas-fond simple avec une morphologie encaissée et propre aux bas-fonds des zones sahéniennes. Les bassins versants du bas-fond subissent chaque année un décapage (Sandwidi et *al.*, 1999).

Les pertes en particules fines et en éléments nutritifs appauvrissent les sols et participent à l'ensablement progressif du bas-fond. Cette dégradation continue des versants du bas-fond est corrélée à l'insuffisance des pluies dans la zone contribuant considérablement à la réduction des rendements.

Le CBF, dans son rôle de valorisation des bas-fonds a permis en 1996 l'aménagement en cordons pierreux végétalisés des bassins versants du bas-fond au profit des exploitants. Depuis son installation, l'impact de ce dispositif sur les rendements des cultures et sur la fertilité des sols est suivi au cours de chaque campagne.

La notion de fertilité dans cette étude concerne essentiellement le statut organique (C et N), le pH et les éléments chimiques tels que le phosphore et le potassium.

Au niveau de l'aménagement le sorgho est la culture dominante. Il occupe près de 70 p. c. de l'espace aménagé.

Le présent travail est une étude de l'impact des cordons pierreux végétalisés sur certains éléments chimiques du sol et sur les rendements qui en découlent.

Des études spécifiques ont été menées sur :

- l'impact des cordons pierreux végétalisés sur l'humidité des sols ;
- l'évolution des éléments nutritifs entre deux campagnes agricoles (1999 et 2001);
- l'évolution des rendements du sorgho en trois campagnes agricoles (1997, 1999, 2001).

Ce rapport s'articule autour de trois points principaux :

- un premier chapitre, présente de façon synthétique les travaux antérieurs menés sur les dispositifs physiques de conservation des eaux et des sols et quelques caractéristiques de la zone d'étude ;
- le chapitre suivant décrit le dispositif expérimental et la méthodologie utilisée ;
- enfin, le dernier point fait l'état des résultats obtenus sur le terrain et au laboratoire suivi de discussions et d'une conclusion générale.

CHAPITRE I : GENERALITES

I. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS (CES)

1.1 Pertes en terre

L'action du vent ou de l'eau sur la surface du sol entraîne le détachement des éléments constitutifs du sol. L'érosion hydrique est définie selon Roose (1967) comme l'ensemble des phénomènes d'arrachement des particules du sol par énergie cinétique des gouttes de pluie et du ruissellement. Elle se présente sous 3 formes différentes selon le PNGT (1993) :

L'érosion en nappe : Elle provient du ruissellement diffus. Elle progresse sur un large front, provoque le transport de matériaux très fins et le polissage de la surface du sol. Elle est à l'origine de la création des plaques dénudées (*zipella*).

L'érosion en griffe ou **en rigole** : Elle provient du ruissellement linéaire. Elle est caractéristique des sommets des collines cuirassées où la roche mère est très proche. Son action se déclenche avec la présence d'une pente sensible.

L'érosion en ravine : Provenant du ruissellement diffus, c'est un stade avancé de l'érosion en griffe. La profondeur d'un ravinement peut atteindre 3 m. Elle se développe sur les sols de bas de pente constitués par des limons et du sable. C'est la forme la plus manifeste et la plus destructive de l'érosion.

De nombreux auteurs ont mis en évidence la diversité et l'interrelation des facteurs concourant au développement de l'érosion hydrique. Les résultats de leurs travaux ont été résumés par Thiombiano (2000) :

Nature des sols : les sols ferrugineux (lixisols), les sols squelettiques (leptosols) à épipedon riche en limons, sont plus fragiles selon Somé et *al.* (1992) ;

L'état de surface du sol : les sols dénudés, les sols à structure encroûtée ou glacée sont plus sujets aux phénomènes de l'érosion hydrique. Diverses études dont celles de

Casenave et Valentin (1989) ont montré que l'absence d'une rugosité des sols contribue au développement important de la perte en sol par décapage, par érosion différentielle (lessivage, rigoles, ravines) ;

L'intensité des pluies : au delà d'une intensité de 40 mm/h, les eaux de pluies en région sahéenne ruissellent avec des taux de 30 à 80 voire 90 p. c. selon la nature des sols, leur position topographique et leur état hydrique.

Ces éléments arrachés particulièrement par les eaux de pluies sont transportés par ruissellement. Les éléments fins en suspension finissent par rejoindre les cours d'eau. Ce qui conduit aux pertes en matières organiques et minérales des sols des versants notamment avec une importante incidence négative sur les bas-fonds aménagés pour les cultures. Elle conduit à des pertes quantitatives en sol suivies de la réduction qualitative de leur potentiel de production. Vlaar et Wesselink (1990) ont estimé entre 1,1 et 1,8 t/ha la quantité de sédiments transportés chaque année dans les bassins versants. Ces chiffres correspondent également à des données obtenues par d'autres recherches au Burkina Faso sur des bassins versants avec une superficie de quelques dizaines de km² (Mietton, 1988). Ce transport d'éléments fins et leur dépôt dans les cours d'eau provoquent une diminution de leur profondeur. Ce phénomène d'ensablement a été évalué à 10 mm/an pour le bas-fond de Thion (Sandwidi et al. , 1999).

1.2 Mesures de lutte contre l'érosion hydrique

Ces mesures visent la conservation des eaux et des sols.

Selon Delaite et Pastor (1997), la conservation des eaux et des sols se définit de façon générale comme l'ensemble des techniques qui maintiennent et améliorent les sols tout en préservant la qualité des eaux.

Dans un sens plus strict, ce sont des techniques d'aménagement anti-érosifs qui atténuent ou éliminent les dégradations dues aux vents, aux pluies et aux cours d'eau, tout en favorisant l'infiltration des pluies dans un but de conservation physique mais aussi biologique.

1.2.1 Historique des techniques CES au Burkina Faso

Les premiers traitements de conservation des eaux et des sols ont démarré dans le nord du pays, dans la région du Yatenga par le service des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols dès la deuxième moitié des années 1950 (Doro, 1991). A partir de 1960 et jusqu'à la fin des années 1970, c'est l'ère des bourrelets anti-érosifs ou diguettes en terre, d'abord avec le GERES et ensuite avec le Fonds de Développement Rural. Le début des années 1980 marque une étape importante dans l'histoire de la lutte anti-érosive avec l'apparition des diguettes en pierres ou cordons pierreux. Les diguettes en pierres ont éclipsé les diguettes en terres étant donné la faible efficacité de ces derniers et le non entretien par les paysans qui s'en est suivi. Toutefois, au niveau des diguettes en pierres, les dispositifs étaient variables en fonction de l'organisme réalisateur (Sawadogo, 1995).

1.2.2 Méthodes de lutte contre l'érosion hydrique

Pour ralentir les effets érosifs des pluies sur les sols, différentes mesures de lutte ont été entreprises. Appliquées individuellement ou en association, on distingue les :

1.2.2.1 Dispositifs physiques

Ils regroupent les procédés mécaniques qui contribuent au ralentissement du ruissellement tout en favorisant l'infiltration de l'eau. Delaite et Pastor (1997) ont subdivisé ces types d'ouvrages en trois groupes en fonction de leur mode de construction.

- Les fascines, les diguettes, les murets et les cordons sont obtenus par du matériel apporté qui est soit de la terre soit des pierres ;

On désigne par cordon pierreux, des dispositifs anti-érosifs constitués de blocs de moellons assemblés par série de 1, 2, 3 ou plusieurs à la fois. C'est un chapelet de cailloux moyens disposés le long d'une courbe de niveau (PNGT, 1993). Suivant le mode et la disposition des pierres, les cordons sont subdivisés en trois types :

Les cordons à trois pierres qui sont formés par la juxtaposition de trois pierres dont deux constituent le bas, la troisième jouant le rôle de voûte ;

Les cordons de pierres dressées constitués d'une pierre dressée à l'amont et soutenue à l'aval par une ou deux pierres plates ;

Les cordons de pierres alignées résultent de la juxtaposition de grosses pierres placées les unes à côté des autres de façon jointive, l'ensemble étant stabilisé par des petites pierres à l'amont et à l'aval.

- Les ouvrages obtenus par des matériaux apportés et des parties creusées. Ils concernent entre autres les terrasses, les banquettes et les demi-lunes ;
- Le dernier groupe s'intéresse aux fossés, aux tranchées et aux gradins.

Ces mesures physiques de lutte contre l'érosion hydrique visent la création des obstacles au ruissellement dans le but :

- de le ralentir ou de l'empêcher de se concentrer ;
- d'augmenter la rétention de l'eau dans le sol ;
- et de diminuer ou stopper l'érosion du sol.

1.2.2.2 Procédés biologiques

Les méthodes biologiques consistent à assurer une couverture maximum du sol, aussi bien dans l'espace que dans le temps. Les plantes assurent une fixation du sol par les racines, le protègent contre l'impact des gouttes de pluies et constituent un obstacle au ruissellement des eaux de pluie. En plus, elles contribuent à rétablir, à maintenir ou à améliorer le niveau de fertilité des sols.

Ces procédés suivent trois stratégies qui sont :

- La protection du sol au maximum dans le temps et dans l'espace, en lui assurant une couverture végétale ; parmi les techniques utilisées, on peut citer :
 - le paillage ;
 - la couverture du sol ;
 - les rotations de cultures ;
 - l'association de cultures.

- L'amélioration de la résistance du sol à l'érosion en améliorant sa structure par le rétablissement, l'entretien et l'accroissement de ses réserves organiques et de sa fertilité. Les techniques sont entre autres :
 - l'enfouissement des résidus de cultures,
 - la fertilisation organique et le compostage ;
 - les jachères ;
 - les prairies temporaires.

- La réduction du ruissellement des eaux de pluies par la création d'obstacles afin de diminuer l'érosion et favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol :
 - les bandes enherbées ou végétalisation des cordons pierreux ;
 - les haies vives ;
 - les terrasses progressives de cultures.

1.2.2.3 Techniques culturales : cas particulier du labour et ses effets sur le sol

Le labour a des impacts positifs sur les propriétés physico-chimique et biologique des sols.

- **Impact sur la structure du sol** : Le labour favorise l'enracinement des cultures. Il augmente la porosité totale des horizons superficiels quelles que soient les conditions de réalisation. Il crée une fissuration qui n'existe souvent pas dans les conditions naturelles (Nicou, 1986).

- **Impact sur le régime hydrique des sols** : C'est l'un des effets bénéfiques du labour en zone tropicale sèche. Il accroît l'infiltration et diminue le ruissellement :
 - en augmentant la porosité des horizons de surface ;
 - en créant des obstacles à la circulation partielle ou totale de l'eau à la surface du sol, ce qui favorise sa pénétration.

L'efficacité propre du labour est surtout sensible en début de cycle car il permet une meilleure utilisation par la plante de l'eau stockée. Réalisé en fin de saison des pluies, il permet de réduire l'évaporation pendant la saison sèche car il rompt le front capillaire et supprime toute végétation adventice.

- ***Impact sur la matière organique et la vie microbienne du sol***

Le labour peut augmenter de manière significative la minéralisation de l'azote pendant la saison des pluies, ce qui augmente le rendement des céréales.

Il peut aussi avoir des effets importants sur l'activité symbiotique des rhizobiums en particulier en culture arachidière, probablement en raison d'une meilleure aération du sol (Nicou, 1986).

- ***Impact sur le rendement des cultures***

Les céréales sont très sensibles aux effets du labour. Il influence de façon croissante les rendements du mil, du sorgho puis du maïs et du riz pluvial. Cela dépend beaucoup de la rusticité de l'espèce et de son adaptation à l'aridité du climat.

Le labour a également un effet marqué sur la croissance des adventices. Des études ont montré qu'un labour correctement effectué permettait de réduire le nombre des sarclages de manière significative et surtout de différer la date de la première intervention ce qui est important pour le calendrier cultural de l'exploitation.

1.3 Végétalisation des cordons pierreux

Les cordons pierreux installés individuellement finissent par perdre certaines fonctions dont celui de filtre. La sédimentation provoque à long terme un dépôt de limon et d'argile en amont des cordons pierreux. Ceci contribue à boucher les trous de passage de l'eau au travers de l'ouvrage provoquant ainsi des concentrations d'eau à certains endroits qui provoquent des dégâts sur l'ouvrage. La végétalisation des cordons pierreux permet de réduire de tels effets.

On entend par végétalisation, la plantation de toutes espèces végétales (herbacées, arbustes ou arbres) le long d'un dispositif anti-érosif de toute nature dans le but de le consolider dans un rôle de régulation des eaux de ruissellement (PNGT, 1993).

La végétalisation des dispositifs anti-érosifs revêt un double avantage qui est la fixation des ouvrages suivie de la production de fruits, de fourrages, de pailles, aussi bien pour l'alimentation des animaux que divers autres usages domestiques.

Les cordons pierreux végétalisés visent essentiellement à freiner les eaux de ruissellement, à favoriser leur infiltration d'une part et à jouer le rôle de filtre et provoquer le dépôt de sédiments provenant de l'amont de la bande d'autre part.

1.4 Impact des cordons pierreux sur la fertilité des sols

Selon Pieri (1989), la fertilité d'un sol est l'aptitude d'un milieu à produire. Ce milieu a des composantes qui déterminent la fertilité : le climat et le sol (caractéristiques physique, chimique et biologique). Sans chercher à confondre la richesse en certains éléments chimiques des sols avec la notion de fertilité, nous allons évaluer l'impact des cordons pierreux sur le potentiel de production végétale des sols.

Vlaar et Wesselink (1990) ont montré une différence nette de la teneur en azote et en matières organiques entre sols témoins et sols de sédiments (bas-fond aménagé). Cette amélioration du stock en éléments nutritifs est plus marquée au voisinage des digues filtrantes.

Zougmoré et *al.* (1993), ont également mis en évidence le rôle de stockage des éléments fertilisants du fait de l'impact des cordons pierreux végétalisés. Cette sédimentation est plus importante, lorsque l'espace entre cordons pierreux est de 25 m ou 33 m.

1.5 Impact des cordons pierreux sur les rendements en sorgho

Le sorgho est une plante qui résiste aux déficits hydriques des régions sahéniennes. Ses besoins en eau sont estimés à plus de 600 mm d'eau (MCD, 1991). Il tolère les conditions du sol avec une variation de pH eau de 4,5 à 8 mais il préfère les sols ayant une bonne capacité de rétention de l'eau et des éléments minéraux.

La pluviométrie annuelle dans les zones sahéniennes et la qualité physico-chimique des sols ne satisfont pas toujours ces exigences du sorgho pour une production optimale. Plusieurs auteurs dont Zida (1992), Zougmoré et *al.* (1993), Lamachère et *al.* (1995) ont montré que l'installation des cordons pierreux dans ces zones favorise une infiltration plus importante de l'eau et une sédimentation des éléments nutritifs au voisinage du dispositif. Le constat général est que l'humidité du sol décroît quand on s'éloigne des cordons pierreux.

Les résultats précédents des recherches portent plus sur l'impact des cordons pierreux non végétalisés sur la production agricole. Mais avec le rôle de filtre connu des herbacées ou des ligneux, des chercheurs tels que Delaite et Pastor (1997) s'accordent sur l'impact plus amélioré de l'association végétaux cordons pierreux. C'est également ce que rapporte le PNGT (1993).

Expérience de Conservation des Eaux et des Sols dans la localité

L'impact des cordons pierreux et du zaï sur l'amélioration des rendements des cultures est connu des habitants de Thion par le biais du projet agroforestier OXFAM en 1986. L'arrivée de l'INERA dans la localité en 1995 (Sandwidi et al. , 1999) a renforcé chez les producteurs le rôle de restauration des sols joué par les cordons pierreux végétalisés. Ceci par l'aménagement en cordons pierreux végétalisés des versants du bas-fond.

1.6 Caractéristiques et notion de bas-fonds

Les bas-fonds sont définis comme les parties les plus amonts du réseau hydrographique (Jamin et Windmeijer, 1995). Ils regroupent les fonds de vallées *sensu stricto*, les petites plaines alluviales, les glacis et les versants qui contribuent au fonctionnement hydrique de ces zones dépressionnaires.

Selon Raunet (1984), les bas-fonds sont des « axes de convergence préférentielle des eaux de surface, des écoulements hypodermiques et des nappes phréatiques ».

Cependant, il faut souligner que toutes les dépressions ne sont pas des bas-fonds. Le terme bas-fond exclut en particulier les dépressions côtières comme les plaines littorales, les deltas fluvio-marins, les lagunes et les mangroves (on retrouve ici la notion anglophone d'*inland*). Mais il exclut aussi, à l'intérieur des terres, les grandes plaines des vallées alluviales, les delta intérieurs, les lacs, les grands marais tourbeux, les zones à riz flottant et les thalwegs à forte pente.

De plus à cette notion de bas-fond, il faut joindre selon Zombré (1993) le caractère humide et la présence de sols hydromorphes dans les parties basses de ces écosystèmes.

Le terme de bassin versant a l'avantage de désigner de façon très synthétique l'ensemble du paysage qui concourt au fonctionnement hydrologique d'un réseau de bas-fond, depuis la crête jusqu'au thalweg, en incluant les versants. C'est au sein de ce bassin versant que peuvent être discutées les notions de ruissellement, d'écoulement hypodermique, d'infiltration, de nappes, d'écoulement de base (Jamin et Windmeijer, 1995).

Plusieurs auteurs et institutions dont Albergel et *al.* (1993), Bah et Dembélé (1997), le FEER (1985), l'UNC/CBF (1997) ont mené des investigations sur les bas-fonds du Burkina Faso.

De leurs résultats, les bas-fonds inventoriés au Burkina Faso ont été classés suivant 3 critères :

selon le niveau de maîtrise de l'eau ;

- Les bas-fonds traditionnels qui sont les plus nombreux et qui représentent les bas-fonds sans aménagement. Les travaux de préparation des sols y sont effectués essentiellement à la main. La fertilisation et l'utilisation des produits phytosanitaires sont rares. Le rendement moyen est inférieur à 1 t/ha ;

- Les bas-fonds simples ou bas-fonds aménagés avec des diguettes en terres compactées construites suivant les courbes de niveau. Le travail de préparation du sol est essentiellement manuel. L'application d'engrais est relativement faible et le rendement est de l'ordre de 0,8 à 1,2 t/ha avec des possibilités d'augmentation ;

- Les bas-fonds dits améliorés comprennent, d'une part, les bas-fonds munis en amont d'une petite retenue d'eau avec déversoir, canal d'évacuation et prise d'eau, et d'autre part, les aménagements avec collecteur central et canaux d'irrigation. Ces ouvrages permettent de faire des irrigations d'appoint lors des sécheresses en cours ou en fin hivernage. Le rendement moyen est estimé à près de 2 t/ha.

selon la morphologie ;

- Les bas-fonds encaissés ont des axes de drainage bien marqués qui correspondent aux petits cours d'eau intermittents dont la profondeur est supérieure à 1 m et la largeur de quelques mètres. Ils sont caractérisés par des berges vives ;

- Les bas-fonds concaves : leur fond reste concave et souvent confondu aux berges ;
- Les bas-fonds plats : ils présentent un fond plat dont la largeur peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

selon les grandes zones agro-climatiques ;

- En zone sahélienne, il n'y a pas d'écoulement permanent, ni même d'inondation permanente en saison des pluies. Il se forme parfois une nappe d'inondation en particulier sur substrat granitique. L'essentiel des apports est lié aux eaux de surface, et la maîtrise des crues joue un rôle essentiel.

Les sols des versants sont de type ferrugineux tropical non ou peu lessivés très pauvres en matières organiques. Dans les bas-fonds, on trouve des sols hydromorphes et des vertisols qui retiennent l'eau dans les argiles gonflantes. Les fentes de retrait font leur apparition quelques semaines après la fin des pluies.

- En zone soudanienne, les bas-fonds sont inondés par affleurement de la nappe à partir de la mi-août. Ils sont peu encaissés à pentes longitudinales faibles. Les sols des versants sont de type ferrugineux tropical non ou peu lessivés très pauvres en matières organiques.

- En zone soudanienne, les bas-fonds sont inondés une partie de l'année et les écoulements permanents sont fréquents. Ils sont moins larges, plus encaissés et forment de réseaux plus denses que ceux du nord. Les sols sont très sableux en bordure et sablo-argileux au centre.

II. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

2.1 Situation géographique

Le bas-fond de Thion est localisé dans le village du même nom dont les coordonnées géographiques sont de 13°04' N et 00°19' W selon (Thiombiano et *al.* , 1995). Il est situé au nord-est du Burkina, à 37 km à l'Ouest de la ville de Bogandé chef lieu de la province de la Gnagna (cf. carte de situation géographique du site).

2.2 Climat

La vallée de Thion est située en zone sahélienne. La zone est marquée par une pluviométrie faible de l'ordre de 600 mm (Thiombiano et *al.* , 1995).

2.2.1 Pluviométrie de 1990-1999 de la station de Bogandé

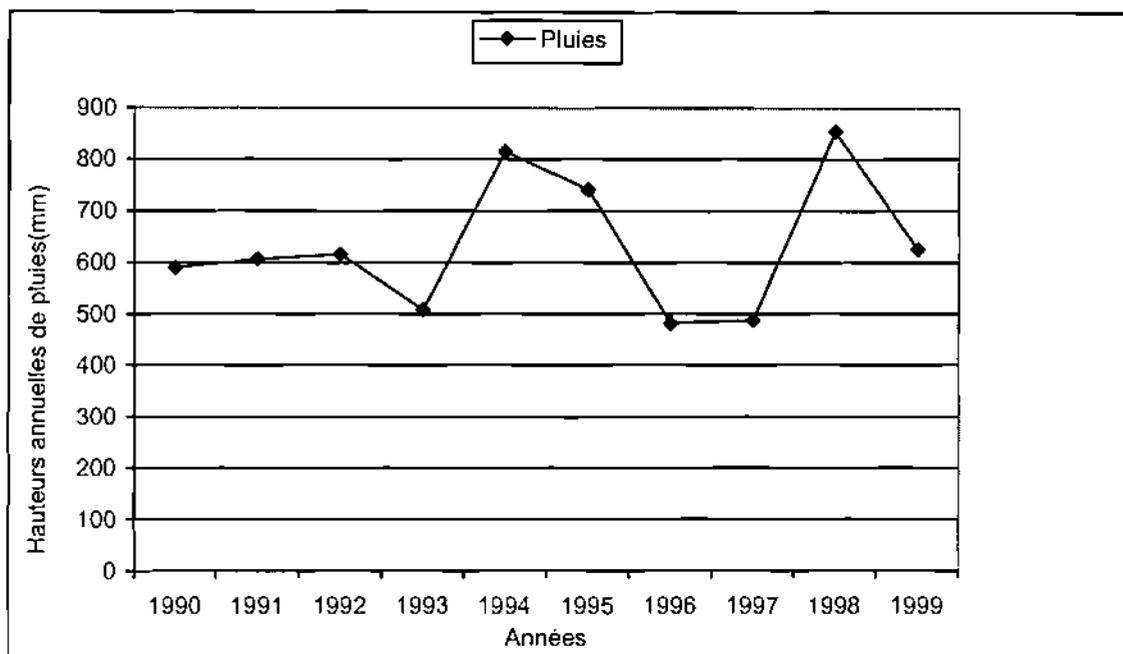


Figure 1 : Pluviométrie de Bogandé de 1990-1999

Les observations sur les précipitations, effectuées à la station météorologique de Bogandé renseignent sur les hauteurs annuelles de pluie enregistrées. La courbe

d'évolution de ces averses enregistrées de 1990 à 1999, oscille sans une véritable périodicité. La pluviosité maximale de 853,2 mm a été enregistrée en 1998 (en 69 jours). L'année 1996, présente la pluviométrie la plus basse de 481 mm en 38 jours. La moyenne pluviométrique de cette décennie est de 632,29 mm. Elle présente un écart de 9,29 mm avec la moyenne annuelle de pluie enregistrée pour la période de 1948 à 1991. L'accroissement de la pluviométrie moyenne sur une période relativement longue est donc faible. De plus, les écarts entre les nombres totaux de jours pluvieux sont élevés. En effet, la pluviométrie la plus élevée enregistrée en 1998 a été répartie sur 69 jours contre 37 jours pour l'année 1990. Ces écarts varient de 17 à 32 jours.

Ces variations considérables de la pluviométrie marquent une instabilité des rendements obtenus.

2.2.2 *Evapotranspiration potentielle*

C'est la quantité d'eau consommée qui correspond d'une part à l'eau transpirée par la plante et d'autre part à l'évaporation directe à partir du sol. La demande évaporative (ETP Penman) annuelle atteint en moyenne 1900 mm pour l'année 2001 avec un maximum de 193 mm en avril-mai et un minimum de 128 mm en août.

2.2.3 *Température*

Les mois les plus chauds sont ceux d'avril et de mai avec respectivement 37,3 °C et 33,4 °C comme températures moyennes. Ces mois correspondent à l'arrivée des premières pluies de la saison pluvieuse.

Les mois les plus frais sont : janvier, août, et décembre avec des températures qui oscillent entre 23 °C et 26 °C.

Ces données sur les facteurs climatiques ont été obtenues à la direction nationale de la météorologie de Ouagadougou.

BURKINA FASO**Carte de situation géographique du site de Thion**

Source: IGB

Réalisation : CTIG / INERA

2.3 Production de sorgho dans la zone

Le service des statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture nous a permis d'avoir des données sur l'évolution de la production du sorgho dans la province de la Gnagna au cours des dix dernières années (tableau n°1).

Tableau 1 : Production de sorgho de 1990-2000

Années	Production (T)	Rendements(kg/ha)	Superficies (ha)
1990	18000	646	57000
1991	40000	809	54000
1992	45000	891	58000
1993	59019	921	62186
1994	41406	1029	43469
1995	84611	1000	84065
1996	70221	1250	63935
1997	52919	449	84673
1998	79067	1154	74410
1999	55591	912	63987
2000	28858	354	79536

Source : Ministère de l'Agriculture

Les rendements obtenus au cours de cette décennie oscillent. Cette instabilité est indépendante des superficies emblavées. En témoin la plus grande surface (84673 ha) cultivée en 1997 n'a permis d'obtenir que 449 kg/ha de grains. Tandis qu'en 1996 le rendement en grain était de 1250 kg/ha pour une surface réduite (63935 ha). Il est donc évident que l'amélioration des rendements n'est pas liée à l'importance des superficies emblavées.

2.4 Caractéristiques du bas-fond

D'une superficie de 5,72 km² le bas-fond de Thion s'inscrit dans un bassin versant de 52 km² appartenant au grand bassin du fleuve Niger. Présentant un lit mineur bien marqué, le bas-fond est allongé sur 14 km environ avec une largeur de 50 à 400 m.

Soumis à des conditions climatiques sévères, ce bas-fond s'ensable progressivement à raison de 10 mm/an de terres (Sandwidi et al. , 1999).

Sur le bassin versant se trouve un barrage de 200000 m³ d'eau réalisé sur le cours d'eau principal. La capacité actuelle de ce barrage est nettement en dessous de la valeur sus-citée par suite d'envasements successifs liés aux phénomènes érosifs très développés dans la zone (Sandwidi et al. , 1999).

2.5 Géomorphologie

Les études de prises de vue aériennes (PVA) et les missions terrains ont permis selon Thiombiano et al. (1996) d'identifier au niveau du bassin versant les unités géomorphologiques suivantes :

- **les buttes à cuirasses plus ou moins démantelées ;**

Ces buttes sont quasiment dénudées et ont une altitude variant entre 310 et 350 m. Elles sont de type tabulaire ;

- **les croupes gravillonnaires**, reliques de buttes cuirassées dont les cuirasses ont été démantelées et désagrégées, exposant par conséquent le manteau d'altération kaolinique. Ce dernier subit une érosion importante conduisant à l'aplanissement de la butte ;

- **les glacis de raccordement**, de pente peu variable (1 à 2,5 %) pouvant atteindre 1 à 3 km de long ;

- **le réseau de drainage**, constitué des bas-fonds et des axes de drainage. L'analyse diachronique (1983-1994) du réseau hydrographique montre une faible évolution de l'entaillement de la zone. Le bas-fond, large de 100 à 400 m occupe

11 p. c. de la superficie totale du bassin versant. Le réseau de drainage est peu dense (environ 0,7 km/km²) et peu encaissé, compte tenu de la nature des sols et des conditions géologiques de la zone.

Les états de surface encroûtée de ces principales unités favorisent un ruissellement superficiel des eaux avec pour conséquences :

- le départ sélectif des éléments fins (argiles, limons, particules organiques) et leur mise en suspension dans les eaux de surface ; ce développement d'une érosion en nappe sélective laisse en place des graviers ferrugineux et quartzeux ;
- le décapage par endroit des horizons de surface, donnant naissance à des sols tronqués ;
- la création de griffes d'érosion, de rigoles et de ravines dans les zones à sols fragiles, de type ferrugineux tropicaux lessivés.

2.6 Les sols

La prospection pédologique des fosses ouvertes, des sondages à la tarière, des observations de surface et des analyses physico-chimiques, ont permis de déterminer selon Zerbo (1996), trois classes de sols et huit unités pédologiques sur le bassin versant de Thion. Les classes de sols sont :

- la classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse qui est une sous classe des sols ferrugineux tropicaux lessivés ;
- la classe des sols brunifiés ;
- la classe des sols hydromorphes.

Les unités pédologiques ont été déduites dans chaque classe de sols à partir des caractéristiques de couleur, structure, texture, charge graveleuse, profil racinaire, taches rencontrées et emplacement au niveau du bassin versant (cf. carte des unités pédologiques).

classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse avec les unités pédologiques suivantes :

- Les lithosols sur cuirasse ferrugineuse sans aucune valeur agronomique et sur lesquels poussent quelques graminées ;

- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés peu à moyennement profonds (20 à 30 cm) sur lesquels se remarquent par endroits des champs de sorgho en dépit de la présence d'une cuirasse ferrugineuse et d'une charge graveleuse importante en profondeur ;
- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions. Ils sont également exploités en sorgho.

classe des sols brunifiés avec 4 unités :

- Les sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués où se cultivent des plants de sorgho et de mil ;
- Les sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés qui représentent l'unité pédologique la plus étendue du bassin versant et la plus exploitée en cultures diverses ;
- Les sols bruns eutrophes tropicaux hydromorphes qui sont rencontrés essentiellement dans la zone centrale du bas-fond et dépourvus de contraintes physiques. Ces sols sont exploités en cultures céréalières et maraîchères ;
- Les sols bruns eutrophes tropicaux vertiques localisés dans la partie nord du bassin versant avec de nombreuses et larges fentes de retrait, ces sols font l'objet de cultures de sorgho et de mil.

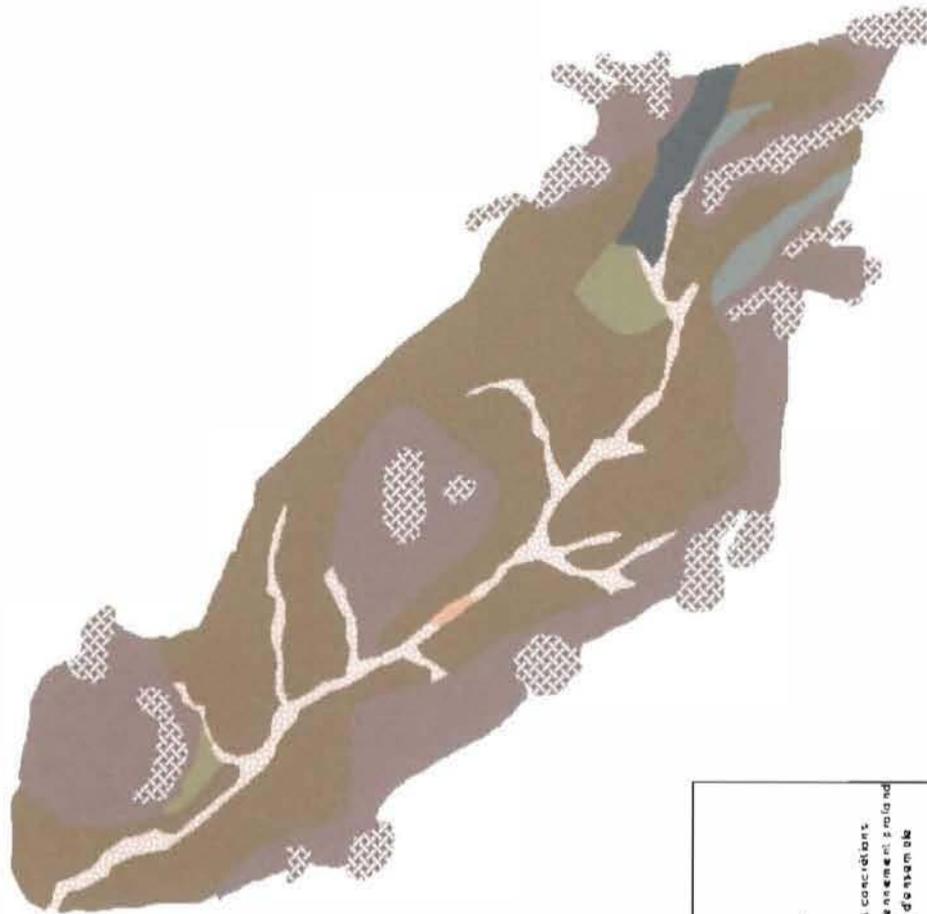
classe des sols hydromorphes avec comme seule unité pédologique les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley d'ensemble et qui se rencontrent uniquement au niveau du barrage. Les sols présentent aussi des fentes de retrait et se prêtent bien à la riziculture et au maraîchage.

Il a également été identifié lors de cette classification, 4 classes de profondeur des sols du bassin versant de Thion (Zerbo, 1996) :

- la classe 0 regroupant l'ensemble des sols superficiels de profondeur variant entre 0 et 5 cm. Elle regroupe l'ensemble des sols de l'unité des lithosols sur cuirasse ferrugineux ;
- la classe 1a pour les sols de profondeur variant entre 40 et 60 cm. On y classe l'unité pédologique des sols ferrugineux tropicaux lessivés peu à moyennement profonds ;

- la classe 1b regroupant les sols de profondeur comprise entre 40 et 60 cm mais dont le facteur limitant la profondeur est le granite et la cuirasse ferrugineuse comme précédemment. Elle comprend l'unité des sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués ;
- la classe 2 réservée aux sols très profonds que sont les 5 unités pédologiques restantes rencontrées sur le site (les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions, les sols bruns eutrophes tropicaux hydromorphes, les sols bruns eutrophes vertiques et les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley d'ensemble).

UNITES PEDOLOGIQUES DU BASSIN VERSANT DE THION



Unités

- Litosols, serculements ferrugineux
- Sols bruns eutroches tropicaux ferrugineux
- Sols bruns eutroches tropicaux hydromorphes
- Sols bruns eutroches tropicaux peu évolués
- Sols bruns eutroches tropicaux ventiques
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et coarctations
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés peu à moyennement profonds
- Sols hydromorphes peu humides à mouillage diffusible

Légende

2.7 Végétation

La végétation du site est composée essentiellement d'épineux : *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulata*, *Ziziphus mauritiana*. Ce sont des espèces résistantes, adaptées aux sécheresses fréquentes des zones sahéliennes et désertiques.

Aux alentours du bas-fond se rencontrent des espèces de savane arbustive dense composées de : *Kaya senegalensis*, *Myragina inermis*, *Diospyros mespiliformis*, *Adansonia digitata*, *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*, *Acacia nilotica*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum micrantum*, *Cassia sieberiana*, *Bauhinia rufescens*.

Le tapis herbacé très discontinu est composé de : *Schoenefeldia gracilis*, *Andropogon gayanus*, *Entada africana*.

On rencontre aussi quelques espèces exotiques autour des habitations. Ce sont : *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Albizia lebeck*.

2.8 Occupation des sols

Les sols sur le bassin versant de Thion sont essentiellement occupés par des champs de mil, sorgho, sésame, arachide et riz. Ces spéculations représentent 75 p. c. de la superficie du bassin versant. La superficie restante est partagée entre les jachères, les zones de pâturage, les habitations et les pistes.

2.9 Les systèmes de production

C'est l'ensemble des interrelations et interdépendances entre les éléments physiques, socio-économiques et culturelles du terroir dont le bon fonctionnement explique le développement agricole du terroir (UNC, 1996). De ce fait, les éléments physiques de la production agricole ainsi que ceux de la production socio-économiques seront caractérisés.

Les études de caractérisation du milieu ont montré que l'agriculture à Thion est une agriculture de subsistance.

Pour ce qui est des éléments physiques de production agricole, le transect du village a permis d'identifier des sols gravillonnaires appelés "kursiaogo" en gulmacéma. Très sensibles à l'érosion et inaptes à l'agriculture, ils ne servent qu'au pâturage et au repos des animaux. A côté de ceux-ci se trouvent des sols hydromorphes autrefois exploités en riziculture mais de nos jours en jachère par manque d'eau dans le bas-fond. Le reste des sols du village selon les paysans, sont les sols argileux aptes à la culture de sorgho, les sols sablo-argileux pour le mil et les arachides et les sols argilo-sableux pour le maraîchage.

Dans la localité, les productions végétales sont essentiellement basées sur les cultures vivrières et les légumineuses. Les spéculations sont principalement le mil, le sorgho, le maïs, le sésame, le voandzou et les arachides. Aux champs les légumineuses sont associées aux cultures principales (sorgho, mil) ou en rotation avec celles-ci.

L'arboriculture est très peu pratiquée dans la localité. Les produits fruitiers sont issus de la végétation naturelle principalement de *Ziziphus mauritiana*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea* etc. La pharmacopée y est développée avec l'utilisation des espèces telles que : *Guiera senegalensis*, *Sesbania sp.*, *Bauhinia rufescens*, *Andropogon gayanus*, etc.

Des espèces exotiques (neem et eucalyptus) sont plantées pour :

- freiner la dégradation du couvert végétal ;
- ralentir la vitesse des vents violents ;
- disposer plus tard de bois d'œuvre.

Pour ce qui est des fertilisants, autres composants du système de production ; ce sont les déjections d'animaux qui sont utilisées par les producteurs en guise de fertilisants. Des méthodes de restauration de la fertilité des sols telles que les cordons pierreux, la pratique peu courante du zaï en association aux cordons pierreux, la rotation des cultures avec alternance de jachères de plus en plus courtes ont été observées dans la région.

Les productions animales sont exclusivement primaires. Les petits ruminants (chèvres en particulier) sont élevés par les femmes. Cet élevage leur sert de capital. L'utilisation de la volaille est orientée principalement vers les cérémonies coutumières.

Conclusion

Le milieu physique se caractérise par :

- Un climat chaud et sec avec une pluviométrie très variable d'une année à l'autre et irrégulièrement répartie à l'intérieure d'une même année ;
- Les sols du bas-fond, sont regroupés en trois classes qui sont : la classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse, la classe des sols brunifiés et la classe des sols hydromorphes ;
- La végétation est caractéristique de celle des zones sahéliennes et désertiques.

L'agriculture et l'élevage sont les principales activités d'une population aux pratiques agricoles extensives.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

I. MATERIEL DE L'ETUDE

1.1 Matériel végétal

Les herbacées pérennes suivantes ont été utilisées pour renforcer les cordons pierreux :

- ***Andropogon gayanus***

Noms botaniques ;

Mooré : Pita

Dioula : Waga

Il possède des rhizomes et se propage aussi bien par ses graines que par ses touffes. Planté à 30 cm en amont des cordons pierreux avec une distance de 50 cm entre pieds d'*Andropogon gayanus*, il lutte contre l'érosion pluviale par freinage de la vitesse des eaux et par arrêt des débris végétaux qui participent à la génération de la fertilité du sol. De plus ses touffes résistent bien aux feux et à la sécheresse.

L'*Andropogon gayanus* provient du village.

- ***Vetiveria zizanioides***

C'est une espèce exotique d'herbacée pérenne connue sous le nom de Vétiver. Sa plantation derrière les diguettes ou en haies continues le long des courbes de niveau constitue l'un des moyens les plus efficaces pour lutter contre l'érosion des sols (*The World Bank*, 1993). Il ne possède pas de stolons ou rhizomes. Contrairement à l'*Andropogon*, il se propage non pas par ses graines mais par ses divisions de touffes et n'envahit pas donc les autres cultures.

Le Vétiver a des racines vigoureuses (pouvant atteindre 3 m de profondeur) qui joueraient un rôle important dans la décompaction du sol. Ces fibres améliorent la structure du sol et favorisent l'infiltration des eaux de pluie (*The World Bank*, 1993).

Il provient de la pépinière de l'INERA Kamboinsè.

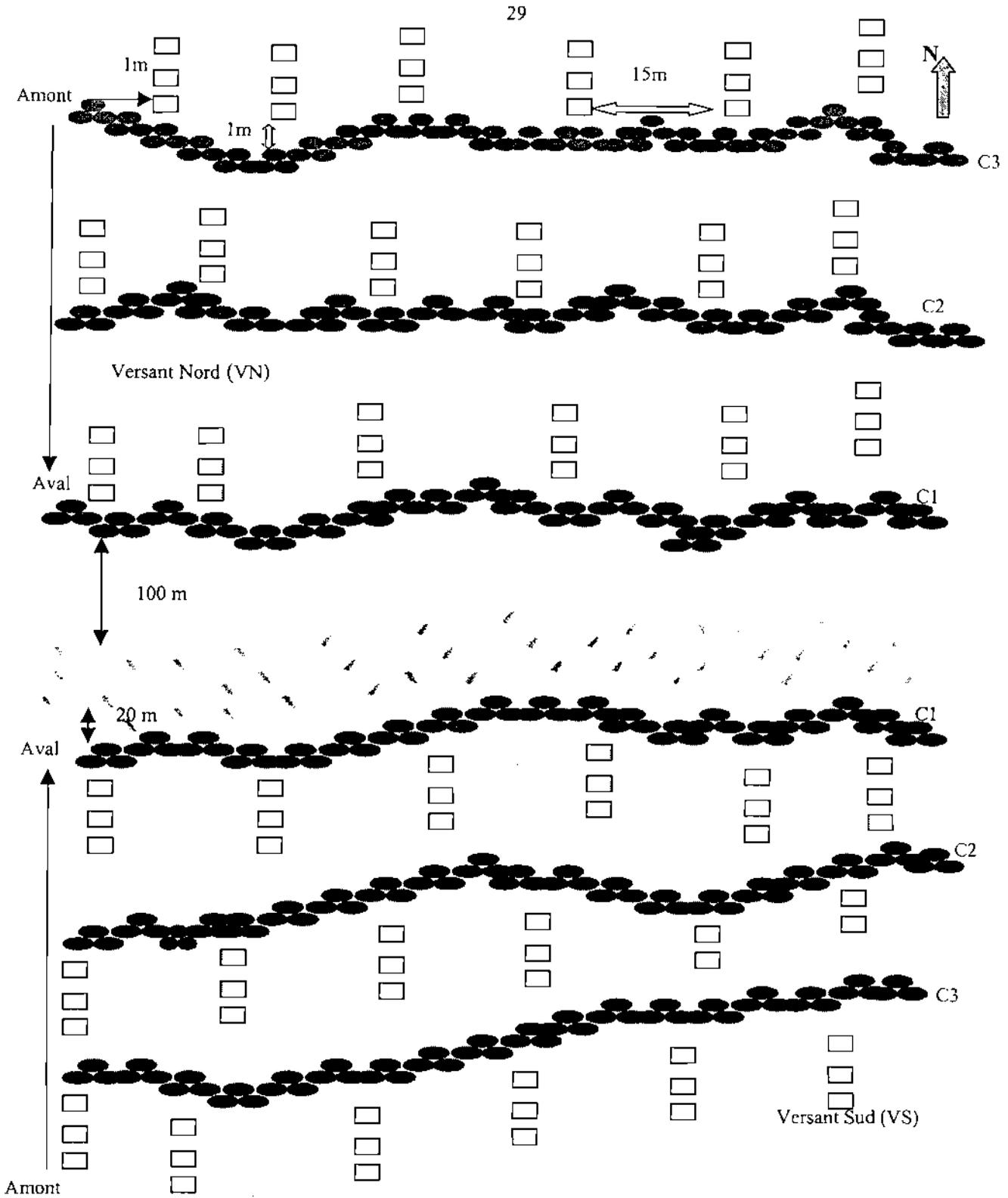
1.2 Cordons pierreux

Sur les versants du bas-fond de Thion en milieu réel, un aménagement en cordons pierreux végétalisés a été réalisé pour le suivi de son impact agricole.

Ce dispositif existe depuis 1996 et sa réalisation s'est faite suivant les courbes de niveau en utilisant le système à trois pierres ou système développé par le FEER. Sur chaque versant du bas-fond, il existe trois cordons pierreux végétalisés de 66 m de long, espacés les uns des autres d'environ 33 m. L'écartement de 33 m entre cordons selon Zougmore et *al.* (1993) semble être le plus économiquement rentable. Ce dispositif couvre les deux versants du bas-fond sur une superficie totale de 5 ha. Les deux versants suivis pour l'impact agricole étaient cultivés par des méthodes et techniques culturales traditionnelles : semis direct à la pioche sans travail du sol, deux sarclages à la daba, pas d'apport d'engrais ni de traitement avec des pesticides. L'aménagement est assimilable à un plan en blocs complets randomisés. L'espace entre 2 cordons pierreux végétalisés est assimilé à un bloc. Chaque bloc comprend 3 traitements constitués par trois différents écartements. L'écartement est la distance qui sépare le cordon pierreux végétalisé de la placette d'observation. Il y a donc 3 écartements (1m, 5m, 10m) par bloc ou par répétition. Dans un bloc donné ces écartements sont répétés 6 fois dans un intervalle de 15 m (fig. n°2).

Cette expérimentation est un transfert de technologie en milieu réel. C'est ainsi que l'installation d'une parcelle témoin (non aménagé) n'a pas été jugée nécessaire dans la présente étude.

Les cordons pierreux du versant nord ont été exclusivement enherbés en *Andropogon gayanus* et ceux du versant sud ont été végétalisés par *Vetiveria zizanioides*. L'inadaptation de cette espèce aux conditions pédo-climatiques du milieu a conduit à leur remplacement par *Andropogon gayanus*. Présentement, sur ce versant quelques touffes de Vétiver intercalent de longues touffes d'*Andropogon gayanus*.



Légende :

- Y : distance cordon-cours d'eau
-  cordons pierreux végétalisés
-  cours d'eau
-  carré de rendement ou placette

Figure 2 : Dispositif expérimental

II. METHODOLOGIE

2.1 Echantillonnage des sols

Les échantillons de sol ont été prélevés à l'intérieur des placettes. Effectués au début du stage (03 septembre 2001) et après les récoltes (22 octobre 2001), les prélèvements ont concerné les 40 premiers centimètres des angles opposés des carrés de rendement qui correspondent aux deux couches de 0-20 cm et 20-40 cm. Ceci pour éviter de prélever à un même endroit. Pour deux angles opposés, les échantillons d'une même couche étaient stockés dans un même sachet plastique puis attaché avec un bracelet élastique.

Les prélèvements ont été effectués chacun en une journée afin que les réactions chimiques du sol et l'activité biologique des microorganismes du sol soient négligeables entre les échantillons. Le nombre total d'échantillons prélevés est de 424.

2.2 Analyses chimiques des échantillons de sol

Les échantillons de sol utilisés pour les analyses proviennent d'une sélection des échantillons prélevés. Cette sélection s'est fait en intercalant les lignes de placettes par cordon ; et en utilisant uniquement les échantillons de la couche 0-20 cm.

L'impact des cordons pierreux végétalisés sur la fertilité des sols a été essentiellement étudié dans les carrés de rendement. Le facteur distance des placettes aux cordons est donc plus important que le facteur distance entre les lignes de placettes dans cette étude. De plus, l'accumulation des éléments nutritifs dans le sol se fait de façon croissante des couches superficielles vers la profondeur. La couche 0-20 cm a été estimée suffisante pour évaluer les teneurs des éléments minéraux.

Au total 106 échantillons provenant des placettes ont été soumis à des déterminations analytiques.

Les analyses des échantillons de sols ont été effectuées au Laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA Kamboinsé. Ces analyses ont débuté par un tamisage à 2 mm des échantillons de sols séchés afin d'éliminer les éléments grossiers et les débris

de toute sorte. Les analyses ont porté sur l'acidité (pH eau, pH KCl), le taux de matière organique, l'azote total, le phosphore total, le potassium total.

Le pH KCl est mesuré à partir d'une solution de KCl dans un rapport masse/volume égale à 1g/2,5 ml. La lecture du pH s'est fait toutes les 2 minutes sur le pH mètre à cause de l'instabilité de l'appareil.

La matière organique (M.O) est déterminée selon la méthode de Walkley et Black. Le carbone organique est oxydé en milieu sulfurique concentré par le bichromate de potassium en excès. Cette oxydation étant incomplète (en moyenne 75 p. c.) les résultats sont corrigés en multipliant par 100/75. Le taux de matière organique se calcule donc ainsi :

$$\text{Taux de matière organique} = \text{taux de carbone} * 1,724$$

(Ce facteur vient du fait que l'on estime que la matière organique du sol contient en moyenne 58 p. c. de carbone).

L'azote total est dosé par la méthode Kjeldahl, par attaque de la matière organique par l'acide sulfurique concentré en présence de catalyseur à base de sélénium. L'azote organique se minéralise et passe à l'état ammoniacal sous forme de sulfate d'ammonium $(NH_4)_2 SO_4$. Les nitrates et les nitrites ne sont pas convertis. L'azote ammoniacal ainsi obtenu est dosé par calorimétrie automatique.

Le phosphore total est également obtenu par colorimétrie automatique en même temps que l'azote total.

L'appareil utilisé pour l'extraction du phosphore total et de l'azote total est l'auto analyseur type skalar.

Le potassium total est dosé par acide sulfurique à 4 p. c. à partir des restes de la destruction des échantillons de l'analyse du phosphore. Nous avons utilisé le photomètre à flamme (référence : Jencons PFP7).

2.3 Méthode d'évaluation des rendements

2.3.1 Pose des carrés de rendement ou placettes

Des piquets ont été confectionnés pour matérialiser les carrés de rendement. Trois ficelles préalablement mesurées et nouées à différentes longueurs sont utilisées pour :

- la reconnaissance des trois traitements (1m, 5 m, 10m) ;
- la pose des carrés de rendement ;
- l'espacement de 15 m entre les lignes de placettes.

Au début de chaque cordon, un espace de 1 m a été respecté. A partir de cette distance, la ficelle des traitements a été étalée perpendiculairement à la bande enherbée. Ensuite la ficelle des placettes a été utilisée au point de chaque traitement en matérialisant les trois côtés du carré dans le sens de l'allongement du cordon. Compte tenu des dimensions des carrés et celles des placettes, les espaces entre les placettes sont de 2 m entre la première et la deuxième placette et de 3 m entre la deuxième et la troisième placette.

A la fin, la ficelle de 15 m a permis d'effectuer une nouvelle opération de pose de carrés. Nous avons procédé ainsi à la pose de 106 placettes en amont des 6 bandes enherbées des deux versants.

2.3.2 Numérotation des placettes et des cordons

Après la pose des carrés de rendements, des numéros leur ont été attribués afin de permettre leur identification.

La numérotation a commencé par le cordon C3 du versant nord (VNC3) et sa progression s'est effectuée de la gauche vers la droite du cordon et de l'amont vers l'aval du bas-fond pour le versant nord. Au niveau du versant sud, la numérotation continue de l'aval vers l'amont du bas-fond. L'attribution des numéros suit l'ordre croissant des distances des placettes aux cordons.

En ce qui concerne les cordons, les premiers sigles servent à identifier la situation géographique du bassin versant auquel il appartient (VN : versant nord et

VS : versant sud). Le cordon C1 est celui situé à proximité de l'axe de drainage du bas-fond, C2 est le cordon intermédiaire et C3 est celui le plus en amont du bas-fond. Les numéros des blocs seront identifiés par les numéros des cordons.

2.3.3 Densité de semis et hauteur des plantes

La densité de semis a été évaluée par comptage du nombre de poquets par placette.

Les hauteurs ont été obtenues par mensuration des plants de sorgho. Elle a consisté à placer la règle au centre de chaque placette et à lire la hauteur moyenne (hauteur présentée par la majorité des plants d'une placette donnée). Cette hauteur se limite à la dernière feuille du plant de sorgho.

2.3.4 Enherbement

Les champs sont envahis par des adventices diverses. Leur identification a consisté en un inventaire des espèces dominantes dans les placettes. Les espèces inconnues ont fait l'objet d'une collection en herbier. Leur reconnaissance a été faite à l'aide du manuel d'identification des adventices nommé adventrop.

2.3.5 Maladies des cultures

Les cultures ont été sujettes à différentes pathologies d'ordre biotique et abiotique pouvant entraver leur rendement.

Pour l'identification de ces pathologies nous avons recensé les symptômes présentés par les différentes parties des cultures.

2.3.6 Récolte du sorgho

La récolte du sorgho a eu lieu le 15 octobre 2001. Les récoltes ont concerné exclusivement les plants des placettes. Pour ne pas perdre certains poquets, nous avons récolté les cultures des placettes 2 jours avant la récolte générale.

Le sorgho a été coupé à sa base puis au niveau de sa dernière feuille pour récupérer les panicules et la paille. La paille et les panicules de chaque carré ont été attachés en lots puis affectés par leur numéro d'identification.

Les pesées qui ont été effectuées 14 jours après séchage ont permis d'obtenir les poids grains et paille. Le poids paille est le poids du sorgho débarrassé de ses grains.

2.3.7 Détermination des rendements

La pesée des échantillons de grains ou de paille récoltés sur une superficie de 4m² a été extrapolée à l'hectare selon la formule suivante :

$$\text{Rendement} = 2500 * X \text{ kg /ha}$$

X étant le poids déterminé lors de la pesée.

2.4 Taux d'humidité

Les échantillons soumis au test d'humidité ont été prélevés dans les carrés de rendement et stockés dans des boîtes pour les manipulations.

Le poids exact de l'ensemble boîte-couvercle-échantillon de sol a été noté (PH).

Trois semaines après séchage à l'air libre, une nouvelle pesée des échantillons de sol à l'aide d'une balance mécanique a donné le poids (PS).

Le taux d'humidité a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité} = (PH - PS / PH) * 100$$

PH : Poids échantillon de sol Humide plus poids boîte

PS : Poids échantillon de sol Sec plus poids boîte

Compte tenu de l'arrêt précoce de la pluviométrie, un seul prélèvement a été effectué pour la détermination du taux d'humidité.

2.5 Traitement statistique des données

Les résultats obtenus sur les rendements grâce au dispositif expérimental mis en place n'ont pas été intégralement utilisés dans l'analyse des données. Cela s'explique par l'hétérogénéité des sols et des cultures sur le dispositif entier. Les sols de la partie centrale du bas-fond, principalement types bruns eutrophes tropicaux ferruginisés ont été considérés. C'est le sorgho qui y est exclusivement semé. Les cordons concernés pour évaluer l'impact des bandes enherbées sur les rendements sont le VNC3, VSC1, VSC2 et le VSC3. Le logiciel utilisé est le MSTAT-C.

Les données obtenues sur les teneurs en éléments chimiques des sols de toutes les placettes ont été traitées par le logiciel SPSS. Ce logiciel a l'avantage de comparer les teneurs en éléments nutritifs des sols de plusieurs campagnes agricoles.

Le tableau des valeurs utilisées pour les analyses statistiques est obtenu en faisant la moyenne par cordon de chaque traitement.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Impact des cordons pierreux végétalisés sur l'évolution de la fertilité des sols

Les éléments minéraux tels que le carbone, l'azote, le taux C/N et le pH eau des sols varient dans l'ensemble des blocs. Quant à la matière organique, la tendance générale est à des teneurs élevées à proximité des cordons (tableau n°2).

Tableau 2 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et du pH eau en 1999

Identités cordons	Distances placettes	M.O (p c)	C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	pH eau
VNC3	1m	0,6	3,25	0,22	13,82	6,96
	5m	0,6	3,57	0,28	13,08	6,87
	10m	0,6	3,62	0,3	13,25	7,08
VNC2	1m	0,7	3,78	0,4	11,21	7,9
	5m	0,6	3,27	0,32	10,31	7,67
	10m	0,6	3,41	0,35	10,2	7,7
VNC1	1m	0,6	3,59	0,33	10,94	6,67
	5m	0,6	3,21	0,3	10,76	7,10
	10m	0,5	2,8	0,26	10,99	6,64
VSC1	1m	0,88	5,12	0,43	12	6,38
	5m	0,75	4,33	0,35	12,31	6,16
	10m	0,75	4,38	0,37	11,83	6,25
VSC2	1m	0,7	4,11	0,32	12,99	6,38
	5m	0,73	4,18	0,35	12,31	6,53
	10m	0,85	4,84	0,40	12,45	5,92
VSC3	1m	0,72	4,07	0,23	13,36	6,77
	5m	0,63	3,74	0,25	14,91	6,77
	10m	0,62	3,66	0,25	14,79	6,82

Les teneurs en matière organique, carbone, azote total, C/N, phosphore total et le pH eau des sols varient en fonction des distances des placettes aux cordons (tableau n°3).

Tableau 3 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et du pH eau le 03 septembre 2001

Identités cordons	Distances placettes	M.O (%)	C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	P total (mg/kg)	K total (mg/kg)	pH eau
VNC3	1m	0,8	4,33	0,75	7,63	170	530	6,2
	5m	0,73	4,19	0,79	7,16	165	510	6,3
	10m	0,8	4,59	0,73	6,43	215	511	6,6
VNC2	1m	0,8	4,46	0,59	7,97	393	610	6,9
	5m	0,77	4,54	0,57	9,37	364	580	7,13
	10m	1,13	6,72	0,71	9,23	424	511	6,9
VNC1	1m	1	5,68	0,70	9,4	285	740	6,5
	5m	1	5,59	0,84	11	296	633	7,06
	10m	0,67	3,77	0,50	9	251	505	5,96
VSC1	1m	0,97	5,68	0,75	6,1	157	723	5,9
	5m	0,93	5,59	0,78	5,6	153	685	6,23
	10m	0,87	5,05	0,78	6,83	142	722	5,96
VSC2	1m	0,73	4,14	0,53	7,6	148	670	6,2
	5m	0,83	4,92	0,54	8,07	130	678	5,77
	10m	0,87	4,97	0,53	9,83	152	772	6,2
VSC3	1m	0,8	4,58	0,49	8,17	118	744	6,46
	5m	0,6	3,63	0,33	7	108	417	6
	10m	0,5	3,06	0,34	7,6	107	446	6

Les teneurs des sols en matière organique, carbone, azote total, C/N, phosphore total et potassium total à la fin de la campagne agricole 2001 oscillent dans les blocs (tableau n°4).

Le facteur distance des placettes aux cordons ne semble pas influencer le stockage de ces éléments.

Tableau 4 : Teneurs en éléments nutritifs des sols et le pH eau le 22 octobre 2001

Identités cordons	Distances placettes	M.O (%)	C (g/kg)	N(g/kg)	C/N	P total (mg/kg)	K total (mg/kg)	pH eau
VNC3	1m	0,8	4,63	0,41	11,17	177	450	6
	5m	0,73	4,38	0,41	10,73	180	535	6
	10m	0,63	3,52	0,36	10,03	216	404	6,2
VNC2	1m	0,8	4,62	0,5	9,37	359	643	6,9
	5m	0,8	4,66	0,51	9,13	425	578	6,7
	10m	0,83	4,94	0,52	9,57	398	643	6,7
VNC1	1m	1,47	8,67	0,85	9,83	299	723	6,5
	5m	0,93	5,60	0,58	9,6	277	603	7,13
	10m	1	5,80	0,55	10,5	247	865	6,3
VSC1	1m	1,13	6,58	0,57	11,5	172	2112	6,23
	5m	1,23	7,07	0,61	11,47	178	2154	6,4
	10m	1	5,91	0,54	11	161	1861	6,4
VSC2	1m	0,73	4,29	0,4	10,7	136	1444	6,4
	5m	0,77	4,48	0,48	9,33	162	975	6,5
	10m	0,87	5,09	0,45	11,17	125	913	6,3
VSC3	1m	0,83	5	0,53	9,57	155	1131	6,4
	5m	0,77	4,52	0,41	10,57	183	961	6,8
	10m	0,65	3,65	0,44	8,8	160	1181	6,4

1.1 Evolution du pH eau des sols

Le pH eau des sols, lors de la campagne agricole 1999, varie dans l'ensemble de moyennement acide (5,92) à basique (7,9). A l'exception des sols de VNB2 qui ont un caractère basique, les sols des blocs sur les deux versants tendent soit vers un pH acide faible soit vers un pH neutre (tableau n°2).

Le pH eau des sols pendant la saison pluvieuse 2001, varie également de l'acidité moyenne (5,77) à la neutralité (7,13). Le caractère acide des sols en 1999 s'est légèrement accentué et le caractère basique ramené à la neutralité

(tableau n°2 et 4).

Après la récolte du sorgho, la détermination du pH eau des sols, montre une variation de 6 à 7,13. Cet intervalle reste pratiquement le même que précédemment.

Selon Pieri (1989), les sols s'acidifient avec la mise en culture. Cette caractéristique des sols cultivés sans apport significatif d'éléments nutritifs est faiblement observée. Après une exploitation continue des versants du bas-fond sans restitution, le sol conserverait des pH eau variant de faible acidité à la neutralité. Les cordons pierreux végétalisés pourraient jouer donc un rôle important dans la lutte contre la dégradation des sols.

1.2 Evolution des teneurs en matières organiques des sols

La campagne agricole 1999, présente des sols dont les teneurs en matières organiques variaient de 0,5 à 0,88 p. c. avec un grand nombre de blocs contenant 0,6 p. c. de matière organique (VNB3, VNB2, VNB1, VSB3).

Deux années après, les sols montrent une nette augmentation des teneurs. L'intervalle de variation est de 0,5 à 1,13 p. c. A l'exception de VSB3 (teneur constante), les teneurs des autres blocs ont été améliorées. Cette constance du taux de matière organique pourrait s'expliquer par la topographie au niveau de VSB3. La courbe de niveau matérialisée par le cordon C3 du versant sud est sur une pente plus élevée que le reste des cordons de ce versant. De plus, l'enherbement de ce cordon n'est pas étoffé, rendant l'énergie du ruissellement plus importante.

Après la récolte, les taux de matières organiques sont plus élevés que ceux présentés par les sols 49 jours plus tôt. L'intervalle de variation est de 0,63 à 1,47 p. c. Cet accroissement net des teneurs pourrait s'expliquer par les débris végétaux restés dans le champ après la récolte.

1.3 Evolution des teneurs en carbone organique

Le taux de matière organique étant un multiple du taux de carbone, l'évolution de leur teneur dans les sols sera identique au cours des années considérées.

1.4 Evolution des teneurs d'azote total

Les teneurs d'azote total des sols, lors de la campagne agricole 1999, varient de 0,23 à 0,43 g/kg de sol. Les teneurs tendant vers la borne supérieure de l'intervalle sont représentées par les placettes de VNB1, VSB1, VSB2 et de VSB3.

Au bout de deux années, les teneurs en azote varient de 0,33 à 0,84 g par kg de sol. Toutes les placettes des différents blocs ont connu une augmentation des teneurs d'azote total.

Après la récolte, les teneurs ont sensiblement baissé. Elles varient de 0,36 à 0,85 g d'azote par kg de sol. Cet intervalle ne montre que les valeurs extrêmes des stocks d'azote. Les teneurs, en majorité varient de 0,36 à 0,56 g/kg de sol. Cette baisse remarquable des teneurs en 49 jours, pourrait s'expliquer par la nutrition inachevée en azote de la culture. Néanmoins, nous remarquons que ces valeurs demeurent supérieures à celles de 1999.

1.5 Rapport C/N

Les taux C/N varient de 10,2 à 14,91 en 1999. Ces valeurs sont plus élevées que celles de 2001. Cette régression du taux C/N en deux saisons pluvieuses dénote le caractère améliorant de la matière organique des sols.

Les bandes enherbées seraient donc un catalyseur de la microfaune terrienne qui jouent un rôle indispensable dans la décomposition de la matière organique.

1.6 Phosphore total et Potassium total

Ces éléments n'ont pas été quantifiés lors des analyses chimiques des échantillons de sols en 1999. L'étude comparative se limitera à l'évolution de leurs quantités dans les placettes pour la phase maturation-récolte.

En 2001, les teneurs en phosphore total variaient de 107 à 424 mg/kg de sol. Les blocs 1 et 2 du versant nord sont les plus riches en phosphore.

Après la récolte, nous remarquons une augmentation du taux de phosphore dans la majorité des placettes. L'intervalle de variation des teneurs est devenu de 125 à 425

mg/kg de sol. Les placettes des blocs 1 et 2 du versant nord demeurent plus riches en phosphore.

Pour ce qui est du potassium, les taux varient de 417 à 772 lors du premier prélèvement (tableau 3). Après les récoltes, le stock de potassium variait de 404 à 2154 (tableau 4).

1.7 Discussion

De 1999 à 2001, il y a eu un accroissement des teneurs en matières organiques. Il est de 25 p. c. pour la matière organique et de 59 p. c. pour l'azote. Entre le 03 septembre et le 22 octobre 2001, nous avons constaté une légère augmentation en Carbone et matière organique liée aux restes de résidus végétaux dans les champs après récolte (fig. n°3).

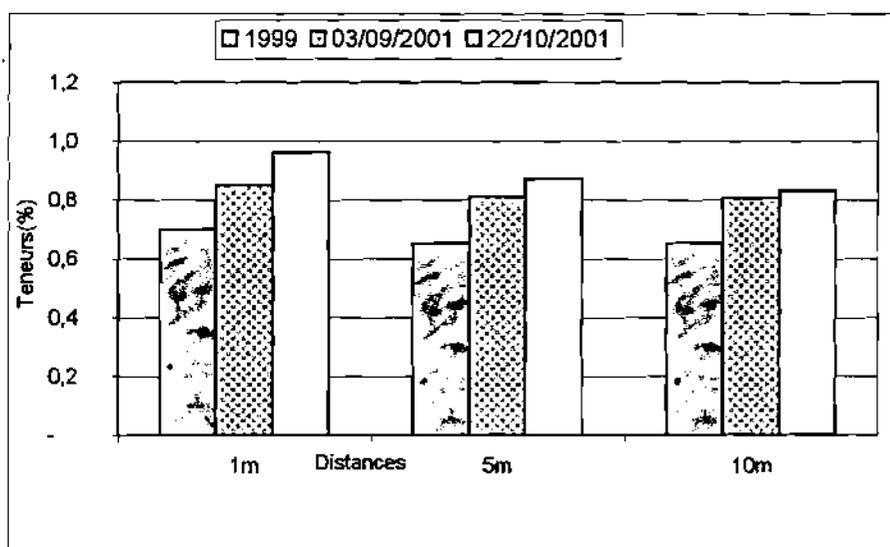


Figure 3 : Evolution des teneurs en matière organique

Par contre les teneurs en azote ont subi une légère baisse (19 p. c.) en 49 jours. Cet constat pourrait être lié à une utilisation continue de l'azote par les plants de sorgho (fig. n°4).

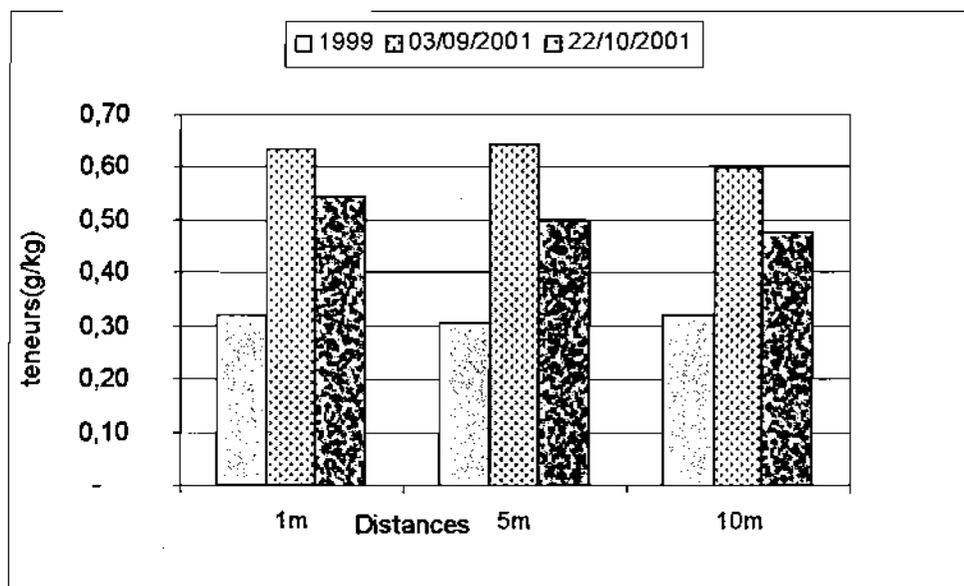


Figure 4 : Evolution des teneurs en azote total

Le rapport C/N qui caractérise entre autre l'activité biologique des sols, est relativement plus élevé dans les sols lors de la campagne agricole 1999 (fig. n°5). Ce taux a régressé de 17 p. c. à la fin de la campagne 2001. Le rapport C/N moyen déterminé dans les échantillons de sol prélevés le 03 septembre 2001 a subi un léger accroissement de 25 p. c. le 22 octobre de la même année.

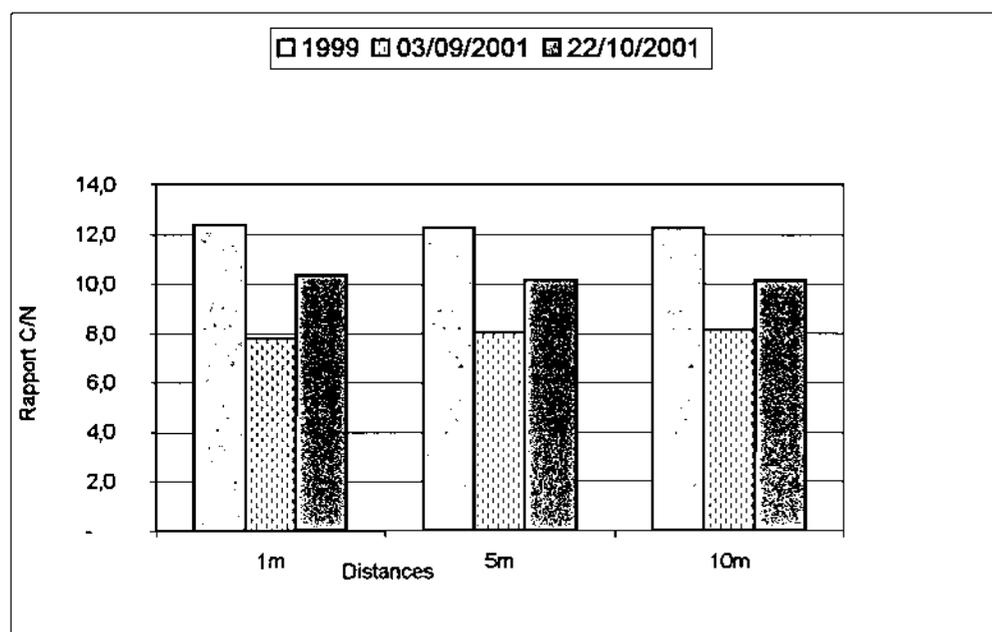


Figure 5 : Evolution du taux C/N

L'élévation du taux C/N dans les champs, pourrait s'expliquer par les résidus de culture qui stimulent fortement le métabolisme des populations microbiennes hétérotrophes. La décomposition de ces débris végétaux est accompagnée de dégagement intense de CO₂ (Pieri, 1989) provenant de la respiration microbienne. Ce processus de dégradation des débris végétaux conduit à la stabilité de la matière organique.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. c. ne montre pas une différence significative entre les traitements (annexe n° 9). L'impact des cordons pierreux végétalisés sur l'augmentation du stock des éléments nutritifs dans une année est donc comparable à 1 m, 5 m et à 10 m en amont. Ainsi à ces différentes distances aux cordons l'impact est homogène. En effet Zougmoré et *al.* (1993), avaient mis en évidence l'homogénéité de l'impact des cordons pierreux sur l'amélioration de la fertilité des sols en condition d'écartement minimal entre les cordons. Cet écartement minimal est vérifié pour les valeurs de 25 m et 33 m entre les cordons. Ce qui est le cas pour notre étude.

Les différences des stocks d'éléments nutritifs entre les campagnes agricoles sont significatives au seuil de 5 p. c. selon le test de Newman-Keuls (tableau 8). Cela prouve une augmentation des teneurs en matière organique, azote.

Conclusion

Le statut organique des sols en 1999 s'est nettement amélioré deux années plus tard.

L'évolution des teneurs en phosphore total et potassium total n'a pas été estimée compte tenu de la non détermination de ces éléments en 1999.

Les cordons pierreux végétalisés joueraient un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols.

II. Impact des cordons pierreux sur l'évolution des rendements du sorgho

2.1 Les principaux facteurs influençant les rendements du sorgho

2.1.1 Pluviosité

L'année 2001 a enregistré une pluviosité de 532,3 mm répartie sur 5 mois (fig. n°6).

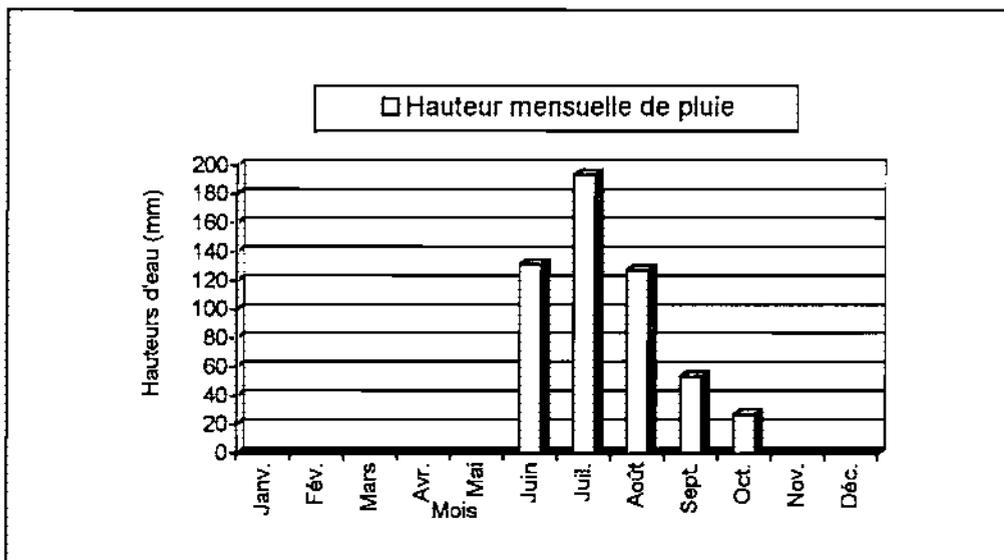


Figure 6 : Hauteurs mensuelles de pluie de l'année 2001

De juin à octobre, il a été enregistré au total 37 averses dont 22 inférieures à 10 mm. Ces averses (inférieures à 10 mm) affectent que de façon très éphémère et superficielle l'état hydrique du sol et ne produisent aucun écoulement sur le bassin versant du bas-fond (Lamachère et al., 1991).

Les averses de hauteurs comprises entre 10 et 20 mm (au nombre de 4) favorisent ou pas une infiltration importante en fonction de l'état d'humectation du sol. Parmi les averses supérieures à 20 mm (au nombre de 11), il a été observé une grosse pluie de 53,2 mm dans le mois d'août.

Une pluie de 33,5 mm tombée le 09 juin a permis aux producteurs de semer dans de bonnes conditions d'humidité du sol dans le bas-fond. Du 22 juin au 04 juillet, aucune averse d'au moins 10 mm n'a été enregistrée. Cette période entrant dans la phase fin levée-montaison du sorgho affecte sa croissance.

La phase floraison-début de maturation a connu des hauteurs d'eau insuffisantes. Du 20 au 31 août les averses étaient comprises entre 0,5 et 7 mm et du 06 au 24 septembre, elles oscillaient entre 3,6 et 6,7 mm. Ces périodes de manque d'eau ralentiraient l'activité photosynthétique des plants par une réduction des fentes stomatiques.

La maturation des grains s'est effectuée dans une période pratiquement sèche. A l'exception de la pluie de 30,5 mm du 02 septembre intervenue après les pluies peu abondantes du mois d'août, toutes les autres pluies enregistrées dans ce mois ont été insuffisantes pour améliorer de façon significative l'état hydrique des sols. La maturation des grains s'est effectuée sur la base de la réserve d'eau du sol puisque jusqu'aux récoltes les plants étaient toujours verts. Hors du bas-fond nous avons constaté un échaudage complet des cultures.

Cette répartition des pluies aurait affecté de façon négative les rendements des cultures et plus particulièrement ceux du sorgho.

2.1.2 Humidité des sols

L'évolution du taux d'humidité du sol par rapport à la distance des placettes aux cordons se présente sous forme de droites (fig n°7).

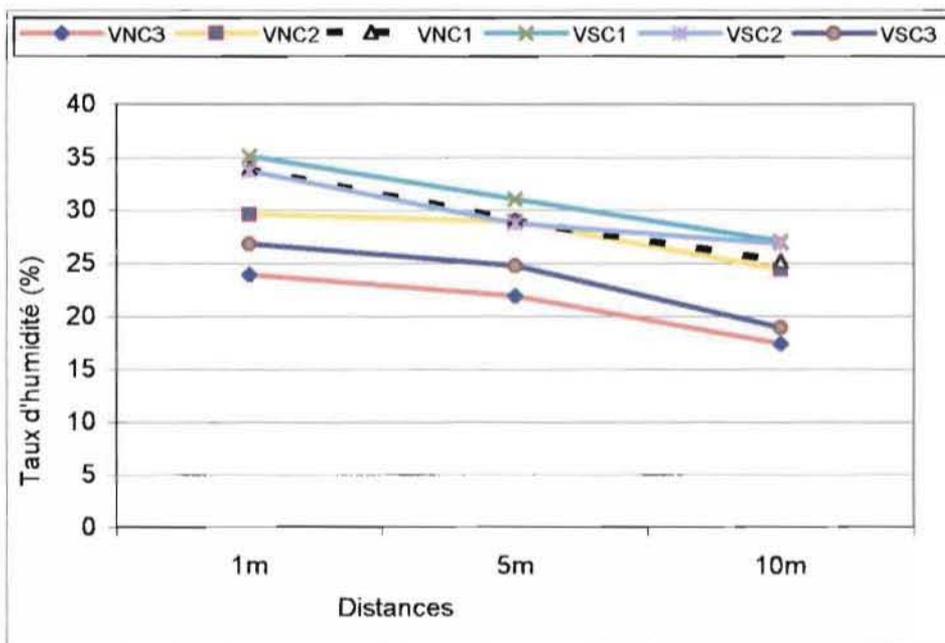


Figure 7 : Evolution de l'humidité des sols suivant la distance des placettes aux cordons

Ces droites décroissent des placettes les plus proches des cordons à celles les plus éloignées.

De plus, la position de chaque droite dénote l'influence de l'axe de drainage du bas-fond selon l'emplacement de la bande enherbée. Le cordon C1 du versant sud (VSC1), situé à 20 m du lit du bas-fond enregistre les valeurs moyennes les plus élevées. Par contre le cordon C3 du versant nord (VNC3), situé à une distance (166 m) plus éloignée du bas-fond présente des valeurs moyennes relativement faibles.

En effet, après une pluie, l'eau qui ruisselle vers les dépressions est d'abord stoppée par les obstacles que constituent les bandes enherbées ; puis l'action conjuguée des racines des herbacées et des moellons va permettre une infiltration plus importante de l'eau. Cette action diminue lorsque l'on s'éloigne des bandes enherbées. En outre, le taux d'infiltration de l'eau se fait de façon croissante des hauts de pente vers les bas de pente ; par conséquent les plus forts taux d'humidité sont enregistrés en amont des cordons C1 situés au bas des versants.

Lors du second prélèvement des échantillons de sol (22 octobre 2001), l'état d'humectation du sol témoignait des valeurs moyennes du taux d'humidité dans les placettes.

A 1 m des cordons du versant nord, existaient toujours des portions de sol humides tandis qu' à 10 m, l'état d'humectation du sol était peu sensible à l'exception des zones ombragées.

Sur le versant sud du bas-fond l'humidité des sols était plus remarquable jusqu'à cette date. Ce constat pourrait se justifié par le fait que l'aménagement en bandes enherbées de ce versant s'est réalisé à proximité du lit du bas-fond (le dernier cordon est à 86 m du bas-fond).

Tableau 5 : Humidité des sols des placettes

Distances des placettes aux cordons	Taux d'humidité (p. c.)
1 m	32,382 A
5 m	28,368 B
10 m	24,470 C
Moyenne	28,407
CV (p. c.)	3,18
PPDS au seuil de 5 p. c.	0,0001

PPDS : Plus Petite Différence Significative

Les analyses statistiques des différentes valeurs moyennes d'humidité présentent une vision générale de l'évolution de l'humidité à 1 m, 5 m, 10 m de l'ensemble des 6 cordons des 2 versants. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. c. présente une PPDS de 0,0001 justifiant l'hétérogénéité des traitements (tableau n°5). En effet le test de séparation des moyennes, révèle l'appartenance de ces trois moyennes à des groupes différents (A, B, C) avec cependant un coefficient de variation faible.

Les cordons pierreux végétalisés favorisent de façon décroissante l'infiltration de l'eau dans le sol lorsqu'on parcourt une distance de plus en plus éloignée dans leur partie amont. Les résultats obtenus sont conformes à ceux de l'UNC/CBF dans la zone d'étude pour les campagnes agricoles antérieures et de Zougmoré et *al.*, (1993) qui ont montré que la rétention en eau du sol est assez nette jusqu'à 12 m des cordons.

Egalement, le présent test d'humidité indique une liaison étroite entre la distance des cordons par rapport à l'axe de drainage du bas-fond et le taux d'humidité des sols. L'état d'humectation des sols est d'autant plus important que le cordon est proche de la zone dépressionnaire.

2.1.3 Impact des cordons pierreux sur le développement des adventices

Après la pluie du 09 juin, les semis ont été effectués directement sans une préparation préalable du sol.

Les sols du bas-fond ayant un régime hydrique spécifique, la croissance des adventices y serait intensifiée. Dans les carrés de rendement, 28 espèces d'adventices ont été identifiées (annexe n°5). Leur répartition est indépendante de la distance des placettes aux cordons. L'abondance des Cyperacées dans les placettes de VNB3 ainsi que du chiendent dans les placettes de VNB2 pourrait mettre en évidence un impact nul des cordons pierreux végétalisés sur le développement des adventices. Il serait cependant probable que le développement des adventices soit lié au nombre de sarclage. Le champ du versant sud, sarclé 3 fois présente un faible développement des mauvaises herbes. A l'exception de la présence du *Striga hermonthica* (très nuisible au sorgho) dans les carrés n° 80, 95, 103 et 104 (annexe n°3), les autres espèces d'adventices en plus faible nombre seraient moins nuisibles. A l'opposé, le champ du versant nord sarclé 2 fois présente plus de 2/3 des espèces d'adventices inventoriées. C'est donc dire selon Merlier et al. (1995) que le non labour maintient dans les parcelles des enherbements diversifiés.

La présence du *Striga hermonthica* parmi la culture, se manifeste par un mauvais développement du sorgho avec un jaunissement des plants. Sankara (1990) estime entre 30 à 70 p. c. les pertes des rendements dues au *Striga*. Ces pertes sont liées selon lui à la biologie de l'adventice. La justification provient, en effet du branchement du *Striga* sur le système racinaire du sorgho qui permet le pompage de l'eau et des éléments minéraux à partir de la plante. Il détourne ainsi les substances destinées à la plante hôte. Le *Striga* maintient ainsi un état de stress et la croissance de la plante est ralentie. Des études ont démontré que la plante parasite agit sur les régulateurs de croissance de la plante hôte car l'infestation entraîne une augmentation des atardements de croissance tout en réduisant ceux qui la stimulent.

Au regard des pertes économiques engendrées par le *Striga hermonthica*, nous convenons avec Orkwor (1983) que les adventices représentent l'une des principales contraintes biologiques qui affectent la production agricole alimentaire mondiale et

plus particulièrement celle des pays en développement. Merlier et *al.* , (1995) justifient ces pertes de rendement par les phénomènes de compétition entre mauvaise herbe et culture.

2.1.4 Impact des cordons pierreux végétalisés sur le développement des maladies

Nous avons pu identifier principalement, l'antracnose des feuilles et le charbon couvert du sorgho.

Le charbon couvert du sorgho, est provoqué par un champignon ; *Sphacelotheca sorghii*. Cette appellation de la maladie provient de l'attaque des grains du sorgho par le champignon. Ces grains sont remplacés par une fausse membrane de couleur blanc crème. Les pertes de rendement occasionnées par le charbon couvert peuvent dépasser 60 p. c. (Sankara, 1990).

Nos observations de la culture à la récolte, montrent un niveau d'attaque des grains relativement faible.

Ces pathologies n'ont pas été régulièrement observées dans les placettes. Les cordons pierreux végétalisés n'auraient donc pas eu un impact particulier sur le développement de ces pathologies.

2.2 Biométrie des plants du sorgho

Les paramètres statistiques de la croissance de la culture n'ont pas été relevés. Seulement quelques observations à la récolte ont été effectués.

2.2.1 Densité et Hauteurs des plants

Etant donné qu'une culture dense a un développement limité, la densité des plants du sorgho a été évaluée. Exprimée en nombre de poquets par unité de surface, la densité de la culture permet d'estimer l'écartement moyen entre les plants.

Tableau 6 : Densité des plants

Distances des placettes aux cordons	Nombres de poquets par placette
1 m	10,505
5 m	9,830
10 m	10,457
Moyenne	10 ,264
CV (p. c.)	5,71
PPDS au seuil de 5 p. c.	0,2685

PPDS : Plus Petite Différence Significative

La répartition du nombre moyen de poquets dans les placettes à 1 m, 5 m, 10 m est uniforme avec une moyenne générale de 10 poquets pour le champ.

Pour une culture de sorgho semée en ligne, les écartements conseillés sont de 80 à 100 cm entre les lignes et de 25 à 40 cm sur les lignes. Lorsque nous considérons un carré de 2 m X 2 m, nous obtenons pour les plus petites valeurs de ces deux intervalles ; 2 lignes et 6 poquets sur chaque ligne. Le nombre maximal de poquets dans une placette de 4 m² est donc de 12 .

Nous concluons que le nombre moyen de poquets (10) par placette est donc raisonnable pour le bon développement du sorgho.

Tableau 7 : Hauteurs des plants récoltés

Distance des placettes aux cordons	Hauteurs des plants (m)
1 m	3,605
5 m	3 ,517
10 m	3,325
Moyenne	3,483
CV (p. c.)	5,28
PPDS (5p. c.)	0,169

PPDS : Plus Petite Différence Significative

Les valeurs moyennes des hauteurs des plants dans les différentes placettes ne sont pas significatives au seuil de 5 p. c. selon le test de Newman-Keuls. Les trois

distances aux cordons n'ont donc pas eu d'impact sur les hauteurs des plants de sorgho. Ce paramètre demeure une caractéristique variétale (variété locale). L'état d'humectation du sol a donc été favorable à l'expression de ce caractère.

2.2.2 Impact des cordons pierreux sur les rendements grains

Le tableau général des rendements (annexe n° 3) montre une fluctuation considérable des valeurs. Le meilleur rendement observé à 1 m d'un cordon (VSC1) est de 3,13 t/ha. Alors qu'à 10 m d'un autre cordon (VNC1), on observe la plus petite valeur qui est de 0,5 t/ha.

Au sein des placettes de même distance, l'écart entre la valeur élevée du rendement et celle faible est non négligeable. Cet écart est de 2,13 t/ha pour les placettes situées à 1 m des cordons, 2,25 t/ha pour celles situées à 5 m et 1,75 t/ha pour les placettes situées à 10 m.

Si nous considérons que c'est l'impact exclusif des bandes enherbées qui détermine le rendement du sorgho, ces valeurs refléteront les quantités de grains perdues. Le cas échéant, les rendements devant être homogènes pour les placettes de même écartement aux cordons. Ces extrêmes variations des rendements présentent le tableau ci-dessous pour les rendements moyens.

Tableau 8 : Rendement en grains (t/ha) par bloc

	VNC1	VSC1	VSC2	VSC3
1 m	1,35	1,94	1,77	1,17
5 m	1,21	2,00	1,42	1,23
10 m	1,00	1,73	1,53	1,52

Compte tenu de la variation observée entre les valeurs extrêmes des rendements, le tableau des valeurs moyennes ne permet pas de conclure sur l'impact des bandes enherbées dans l'obtention des rendements.

Tableau 9 : Moyenne des rendements en grains

Distances des placettes aux cordons	Moyenne des rendements grains (t /ha)
1 m	1,558 A
5 m	1,465 B
10 m	1,445 C
Moyenne	1,489
CV (p. c.)	12,49
PPDS (5 p. c.)	—

PPDS : Plus Petite Différence Significative

Nous constatons à ce niveau que les moyennes générales sont rangées dans 3 groupes différents. Cela signifie que la distribution des rendements moyens dans les trois placettes n'est pas homogène. Ainsi les rendements élevés se trouvent à 1 m des bandes enherbées. Plus on s'éloigne des cordons, plus les rendements diminuent.

Cette conclusion est conforme à celle de Sandwidi et *al.* (1999) sur le site de Thion, ainsi que de Zougmoré et *al.* (1993) dans un petit bassin versant du plateau central. Ces derniers ayant souligné que cette conclusion n'est valable que pour les écartements de 33 m et de 25 m entre les cordons pierreux.

Evolution des rendements au cours des campagnes agricoles des années 1997, 1999, 2001

Les cordons pierreux ont été aménagés en 1996. Une année après leur installation, ils ont été enherbés. Nous considérons dans la présente étude, les rendements de l'année 1997 comme témoins.

La saison 1997 a connu une pluviosité de 582,4 mm, celle de 1999 a enregistré 655,3 mm et l'année 2001 a totalisé des hauteurs de pluie de 532,3 mm. La répartition des hauteurs d'eau a été respectivement de 5 mois (juin à octobre) pour 1999 et 2001, et de 7 mois pour 1997.

Dans cette étude comparative, seuls les meilleurs rendements sont considérés. Les facteurs justifiant ce choix sont : le faible nombre de carrés de rendement placés en

1997 et 1999, l'absence d'informations sur l'humidité des sols, les adventices et les maladies des cultures. Les effets de ces facteurs sur les rendements ont été estimés moins limitants dans les placettes à rendements élevés.

Les rendements grains de sorgho augmentent au cours des années (fig. n°8).

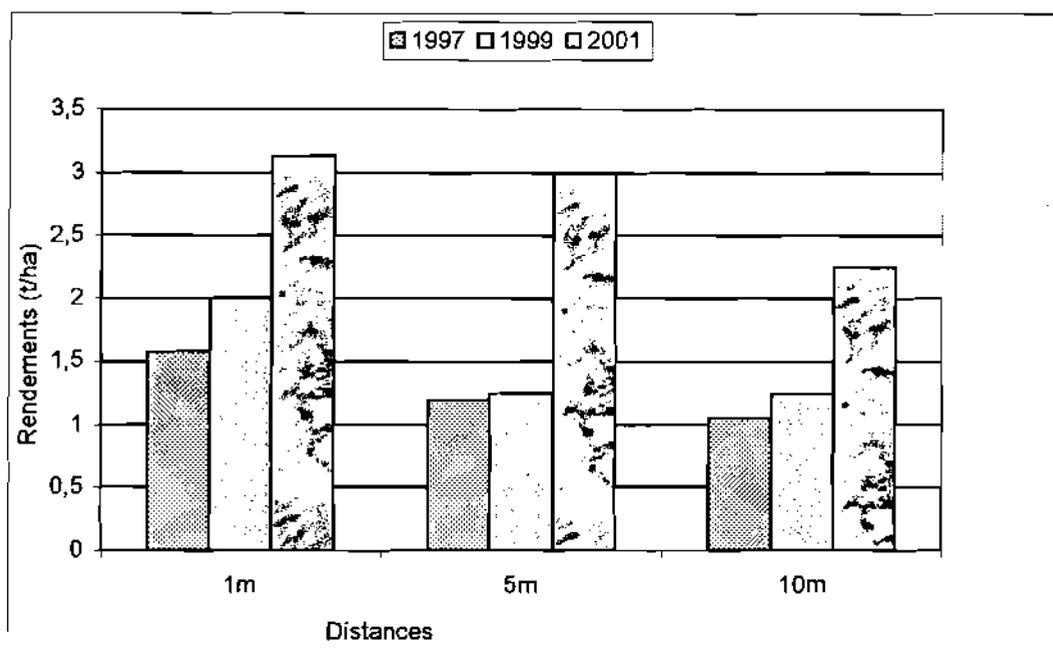


Figure 8 : Evolution des rendements grain

En 1997, le rendement moyen annuel était de 1,27 t/ha. De 1997 à 1999, il y a eu une augmentation de 15 p. c. Et de 1999 à 2001, le croît de rendement atteignait un taux de 54 p. c. de la valeur initiale. Ce taux est important pour les exploitants des versants qui auraient des gains croissants en grains de sorgho, malgré les caprices pluviométriques.

L'impact des bandes enherbées sur les rendements est donc lié à la durée du dispositif. Cette durée favorise de façon croissante l'accumulation des sédiments en amont. En présence de pluviosité relativement faible, c'est l'importance des sédiments qui valoriserait les rendements. C'est également le constat fait par Zida (1992). En

témoin, les rendements de la campagne agricole 2001 sont plus élevés malgré une pluviosité inférieure à celles des deux années considérées.

Nous retenons pour cette étude comparative que les cordons pierreux végétalisés contribuent considérablement à une augmentation des rendements. Ce rôle est plus perceptible avec la durée du dispositif même en présence d'une campagne agricole moins pluvieuse.

2.2.3 Impact des cordons pierreux végétalisés sur les rendements paille

Les moyennes des rendements paille pour les 3 traitements varient en parabole avec un minimum dans la placette située à 5 m du cordon. La valeur de la PPDS est supérieure à 5 p. c. Ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes des rendements dans les placettes (tableau 10).

Tableau 10 : Rendement paille

Distances des placettes aux cordons	Moyenne des rendements paille (t/ha)
1m	5,445
5m	5,103
10m	5,508
Moyenne	5,018
CV (p. c.)	10,47
PPDS (5 p. c.)	0,1099

PPDS : Plus Petite Différence Significative

Le rapport rendement grain/rendement paille moyen est de 0,30 (annexe n°4).

CONCLUSION GENERALE

Les caprices pluviométriques et l'insuffisance des éléments nutritifs dans les sols s'alternent dans la limitation des rendements des cultures dans les zones sahéliennes. Pour effectuer le suivi de l'impact des cordons pierreux végétalisés sur l'évolution de la fertilité des sols et des rendements du sorgho, une brève présentation du milieu d'étude a été effectuée. Il en ressort que le climat de la région de Thion est principalement marqué par une oscillation non périodique des pluviosités annuelles. Cela se traduit sur le plan agro-climatique par :

- une instabilité des rendements des cultures ;
- un mauvais remplissage des grains ;
- une augmentation des risques d'apparition de poches de sécheresse et de leurs durées.

Le bas-fond de Thion comporte trois classes de sols pour le développement des cultures : sols brunifiés, sols à sesquioxydes de fer et de manganèse et sols hydromorphes.

L'évolution des rendements du sorgho a été estimée sur les sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés (classe des sols brunifiés) qui occupent près de 52 p. c. de la superficie du bas-fond. L'étude comparative des rendements de trois campagnes agricoles (1997, 1999 et 2001) a permis de mettre en évidence une corrélation positive entre la durée du dispositif et la croissance des rendements. Ainsi de 1997 à 1999 le croît de rendement en grain a été de 15 p. c. et de 1997 à 2001 il atteignait 54 p. c. L'évolution des rendements de matières sèches n'a pas été évaluée, du fait de données manquantes des campagnes précédentes.

L'impact des cordons pierreux végétalisés a été plus important sur l'augmentation des rendements grain dans les placettes situées à 1 m en amont. Cet impact sur les rendements se réduit lorsque l'on s'éloigne des cordons (5m, 10m).

Les teneurs en éléments minéraux et organiques des sols ont été quantifiées sur toute la superficie aménagée du bas-fond. Ainsi de 1999 à 2001, il a été enregistré un accroissement des teneurs de ces éléments. Cette augmentation est de :

- 25 p. c. de matière organique ;
- 59 p. c. d'azote total.

Pour cette même période, le rapport C/N a subi une régression de 17 p. c. Le pH eau des sols qui était proche de la neutralité (6,81) en 1999 a subi une baisse de 6 p. c. tendant vers une faible acidité. L'évolution des teneurs en P_2O_5 et K_2O totaux n'a pas été évaluée du fait de leur non détermination en 1999.

Suivant les traitements (distances de 1m, 5m, 10m des cordons), l'impact des bandes enherbées sur l'augmentation des éléments nutritifs a été révélé homogène. Cette homogénéité est corrélée à l'écartement moyen de 33 m entre les cordons.

Bien que l'impact des bandes enherbées sur la restauration de la fertilité des sols soit non négligeable, il sera convenable de compléter les apports par le compost, le fumier ou les résidus de cultures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Albergel J. , Lamachère J. M. ,Lidon B. , Mokadem A. I. , Driel V. W. , 1993 - Mise en valeur des bas-fonds au Sahel. Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles. Rapport final d'un projet CORAF-R3S. 355p.

Bacyé B. , 1993 - Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne (province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de l'Université Agronomique d'Aix Marseille. 243p.

Bah T. et Dembélé Y. , 1997 - Répertoire des modèles d'aménagement des bas-fonds rencontrés au Burkina Faso et dans la sous région - PSSA/FAO – Ouagadougou. 8p+annexes.

Bah T. et Dembélé Y. , 1997 - Typologie des bas-fonds utilisés dans la sous région
- PSSA/FAO – Ouagadougou. 10p+annexes.

Delaite B. et Pastor M. , 1997 - Manuel des techniques de Conservation des Eaux et des Sols au Sahel. Comité Inter-Etats de lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), Programme Régional de Reboisement et de Conservation des Sols au Sahel (PRECONS), Ouagadougou. 345p.

Djimadoum M. , 1993 - Adventices des cultures dans la région de Bondoukuy : étude de la flore, de l'écologie et de la nuisibilité. Mémoire de fin d'études, IDR. 87p.

Doro T. T. , 1991 - La conservation des Eaux et des sols au Sahel : l'expérience de la province du Yatenga, Burkina Faso. CILSS, Ouagadougou. 73p.

Duijn V. H. J. W. , Driel V. W. F. , Kaboré O. , 1994 - Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale vers une gestion des flux hydriques par les systèmes de culture.

p 275-277.

ESP GRN Sikasso, 1994 - Fiche technique de recherche. Culture en couloir du pois d'Angole/céréales avec bordure d'Andropogon. 16p.

FEER, 1985 - Rapport final du séminaire d'étude technique sur les aménagements des bas-fonds, Ouagadougou 25-27 avril 1985, FEER/Ouagadougou. 157p.

INERA, 1988-1998 - Bilan de 10 années de recherche. Incidence des aménagements CES sur les rendements de sorgho. 115p.

Jamin J. Y. et Windmeijer P. N. , 1995 - Characterization of Inland Valley Agro-ecosystems : a tool for their sustainable use.

Proceedings of the 1st scientific workshop of the inland valley Consortium WARDA, Bouaké, 6-10 November 1995. 325p.

Jamin J. Y. et Windmeijer P. N. , 1996 - Review of results achieved for Inland Valley development in West Africa in 1995-1996. Proceeding of the 4th annual workshop of Inland Valley Consortium, WARDA, Bouaké, Côte d'Ivoire, 19-21 november 1996. 182p.

Kaboré O. , Bandaogo A, 1997 – Aménagement des versants du bas-fond de Thion (Burkina Faso). Rapport d'activité du Projet Vallées Intérieures (INERA/Consortium Bas-fonds, campagne 1997/1998). 10p.

Lamachère J. M. et Ouédraogo M. , 1991 - Observations piézométriques, année 1987-1990. Programme de recherche en vue de la mise en valeur des bas-fonds au Sahel, projet Yatenga. ORSTOM Ouagadougou. 94p.

Merlier H. et Monteguet J. , 1982 - Adventices tropicales : Flore aux stades plantules et adultes de 123 espèces africaines ou pantropicales. 490p.

Merlier H. et Thomas Le Bourgeois, 1995 - Adventrop : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. 637p.

Mietton M. , 1988 – Dynamique de l'interface lithosphère-atmosphère au Burkina Faso ; l'érosion en zone de savane. Université de Grenoble, volume 2. 227p.

Ministère de la Coopération et du Développement, 1991 – Memento de l'Agronome. Quatrième édition, collection « Techniques rurales en Afrique ». 1635p.

Nicou R. , 1986 - Food Grain Production in Semi-arid Africa. p 511-524.

Orkwor G. C. , 1983 ; Problems of weed control in mixed cropping systems in the least developed countries. p 95-113.

Pieri C. , 1989 - Fertilité des terres de savanes. bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara, CIRAD. 443p.

PNGT, 1993 - Fiches techniques en conservation des eaux et des sols : présentation des techniques CES proposées par le PATECORE et le comité technique du CPCPAT. 40p.

PNGT, 1999 – Dossier technique de vulgarisation : comment valoriser les cordons pierreux. 48p.

Raunet M. ,1984 - Les potentialités agricoles des bas-fonds en régions intertropicales : l'exemple de la culture du blé de contre saison à Madagascar. L'agron. Trop. p 121-135.

Reij C., Scoones I. , Toulmin C. , 1996 - Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. 355p.

Réseau érosion, 1995 - Environnement humain de l'érosion. ORSTOM, Bulletin 15. 612p.

Reyniers F. N. et Netoyo L. 1991 - Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicale. Séminaire international, Bamako, 9-13 décembre 1991. 415p.

Rochette R. M. , 1988 - Le Sahel en lutte contre la désertification : leçons d'expérience. GTZ, Ouagadougou. 592p.

Roose E. J. , 1967 - Quelques exemples des effets de l'érosion hydrique sur les cultures. Projet de communication au congrès de Tananarive de novembre 1967. 18p.

Sandwidi J. P. , Thiombiano L. , Kaboré O. , 1999 - Le bas-fond de Thion : Caractérisation, aménagement et suivi du milieu, rapport de synthèse. 68p.

Sankara P. , 1990 - Eléments de pathologie végétale. Fascicule illustré. 82p.

Sawadogo H. , 1995 - La lutte anti-érosive dans la zone nord-ouest du Burkina Faso. Cas des villages de Baszeïdo et Lankoé. 22p.

Sivakumar M. V. K. , Wallace J. S. , Renard C. , Giroux C. , 1985 - Impact des digues filtrantes sur le bilan hydrique et sur les rendements agricoles dans la région de Rissiam, Burkina Faso. IN Soil water balance in the soudano-sahelian zone. 628p

The World Bank , 1993 - Vetiver grass. The hedge against erosion, Washington D. C. 77p.

Thiombiano L. , Kaboré O. , Poda N. , 1995 – Caractérisation par une approche pluridisciplinaire d'un agro-écosystème de bas-fond : cas de Thion. 70p.

Thiombiano L. , 2000 - Etude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat, volume 1. 209p.

Thiombiano L. , Phillippe de Blic, Bationo A. , 2000 - Gestion durable des sols et environnement en Afrique intertropicale. Actes du 1^{er} colloque international, Ouagadougou du 6 au 10 décembre 1993. 347p.

UNC/CBF, 1995 - Caractérisation et suivi du milieu dans la vallée intérieure de Thion (Burkina Faso). Rapport de synthèse n°1, 42p+annexes.

UNC/CBF, 1996 - Caractérisation complémentaire de la vallée intérieure de Thion. Rapport de synthèse n°2. 48p.

UNC/CBF, 1996 - Etat des connaissances sur les bas-fonds au Burkina Faso. 54p + annexes.

UNC/CBF, 1997 - Etat des connaissances sur les bas-fonds au Burkina Faso. Rapport présenté à l'atelier national sur les bas-fonds au Burkina Faso en Octobre 1997 à Bobo Dioulasso, 67p.

UNC/CBF, 1997 – Rapport technique provisoire du projet d'aménagement agro-pastoral du bas-fond de Thion (Gnagna). 29p.

UNC/CBF, 1998 - Rapport technique provisoire du projet d'aménagement agro-forestier du bas-fond de Thion (Gnagna). 29p.

Vlaar J. C. J. , 1992 - Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du sahel. CIEH, Ouagadougou. 99p.

Vlaar J. C. J. et Wesselink A. J. , 1990 - Aménagement de conservation des eaux et des sols par digues filtrantes. Expérimentation dans la région de Rissiam, Burkina Faso, 1986-1989.

Tome 1 : Aspects techniques et agronomiques. Comité Interafricain d'Etude Hydrauliques, Ouagadougou, Burkina Faso. 93p.

Yoni M. , 1995 - Etude du stade à *Andropogon gayanus* dans la reconstitution de la végétation des jachères soudaniennes à Bondoukuy (Ouest du Burkina Faso). Mémoire de fin d'études, IDR. 91p

Zerbo L. , 1996 - Rapport de l'étude pédologique du bassin versant de Thion (Province de la Gnagna). 6p.

Zida M. , 1992 - Conditions hydriques dans un bas-fond sahélien, incidence sur les cultures vivrières (Bidi, Nord Yatenga ; Burkina Faso). 107p.

Zombré N. P. , 1993 - Caractérisation morphologique des bas-fonds dans la province du Yatenga : rapport de synthèse : morphologie régional, morphopédologie et aptitude culturales des bas-fonds de Gonré, Sanga et Bidi. IDR, Ouagadougou, 76p.

Zougmoré R. , Kambou N. F. , Guillobez S. , 1993 - Effet de l'écartement des cordons pierreux sur le ruissellement et sur le rendement du sorgho au Sahel . 19p.

ANNEXES

Annexe 1 : Perspectives

Les cordons pierreux végétalisés dans leur rôle de rétention des particules fines, ont été installés pour contribuer au ralentissement de l'ensablement du bas-fond. Le thème initialement formulé : « Impact des cordons pierreux végétalisés sur les pertes en terre et sur l'évolution des rendements de sorgho dans le bas-fond sahélien de Thion » a été redimensionné. Cette nouvelle orientation de l'étude ne prenait plus en compte l'aspect pertes en terre. La raison de cette reformulation a été le manque de données sur les quantités de terre perdue, qui est lié à un début du stage après les premières pluies. Pourtant ces pluies jouent un rôle important dans les phénomènes de ruissellement.

Il est donc souhaitable d'envisager une étude qui permettra d'évaluer l'impact des cordons pierreux végétalisés sur les pertes en terre des versants du bas-fond. A ce sujet, nous proposons de nouveau notre méthodologie qui permettra d'obtenir des résultats sur la hauteur et la quantité de terre décapée. Les dispositifs utilisés sont les piquets d'érosion et les micro-bassins de piégeage, installés uniquement sur le versant nord du fait de sa topographie (annexe n° 10)

Méthodologie

Après chaque pluie ruisselante, la hauteur de terre déposée sur la plaque incurvée est mesurée à l'aide d'un double décimètre. Cette mesure se fait en coïncidant le point 0 de la règle à la surface de contact plaque métallique dépôt de terre. Chaque hauteur de dépôt de terre est obtenue par :

$$H = H_i - H_f$$

H : variation de dépôt de sol

H_i : hauteur déjà mesurée

H_f : nouveau dépôt

La somme des H donne la hauteur de la surface de sol décapé après. Ce décapage comparé à celui des campagnes précédentes permettra d'évaluer l'impact des cordons pierreux végétalisés sur la réduction du décapage de la couche superficielle du sol.

En même temps que la mesure de la hauteur de la surface de sol décapé, il faut évacuer les eaux de ruissellement piégées par les micros bassins. Ces eaux sont mises à évaporer dans des récipients suivi de la pesée des échantillons de sol. La somme en kg des différentes quantités de sol érodé est extrapolée à l'hectare pour toute la superficie des versants exploités. Ces données permettront de faire un lien entre les caractéristiques des pluies et les quantités de terres érodées. Les échantillons de sol provenant des micros bassins subiront des analyses de détermination des teneurs en nutriments.

En plus du constat de décapage des versants contribuant à l'érosivité des sols et les nutriments des sols exportés par la culture, aucune restitution (engrais minéral, compost, fumure) n'est pratiquée par les exploitants des versants. Le sols présentent cependant un caractère productif croissant dû au rôle de sédimentation des bandes enherbées.

Il sera donc intéressant de monnayer ce rôle afin d'estimer les coûts (énergétique ou financier) annuels d'intrants de l'exploitation.

Les semis se font de façon directe sans une préparation préalable du sol. Les conditions d'humidité du bas-fond favorisant probablement le développement plus rapide des adventices, l'entretien des cultures nécessite donc plus d'énergie et de temps. A ce sujet, nous avons expliqué aux exploitants, l'importance du labour avant les semis. En plus, nous avons souhaité qu'il y ait une rotation culturale sorgho-arachide sur les sols de haut de pente. Cela contribuera à ralentir la pression du *Striga hermonthica*.

Annexe 2 : Relevé pluviométrique (mm) de Thion de l'année 2001

Jours	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1		2,2	8		
2				30,5	16,5
3					
4			6,8		10,5
5		13			
6			4,5	3,7	
7					
8					
9	33,5	20		3,6	
10					
11	8,2	5,5			
12	23				
13			1,2		
14				6,7	
15	28,5	20,2	29		
16		30			
17					
18					
19			53,2	5,5	
20			7		
21	32,5	5			
22	5,5				
23					
24				3	
25		47,5	0,5		
26		9,1	4,6		
27			5,8	0,4	
28					
29		39,5			
30					
31		1,4	6,7		
Total	131,2	193,4	127,3	53,4	27
Nombre de jours	6	11	11	7	2

Annexe 3 : Rendements de sorgho obtenus dans les placettes

Date de récolte : 15 octobre 2001

Date de pesée : 29 octobre 2001

Numéros placettes	Taux d'humidité (%)	Rdt panicule (t/ha)	Rdt grains (t/ha)	Rdt paille (t/ha)	Rdt grain/Rdt paille	Nombre de poquets
37	27,50	1,75	1,50	4,50	0,33	10
38	30,76	1,38	1,13	4,00	0,28	11
39	27,50	1,13	0,75	3,38	0,19	13
40	38,46	1,38	1,25	3,75	0,33	12
41	30,77	1,88	0,88	4,25	0,21	9
42	23,07	0,88	0,63	1,12	0,56	8
43	30,77	1,13	1,00	3,63	0,28	7
44	26,66	1,25	0,88	5,88	0,15	10
45	19,50	0,63	0,50	3,76	0,13	6
46	38,46	1,50	1,38	7,13	0,19	6
47	35,38	1,88	1,38	5,50	0,25	8
48	30,77	1,00	0,75	4,50	0,17	11
49	38,46	1,38	1,00	3,63	0,28	14
50	30,77	1,13	0,88	4,00	0,22	10
51	20,00	1,88	1,13	8,25	0,14	10
52	30,00	2,75	2,00	11,25	0,18	11
53	20,00	2,75	2,13	13,13	0,16	10
54	30,00	2,50	2,25	7,25	0,31	9
55	37,50	2,38	2,00	6,38	0,31	15
56	30,76	3,50	3,00	5,00	0,60	12
57	23,10	2,50	1,88	4,88	0,38	9
58	37,50	1,88	1,63	4,63	0,35	8
59	25,00	2,38	1,75	4,88	0,36	8
60	25,00	1,75	1,38	3,88	0,35	12
61	38,40	4,00	3,13	10,88	0,29	9
62	35,60	3,63	1,63	12,00	0,14	9
63	31,77	3,00	1,63	8,13	0,20	11
64	30,80	1,75	1,50	3,50	0,43	11
65	30,00	2,38	1,88	4,75	0,33	9
66	28,40	2,50	1,88	6,26	0,30	13
67	30,80	2,38	2,00	3,38	0,59	2
68	29,10	2,13	1,88	2,63	0,71	8
69	23,07	2,38	2,00	2,88	0,69	12
70	35,60	1,63	1,63	4,25	0,32	13
71	35,60	2,38	1,88	7,25	0,26	14
72	30,80	2,38	1,63	5,25	0,31	12
73	35,80	2,38	1,88	4,75	0,39	11
74	31,50	2,75	2,13	4,38	0,43	12
75	29,10	2,13	1,63	3,50	0,45	11
76	28,90	2,13	1,88	7,00	0,27	11

Suite annexe 3

Numéros	Taux d'humidité	Rdt panicule	Rdt grains	Rdt paille	Rdt grain/Rdt	Nombre de
77	28,90	2,00	1,75	6,13	0,29	12
78	23,70	3,00	2,13	6,63	0,32	11
79	38,50	2,13	1,75	4,25	0,41	13
80	33,40	0,88	0,75	3,88	0,19	8
81	29,30	1,50	1,25	2,75	0,45	10
82	37,50	1,88	1,75	4,13	0,42	7
83	25,00	1,38	1,25	2,13	0,59	8
84	25,00	1,25	1,13	2,63	0,43	6
85	30,80	2,00	1,88	4,63	0,40	11
86	25,90	1,50	1,38	2,38	0,58	8
87						
88	30,80	1,75	1,50	5,75	0,26	14
89	27,50	1,50	1,25	4,50	0,28	11
90						
91	30,00	1,63	1,25	7,00	0,18	13
92	30,80	2,25	1,63	5,88	0,28	8
93	20,50	1,38	1,00	2,88	0,35	11
94	21,40	1,38	1,13	5,75	0,20	7
95	18,20	1,00	1,13	4,25	0,26	9
96	16,70	1,88	1,25	6,00	0,21	10
97	30,00	1,63	1,25	4,13	0,30	9
98	23,10	1,25	1,13	3,75	0,33	11
99	18,40	1,63	1,25	3,88	0,32	6
100	28,70	1,50	1,13	3,13	0,36	8
101	25,10	1,50	1,13	3,38	0,33	8
102	16,70	1,50	1,13	4,13	0,27	11
103	29,10	1,25	1,00	2,75	0,36	12
104	25,70	1,25	1,00	3,00	0,33	12
105	22,40	2,88	2,25	3,13	0,72	16
106	21,40	1,75	1,25	10,50	0,12	9
107	25,30	1,88	1,38	5,88	0,23	10
108		2,25	4,25	4,88	0,46	11

Annexe 4 : Récapitulatif de l'analyse statistique de quelques paramètres biométriques du sorgho

Distances placettes	Humidité sols (%)	Hauteur plants(m)	Rdt grains (t/ha)	Rdt paille (t/ha)	Rdt grains/ Rdt paille	Nb de poquets par carré
1m	32,382	3,605	1,558	5,445	0,287	10,505
5m	28,368	3,517	1,465	5,103	0,295	9,83
10m	24,47	3,325	1,445	5,508	0,325	10,457
Moyenne	28,407	3,483	1,489	5,018	0,302	10,264
CV (%)	3,18	5,28	12,49	10,47	14,57	5,71
PPDS (5%)	0,0001	0,169	-	0,1099	-	0,2685

Annexe 5 : Inventaires des adventices dans les carrés de rendement

Noms des adventices	Familles	fréquence
<i>Commelina bengalensis</i>	Poaceae	Adventice mineure
<i>Cyperus sp.</i>	Cyperaceae	Adventice abondante
<i>Cenchrus biflorus</i>	Poaceae	Adventice mineure
<i>Chloris pilosa</i>	Poaceae	—
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Poaceae	—
<i>Digitaria horizontalis</i>	Poaceae	—
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Poaceae	—
<i>Pennisetum polystachion</i>	Poaceae	—
<i>Monocoma ciliatum</i>	Acanthaceae	—
<i>Peristrophe bicalyculata</i>	Acanthaceae	—
<i>Amaranthus spinosus</i>	Acanthaceae	—
<i>Chrysanthellum americanum</i>	Asteraceae	—
<i>Vicoa leptoclada</i>	Asteraceae	—
<i>Cassia mimosoides</i>	Caesalpinaceae	—
<i>Cassia obtusifolia</i>	Caesalpinaceae	—
<i>Cleome monophylla</i>	Capparidaceae	—
<i>Polycarpaea corymbosa</i>	Cariophyllaceae	—
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	—
<i>Alysicarpus rugosus</i>	Fabaceae	—
<i>Crotalaria sp.</i>	Fabaceae	—
<i>Indigofera stenophylla</i>	Fabaceae	—
<i>Leucas martinicensis</i>	Lamiaceae	—
<i>Boerhavia diffusa</i>	Nyctaginaceae	—
<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	Oenotheraceae	—
<i>Spermacoce sp.</i>	Rubiaceae	—
<i>Striga hermonthica</i>	Scrofulariaceae	Adventice abondante
<i>Waltheria indica</i>	Sterculiaceae	Adventice mineure
<i>Corchorus tridens</i>	Tiliaceae	—

Annexe 6 : Stock de nutriments dans les carrés de rendement

03/09/2001

N° éch.	C-total (g/kg)	M.O (%)	N-total (g-N/kg)	C/N	P-total (mg-P/kg)	K-total (mg-K/kg)	N° éch.	pH eau	pH KCl
4	4,37	0,8	0,66	6,6	155	536	4	5,9	5,4
5	4,76	0,8	0,88	5,4	168	558	5	6,4	6,2
6	5,26	0,9	1,10	4,8	229	616	6	6,8	6,5
10	4,81	0,8	0,78	6,2	202	576	10	6,2	5,8
11	3,99	0,7	0,96	4,2	201	566	11	6,4	6,3
12	4,00	0,7	0,58	6,9	263	449	12	7,0	6,9
16	3,80	0,7	0,69	5,5	154	479	16	6,5	6,1
17	3,83	0,7	0,53	7,2	127	407	17	6,0	5,6
18	4,50	0,8	0,51	8,8	154	468	18	6,2	5,9
22	5,08	0,9	0,66	7,6	521	633	22	7,1	6,6
23	4,92	0,8	0,60	8,3	282	421	23	6,8	6,5
24	8,59	1,5	0,88	9,8	323	709	24	6,7	6,1
28	3,91	0,7	0,47	8,4	162	546	28	6,3	5,9
29	3,88	0,7	0,45	8,6	243	658	29	6,8	6,4
30	6,67	1,1	0,51	13,0	329	680	30	6,8	6,6
34	4,40	0,8	0,64	6,8	496	650	34	7,4	7,0
35	4,83	0,8	0,66	7,3	568	660	35	7,8	7,2
36	4,89	0,8	0,73	6,7	619	748	36	7,3	6,9
40	5,78	1,0	0,69	8,4	357	966	40	6,6	6,4
41	4,77	0,8	0,58	8,2	345	672	41	7,6	7,1
42	3,84	0,7	0,53	7,3	368	660	42	7,1	6,8
46	4,37	0,8	0,66	6,6	132	552	46	6,4	5,8
47	3,59	0,6	0,82	4,4	131	437	47	6,3	6,0
48	3,80	0,7	0,47	8,1	131	395	48	6,1	5,8
52	7,20	1,2	0,76	9,5	365	702	52	6,5	6,3

Suite annexe 6

N° éch.	C-total (g/kg)	M.O (%)	N-total (g-N/kg)	C/N	P-total (mg-P/kg)	K-total (mg-K/kg)	N° éch.	pH eau	pH KCl
53	9,31	1,6	1,11	8,4	411	789	53	7,3	7,1
54	3,66	0,6	0,49	7,4	254	460	54	6,9	6,4
58	5,69	1,0	0,76	7,5	153	979	58	5,8	5,6
59	4,01	0,7	0,57	7,0	130	700	59	6,3	5,3
60	5,26	0,9	0,71	7,4	131	763	60	5,7	5,5
64	4,88	0,8	0,60	8,2	142	601	64	5,9	5,6
65	5,51	0,9	0,81	6,8	142	607	65	6,5	5,4
66	3,47	0,6	0,68	5,1	120	553	66	5,8	5,5
70	6,46	1,1	0,89	7,2	175	588	70	6,0	5,6
71	7,24	1,2	0,95	7,7	186	749	71	5,9	5,7
72	6,41	1,1	0,95	6,8	175	850	72	6,4	6,7
76	5,15	0,9	0,67	7,6	130	658	76	6,0	5,5
77	4,56	0,8	0,65	7,1	130	896	77	5,9	5,5
78	4,77	0,8	0,61	7,8	162	911	78	5,9	5,6
82	3,47	0,6	0,38	9,2	119	478	82	5,6	5,4
83	3,74	0,6	0,37	10,0	108	465	83	5,5	5,3
84	2,69	0,5	0,29	9,2	97	590	84	6,1	5,4
88	3,79	0,7	0,53	7,1	195	873	88	6,9	6,5
89	6,45	1,1	0,59	11,0	152	674	89	5,9	5,4
94	7,46	1,3	0,70	10,7	196	814	94	6,5	6,3
95	4,65	0,8	0,45	10,3	129	631	95	6,1	5,8
96	4,07	0,7	0,34	11,9	108	446	96	5,7	5,1
100	3,37	0,6	0,40	8,5	107	554	100	6,1	5,6
101	3,18	0,5	0,32	10,1	107	384	101	6,3	5,1
102	3,06	0,5	0,34	9,0	107	446	102	6,0	5,5
106	5,72	1,0	0,61	9,4	-	1047	106	7,2	6,4

Suite annexe 6

22/10/2001

N° éch.	C-total (g/kg)	M.O (%)	N-total (g-N/kg)	C/N	P-total (mg-P/kg)	K-total (mg-K/kg)	N° éch.	pH eau	pH KCl
4	4,58	0,8	0,39	11,6	173	437	4	6,6	6,1
5	4,92	0,8	0,45	11,0	173	694	5	6,9	5,9
6	3,42	0,6	0,37	9,4	195	331	6	6,6	6,6
10	4,57	0,8	0,39	11,7	184	460	10	6,1	5,5
11	4,34	0,7	0,39	11,1	238	444	11	6,5	6,4
12	3,91	0,7	0,34	11,6	227	460	12	6,5	5,9
16	4,76	0,8	0,46	10,2	173	452	16	6,6	6,3
17	3,88	0,7	0,38	10,1	129	467	17	6,6	5,8
18	3,24	0,6	0,36	9,1	227	422	18	6,5	6,1
22	4,91	0,8	0,57	8,6	502	754	22	7,5	7,4
23	4,66	0,8	0,51	9,1	447	678	23	6,9	6,7
24	5,37	0,9	0,57	9,5	249	739	24	6,7	6,2
28	4,76	0,8	0,49	9,8	173	520	28	6,5	6,3
29	4,34	0,7	0,49	8,9	140	580	29	6,3	5,2
30	4,20	0,7	0,46	9,2	370	550	30	6,8	6,0
34	4,17	0,7	0,43	9,7	403	656	34	6,7	6,2
35	4,97	0,9	0,53	9,4	687	475	35	7,0	6,5
36	5,25	0,9	0,53	10,0	574	641	36	6,6	6,2
40	7,52	1,3	0,72	10,4	371	580	40	6,5	6,4
41	4,82	0,8	0,50	9,7	326	543	41	7,3	7,0
42	5,20	0,9	0,55	9,4	371	558	42	6,8	6,7
46	4,91	0,8	0,64	7,7	145	580	46	6,5	6,2
47	4,33	0,7	0,47	9,2	134	482	47	6,6	5,8
48	5,58	1,0	0,53	10,6	145	490	48	5,8	5,2
52	13,58	2,3	1,19	11,4	382	1010	52	6,4	6,1

N° éch.	C-total (g/kg)	M.O (%)	N-total (g-N/kg)	C/N	P-total (mg-P/kg)	K-total (mg-K/kg)	N° éch.	pH eau	pH KCl
53	7,66	1,3	0,78	9,9	371	784	53	7,5	7,3
54	6,64	1,1	0,58	11,5	225	1546	54	6,3	5,9
58	6,27	1,1	0,58	10,8	162	2091	58	6,2	5,5
59	5,94	1,0	0,53	11,2	155	1841	59	6,1	5,4
60	5,46	0,9	0,50	11,0	140	1546	60	6,2	5,6
64	6,00	1,0	0,51	11,7	161	1832	64	6,2	5,5
65	7,90	1,4	0,66	11,9	189	2424	65	6,3	5,3
66	5,72	1,0	0,53	10,7	162	1754	66	6,2	5,3
70	7,47	1,3	0,62	12,0	194	2412	70	6,3	6,1
71	7,38	1,3	0,65	11,3	190	2198	71	6,7	6,0
72	6,56	1,1	0,58	11,3	182	2283	72	6,7	5,7
76	4,58	0,8	0,41	11,1	118	1355	76	6,2	5,2
77	5,38	0,9	0,60	8,9	162	1134	77	6,1	5,2
78	4,85	0,8	0,49	9,9	127	979	78	6,4	5,2
82	4,30	0,7	0,41	10,4	139	1515	82	6,6	5,4
83	4,27	0,7	0,43	10,0	145	854	83	6,0	5,1
84	4,01	0,7	0,41	9,7	138	839	84	6,3	5,3
88	3,99	0,7	0,38	10,6	151	1462	88	6,4	5,7
89	3,78	0,7	0,41	9,1	180	936	89	7,5	7,0
94	6,41	1,1	0,46	13,9	111	920	94	6,2	5,2
95	6,63	1,1	0,48	13,8	145	913	95	6,2	5,7
96	7,02	1,2	0,50	14,1	172	825	96	6,9	6,3
100	4,27	0,7	0,60	7,1	126	927	100	6,1	5,8
101	3,50	0,6	0,41	8,5	205	824	101	6,2	5,1
102	3,80	0,7	0,44	8,7	137	769	102	5,2	5,2
106	4,09	0,7	0,52	7,8	193	1553	106	6,8	6,5
107	3,04	0,5	0,33	9,1	171	1235	107	7,3	7,2
108	3,50	0,6	0,43	8,1	182	1592	108	7,6	7,2

Annexe 7 : Teneurs moyennes de nutriments dans le sol par année

Variables	Taitements	Année	Moyennes	Ecart type	Nombre de traitement
C	1	1	3,987	0,640	6
		2	4,812	0,688	6
		3	5,632	1,695	6
		Total	4,810	1,258	18
	2	1	3,717	0,462	6
		2	4,743	0,781	6
		3	5,118	1,055	6
		Total	4,526	0,970	18
	3	1	3,785	0,724	6
		2	4,693	1,252	6
		3	4,818	1,029	6
		Total	4,432	1,073	18
	Total	1	3,829	0,593	18
		2	4,749	0,885	18
		3	5,189	1,266	18
Total		4,589	1,098	54	
M.O	1	1	0,700	0,103	6
		2	0,850	0,108	6
		3	0,960	0,286	6
		Total	0,837	0,207	18
	2	1	0,652	0,070	6
		2	0,810	0,144	6
		3	0,872	0,189	6
		Total	0,778	0,164	18
	3	1	0,653	0,125	6
		2	0,807	0,212	6
		3	0,830	0,162	6
		Total	0,763	0,179	18
	Total	1	0,668	0,098	18
		2	0,822	0,152	18

M. O.	Traitements	Année	Moyennes	Écart type	Nombre de traitement	
		3	0,887	0,213	18	
		Total	0,793	0,184	54	
N	1	1	0,322	0,086	6	
		2	0,635	0,114	6	
		3	0,543	0,164	6	
		Total	0,500	0,180	18	
	2	1	0,308	0,040	6	
		2	0,642	0,197	6	
		3	0,500	0,084	6	
		Total	0,483	0,183	18	
	3	1	0,322	0,061	6	
		2	0,598	0,170	6	
		3	0,477	0,073	6	
		Total	0,466	0,157	18	
	Total	1	0,317	0,061	18	
		2	0,625	0,155	18	
		3	0,507	0,111	18	
		Total	0,483	0,171	54	
	C/N	1	1	12,387	1,183	6
			2	7,812	1,066	6
3			10,357	0,890	6	
Total			10,185	2,165	18	
2		1	12,280	1,658	6	
		2	8,033	1,915	6	
		3	10,138	0,924	6	
		Total	10,151	2,307	18	
3		1	12,252	1,641	6	
		2	8,153	1,394	6	
		3	10,112	1,029	6	
		Total	10,172	2,154	18	
Total		1	12,306	1,420	18	
		2	7,999	1,416	18	

		3	10,202	0,899	18
pH eau	Traitements	Année	Moyennes	Écart type	Nombre de traitement
		Total	10,169	2,168	54
1		1	6,843	0,565	6
		2	6,360	0,342	6
		3	6,405	0,300	6
		Total	6,536	0,453	18
2		1	6,850	0,514	6
		2	6,415	0,559	6
		3	6,588	0,385	6
		Total	6,618	0,497	18
3		1	6,735	0,627	6
		2	6,270	0,394	6
		3	6,383	0,172	6
		Total	6,463	0,460	18
Total		1	6,809	0,539	18
		2	6,348	0,419	18
		3	6,459	0,296	18
		Total	6,539	0,466	54

Années 1, 2, 3 correspond à 1999, 03/9/2001, 22/10/2001

Traitements (TRAIT) 1, 2, 3 indiquent les distances croissantes des placettes aux cordons.

Annexe 8 : Evolution des teneurs en nutriments des sols suivant les années

Variables	(I) année	(J) année	Différence des teneurs annuelles (I-J)	LSD	95% intervalle de confiance	
					Intervalle inférieur	Intervalle supérieur
C	1	2	-0,92*	0,002	-1,471	-0,368
		3	-1,36*	0,000	-1,911	-0,808
	2	1	0,92*	0,002	0,368	1,471
		3	-0,44	0,115	-0,991	0,111
	3	1	1,36*	0,000	0,808	1,911
		2	0,44	0,115	-0,111	0,991
M.O	1	2	-0,154*	0,002	-0,246	-0,062
		3	-0,219*	0,000	-0,311	-0,127
	2	1	0,154*	0,002	0,062	0,246
		3	-0,065	0,162	-0,157	0,027
	3	1	0,219*	0,000	0,127	0,311
		2	0,065	0,162	-0,027	0,157
N	1	2	-0,307*	0,000	-0,373	-0,242
		3	-0,184*	0,000	-0,254	-0,124
	2	1	0,307*	0,000	0,242	0,373
		3	0,118*	0,001	0,053	0,183
	3	1	0,189*	0,000	0,124	0,254
		2	-0,118*	0,001	-0,183	-0,053

variables	(I) année	(J) année	Différence des teneurs annuelles (I-J)	LSD	Intervalle inférieur	Intervalle supérieur
C/N	1	2	4,306*	0,000	3,424	5,189
		3	2,103*	0,000	1,221	2,986
	2	1	-4,306*	0,000	-5,189	-3,424
		3	-2,202*	0,000	-3,085	-1,320
	3	1	-2,103*	0,000	-2,986	-1,221
		2	2,202*	0,000	1,320	3,085
pH eau	1	2	0,461*	0,000	0,265	0,656
		3	0,350*	0,001	0,155	0,546
	2	1	-0,461*	0,000	-0,656	-0,265
		3	-0,11	0,260	-0,306	0,084
	3	1	-0,35*	0,001	-0,546	-0,155
		2	0,11	0,260	-0,084	0,306

* La différence des teneurs moyennes est significative au seuil de 5 p. c.

LSD : Least Significant Difference ou plus petite différence significative

Années 1, 2, 3 correspondent respectivement à 1999, 03/9/2001 et 22/10/2001

Annexe 9 : Récapitulatif de l'analyse statistique des éléments nutritifs

Années d'échantil- lonnage	Distances placettes	M.O(%)	C(g/kg)	N(g/kg)	C/N	pH eau	K total mg/kg	P total mg/kg
1999	1m	0,7	3,99	0,32	12,39	6,84		
	5m	0,65	3,72	0,31	12,28	6,85		
	10m	0,65	3,79	0,32	12,25	6,73		
	Moyenne	0,67	3,83	0,32	12,31	6,81		
	Ecart type	0,1	0,59	0,06	1,42	0,54		
	LSD	0,45	0,49	0,74	0,89	0,75		
03/09/01	1m	0,85	4,81	0,64	7,81	6,36	670	212
	5m	0,81	4,74	0,64	8,03	6,42	584	203
	10m	0,81	4,69	0,6	8,15	6,27	578	215
	Moyenne	0,82	4,75	0,63	8	6,35	611	210
	Écart type	0,152	0,885	0,155	1,46	0,420	111,9	101,495
	LSD	0,665	0,839	0,670	0,714	0,598	0,190	0,852
22/10/01	1m	0,96	5,63	0,54	10,36	6,41	1084	216
	5m	0,87	5,12	0,5	10,14	6,59	968	234
	10m	0,83	4,82	0,48	10,11	6,38	978	218
	Moyenne	0,89	5,19	0,51	10,2	6,46	1010	223
	Ecart type	0,213	1,266	0,111	0,899	0,296	149,016	91,64
	LSD	0,345	0,319	0,355	0,678	0,277	0,748	0,768

LSD : Least Significant Difference

Annexe 10



Micro bassin
amont

Micro bassin aval

Maré Gisèle, septembre 2001

Morceau de tôle

Micro-bassins de piégeage de sol décapé

ABSTRACT

In Sahelian's areas, the production is constantly limited by the alternation of lack of rainwater and the shortage of nutrients. This continual degradation of pedo-climatic's conditions prompt the development of small Sahelian's shallow, which had a specific soils moisture. The rock bunds management (by help of *Vetiveria zizanioides* and *Andropogon gayanus*) at Thion's valley (west Bogande) aims for an assurance securisation of food crops. The impact's keep track of this set-up on the fertility's restoration and on the sorghum's average increasing had been carried out by the squares and soils' analysis.

The result of this agricultural campaign (2001) could give evidence of a real impact of rock bunds under grass on the soils' moisture and sorghum's average with regard to squares' gap to the cords. According to Newman-Keuls' test at threshold of 5 p. c., the soils' fertility between two rock bunds remains homogenous.

A comparative case of three seasons (1997-1999-2001) is showing a rate of increase of sorghum grain's average from 15 p. c. (1997-1999) to 54 p. c. (1997-2001).

Soils' content of organic material and nitrogen had been respectively improve from 25 p. c. to 59 p. c. (1997-2001).

Despite of the evidence increasing of sorghum's average and the soils' fertility under impact of the rock bunds, this previous struggle counter moisture's erosion is not suppose to be alone meaning. It seems to be important that the field have to be plough before the seedbed and bring some manure or compost as complement.

Key words : *Sahelian's shallow field, rock bunds under grass, soils fertility, average of sorghum, Thion, Bogande, Burkina Faso.*

RESUME

Dans la zone sahélienne, la production est constamment limitée par l'alternance du manque d'eau et des éléments nutritifs. Cette dégradation continue des conditions pédo-climatiques, incite la valorisation des petits bas-fonds sahéliens qui ont un régime hydrique spécifique. L'aménagement en cordons pierreux végétalisés (à l'aide de *Vetiveria zizanioides* et d'*Andropogon gayanus*) de la vallée de Thion (à l'ouest de Bogandé) vise à assurer la sécurisation de la production vivrière.

Le suivi de l'impact de ce dispositif sur la restauration des éléments nutritifs des sols et sur l'évolution des rendements du sorgho a été effectué à l'aide d'un dispositif de carrés de rendement et d'analyses physico-chimiques des sols.

Les résultats de cette campagne agricole 2001 mettent en évidence un impact décroissant des cordons enherbés sur l'humidité des sols et les rendements en grains de sorgho en fonction de la distance par rapport aux cordons. Les teneurs en matière organique, azote, phosphore et potassium des sols entre deux cordons pierreux végétalisés restent homogènes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 p. c.

L'étude comparative des rendements de trois campagnes agricoles (1997-1999-2001) présente un accroissement des rendements en grains de 15 p. c. entre 1997-1999 et de 54 p. c. entre 1997-2001.

Les teneurs en matière organique et en azote total ont été respectivement améliorées de 25 p. c. et 59 p. c. entre 1999 et 2001.

Malgré la mise en évidence de l'évolution positive des rendements du sorgho et de la fertilité des sols sous l'influence des cordons enherbés, cette mesure physique de lutte contre l'érosion hydrique ne doit pas être la seule alternative. Il apparaît important de labourer les champs avant les semis et de faire des apports de compost ou de fumier en complément.

Mots clés : *Bas-fond sahélien, cordons pierreux végétalisés, fertilité des sols, rendements du sorgho, Thion, Bogandé, Burkina Faso.*