

BURKINA FASO  
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

-----  
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

-----  
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**  
en vue de l'obtention du

**DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL**

**OPTION : Agronomie**

**THEME : EFFET DES PRATIQUES CULTURALES (ROTATION DES CULTURES, AMENDEMENTS ORGANIQUES ET TRAVAIL DU SOL) SUR LES PROPRIETES HYDRAULIQUES D'UN SOL FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE AU CENTRE-OUEST DU BURKINA FASO.**

Présenté par :  
**KOMBEMA Emmanuel**

Maître de stage : M. ZIDA Zacharie  
Directeur de mémoire : Dr TRAORE Mamadou

N :-2008/AGRO

JUIN 2008

## Dédicaces

*Je dédie ce présent mémoire à mon père*

*Kombema Pierre*

*Et à ma mère*

*Zida Binta,  
Premiers acteurs de ma réussite.*

## Remerciements

Le présent stage a duré dix (10) mois au centre régional de recherches environnementales et agricoles (CRREA) de Saria. Les résultats et les conclusions obtenus résultent des efforts conjugués de plusieurs personnes du centre et d'ailleurs, à qui nous aimerions présenter notre plus profonde reconnaissance. Nos remerciements vont à l'endroit de :

- Dr LAMIEN Niéyidouba, Directeur régional du CRREA pour nous avoir accepté au sein de sa structure ;
- Dr BARRO Albert, Chef du programme GRN/SP, pour nous avoir accepté dans son département et pour les multiples conseils qu'il nous prodiguait ;
- M. ZIDA Zacharie, notre maître de stage qui nous a suivi avec rigueur sur le terrain et dans la rédaction du document ;
- Dr TRAORE Mamadou, Enseignant à l'IDR et notre Directeur de mémoire, qui n'a ménagé aucun effort pour l'aboutissement de notre travail et dont nous avons bénéficié des conseils lors de sa sortie de supervision;
- Dr OUATTARA Korodjouma pour son apport inestimable dans la rédaction du document ;
- M. SOUBEIGA Omer et M. SANOU Martin tous deux responsables respectivement du laboratoire de physique des sols et de chimie des sols, pour leurs soutiens multiformes ;
- M. PALLE Siébou, pour ses conseils dans l'interprétation de mes résultats ;
- M. KABRE Abdou pour nous avoir aidé dans les mesures de ruissellement et pour ses conseils ;
- M. OUEDRAOGO Adama, technicien au laboratoire de physique des sols pour ses soutiens multiformes.

Nos remerciements s'adressent à tout le personnel du centre et aux amis pour leur franche collaboration. Nous remercions également tout le personnel de l'IFDC pour l'appui logistique.

# Tables des matières

Dédicaces .....	i
Remerciements .....	ii
Tables des matières .....	iii
Liste des sigles et abréviations .....	v
Liste des tableaux .....	vi
Liste des figures.....	vii
Résumé.....	viii
Abstract .....	ix

Introduction générale .....	1
-----------------------------	---

## Chapitre I : Synthèse bibliographique : Les pratiques culturales et propriétés

hydrauliques du sol.....	3
--------------------------	---

1.1 Définitions de quelques concepts.....	3
---	---

1.2 Amélioration des propriétés hydrauliques du sol.....	3
--	---

1.2.1 La rotation des cultures.....	4
-------------------------------------	---

1.2.2 Les amendements organiques.....	4
---------------------------------------	---

1.2.3 Le travail du sol.....	4
------------------------------	---

## Chapitre II : Cadre de l'étude : Le milieu naturel..... 6

2.1 Cadre de l'étude .....	6
----------------------------	---

2.1.1 La Situation géographique.....	6
--------------------------------------	---

2.1.2 Le climat.....	6
----------------------	---

2.1.3 Les précipitations .....	6
--------------------------------	---

2.1.4 Les températures .....	8
------------------------------	---

2.1.5 L'évapotranspiration.....	8
---------------------------------	---

2.1.6 Les vents.....	8
----------------------	---

2.1.7 la végétation.....	8
--------------------------	---

2.1.8 Les sols.....	9
---------------------	---

## Chapitre III : Matériels et méthodes..... 10

3.1 La description des dispositifs expérimentaux .....	10
--	----

3.1.1 L'essai entretien de la fertilité du sol (EEF).....	11
---	----

3.1.2 L'Essai Etude Comparative des amendements organiques (EEC).....	11
---	----

3.1.3 L'Essai Etude Physique sur le travail du sol (EEP).....	12
---	----

3.1.4 La jachère .....	13
------------------------	----

3.2 Caractérisation des pluies .....	13
--------------------------------------	----

3.2.1 Les mesures des hauteurs de pluie .....	13
---	----

3.1.2 Les mesures d'intensités de pluie .....	14
3.3 Mesures de ruissellement.....	14
3.4 Mesures d'humidité .....	15
3.5 Détermination des performances des cultures .....	17
3.5.1 La détermination de la couverture végétale .....	17
3.5.2 Le calcul de rendements des cultures.....	18
3.6 Analyses des données.....	19
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions .....</b>	<b>20</b>
4.1 Caractéristiques des pluies.....	20
4.2 Etude du ruissellement.....	21
4.2.1 L'étude du ruissellement selon la catégorie de pluie.....	21
4.2.2 L'étude du ruissellement selon les pratiques culturales .....	22
4.3 Etude de l'humidité dans le sol.....	28
4.3.1 L'évolution de l'humidité dans le sol.....	28
4.3.2 L'humidité du sol sur la rotation des cultures .....	29
4.3.3 L'humidité du sol sur les amendements organiques .....	30
4.3.4 L'humidité du sol sur le travail du sol .....	31
4.4 Etude de l'humidité dans le temps.....	33
4.4.1 la baisse d'humidité sur la rotation des cultures.....	34
4.4.2 la baisse d'humidité sur les amendements organiques.....	35
4.4.3 la baisse d'humidité sur le travail du sol.....	36
4.5 Performances des cultures.....	37
4.5.1 Les taux de couverture végétale .....	37
4.5.2 Les rendements grains des cultures .....	39
<b>Conclusion générale et perspectives .....</b>	<b>42</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>44</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>I</b>

## Liste des sigles et abréviations

CRREA	: Centre régional de recherches environnementales et agricoles ;
EEC	: Essai étude comparative des amendements organiques ;
EEF	: Essai entretien de la fertilité du sol ;
EEP	: Essai étude physique sur le travail du sol ;
Fmo	: Fumure minérale et organique;
GRN/SP	: Gestion des ressources naturelles / système de production ;
IFDC	: International fertilizer development center
INERA	: Institut de l'environnement et de recherches agricoles
JAP	: Jour après pluie.
PF	: Potentiel hydrique;
PVC	: Polychlorure de vinyle ;

## Liste des tableaux

Tableau 1: Le choix des traitements.....	13
Tableau 2 : Fréquences d'une série complète de mesures d'humidité pour chaque pluie .....	17
Tableau 3 : Nombre et catégorisation des pluies .....	20
Tableau 4 : Ruissellement par catégorie de pluie .....	21
Tableau 5 : Le ruissellement par traitement sur les systèmes de rotation .....	22
Tableau 6 : Le ruissellement par traitement sur les amendements organiques.....	26
Tableau 7 : Le ruissellement par traitement sur le travail du sol .....	27
Tableau 8 : Taux d'humidité du sol dans le site de rotations .....	29
Tableau 9 : Taux d'humidité du sol dans le site d'amendements organiques .....	30
Tableau 10 : Taux d'humidité du sol dans le site de travail du sol .....	32
Tableau 11: Baisses d'humidité par traitement sur la rotation des cultures .....	34
Tableau 12: Baisses d'humidité par traitement sur les amendements organiques ....	35
Tableau 13 : Baisses d'humidité par traitement sur le travail du sol .....	36
Tableau 14 : Taux de couverture végétale sur la rotation des cultures .....	37
Tableau 15 :taux de couverture par traitement sur les amendements organiques ....	38

## Liste des figures

<i>Figure 1 : Evolution de la pluviosité de la zone de Saria pour les dix dernières années.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : Répartition mensuelle de la pluviosité moyenne au cours de la campagne agricole 2007 de la zone de saria.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3 : Plan global des essais.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 4 : Exemple de calcul de taux de couverture en Excel.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 5 : Profil hydrique du sol dans la culture continue de sorgho (S1-1) 1 jour après la pluie du 20 août 2007.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 6 : Comparaison des taux d'humidité pris à des dates de mesures différentes après la pluie du 27 /09/ 2007 sur la culture continue du sorgho (S1-1).....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 7 : Rendements grains par traitement sur la rotation des cultures.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 8 : Rendements grains par traitement sur les amendements organiques.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 9 : Rendements grains par traitement sur le travail du sol.....</i>	<i>41</i>



## Résumé

Le présent travail a été mené dans des conditions pluviales, à la station de recherches de Saria au centre-ouest du Burkina Faso (12° 16' latitude nord et 2° 09' longitude ouest).

Ce travail dont l'objectif est de comprendre la dynamique de l'eau après un événement pluvieux et connaître les facteurs qui influent sur cette dynamique, s'est basé sur trois (3) essais de longue durée. Sur ces essais, des dispositifs permettant de caractériser la pluie, de mesurer le ruissellement et l'humidité du sol en fonction de la rotation des cultures, des amendements organiques et du travail du sol, ont été installés. Ainsi, l'appréciation de la quantité de pluie, de celle ruisselée et de l'humidité a été faite pendant les 3 mois qu'a duré la saison hivernale 2007.

Au total, 56 pluies ont été enregistrées. 59% de ces pluies sont de faible quantité (<10mm). Ces pluies ont provoqué des ruissellements moyens variant d'un traitement à l'autre dont les faibles pertes d'eau par ruissellement ont été observées sur les parcelles de rotation sorgho-niébé (S1-3), de fumier + N (S2-3) et de grattage + fumier (S3-2). Ces pertes y sont respectivement de, 29,52 %, 33,48 % et de 21,76 %. Les mesures d'humidité avec la sonde à neutron, réalisées 1 jour après la pluie jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour, ont permis de montrer que le labour +fumier favorise moins le phénomène d'évaporation et de drainage interne de l'eau.

Ainsi, une meilleure combinaison de ces pratiques culturales peut contribuer à une utilisation durable des sols de la zone.

---

**Mots clés :** Sol ferrugineux propriétés hydrauliques, dynamique de l'eau ; infiltration, ruissellement, , , rotation, amendements organiques ; travail du sol,. Saria Burkina Faso.

## **Abstract**

This study was carried out at Saria research Center in Burkina Faso (12° 16' N; 2° 09' W) with the objective to understand water dynamics under pluvial condition in three long terms trials. Measurement were based on the characterization of rains, runoff and soil moisture content during a period of 3 months.

In total, 56 rain events have been recorded, from which, 59% is less than 10mm. These rain fall have induced runoff according to the treatment. Lower runoff has been observed on the rotation cowpea-sorghum, treatment manure with nitrogen and in the hand hoeing with manure, respectively at 29.52%, 33.48% and 21.76%.

Soil moisture measurements with the neutron probe, has shown after 1 day to 21 days that treatment oxen plough + manure has induced lower soil evaporation and internal drainage.

We concluded that a better combination of these practices can reinforce the sustainability of our soils.

---

**Keywords:** Ferric lixisol hydraulics properties, water dynamics, infiltration, runoff, rotation, organic amendment, tillage, neutron probe Saria Burkina Faso.

## Introduction générale

La zone sub-saharienne est caractérisée par des pluviosités irrégulières et de fortes intensités (Piéri, 1989 ; Vlaar, 1992 ; Milleville et Serpantié, 1994). Cette irrégularité de la pluviosité concerne la répartition des pluies, la quantité d'eau tombée et la durée de la saison pluvieuse. Par ailleurs, on note dans cette zone, une faiblesse de la perméabilité des sols (Vlaar, 1992).

Selon Ouattara et Wildind, (1991) cités par Ouattara (2000), la conjugaison des caractéristiques hydrauliques défavorables des sols et l'irrégularité des pluies constituent une contrainte majeure à la production en culture pluviale.

Pourtant, les productions céréalières dans la zone sub-saharienne dont fait partie le Burkina Faso sont principalement basées sur l'agriculture pluviale (Ouattara, 2007) ; la pluie étant la seule source d'apport d'eau. Ces cultures subissent par conséquent, des fluctuations dans leur alimentation hydrique en raison des aléas climatiques fréquents (Piéri, 1989).

Parallèlement, on note une faiblesse de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par les plantes qui est souvent due à l'humidité limitée du sol (Buerkert *et al.*, 2002). L'eau est alors l'un des facteurs limitant des productions agricoles (Piéri, 1989). Elle joue de nombreux rôles dans le sol (en étant comme un solvant, hydrolysant les solides, un régulateur thermique etc.) et assure le transport des éléments nutritifs dans le continuum sol-plante. La teneur en eau élevée facilitant ainsi le mouvement de l'eau et des éléments minéraux.

Par conséquent, assurer l'infiltration de l'eau et son stockage dans le sol est l'une des voies pour accroître la productivité du sol (Ouattara *et al.*, 2007). Ainsi, la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle est un défi majeur en agriculture pour promouvoir la production agricole (Ouattara, 2000). Des techniques d'économie et de gestion de l'eau ont été alors développées par les producteurs et caractérisées par certains chercheurs. Il s'agit des méthodes de conservation des eaux et des sols (Zougmore *et al.*, 2000 ; 2004) et du travail du sol (Nicou *et al.*, 1990 ; Barro, 1997). Ceci pour comprendre la dynamique de l'eau et donc du bilan d'eau dans ces pratiques culturales afin de faire un choix du type d'aménagement convenable aux conditions pédoclimatiques en présence. De nombreuses études sur les pratiques culturales (surtout leurs effets sur la dynamique de l'eau) ont fait l'objet de

productions scientifiques et de rapport certes, mais elles sont généralement effectuées à court terme.

La présente étude veut également comprendre la dynamique de l'eau après un événement pluvieux, face aux pratiques culturales. A ce titre, cette étude rentre dans le cadre globale d'une recherche qui est menée également dans 5 autres pays africains que sont le Ghana, le Kenya, le Malawie, le Niger et le Nigeria, sous le titre, « *Effet combiné des pratiques culturales et de la biodiversité de la macro faune du sol sur les propriétés physiques et hydrauliques du sol déterminant l'efficience d'utilisation de l'azote et de l'eau dans les agro-systèmes Est et Ouest Africains.* » Elle se veut donc être une contribution à ce travail et a été basée sur trois essais de longue durée mis en place à la station de recherches agricoles et environnementales de Saria sous le thème : **Effet des pratiques culturales (Rotation des cultures, Amendements organiques et Travail du sol) sur les propriétés hydrauliques d'un sol ferrugineux tropical lessivé au centre-ouest du Burkina FASO.** Les processus intervenant dans la dynamique de l'eau tels que le ruissellement et la redistribution de l'eau dans le sol ont été les paramètres étudiés. L'hypothèse émise était qu'une observation de bonnes pratiques culturales peut améliorer les propriétés hydrauliques du sol (moins de ruissellement et bonne répartition de l'eau stockée) et favoriser une meilleure utilisation de l'eau par les cultures.

Le présent mémoire comporte quatre chapitres :

- le premier chapitre concerne la synthèse bibliographique ;
- le deuxième chapitre traite du cadre physique de l'étude ;
- le troisième chapitre porte sur le matériel et les méthodes d'étude ;
- le quatrième chapitre est consacré aux résultats et aux discussions ;
- une conclusion et une liste de références bibliographiques complètent le document.

# **Chapitre I : Synthèse bibliographique : Les pratiques culturales et propriétés hydrauliques du sol**

## ***1.1 Définitions de quelques concepts***

Les propriétés hydrauliques du sol sont déterminantes dans la distribution de l'eau en surface et en profondeur et par conséquent la disponibilité de l'eau pour les cultures.

Les principaux paramètres intervenant dans les propriétés hydrauliques sont entre autres le ruissellement, l'infiltration, l'évaporation et la redistribution de l'eau stockée dans le sol en fonction des différents horizons de sol.

Le ruissellement se définit comme étant la fraction de pluie qui ne s'est pas infiltrée et qui s'est écoulee en suivant la pente (Hillel, 1984). A l'échelle de la parcelle, c'est la fraction d'eau qui s'est échappée au bas de la parcelle (Zougmoré, 1991).

L'infiltration désigne le processus de pénétration de l'eau dans le sol (Musy et Soutter, 1991 ; Zangré, 2000). C'est un facteur essentiel car le stockage de l'eau et sa redistribution dans le sol en dépendent.

La redistribution de l'eau dans le sol constitue un processus de rééquilibrage des potentiels qui tend à atténuer progressivement les gradients de pression et de gravité (Musy et Soutter, 1991). Elle détermine l'évolution des quantités d'eau retenues dans le sol et par conséquent le stock d'eau disponible pour les plantes.

Quant au phénomène d'évaporation, c'est la perte sous forme gazeuse à travers les pores de l'eau déjà infiltrée. Elle est contrôlée par l'humidité ambiante.

## ***1.2 Amélioration des propriétés hydrauliques du sol***

Les propriétés hydrauliques du sol sont intimement liées aux propriétés physiques à savoir la stabilité structurale et la distribution des pores. Elles sont également liées à la teneur en matière organique du sol. Il importe par conséquent, de savoir quelles modifications les différentes pratiques culturales concernées peuvent induire sur ces propriétés du sol qui vont déterminer le comportement de l'eau en surface et dans le sol. Ces pratiques culturales sont entre autres la rotation des cultures, les amendements organiques et le travail du sol.

### **1.2.1 La rotation des cultures**

La rotation des cultures permet aux sols de se régénérer. Ainsi, elle est de plus en plus appliquée à cause de la pression démographique qui rend difficile la mise en jachère des parcelles (Vlaar, 1992). Les systèmes de rotation des cultures se différencient les uns des autres par le nombre de spéculations utilisées dont va dépendre la durée du cycle de la rotation. Elle est biennale pour la présente étude. La rotation sorgho-coton, Sorgho-niébé et la culture continue de sorgho sont ainsi les trois systèmes de rotation concernés.

### **1.2.2 Les amendements organiques**

Les amendements organiques constituent un mode de gestion de la fertilité des sols. Le fumier (bouse de vache) et la paille de sorgho étant les types de matières organiques apportés au sol dans la présente étude.

La qualité de la matière organique apportée est liée à ses effets sur les caractéristiques du sol et à son aptitude à la biodégradation. Cette qualité de la matière organique est généralement caractérisée par son rapport C/N ; et quand ce dernier est inférieur à 20, la matière organique se décompose rapidement (Zangré, 2000).

L'amélioration des propriétés physiques du sol, donc de ses propriétés hydrauliques, est l'un des rôles joués par la matière organique dans la fertilité des sols. Ceci se traduit par l'amélioration de la stabilité structurale en créant une grande agrégation (Zangré, 2000 ; Mando *et al.*, 2005 et Ouattara *et al.*, 2007b). Elle se traduit également par une amélioration de la porosité du sol en l'augmentant et en la stabilisant (Piéri, 1989 ; Ouattara, 1994 ; Kay et Vandengaart, 2002 et Ouattara *et al.*, 2005). Tout ceci contribue à une meilleure infiltration de l'eau et sa rétention dans le sol.

### **1.2.3 Le travail du sol**

Sur le plan agronomique, le travail du sol est l'ensemble des opérations conduites sur le sol dans le but d'avoir un profil cultural estimé favorable à la culture qui y sera installée. Plusieurs techniques de travail du sol sont employées à cet effet, parmi lesquels le grattage et le labour à plat qui sont utilisés pour la présente étude.

Selon Vlaar (1992), Le grattage est une façon de travailler le sol où on "gratte" la couche superficielle avec un outils à dent. Elle apporte ainsi peu de modifications profondes au profil cultural. Son action sur les propriétés hydrauliques

du sol se traduit par une augmentation de la sorptivité du sol de par la plus grande porosité structurale qu'il induit (Zangré, 2000).

Le labour à plat constitue une technique conventionnelle de travail du sol et d'économie d'eau à l'échelle de la parcelle (Vlaar, 1992). Il améliore l'état physique du sol en augmentant sa rugosité et sa porosité (Zougmore, 1991 ; Vlaar, 1992).

Mais malheureusement, lorsqu'il est pratiqué annuellement (comme dans notre cas), il favorise l'encroûtement des horizons superficiels et le tassement au fond de la zone travaillée (Vlaar, 1992 ; Monnier *et al.*, 1994).

## **Chapitre II : Cadre de l'étude : Le milieu naturel**

### **2.1 Cadre de l'étude**

#### **2.1.1 La Situation géographique**

L'étude a été menée à la station expérimentale du centre régional de recherches environnementales et agricoles (CRREA) de l'INERA, implantée depuis 1923 à Saria dans le centre – ouest du Burkina Faso. Située à 80 km au nord-ouest de Ouagadougou et à 23 km à l'est de Koudougou, les coordonnées géographiques de la station sont les suivantes : 12° 16' latitude nord, 2° 09' longitude ouest et 300 m d'altitude.

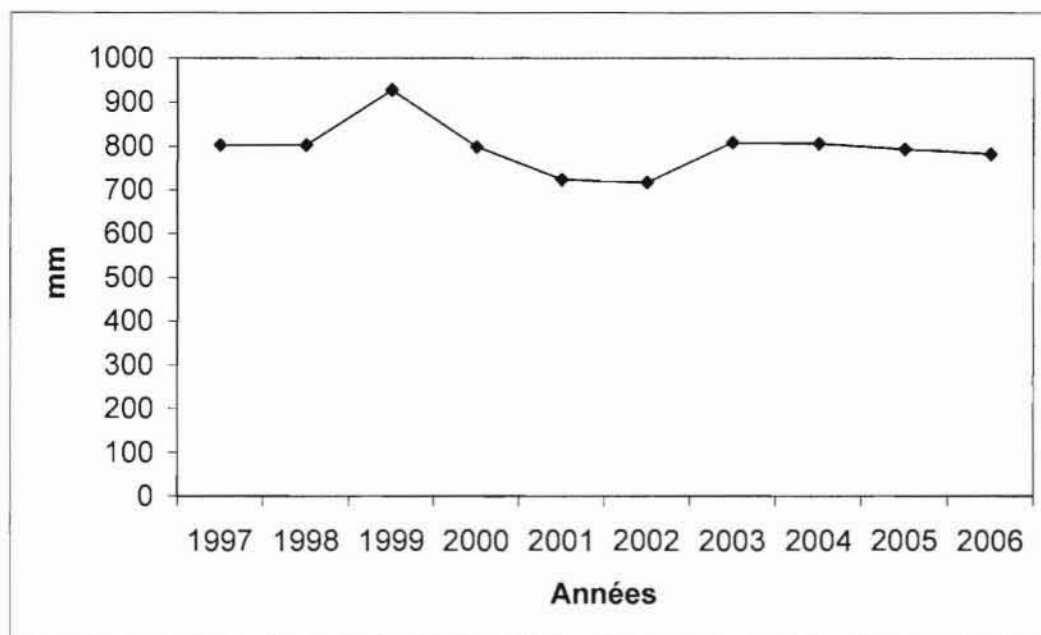
#### **2.1.2 Le climat**

Le climat de saria est de type soudano-sahélien (Fontes et Guinko, 1995) caractérisé par une alternance de saison sèche d'Octobre à Avril et de saison pluvieuse qui s'étend de Mai en septembre (Ouattara *et al.*, 2005)

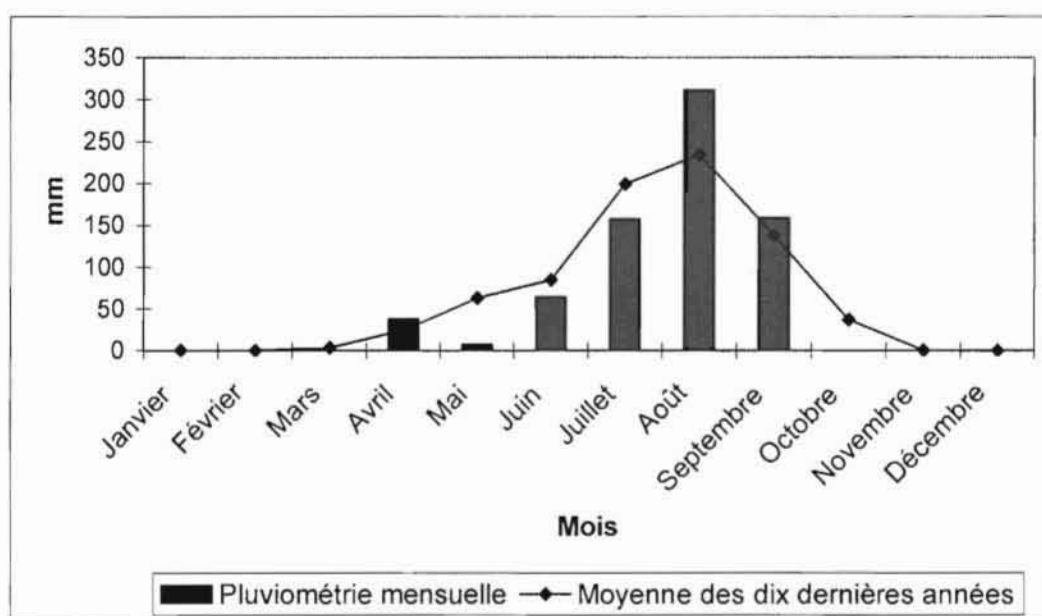
#### **2.1.3 Les précipitations**

Les précipitations varient dans le temps et dans l'espace et la pluviométrie moyenne annuelle est de 800 mm (Somé, 1989 ; Zougmore *et al.*, 2004). Les pluies se manifestent sous forme de « lignes de grains » et se caractérisent par de fortes intensités pouvant atteindre de 60 à 120 mm /h (Zangré, 2000). Elles jouent un rôle prédominant dans le processus de formation de croûtes de surface favorisant les ruissellements (Boiffin, 1984 ; Casenave et Valentin, 1989). Les figures 1 et 2 montrent respectivement l'évolution de la pluviosité de la zone pendant les dix dernières années et les pluviosités mensuelles de la campagne 2007.





**Figure 1 : Evolution de la pluviosité de la zone de Saria pour les dix dernières années.**



**Figure 2 : Répartition mensuelle de la pluviosité moyenne au cours de la campagne agricole 2007 de la zone de saria**

#### **2.1.4 Les températures**

Elles sont caractérisées par des variations diurnes plus importantes par rapport aux variations mensuelles et annuelles (Zangré, 2000). Les températures moyennes journalières varient entre 30°C pendant la saison pluvieuse et peut atteindre 35°C en avril et mai (Zougmore *et al.*, 2004). Pour les mêmes périodes pendant l'étude, les températures journalières sont restées en dessous de la moyenne avec respectivement 29.3°C et 32.9°C en saison pluvieuse et en avril.

#### **2.1.5 L'évapotranspiration**

L'évapotranspiration moyenne annuelle est de 200 mm en année sèche (de faible pluviosité) et 1720mm en année de bonne pluviosité (Zangré, 2000 ; Zougmore *et al.*, 2004 ; Ouattara *et al.*, 2005). Les fortes valeurs s'observent en saison sèche avec 7 mm/jour et en saison pluvieuse elles s'abaissent autour de 4 mm jour (Zangré, 2000). Par conséquent, l'évaporation joue sur l'humidité du sol en fonction du degré de couverture végétative.

#### **2.1.6 Les vents**

La mousson, c'est un vent humide de direction sud – ouest, elle apporte les pluies ; et l'harmattan, un vent continental, souffle pendant la saison sèche. Il peut occasionner des phénomènes d'érosion éolienne sur les sols laissés découverts après les récoltes (Zangré, 2000).

#### **2.1.7 La végétation**

Le secteur nord – soudanien auquel appartient à la zone de Saria est caractérisé par des savanes à graminées annuelles, à arbres et à arbustes (Fontes et Guinko, 1995).

La strate arborée est dominée par les essences tels que le Néré (*Parkia biglobosa*) et le karité (*Vitellaria paradoxa*). D'autres espèces y sont également protégées : il s'agit de *Fedherbia albida* , *Lannea microcarpa* , *Tamarindus indica* *Adansonia digitata*, *Khaya senegalensis* et des épineux (Guira ,1988)

Quant au tapis herbacé, il est principalement composé de *Andropogon gayagnus*, *Loudecia togoensis* et *Schoenfeldia gracilis* (Fontes et Guinko, 1995).

La forte pression exercée sur la végétation entraîne une dégradation de l'environnement et partant, une dégradation des sols.

Quant au tapis herbacé, il est principalement composé de *Andropogon gayagnus*, *Loudecia togoensis* et *Schoenfeldia gracilis* (Fontes et Guinko, 1995).

La forte pression exercée sur la végétation entraîne une dégradation de l'environnement et partant, une dégradation des sols.

### **2.1.8 Les sols**

Les sols sont du type ferrugineux tropical lessivé avec une pente moyenne de 1,5 %. Ils ont une structure généralement massive (Zangré, 2000). Les sols de la zone ont une teneur en matière organique inférieure à 1% (Ergeci-development, 1996). Par ailleurs, selon Ouattara (1994), leur capacité d'échange cationique est faible (2-4 cmol Kg<sup>-1</sup>) et le taux de saturation des bases est de 70 % dans les horizons de surface et de 30 – 50 % à 80 cm de profondeur. Dans la même ligne le pH<sub>eau</sub> décroît de 6,4 à 4,9.

## Chapitre III : Matériels et méthodes

La présente étude a été conduite en condition pluviale et en parcelles. A ce titre, le ruissellement et les taux d'humidité dans le sol ont été les paramètres étudiés sur trois (3) essais de longue durée.

### 3.1 La description des dispositifs expérimentaux

Les trois (3) essais de longue durée qui ont servi de support pour l'étude sont :

- l'essai entretien de la fertilité du sol (EEF) ou Saria 1 ;
- l'essai étude comparative des amendements organiques (EEC) ou Saria 2 ;
- l'essai étude physique sur le travail du sol (EEP) ou Saria 3.

La figure 3 donne le plan global des trois essais.

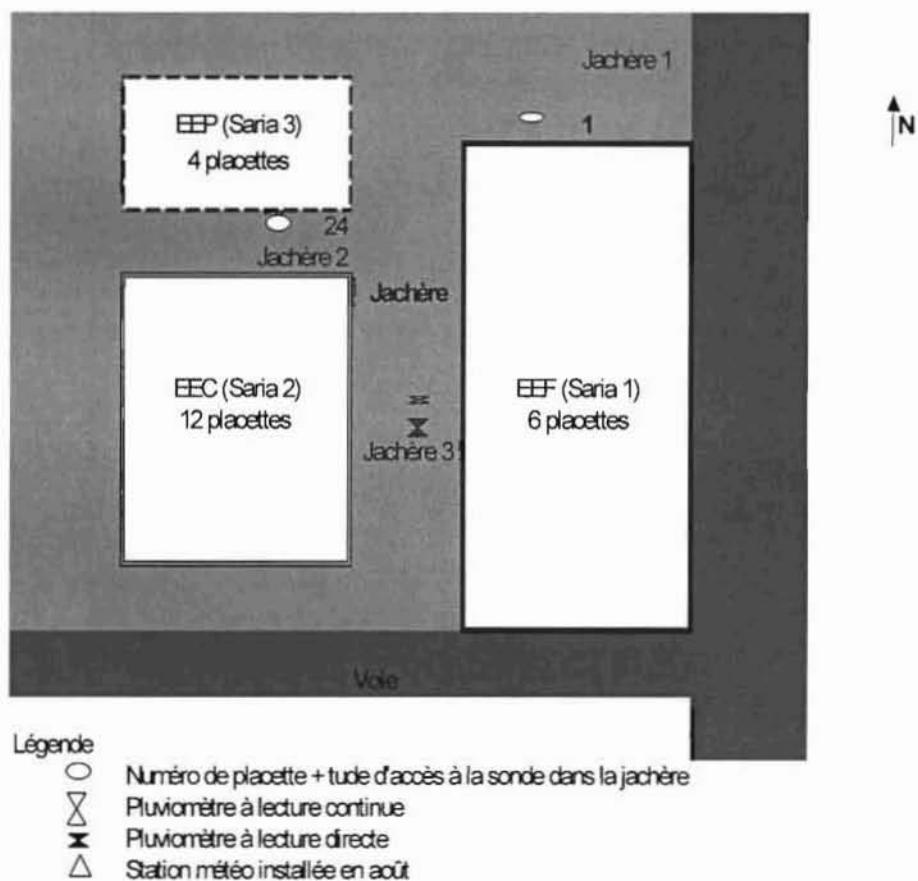


Figure 3 : Plan global des essais

### 3.1.1 L'essai entretien de la fertilité du sol (EEF)

L'essai est encore appelé Saria 1 et a été mis en place depuis 1960 avec l'objectif d'étudier l'évolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de différentes fumures minérales et organiques combinées aux systèmes de rotation. Le dispositif expérimental a une superficie de 9672 m<sup>2</sup>. C'est un dispositif en spit-plot qui comprend six blocs ou répétitions intégrant chacun les deux paramètres de traitements (la rotation et les traitements de fertilisation). Chaque bloc est subdivisé en dix huit (18) parcelles élémentaires de 48 m<sup>2</sup> (6 m x 8 m) chacune où six (6) traitements de fertilisation sont combinés à trois (3) systèmes de rotation de cultures.

Les parcelles ayant reçu la fumure minérale faible avec exportation des pailles de sorgho plus apport de fumier à la dose de 5 t/ha/2 ans, combinée à ces trois systèmes de rotation ont été retenues pour l'étude. Cela parce que ce mode de gestion de la fertilité a été vulgarisé en milieu paysan.

Au cours de la campagne agricole 2007, les spéculations cultivées sur l'essai ont été les suivantes :

- La variété *Kapelga* du sorgho (*Sorghum bicolor*) sur la culture continue de sorgho
- La variété STAM 59 P du coton (*Gossypium hirsutum*) sur la rotation sorgho-coton
- La variété K VX 396-4-5-2D du niébé (*Vigna unguiculata*) sur la rotation sorgho-niébé.

Le labour se fait au tracteur mais les semis (aux écartements de 80 cm sur 40 cm pour toutes les spéculations), le sarclage et toutes les opérations d'entretien se font manuellement.

### 3.1.2 L'Essai Etude Comparative des amendements organiques (EEC)

Encore appelé Saria 2, l'essai a été mis en place depuis 1980 avec l'objectif d'étudier au champ les effets des différents types d'amendements organiques sur le sol et les cultures. Le dispositif est constitué de six (6) blocs factoriels 5X2. Chaque parcelle élémentaire mesure 20,8 m<sup>2</sup> (5,2 m X 4 m) de superficie. L'essai est conduit avec dix (10) traitements parmi lesquels les traitements suivants ont été retenus pour l'étude :

- Témoin sans matière organique ni azote ;
- Témoin sans matière organique avec azote ;

- Fumier sans azote ;
- Fumier avec azote ;
- Paille sans azote ;
- Paille avec azote.

La matière organique est apportée à la dose de 10 t/ha/an, et l'azote à 60 kg/ha par parcelle élémentaire (5,2 m sur 4 m) de façon fractionnée (au semis et à la montaison). Le phosphore et la potasse sont apportés aux doses respectives de 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 30 kg/ha de K<sub>2</sub>O. La matière organique est enfouie par le labour au tracteur avant les semis.

La variété Kapelga du sorgho (*Sorghum bicolor*) a été utilisée sur cet essai. Le labour se fait au tracteur mais les semis (aux écartements de 80 cm sur 40 cm), le sarclage et toutes les opérations d'entretien se font manuellement

### 3.1.3 L'Essai Etude Physique sur le travail du sol (EEP)

L'essai est encore appelé Saria3 et est mis en place depuis 1990. Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher randomisé. Il comprend trois (3) blocs ou répétitions et une jachère. Chaque bloc se subdivise en quatre parcelles élémentaires de 40 m<sup>2</sup> (5 m X 8 m) où deux types de préparation du sol (labour à la charrue et grattage à la daba) ont été combinés aux deux niveaux de fumures organiques (apport et non apport de fumier).

On compte au total quatre (4) traitements dont deux (2) ont été choisis pour la présente étude. Il s'agit de :

- Labour à la traction bovine + 10 t/ha/an de fumier + 100 kg/ha de NPK;(14-23-14-6S-1B) + 50 kg/ha d'urée (46 % N) ;
- Grattage du sol à la daba + NPK (14-23-14-6S-1B) +urée (46%N) + fumier 10 t/ha/an (Ouattara *et al.*, 2005).

L'objectif était d'étudier l'effet des différents types de préparations du sol combinés à la matière organique sur les propriétés physico-chimiques et hydrauliques du sol.

La variété Kapelga du sorgho (*Sorghum bicolor*) a été utilisée sur cet essai. Les labours se font selon le type recommandé mais les semis (aux écartements de 80 cm sur 40 cm), le sarclage et toutes les opérations d'entretien se font manuellement.

### 3.1.4 La jachère

Une jachère vieille de 48 ans a servi de milieu naturel de base. Elle est dominée par la strate herbacée dont *Andropogon gayagnus* est l'espèce dominante.

Au total, 12 traitements ont été sélectionnés pour la conduite de cette étude et la synthèse de choix de ces traitements est donnée dans le tableau 1.

**Tableau 1: Le choix des traitements**

Essais	Numéros	Traitements		Numéros	Comparaison
EEF	S1	Fmo	Sorgho continu	S1-1	Comparer les modes de rotation
			Sorgho-coton	S1-2	
			Sorgho-niébé	S1-3	
EEC	S2	Contrôle	Contrôle+N	S2-1	Comparer les types de fumures et d'apport d'engrais
			Contrôle-N	S2-2	
		Fumier	Fumier+N	S2-3	
			Fumier-N	S2-4	
		Paillage	Paille+N	S2-5	
			Paille-N	S2-6	
EEP	S3	Traction animale	Labour+fumier	S3-1	Comparer le travail du sol
		Grattage manuel	Grattage+fumier	S3-2	
		Jachère	Jachère	S3-3	

S1: Saria 1; S2: Saria 2; et S3: Saria 3

## 3.2 Caractérisation des pluies

### 3.2.1 Les mesures des hauteurs de pluie

Les matériels utilisés sont deux pluviomètres dont un situé à environ 1 Km des champs est à lecture directe ou manuelle et l'autre à lecture continue ou automatique est situé dans les champs. Ce pluviomètre a été programmé pour enregistrer les données de pluie toutes les 30 minutes.

Les lectures du pluviomètre manuelle sont faites les lendemains matin de chaque pluie. Celles du pluviomètre automatique sont faites chaque fois que le besoin se fait sentir et les données sont récupérées directement à l'ordinateur (Annexe 1 : données du pluviomètre à lecture continue).

### 3.1.2 Les mesures d'intensités de pluie

L'intensité de la pluie est la quantité d'eau tombée par unité de temps ; généralement par heure. Pour la présente étude, les mesures d'intensités de pluie ont été faites à l'aide du pluviomètre à lecture continue installé en parcelle qui mesure la quantité d'eau tombée après chaque 30 minutes. Les quantités d'eau mesurées en 30 minutes ont été par la suite ramenées en 1 heure.

### 3.3 Mesures de ruissellement

Les mesures de ruissellement ont été faites sur le dispositif suivant :

- Une placette de 1 m<sup>2</sup> (0,8m\*1,30m);
- Un fût de 200 litres enfoui au 2/3 dans le sol et dont 15 cm émergent ;
- Un raccordement (photo.1).

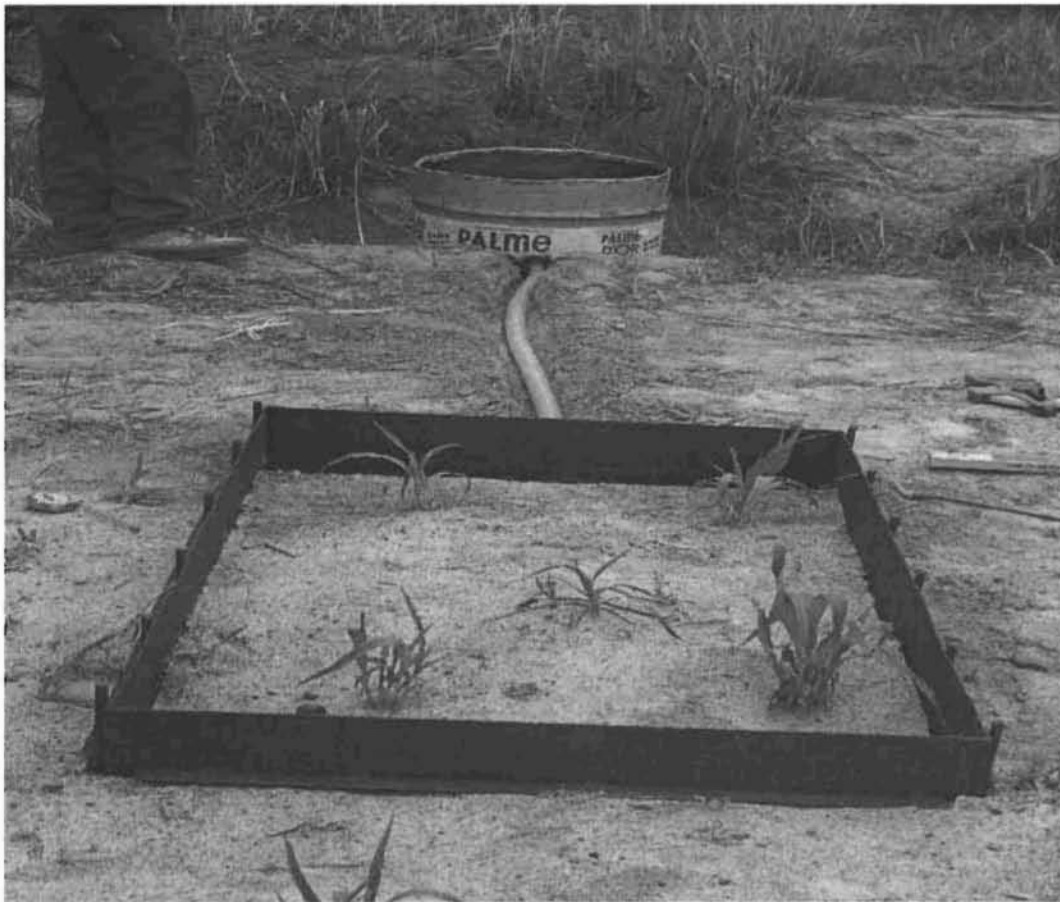


Photo 1 : Dispositif de mesure du ruissellement

Le dispositif a été répété deux fois pour chaque traitement ; soit au total vingt quatre (24) dispositifs élémentaires installés dans les trois (3) essais dont :



- Sur l'essai entretien, six (6) dispositifs ont été installés sur les parcelles correspondant aux trois systèmes de rotation combinés à la fumure minérale faible avec exportation de paille de sorgho plus apport de 5 t/ha de fumier (fmo). L'objectif est de voir l'effet des différents systèmes de rotation sur le ruissellement.

- Sur l'essai comparatif, douze (12) dispositifs ont été placés dans les parcelles correspondant aux six traitements sélectionnés. L'objectif est de déterminer l'impact des amendements organiques sur le ruissellement.

- Sur l'essai physique, Quatre (4) dispositifs ont été également installés dans les traitements retenus

- Sur la jachère, deux (2) dispositifs ont été placés.

Après une pluie ayant provoqué un ruissellement dans le fût, la quantité d'eau ruisselée est collectée et mesurée. Ceci pendant toute la campagne.

Les quantité d'eau ruisselée ainsi mesurées ont été exprimées en pourcentage selon la formule suivante :  $Quantité\ d'eau\ ruisselée\ (mm)/Hauteur\ d'eau\ tombée\ (mm) * 100$ .

### **3.4 Mesures d'humidité**

Une sonde radioactive et un tube PVC d'une longueur de 2 m installé dans la parcelle constituent le dispositif qui a permis les mesures d'humidités du sol (Photo 2). La sonde encore appelée *Troxler* modèle 4300 permet de déterminer rapidement et de façon précise l'humidité du sol à différentes profondeurs (Annexe 2 : certificat d'utilisation de la sonde à neutron). L'appareil comporte :

- Une unité centrale dans laquelle est logée la sonde à neutron de 30 cm ;
- Une unité de contrôle (mémoire) ;
- Un câble qui relie la sonde à l'unité centrale. Le câble a été marqué par des arrêts distants de 10 cm à partir de 69 cm de la sonde, pour permettre les mesures avec un incrément de 10 cm.

Son principe est le suivant :

L'hydrogène (H) de l'eau absorbe les neutrons émis à partir de la source du Béryllium (Be). L'Hélium (He) détecteur localisé dans la sonde, détecte les neutrons absorbés ; et le taux d'humidité est ainsi déterminé et affiché sur l'écran de la mémoire.

Le tube a été installé dans la parcelle mère dont 60 cm émergent. Les mesures ont été répétées deux fois par traitement. Pour les douze (12) traitements, vingt quatre (24) tubes numérotés de 1 à 24 ont été installés.

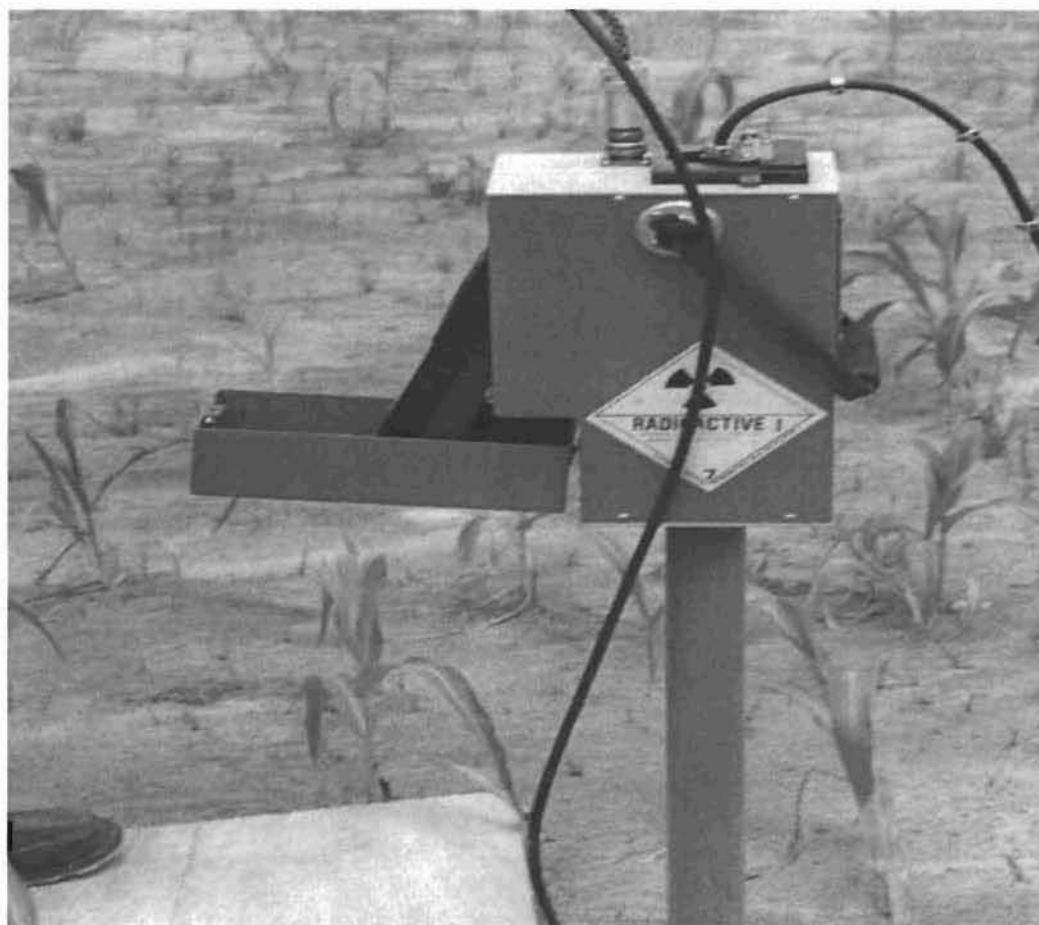


Photo 2 : Dispositif de mesure d'humidité dans le sol

La méthode consiste à introduire la sonde dans le tube et à lire l'humidité. Avant l'introduction de la sonde, on doit s'assurer que le tube n'est pas humide. Et pour cela un autre tube en aluminium est introduit pour la vérification. Les mesures ont été prises à différentes profondeurs (15, 25, ..., 55, 65cm) dans l'objectif d'apprécier la disponibilité de l'eau pour les cultures à différents horizons. Par exemple à 15 cm de profondeur, le taux d'humidité est pris dans l'horizon 10-20 cm et ainsi de suite.

Les mesures ont été prises aux lendemains de chaque pluie jusqu'aux 21<sup>ème</sup> jours après. La fréquence de mesures pour une série complète est donnée dans le tableau 2

**Tableau 2 : Fréquences d'une série complète de mesures d'humidité pour chaque pluie**

<b>N° de mesures</b>	<b>Dates de mesures</b>
1 <sup>er</sup>	1JAP
2 <sup>e</sup>	2JAP
3 <sup>e</sup>	3JAP
4 <sup>e</sup>	5JAP
5 <sup>e</sup>	6JAP
6 <sup>e</sup>	9JAP
7 <sup>e</sup>	13JAP
8 <sup>e</sup>	21JAP

JAP : Jour après la pluie

Une telle série est possible si toutes fois une pluie n'est intervenue dans la série. Dans le cas contraire une autre série est reprise ; et ainsi durant toute la campagne (Annexe 3: protocole de mesure).

### **3.5 Détermination des performances des cultures**

#### **3.5.1 La détermination de la couverture végétale**

L'importance de la couverture végétale dépend de la qualité du traitement. Elle a été déterminée pour comprendre son influence sur la dynamique de l'eau et donc celle du traitement sur cette dynamique. A cet effet, un appareil photo numérique accroché à une manche de 2 m a permis la prise de la couverture végétale sur 1 m<sup>2</sup> chaque semaine (depuis la montaison jusqu'à la floraison). Les images prises ont été téléchargées à l'ordinateur. Puis la feuille Excel de 100 mailles a été utilisée pour déterminer le taux d'occupation total en estimant à l'avance celui de chaque cage (voir figure 4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	100	95	95	80	50	60	70	90	100	90	1											
2	95	100	80	90	40	0	80	100	100	90	2											
3	95	100	95	40	90	0	40	90	100	90	3											
4	100	100	80	95	85	0	60	100	100	90	4											
5	80	90	60	60	50	50	50	90	95	90	5											
6	70	100	70	70	0	70	70	100	100	100	6											
7	90	90	80	80	10	95	50	100	100	100	7											
8	100	95	100	75	0	0	50	100	100	80	8											
9	90	75	100	75	0	0	10	20	90	80	9											
10	90	50	90	20	0	0	0	0	10	70	10											
	plot:	S1-2						Taux	70			Taux	70									

**Figure 4 : Exemple de calcul de taux de couverture en Excel**

### 3.5.2 Le calcul de rendements des cultures

Les rendements ont été calculés à deux niveaux : dans les parcelles mères et dans les placettes.

Dans les placettes, toutes les plantes ont été concernées. Comme il a été dit plus haut, les placettes mesurent 1 m<sup>2</sup>. Les rendements grains déterminés au m<sup>2</sup> ont été rapportés à l'hectare.

Dans les parcelles mères, les mesures ont concerné les parcelles utiles dont la superficie est de 33,6 m<sup>2</sup> sur l'essai entretien, 9,6 m<sup>2</sup> l'essai comparatif et de 17,92 m<sup>2</sup> sur l'essai physique. Ainsi, sur l'essai entretien de la fertilité du sol, deux (2) lignes de chaque bordure et un (1) poquet au bout de chaque ligne ont été supprimés. Cependant sur l'essai étude comparative des amendements organiques, une (1) ligne de chaque bordure et deux (2) poquets par au bout de chaque ligne ont été écartées. Enfin sur l'essai étude physique sur le travail du sol, deux (2) lignes en bordure de chaque parcelle et deux (2) poquets au bout de chaque ligne ont été supprimés.

### **3.6 Analyses des données**

La compilation des données et la réalisation des graphiques ont été faites à l'aide de Microsoft Excel version 2000. Par contre, les analyses statistiques au seuil de 5 % ont été faites à l'aide du logiciel GenStat.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### 4.1 Caractéristiques des pluies

Durant la saison hivernale 2007, 56 pluies au total ont été enregistrées avec une pluviométrie de 736,6 mm mesurées en parcelle (données du pluviomètre à lecture continue). La hauteur d'eau moyenne tombée par pluie est de 13,2 mm. Le tableau 3 donne la catégorisation des pluies, leur nombre et la quantité d'eau tombée au cours de la période hivernale 2007. Ce tableau montre que la quantité d'eau tombée augmente avec la catégorie de la pluie. Mais malheureusement les pluies ont été de manières générales faibles car plus de la moitié des pluies (59 %) sont inférieures à 10 mm. On note également que l'intensité de la pluie augmente avec la quantité d'eau tombée par pluie. Elle est de 1,52 mm/h, 5,93 mm/h et de 10,62 mm/h en moyenne, respectivement pour les pluies de moins de 10 mm, de 10 à 20 mm et de plus de 20 mm (tableau 3). Cependant l'intensité de la pluie semble ne pas être expliqué par la quantité d'eau tombée car faiblement corrélée à 12 %. Cela suppose que d'autres facteurs influent sur cette intensité. Selon Vlaar (1992), les précipitations journalières s'accompagnent souvent de vents violents. Ce qui pourrait influencer sur l'intensité.

**Tableau 3 : Nombre et catégorisation des pluies**

Catégories de pluies (mm)	Nombre de pluies	Pluviosités (mm)	Intensités (mm/h)	Moyennes (mm)
<b>P &lt; 10</b>	33	107,2	1,52	3,3
<b>10 ≤ P &lt; 20</b>	12	171,6	5,93	14,3
<b>P ≥ 20</b>	11	455,8	10,62	41,4
<b>Total</b>	56	736,6		

## 4.2 Etude du ruissellement

### 4.2.1 L'étude du ruissellement selon la catégorie de pluie

Le ruissellement a été déterminé par catégorie de pluie. Le tableau 4 donne les résultats obtenus.

**Tableau 4 : Ruissellement par catégorie de pluie**

Catégories de pluies (mm)	Hauteur moyenne d'eau tombée (mm)	Intensités (mm/h)	Ruissellement (%)
$P < 10$	3,3	1,52	15,88C
$10 \leq P < 20$	14,3	5,93	39,81B
$P \geq 20$	41,4	10,62	51,91A

P : Pluie

Le tableau 4 ci-dessus montre que les pertes d'eau dues au ruissellement sont significativement différentes d'une catégorie de pluie à l'autre, au seuil de 5 %. Les pertes d'eau enregistrées dans la classe de plus de 20 mm sont les plus élevées. Elles sont suivies respectivement de celles enregistrées dans les classes comprise entre 10 et 20 mm et de moins de 10 mm. Or selon Stroosnijder et Koné (1982), l'intensité de la pluie est l'un des principaux facteurs qui déterminent le ruissellement. A ce titre, on note que les pertes d'eau dues au ruissellement augmentent avec l'intensité qui augmente également avec la catégorie de la pluie (tableau 4). Ce qui voudrait dire que dans la zone, plus l'intensité est élevée, plus est la perte d'eau par ruissellement. Mais cela est très faiblement corrélé à 8 %. Aussi, l'intensité de la pluie semble ne pas être un principal facteur qui détermine le ruissellement dans la zone, mais cela serait dû aux caractéristiques hydrauliques défavorables des sols.

#### 4.2.2 L'étude du ruissellement selon les pratiques culturales

Le ruissellement a été étudié en fonction des pratiques culturales qui sont les systèmes de rotation des cultures, d'amendement organiques et de travail du sol. L'ensemble des pluies ayant induit des ruissellements ont été concernées pour l'étude.

##### 4.2.2.1 Etude du ruissellement sur la rotation des cultures

Sur cette pratique culturale, les pertes d'eau par ruissellement ont été étudiées selon les traitements suivants : la culture continue de sorgho (S1-1), la rotation sorgho-coton (S1-2) et la rotation sorgho-niébé (S1-3). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 5

**Tableau 5 : Le ruissellement par traitement sur les systèmes de rotation**

Traitements	Ruissellements (%)		
	P < 10 mm	10 ≤ P < 20 mm	P ≥ 20 mm
Sorgho continu (S1-1)	18,46A	38,91A	52,74B
Rotation sorgho-coton (S1-2)	12,94B	31,32A	56,30A
Rotation sorgho-niébé (S1-3)	8,59B	28,57A	41,99B
Jachère (S3-3)	7,48B	24,51B	35,44C

Le tableau 5 montre que dans la classe de pluies de moins de 10 mm, la culture continue de sorgho (S1-1) induit des pertes d'eau par ruissellement significativement plus élevées comparée à la rotation sorgho-coton (S1-2) et la rotation sorgho-niébé (S1-3), au seuil de 5 %. Cependant pour les pluies de 10 à 20 mm, il n'y a pas de différences significatives entre les trois systèmes de rotation. Et enfin pour la classe de plus de 20 mm, c'est la rotation sorgho-coton (S1-2) qui induit les pertes d'eau par ruissellement les plus élevées comparée à la culture continue de sorgho (S1-1) et à la rotation sorgho-niébé (S1-3).

En somme, les ruissellements les plus faibles s'observent sur la rotation sorgho-niébé (S1-3) comparée à la rotation sorgho-coton (S1-2) et à la culture





Photo 3 : Couverture végétale du sorgho (34 %) stade floraison



Photo 4 : Couverture végétale du coton (70 %) stade floraison



Photo 5 : Couverture végétale du niébé (97 %) stade floraison

#### 4.2.2.2 Etude du ruissellement sur les amendements organiques

Au total les pertes d'eau par ruissellement étaient comparées sur six (6) traitements. Il s'agit du contrôle + N (S2-1), contrôle – N (S2-2), fumier + N (S2-3), fumier – N (S2-4), paille + N (S2-5) et paille – N (S2-6). La comparaison des pertes d'eau par ruissellement entre ces traitements donne les résultats consignés dans le tableau 6

**Tableau 6 : Le ruissellement par traitement sur les amendements organiques**

Traitements	Ruissellements (%)		
	P < 10 mm	10 ≤ P < 20 mm	P ≥ 20 mm
Contrôle + N (S2-1)	28,67A	65,26A	65,82A
Contrôle – N (S2-2)	29,81A	60,45A	69,36A
Fumier + N (S2-3)	12,35B	34,45B	44,37B
Fumier – N (S2-4)	20,02A	49,65A	62,14A
Paille + N (S2-5)	15,53A	41,15B	54,34A
Paille – N (S2-6)	20,04A	49,63A	68,16A
Jachère (S3-3)	7,48B	24,51C	35,44C

Le tableau 6 ci-dessus montre que les pertes d'eau dues au ruissellement sont significativement différentes au seuil de 5 %, d'un traitement à l'autre sur les trois classes de pluies. En effet, pour les pluies inférieures à 10 mm, les pertes d'eau par ruissellement les plus faibles s'observent sur les parcelles où le fumier + N (S2-3) est appliqué. Dans la classe de pluies comprises entre 10 et 20 mm, c'est les parcelles où le fumier + N (S2-3) et la paille + N (S2-5) sont appliqués qui ont les pertes d'eau par ruissellement les plus faibles. Enfin pour les pluies supérieures à 20 mm, les pertes d'eau dues au ruissellement les plus faibles s'observent sur les parcelles de fumier + N (S2-3) comparées aux autres parcelles du site d'amendements organiques (Tableau 6).

Quelque soit la classe de la pluie, S2-3 induit les pertes d'eau par ruissellement les plus faibles avec en moyenne, 33,48 % de la pluie. Ceci implique que le fumier a favorisé une bonne infiltration de l'eau.

Le fumier raffermi la structure du sol en créant une grande agrégation si bien qu'elle est reconnue comme un agent stabilisateur de la structure (Ouattara, 1994). Cette stabilité structurale qu'elle induit aurait favorisé l'infiltration en diminuant la mouillabilité du sol (Zangré, 2000). Par ailleurs, le fumier favorise un bon développement végétatif des cultures de par les éléments nutritifs qu'il apporte. Cette bonne couverture végétale aurait favorisé l'infiltration.

Les pertes d'eau dues au ruissellement sont plus faibles sur la jachère comparativement à l'ensemble des traitements. Ceci s'expliquerait par le fait que sur la jachère (S3-3), la structure du sol n'a pas été perturbée donc ayant une bonne stabilité structurale. En plus, la paille qui s'y trouve en surface forme une bonne protection contre l'influence de la pluie en atténuant les gouttes des pluies (Vlaar, 1992). Elle augmente également la porosité par le biais des termites qu'elle attire (Maja et Mouga, 1996). Tout ceci aurait favorisé plus l'infiltration sur la jachère.

#### 4.2.2.3 Etude du ruissellement sur le travail du sol

Sur ce site, les traitements en comparaison étaient le labour + fumier (S3-1), le grattage + N (S3-2), et la jachère (S3-3) par rapport à la quantité d'eau ruisselée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 7.

**Tableau 7 : Le ruissellement par traitement sur le travail du sol**

Traitements	Ruissellements (%)		
	P < 10 mm	10 ≤ P < 20 mm	P ≥ 20 mm
Labour + fumier <b>(S3-1)</b>	10,72A	31,70A	42,11A
Grattage + fumier <b>(S3-2)</b>	5,92A	21,12B	31,13B
Jachère <b>(S3-3)</b>	7,48A	24,51B	35,44B

Le Tableau 7 montre que, dans la classe de pluies inférieures à 10 mm, il n'y a pas de différence significative (au seuil de 5 %) entre les traitements pour ce qui est de la perte d'eau par ruissellement même si la tendance est plus élevée sur le traitement S3-1. Par contre pour la catégorie de pluies comprises entre 10 et 20 mm,

continue de sorgho (S1-1). Pour l'ensemble des pluies, elle induit des pertes d'eau par ruissellement en moyenne 29,52 % de la pluie.

La faible quantité d'eau ruisselée sur la rotation sorgho-niébé (S1-3) s'expliquerait par le fait que le niébé est une plante ayant une bonne couverture végétale que le coton et le sorgho (voir photos 3; 4 ; 5 qui donnent l'indice de couverture végétale du sol respectivement par les plantes de sorgho, de coton et de niébé). En plus, ces racines fissurent le sol créant une macroporosité suffisante. La conjugaison de ces facteurs permet au niébé de favoriser l'infiltration de l'eau de pluies.

Pour les pluies de 10 à 20 mm, l'absence de différences significatives entre les trois systèmes de rotation serait liée aux opérations de sarclage qui ont coïncidé avec la période où on a enregistré les pluies de classe de 10 à 20 mm. L'ameublissement du sol induit par le sarclage aurait favorisé l'infiltration de telle sorte que l'effet individuel de chaque système de rotation n'est plus visible.

L'ensemble des systèmes de rotation comparé à la jachère, la perte d'eau par ruissellement est significativement faible sur cette dernière. Dans la jachère la structure du sol aurait eu une amélioration car depuis 48 ans elle n'a pas été sous culture. A cela s'ajoute à la bonne couverture végétale. Ce qui aurait favorisé une bonne infiltration de l'eau ; d'où les faibles pertes d'eau par ruissellement.

ces pertes sont significativement élevées sur les parcelles labourées que celles soumises au grattage. Le même constat s'observe pour les pluies de plus de 20 mm.

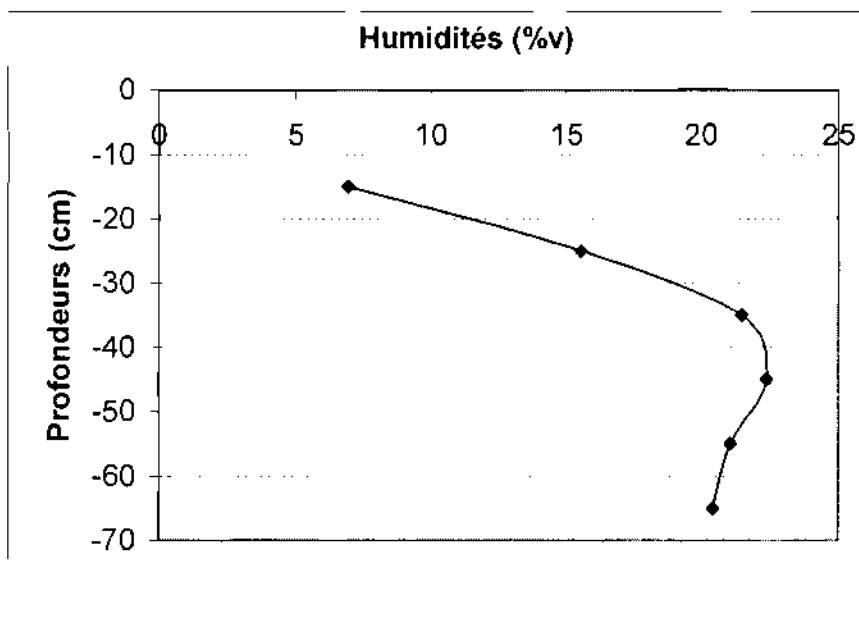
Quelque soit la classe de la pluie, le grattage + fumier (S3-2) induit les pertes d'eau par ruissellement les plus faibles comparé au labour + fumier (S3-1) et induit en général une perte d'eau par ruissellement de 21,76 % de la pluie. Mais par rapport à la jachère ils ont sensiblement les mêmes effets sur le ruissellement. Le passage perpétuel de la charrue semble provoquer beaucoup de pertes d'eau par ruissellement.

En effet, selon Vlaar (1992), le labour annuel induit l'encroûtement des horizons de surface. Cet encroûtement qui serait induit par le labour aurait réduit l'infiltration sur les parcelles labourées. L'encroûtement semble être lié au degré de la modification de la structure du sol. Ce qui pourrait justifier le fait que le grattage et la jachère ont même effet sur le ruissellement. Ceci parce que le grattage apporte peu de modification à la structure du sol.

### **4.3 Etude de l'humidité dans le sol**

#### **4.3.1 L'évolution de l'humidité dans le sol**

La figure 5 suivante donne l'évolution de l'humidité du sol en fonction de la profondeur dans la culture continue de sorgho (S1-1) 1 jour après la pluie du 20/08/2007



**Figure 5 : Profil hydrique du sol dans la culture continue de sorgho (S1-1) 1 jour après la pluie du 20 août 2007**

L'humidité du sol diminue au fur et à mesure quand on approche de la surface du sol. Comparativement aux horizons l'horizon 40-70 cm, cette baisse est plus rapide dans l'horizon 0-40 cm où on passe de (22,37 % à 15,56 %). La forte baisse dans les horizons de surface serait liée au prélèvement racinaire et au phénomène d'évaporation. L'évapotranspiration affecte essentiellement les horizons de surface (Musy et Soutter, 1991). Aussi, l'horizon 0-40 cm correspond à la zone de fort pourcentage de racines et l'horizon 40-70 cm est celui de faible pourcentage de racines.

#### 4.3.2 L'humidité du sol sur la rotation des cultures

La culture continue de sorgho (S1-1), la rotation sorgho-coton (S1-2) et la rotation sorgho-niébé (S1-3) sont les trois traitements qui étaient comparés. Les taux d'humidité à différentes profondeurs ont été déterminés selon ces trois traitements. Leurs influences sur la teneur en eau ont été également comparées à celle de la jachère (S3-3). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 8.

**Tableau 8 : Taux d'humidité du sol dans le site de rotations**

Traitements	Humidités (%v)					
	Horizon			45 cm	55 cm	65 cm
	15 cm	25 cm	35 cm			
Sorgho continu (S1-1)	6,95B	15,56A	21,47A	22,37A	21,05B	20,43B
Rotation sorgho-coton (S1-2)	4,65C	11,29C	15,65D	16,91C	16,15D	13,95D
Rotation sorgho-niébé (S1-3)	4,93C	13,09B	18,59C	19,08B	17,21C	16,85C
Jachère (S3-3)	8,17A	16,05A	20,11B	22,72A	23,92A	24,53A

Le tableau 8 montre que le taux d'humidité diffère significativement entre les traitements au seuil de 5 % entre les traitement par rapport aux taux d'humidité du sol. En effet ,dans l'horizon 0-40 cm, le taux d'humidité est significativement élevé dans la culture continue de sorgho (S1-1) que dans les rotations sorgho-coton (S1-2) et sorgho-niébé (S1-3. Dans l'horizon 40-70 cm, on observe la même tendance.

L'indice de couverture du sol par les feuilles du sorgho est plus faible que celui du coton et du niébé. Alors qu'un sol couvert perd plus d'eau par

évapotranspiration qu'un sol nu. C'est ce qui expliquerait le taux d'humidité élevé sur les parcelles sous sorgho continue que celles sous coton et niébé.

L'ensemble des systèmes de rotation comparés à la jachère (S3-3), cette dernière a enregistré les taux d'humidité les plus élevés. Ceci s'expliquerait par la bonne infiltration enregistrée dans la jachère ; et l'eau ainsi infiltrée s'y évapore moins du fait de la bonne stabilité structurale et de l'effet tampon que joue la matière organique (feuilles et tiges mortes) dans l'absorption d'une partie de l'énergie nécessaire à l'évapotranspiration.

#### 4.3.3 L'humidité du sol sur les amendements organiques

Les traitements : S2-1, S2-2, S2-3, S2-4, S2-5 et S3-3 étaient comparés et les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 9.

**Tableau 9 : Taux d'humidité du sol dans le site d'amendements organiques**

Humidités (%v)						
Horizons	0-40 cm			40-70 cm		
	15 cm	25 cm	35 cm	45 cm	55 cm	65 cm
Traitements						
Contrôle + N (S2-1)	3,32E	12,41B	18,32B	21,94A	25,17A	25,76A
Contrôle – N (S2-2)	7,65A	12,87B	17,08C	18,47D	18,46E	18,25E
Fumier + N (S2-3)	4,955C	11,23C	16,94C	19,19D	19,97D	19,68D
Fumier – N (S2-4)	2,02F	7,55E	12,21E	15,70E	17,26F	18,15E
Paille + N (S2-5)	4,08D	9,85D	16,07D	20,99B	21,95C	21,64C
Paille – N (S2-6)	6,24B	12,97B	18,25B	20,19C	21,25C	20,99C
Jachère (S3-3)	8,169A	16,05A	20,11A	22,72A	23,92B	24,53B

Le tableau 9 montre que le taux d'humidité le plus élevé dans l'horizon 0-40 cm a été enregistré dans le traitement S2-2 suivi par ordre décroissant par les traitements S2-6, S2-3, S2-5, S2-1 et S2-1. Et ces différences sont significatives au seuil de 5%. Pourtant sur ces parcelles de contrôle – N (S2-2), les pertes d'eau par ruissellement étaient les plus élevées, donc faible était l'infiltration.

La variation de l'humidité dans les horizons de surface dépend du prélèvement racinaire et à l'évaporation. Or sur les parcelles de contrôle – N (S2-2),



le sans apport de fertilisants n'a pas favorisé un bon développement végétatif du sorgho. Aussi, l'indice de couverture du sol par les plantes du sorgho y était faible. Ceci aurait réduit les pertes d'eau par transpiration. Egalement dans le processus de perte directe d'eau à partir de la surface du sol, l'évaporation se fait par les pores. Dans ce cas l'encroûtement en surface peut contribuer à atténuer cette évaporation à cause du nombre réduit de pores à la surface du sol. C'est tout ceci qui expliquerait le taux d'humidité élevé dans ces parcelles malgré la faible infiltration.

Cependant dans l'horizon 40-70 cm, les taux d'humidité les plus élevés ont été enregistrés dans les parcelles de contrôle + N (S2-1) comparés à ceux des parcelles ayant reçu les autres traitements en dépit de la faible infiltration y observée.

Les apports annuels d'engrais chimiques entraînent une acidification des sols (Hien *et al.*, 1994). Cette acidification peut induire une réduction de la microporosité et une asphyxie des racines des plantes. Ainsi l'eau est faiblement retenue et elle est retenue, elle est faiblement absorbée par la plante. Aussi, elle migre pour alimenter la zone de drainage. Ce qui expliquerait l'humidité élevée dans l'horizon 40-70 cm sur les parcelles de contrôle + N (S2-1).

Les taux d'humidité sont plus élevés dans la jachère comparativement à l'ensemble des traitements du site sous amendements organiques et cela indépendamment de la profondeur. Ceci s'expliquerait par la bonne infiltration y observée

#### **4.3.4 L'humidité du sol sur le travail du sol**

Les taux d'humidité déterminés à différentes profondeurs ont été comparés entre le labour + fumier (S3-1) et le grattage + fumier (S3-2). Ces deux traitements ont été comparés à la jachère (S3-3). A l'issue de cette étude, les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau 10

**Tableau 10 : Taux d'humidité du sol dans le site de travail du sol**

Humidités (%v)						
Horizons	0-40 cm			40-70 cm		
Traitements	15 cm	25 cm	35 cm	45 cm	55 cm	65 cm
Labour +fumier (S3-1)	12,02A	18,67A	21,66A	24,16A	24,41B	23,57C
Grattage + fumier (S3-2)	8,90B	17,10B	21,90A	24,84A	25,81A	25,69A
Jachère (S3-3)	8,17C	16,05C	20,11B	22,72B	23,92B	24,53B

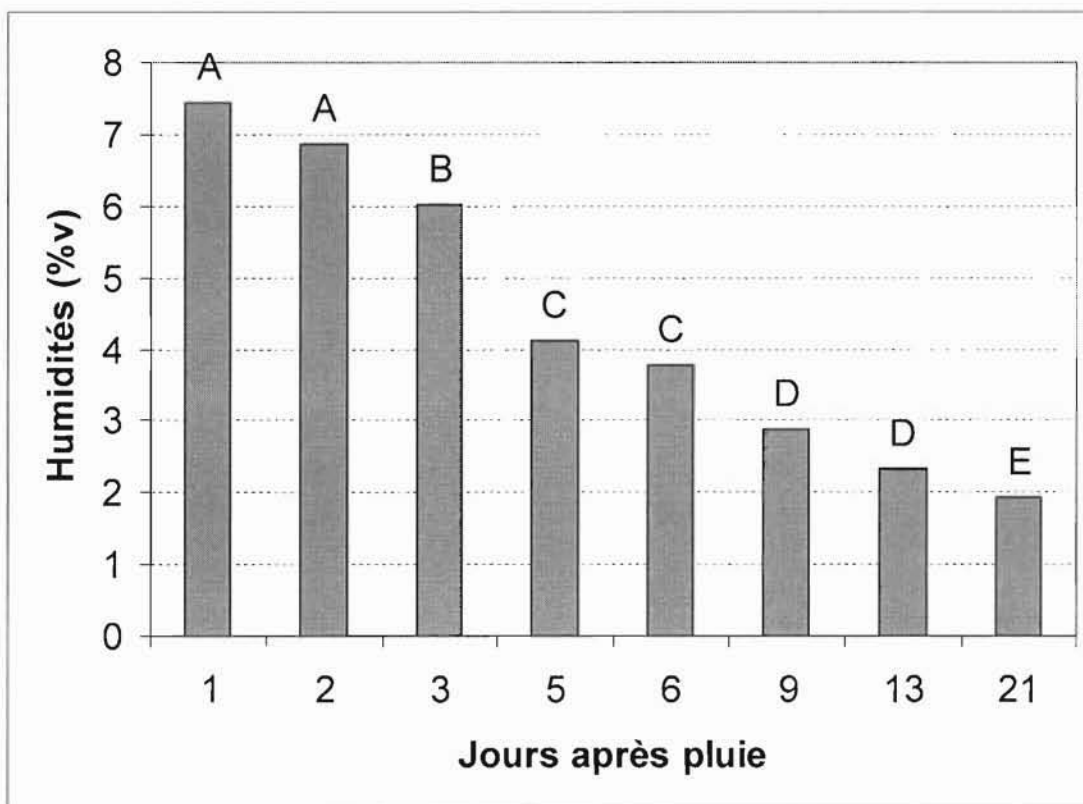
Le tableau 10 montre que la teneur en eau dans l'horizon 0-40 cm est plus importante sur le labour + fumier (S3-1) que sur le grattage + fumier (S3-2). Pourtant sur les parcelles où le labour est pratiqué, les pertes d'eau par ruissellement étaient énormes comparées aux parcelles soumises au grattage (tableau 7). Selon Vlaar (1992), le labour annuel (comme dans notre cas) induit un encroûtement en surface. Ceci peut empêcher les pertes d'eau par évaporation à cause du nombre réduit des pores à la surface du sol. C'est ce qui expliquerait les taux d'humidité plus élevés dans les parcelles labourées dans l'horizon 0-40 cm.

Par contre dans l'horizon 40-70 cm, l'humidité est élevée dans le grattage + fumier (S3-2) que le labour + fumier (S3-1). Ce qui est tout à faire le contraire horizon 0-40 cm. Ceci s'expliquerait par le tassement au fond du labour induit par le passage perpétuel de la charrue qui aurait empêché la migration de l'eau de la surface vers la profondeur.

Ces deux types de travail du sol comparés à la jachère, cette dernière a les taux d'humidité les plus faibles (tableau 10). Ceci parce que moins d'eau s'est infiltrée dans la jachère que dans les parcelles du travail du sol. Ce qui pourrait être lié à l'effet combiné du travail du sol plus matière organique qui aurait favorisé une meilleure infiltration de l'eau et son stockage dans le sol.

#### 4.4 Etude de l'humidité dans le temps

Les taux d'humidité ont été mesurés pendant plusieurs jours après la pluie. Ceci pour comprendre l'évolution de l'humidité du sol dans le temps en fonction des différents traitements. Pour mieux comprendre cette évolution une comparaison des taux d'humidité entre les dates de mesures différentes a été faite. A ce titre, la pluie du 27 septembre 2007 a été retenue car pour laquelle une série complète a pu être obtenue. Les résultats parvenus sont consignés dans la figure 6.



**Figure 6 : Comparaison des taux d'humidité pris à des dates de mesures différentes après la pluie du 27 /09/ 2007 sur la culture continue du sorgho (S1-1)**

La figure 6 montre que le taux d'humidité diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la première date de mesure. Cette baisse qui est de 74 % d'humidité entre le 1<sup>er</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour après la pluie peut être principalement liée au phénomène d'évapotranspiration. En effet, on note que la baisse d'humidité est essentiellement expliquée par la couverture végétale car fortement corrélée à 76 %. Malgré cette baisse en fonction du temps, il y a des dates de mesures entre lesquelles il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 %. Ce sont 1 et 2 jours, 5 et 6, et 9 et 13 jours après la pluie.

Ainsi nous nous sommes intéressés à l'évolution de l'humidité en trois jours après la pluie pour l'étudier en fonction des traitements. Pour ce faire trois dates de pluies différentes ont été retenues car pour lesquelles des séries d'au moins 3 mesures ont pu être obtenues. Elles correspondent également à trois phases de développement végétatif différentes déterminées en fonction des dates de semis et des fiches techniques des cultures. Il s'agit de :

- La pluie du 20 août 2007 dans la phase de montaison (14 août – 1<sup>er</sup> septembre 2007) ;
- La pluie du 10 septembre 2007 dans la phase de floraison (1<sup>er</sup> septembre – 15 septembre 2007) ;
- La pluie du 27 septembre dans la phase de maturation (15 septembre – 15 octobre 2007)

A ce titre, la baisse d'humidité a été déterminée en faisant la différence entre l'humidité prise à 1 jour et celle prise à 3 jours après chaque pluie. Cette baisse a été étudiée en fonction des pratiques culturales.

#### 4.4.1 La baisse d'humidité sur la rotation des cultures

L'évolution de l'humidité a été étudiée en fonction de la culture continue de sorgho (S1-1), de la rotation sorgho-coton (S1-2), de la rotation sorgho-niébé (S1-3) et de la jachère. Le tableau 11 montre les résultats obtenus.

**Tableau 11: Baisses d'humidité par traitement sur la rotation des cultures**

Traitements	Baisses d'humidité (%v)		
	Montaison	Floraison	Maturation
Culture de sorgho (S1-1)	-0,25	3,25	3,07
Rotation sorgho-coton (S1-2)	0,59	6,77	5,94
Rotatio sorgho-niébé (S1-3)	5,47	11,00	5,86
Jachère (S3-3)	1,17	4,94	3,87

Dans la phase de montaison, la baisse d'humidité la plus faible est enregistrée sur les parcelles sous culture de sorgho (S1-1). Elles sont suivies respectivement des parcelles de coton (S1-2) et de niébé (S1-3). Les mêmes tendances sont observées dans les phases de floraison et de maturation (tableau 11).

Quelque soit la phase de développement, la baisse d'humidité est plus faible dans la culture continue de sorgho (S1-1) comparativement à la rotation sorgho - coton (S1-2) et la rotation sorgho - niébé (S1-3). Ceci vient confirmer les résultats obtenus au niveau de l'évolution de l'humidité dans le sol sur le site de rotations. L'indice de couverture végétale du sol par les plantes de sorgho étant faible les pertes d'eau par évapotranspiration y sont également faibles. D'ailleurs, le sorgho exige moins d'eau pour sa croissance (Leland, 1987).

#### 4.4.2 La baisse d'humidité sur les amendements organiques

La baisse d'humidité en trois jours après la pluie a été déterminée en fonction des traitements dans les trois (3) stades de développement des cultures. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 12.

**Tableau 12: Baissees d'humidité par traitement sur les amendements organiques**

<b>Baissees d'humidité (%v)</b>			
<b>Traitements</b>	<b>Montaison</b>	<b>Floraison</b>	<b>Maturation</b>
Contrôle + N <b>(S2-1)</b>	3,19	3,36	1,38
Contrôle – N <b>(S2-2)</b>	-0,48	3,94	2,63
Fumier + N <b>(S2-3)</b>	1,55	6,53	2,12
Fumier – N <b>(S2-4)</b>	2,48	7,56	3,80
Paille + N <b>(S2-5)</b>	0,52	5,10	2,31
Paille – N <b>(S2-6)</b>	0,74	4,01	4,09
Jachère <b>(S3-3)</b>	1,17	4,94	3,87

La baisse d'humidité est plus faible sur les parcelles soumises au contrôle – N (S2-2) que les parcelles ayant reçu les autres traitements sur l'ensemble des trois stades de développement. Or il est admis que la baisse d'humidité est essentiellement expliquée par la couverture végétale, donc par le phénomène d'évapotranspiration. Ainsi, les faibles baisses d'humidité observées sur ces parcelles seraient liées à leur faible indice de couverture végétale. En effet, les couvertures végétales prises le 17 septembre 2007 montrent un faible taux sur ces parcelles. Par ordre croissant ces taux sont les suivants : 9,96 % pour le traitement S2-2 ; 17,95% pour S2-6, 20,86 pour S2-2 ; 22,64 % pour S2-5 ; 23,20 % pour S2-3 et 33,21 % pour S2-4.

#### 4. 4.3 La baisse d'humidité sur le travail du sol

La baisse d'humidité en trois jours après la pluie a été déterminée en fonction des traitements concernés dans les trois (3) stades de développement des cultures. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 13.

**Tableau 13 : Baisses d'humidité par traitement sur le travail du sol**

Traitements	Baisses d'humidité (%v)		
	Montaison	Floraison	Maturation
Labour + fumier (S3-1)	0,47	1,78	2,31
Grattage + fumier (S3-2)	0,55	4,82	2,54
Jachère (S3-3)	1,17	4,94	3,87

Le tableau 13 montre que sur le labour + fumier (S3-1), la baisse d'humidité est plus faible que sur le grattage + fumier (S3-2) quelque soit la phase de développement des cultures. Ceci vient confirmer le fait que le passage perpétuel aurait induit un encroûtement en surface qui n'aurait pas favorisé la perte d'eau par évaporation. Ici la transpiration n'explique pas cette baisse d'humidité car elle serait plus élevée sur les parcelles soumises au labour. Ces parcelles ayant le taux de couverture plus élevé (6,78 %) que les celles soumises au grattage (3,81 %).

#### **4.5 Performances des cultures.**

##### **4.5.1 Les taux de couverture végétale**

###### *4.5.1.1 Taux de couverture sur la rotation des cultures*

Les taux de couverture végétale déterminés sur les parcelles de sorgho, de coton et de niébé sont consignés dans le tableau 14.

**Tableau 14 : Taux de couverture végétale par traitement sur la rotation des cultures**

<b>Traitements</b>	<b>couverture végétale (%)</b>
Culture de sorgho <b>(S1-1)</b>	13,64
Rotation sorgho-coton <b>(S1-2)</b>	50,45
Rotatio sorgho-niébé <b>(S1-3)</b>	65,74

Le tableau 14 montre que le taux de couverture est élevé sur le niébé suivi respectivement du coton et du sorgho. Ce implique que l'indice de couverture du sol par les plantes du niébé est élevé que celui du coton et du sorgho. Ceci s'explique par le fait que le niébé est une plante de couverture, donc grande productrice de biomasse.

#### 4.5.1.2 Taux de couverture sur les amendements organiques

Les taux de couverture ont été déterminés par traitement sur ce site. Le tableau 15 donne les résultats obtenus.

**Tableau 15 : Taux de couverture par traitement sur les amendements organiques**

Traitements	couverture végétale (%)
Contrôle + N (S2-1)	20,66
Contrôle – N (S2-2)	9,97
Fumier + N (S2-3)	23,2
Fumier – N (S2-4)	33,21
Paille + N (S2-5)	22,64
Paille – N (S2-6)	17,95

Au regard du tableau 15, la couverture végétale est importante sur les parcelles ayant reçu le fumier comparativement aux autres parcelles.

La matière organique tel que le fumier permet un bon développement végétatif des cultures de par les éléments nutritifs qu'il leur apporte. En plus il améliore l'alimentation hydrique des cultures en favorisant leur développement racinaire (Piéri, 1989). Tout ceci aurait favorisé le développement végétatif des cultures sur les parcelles ayant reçu le fumier.

#### 4.5.1.3 Taux de couverture sur le travail du sol

Les taux de couverture végétale déterminés sur les parcelles de labour + fumier (S3-1) et de grattage + fumier (S3-2) ont été respectivement de 6,78 % et de 3,81 %. Ces résultats montrent que le labour + fumier aurait favorisé plus le développement végétatif des cultures que le grattage + fumier.

Le labour en fissurant le sol crée une aération et diminue la résistance à la pénétration des racines dans la zone travaillée. Ceci peut favoriser le développement racinaire des cultures. A cela s'ajoute l'effet positif du fumier sur développement racinaire. Ce qui peut favoriser l'alimentation hydrique et minérale des cultures, et donc leur développement végétatif sur les parcelles labourées.

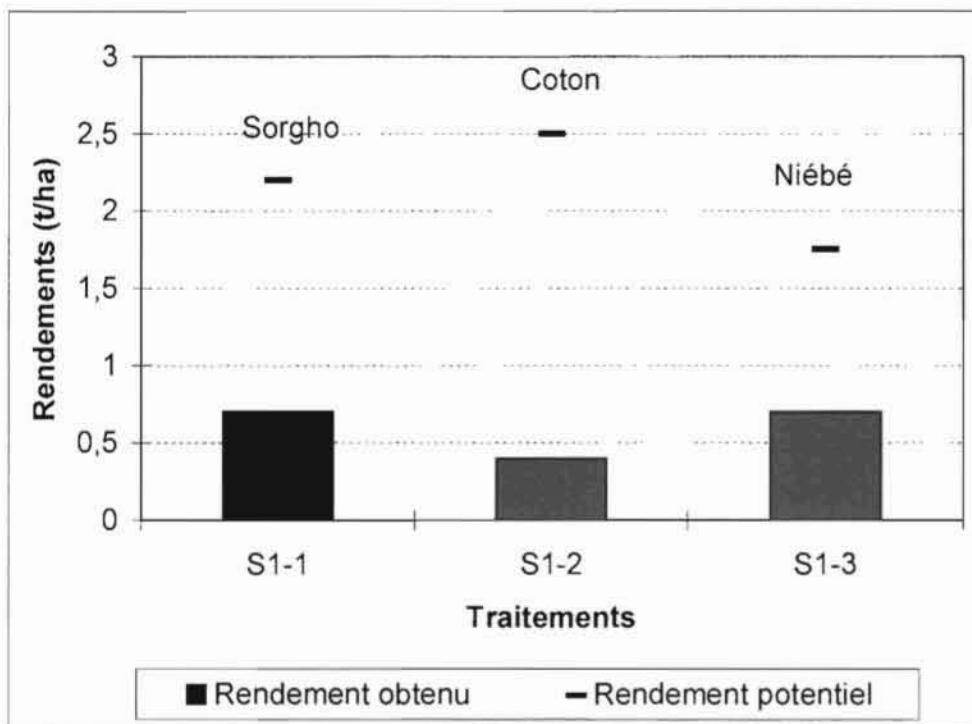


#### 4.5.2 Les rendements grains des cultures

Les rendements grains calculés sur les parcelles mères ont été concernés pour cette étude. Les résultats obtenus sont les suivants :

##### 4.5.2.1 Rendements sur la rotation des cultures

Les rendements ont été respectivement de 0,7 t/ha de grain pour le sorgho, 0,4 t/ha de coton - grain pour le coton et de 0,7 t/ha de graine pour le niébé. Ces spéculations ont des rendements potentiels de 2,2 t/ha de grain pour le sorgho, 2,5 t/ha de coton - grain pour le coton et de 1,75 t/ha de graine pour le niébé, selon leurs fiches techniques. Ce qui implique que les rendements grains des cultures ont été nettement faibles par rapport à leurs rendements potentiels. Ceci est encore plus prononcé sur le coton suivi respectivement du sorgho et du niébé. Les baisses de rendement ont été donc de 84 % pour le coton, 68 % pour le sorgho, et de 60 % pour le niébé par rapport à leurs rendements potentiels moyens respectifs. (Figure 7)



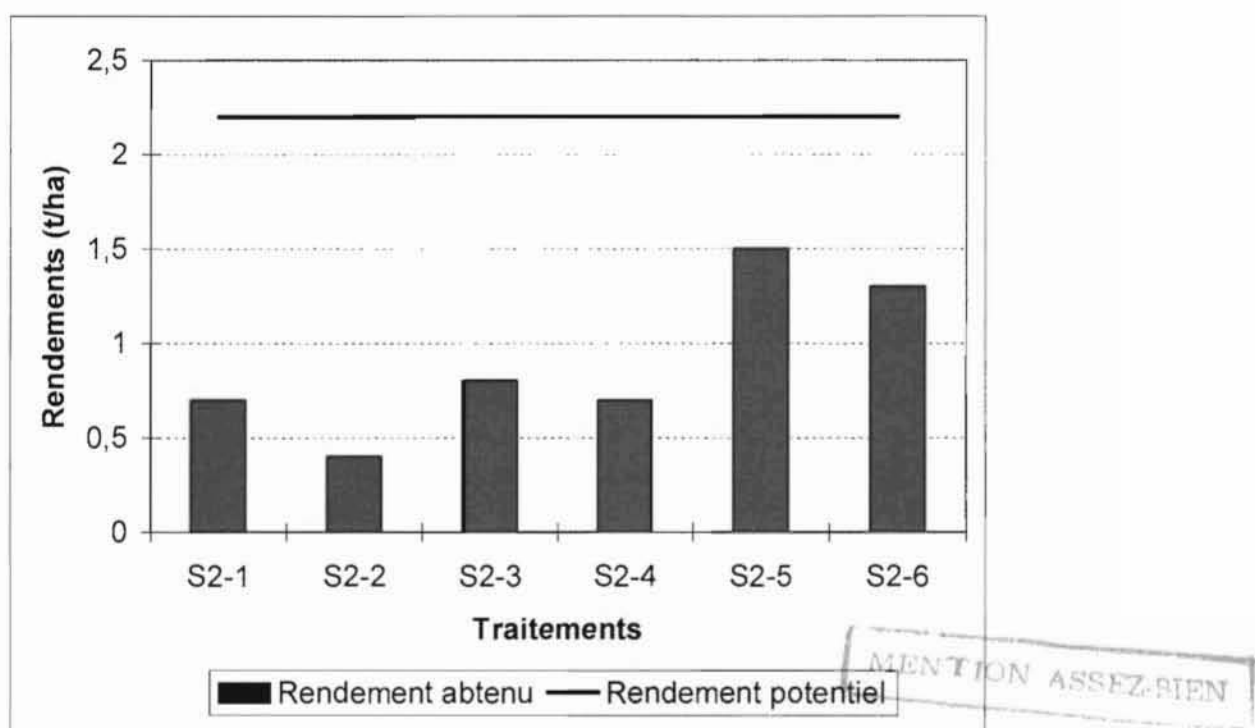
**Figure 7 : Rendements grains sur les parcelles sous rotation des cultures**

La teneur en eau élevée dans le sol facilite le mouvement de l'eau et des éléments minéraux dans le continuum sol - plante. Or l'infiltration qui aurait permis d'avoir une telle disponibilité d'eau dans le sol a été faible sur les parcelles de culture continue de sorgho (S1-1) et de rotation sorgho - coton (S1-2). Cela parce que les pertes d'eau dues au ruissellement y ont été élevées sur toute la campagne. Ce qui

n'a pas permis aux cultures d'assurer un bon développement végétatif, et donc donner de bons rendements. A cela s'ajoute l'arrêt brusque des pluies pendant la phase de maturation en fin septembre. Ce déficit hydrique aurait influé négativement sur le remplissage des grains et des capsules. C'est ce qui expliquerait les faibles rendements obtenus surtout sur les parcelles de sorgho et de coton.

#### 4.5.2.2 Rendements sur les amendements organiques

Les rendements grains ont été de 0,7 t/ha sur le contrôle + N (S2-1), 0,4 t/ha sur le contrôle – N (S2-2), 0,8 t/ha sur le fumier + N (S2-3), 0,7 t/ha sur le fumier – N (S2-4), 1,5 t/ha sur la paille + N (S2-5) et de 1,3 t/ha sur la paille – N (S2-6). Ces rendements ont été faibles par rapport au rendement potentiel du sorgho qui est de 2,2 t/ha. Le contrôle – N (S2-2) a enregistré la forte baisse à 82 % (Figure 8).



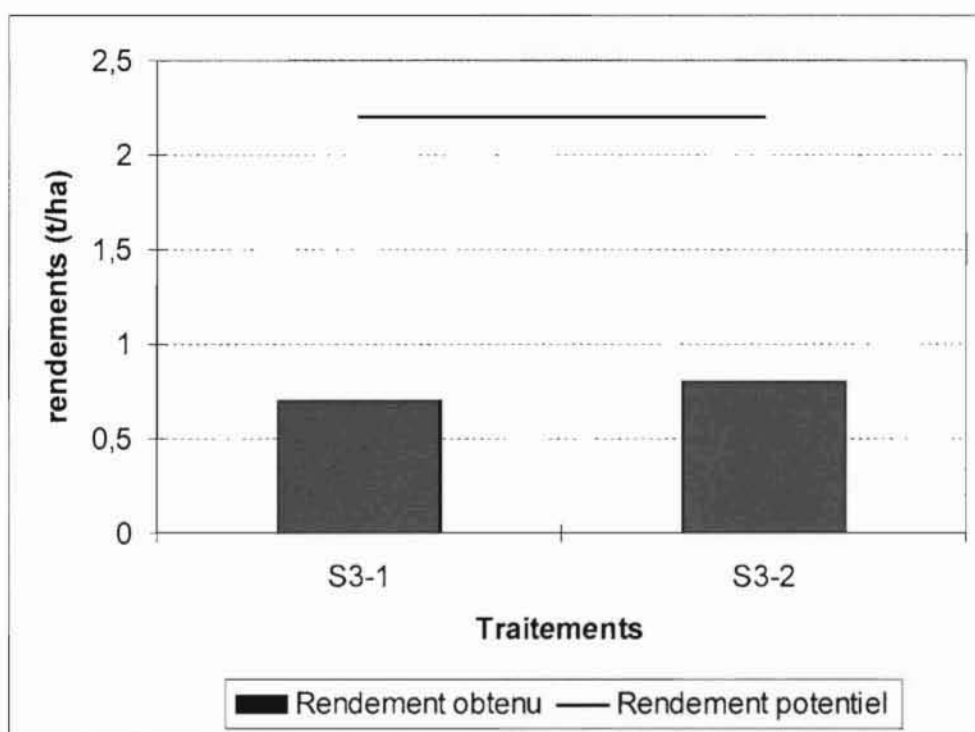
**Figure 8 : Rendements grains sur les parcelles sous amendements organiques**

Les faibles rendements enregistrés sur l'ensemble des traitements seraient liés aux mauvaises conditions pluviométriques de la campagne hivernale 2007. On note par exemple l'arrêt brusque des pluies pendant la phase de maturation qui aurait un impact négatif sur le remplissage des grains. Mais pour ce qui est des parcelles de contrôle – N (S2-2), le sans apport de fertilisants n'a pas favorisé un bon

développement végétatif du sorgho. Ce qui peut induire une faible production d'assimilés pour le remplissage des grains. En témoigne la faible utilisation de l'eau par le sorgho sur ces parcelles. C'est ce qui expliquerait les rendements plus faibles sur les parcelles de contrôle – N (S2-2) comparativement aux autres parcelles.

#### 4.5.2.3 Rendements sur le travail du sol

Les rendements ont été de 0,7 t/ha sur le labour + fumier (S3-1) et de 0,8 t/ha sur le grattage + fumier (S3-2). Ces rendements ont été également faibles par rapport à la production potentielle (2,2 t/ha) avec 68 % de moins pour le S3-1 contre 64 % pour le S3-2 (Figure 9).



**Figure 9 : Rendements grains sur les parcelles sous différentes méthode de travail du sol**

Au regard de ces résultats, les parcelles de labour + fumier ont connu les rendements les plus faibles. Ceci serait lié à la faible infiltration de l'eau sur ces parcelles ; puisque les pertes d'eau par ruissellement y étaient élevées (tableau 7). Ce qui peut conduire à une faible disponibilité de l'eau pour les cultures. Par conséquent, cela peut jouer sur l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par les cultures pour assurer leur développement végétatif et donc, donner de bons rendements.

## Conclusion générale et perspectives

Comprendre la dynamique de l'eau et connaître les facteurs qui influent sur cette dynamique après un événement pluvieux, tel a été l'objectif global poursuivi à travers les mesures de pluies, de ruissellement et d'humidité du sol. Ce qui a nécessité l'étude de la répartition de l'eau (en surface et profondeur du sol) après une pluie, en fonction des différentes pratiques culturales.

Ainsi, la caractérisation des pluies de la zone a montré qu'elles ont été de manières générales faibles. 59 % des pluies ont été de moins de 10 mm pour seulement 107 mm sur 736 mm.

Face à ces conditions pluviométriques défavorables, les mesures de ruissellement ont permis de montrer que le niébé (S1-3) le fumier + N (S2-3) et le grattage + fumier (S3-3) favorisent une meilleure infiltration de l'eau, car induisent les pertes d'eau les plus faibles respectivement de 29,52 %, 33,48 % et de 26,47 % de la pluie.

Les mesures d'humidité à l'aide de la sonde à neutron, réalisées à 1 jour après la pluie jusqu'au 21<sup>e</sup> jour ont permis de montrer que l'importance de la teneur en eau du sol à un instant donné, aussi bien dans la zone racinaire que dans la zone de drainage n'est pas seulement liée à l'infiltration. Elle est également liée à la dynamique de l'eau dans le sol qui est fonction de la couverture végétale en surface et des caractéristiques physiques du sol qui dépendent en retour de la qualité du traitement. Ainsi, les parcelles sous culture continue de sorgho (S1-1) et de contrôle - N (S2-2), ont eu les taux d'humidité les plus élevés dans leurs sites respectifs de par leurs indices de couverture végétale faibles qui favorisent moins le phénomène d'évapotranspiration. Alors que le labour + fumier (S3-1) emprisonne l'eau dans l'horizon 0-40 cm de par l'encroûtement en surface et la semelle de labour que le passage perpétuel de la charrue induit (Vlaar, 1992).

Au vu de ces conclusions, nous estimons que les résultats obtenus serviront valablement au travail auquel la présente étude apporte sa contribution. Les résultats obtenus ont permis de comprendre la dynamique de l'eau après un événement pluvieux. Cependant, l'étude doit être poursuivie pour mieux connaître les facteurs qui influent sur cette dynamique. Ainsi, pour permettre une meilleure interprétation de l'humidité dans le sol après une pluie, il importe de mettre en place un dispositif témoin qui permet de mesurer le ruissellement et l'humidité du sol sur la même parcelle de ruissellement.

Par ailleurs, la classification des croûtes permet d'apprécier la porosité du sol. Or cette dernière joue un rôle important dans l'infiltration. A ce titre, il importe de mesurer la vitesse d'infiltration. Ainsi, la confrontation entre cette dernière et la classification des croûtes pourrait permettre une meilleure compréhension de la dynamique de l'eau.

## Références bibliographiques

- Barro A., 1997.** Effet du travail du sol en sec à la dent Rs8 sur l'amélioration de la production du sorgho au Burkina Faso. In : Pivot R., Perret S., Manichon H. (Eds.). Le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux. *Collection colloques, CIRAD – Sar, Montpellier, France*, p 61-63.
- Boifin J., 1984.** La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. *Thèse Doct. Ingénieur, INA, Paris-Grignon*, 320 p.
- Buerkert A., Piepho H. P. and Bationo A., 2002.** Multi-site time-trend analysis of soil fertility management effects on crop production in sub-Saharan West Africa. *Exp. Agric.* 38, 163-183
- Casenave A. et Valentin C., 1989.** Les états de surface de la zone sahéenne. L'influence sur l'infiltration. *Ed. OROSTOM*, 230 p.
- Ergeci-Développement, 1996.** Etude pédologique du périmètre du centre régional de recherche agricole de saria, 71 p.
- Fontes J. et Guinko S., 1995.** Carte végétative et de l'occupation du sol du Burkina Faso. *Notice explicative*, 67 p.
- Guira T., 1988.** Intensification de la culture de sorgho en sol ferrugineux. Etude des effets induits par des techniques culturales sur la fertilité des sols. *Mémoire de fin d'études, ISN/IDR, U.O.*, 96 p.
- Hien V., Sédogo P.M., Lompo F., 1994.** Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Bilan et perspective pour la promotion des systèmes agricoles durables dans la zone Soudano-Sahélienne. In : Micel Benoît-Cattin, Juan-Carlos de Grandi (Eds.). Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique Soudano Sahélienne (304), 47-61. *Séminaire régional organisé par la FAO et le CIRAD avec le concours du gouvernement français.*
- Hillel D., 1984.** L'eau et le sol: Principes et processus physiques, Cabay, *Libraire-éditeur Louvain – la – neuve*, 288 p.
- Kay B.D. and Vandenbygaart A.J., 2002.** Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil and Tillage Research* 66, 107-118.
- Leland R.H., 1987.** Manuel pour la selection du sorgho: *ICRISAT. Deuxième édition*, 229 p.

- Leland R.H, 1987.** Manuel pour la selection du sorgho: ICRISAT, deuxième édition, 229 p
- Maja Slingerland et Mouga Masdewel, 1996.** Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso. In : Chris Reij, Jean Scoones et Camilla Toulmin. Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique, (351), 127-132.
- Mando A., Ouattara B., Somado A.E., Wopereis M.C.S., Stroosnijder L., and Breman H., 2005.** Long-term effect of fallow, tillage and manure application on soil organic yield under Sudano-Sahelian conditions. *Soil Use and Management* 21, 25-31.
- Milleville P. et Serpantié G., 1994.** Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique Soudano-Sahélienne OROSTOM, France. In : Micel Benoît-Cattin, Juan-Carlos de Grandi (Eds.). Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique Soudano-Sahélienne, (304), 33-45. *Séminaire régional organisé par la FAO et le CIRAD avec le concours du gouvernement français.*
- Monnier G., Thevenet B., Lesaffre, 1994.** Simplification du travail du sol. *Colloque organisé conjointement par l'Institut National de la Recherche Agronomique, L'Institut Technique des Céréales et des Fourrages et le Centre National du Machinisme Agricole, du Génie rural, des Eaux et des Forêts.* Ed. INRA, Paris, 172 p.
- Musy A., Soutter M., 1991.** Physique du sol. Collection gérer l'environnement. Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausannes, 335 p.
- Nicou R., Ouattara B., et Somé L., 1990.** Effet des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières (Sorgho, Mil, Maïs) au Burkina Faso. *Agron. Trop.* XXIX (11), 1101-1126.
- Ouattara B., 1994.** Contribution à l'étude de l'évolution des propriétés physiques d'un sol ferrugineux tropical sous cultures. Pratiques culturales et états structuraux du sol. *Thèse de Docteur-Ingénieur, Université Nationale de Côte-d'Ivoire, Abidjan, 153p.*
- Ouattara K., 2000.** Comportement hydrodynamique des sols ferrugineux tropicaux sous les effets du travail du sol et des apports de matières organiques. *Thèse de DEA. Université de Cocody, Abidjan, 61 p*

- Ouattara K., 2007.** Improved soil water conservatory managements for cotton-maize rotation system in the western cotton area of Burkina Faso. *Doctor's dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), SE-90183, Umea, Sweden, 50 p.*
- Ouattara K., Ouattara B., Assa A., and Sédogo P.M., 2005.** long-term effect of ploughing and organic matter input on soil moisture characteristics of a Ferric Lixisol in Burkina Faso. *Soil and Tillage Research doi: 10. 1016/j. Still. 2005. 06-003*
- Ouattara K., Ouattara B., Sédogo P. M., Malmer A., 2007.** Ploughing frequency and compost application effects on soils infiltrability in a cotton-maize (*Gossypium hirsutum-Zea mays*) rotation system on a Ferric Lixisol and a Ferric Luvisol in Burkina Faso. *Soil an Tillage Research, doi: 10. 1016/j. still. 2007. 01-008, in press.*
- Ouattara M. et Wildind L.P., 1991.** l'influence des caractéristiques des sols sur le bilan hydrique : Exemple de deux topo séquences développées sur matériau du continental terminal au Niger, In : Svakumar M.V.K., Wallace J.S., Renard C. et Giroux C, (éds.), Soil water balance in the sudano-sahelian zone, *Proceeding of the Niamey workshop, 18-23 Feb IAHS Publ., no199, p 187-197.*
- Piéri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente années de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara. *Ministère de la Coopération et du développement, CIRAD, Paris, 444 p.*
- Somé L., 1989.** Diagnostic agropédologique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance sur les cultures de sorgho, de mil et de maïs. *Thèse de Doctorat U.S.T.L. Montpellier, 268 p.*
- Stoosnijder L., Koné D., 1982.** Le bilan d'eau, In : Penning F.w.T, et Djitèye M.A., La production des pâturages sahéhiens,133-165. *Une étude des sols, des végétations et de l'exportation de cette ressource naturelle, Wageningen,525 p.*
- Vlaar J.C.J., 1992.** Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. *Rapport d'une étude effectuée dans le cadre de la collaboration entre le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), Ouagadougou, Burkina Faso et l'Université Agronomique Wageningen (UAW), Wageningen, les Pays-Bas, 99 p.*



- Zangré B.V.C.A., 2000.** Effets combinés du travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans la région de Saria (Zone centre du Burkina Faso). *Mémoire de fin d'études, IDR, UPB*, 81 p.
- Zougmore R., 1991.** Contribution à l'étude du ruissellement et de l'érosion à la parcelle ; influence des paramètres principaux : Précipitations, rugosité du sol, état de surface, humidité du sol en surface. *Mémoire de fin d'études, ISN/IDR U.O.*, 89p.
- Zougmore R., Guillobez S., Kambou N.F., and Son G., 2000.** Runoff and sorghum performance as affected by the spacing of stone lines in the semi-arid Sahelian zone. *Soil and Tillage Research* 56, 175-183.
- Zougmore R., Mando A., Stroonjider L., and Ouédraogo E., 2004.** Economic benefits of combining soil and water conservation measures with nutrient management in Semi arid Burkina Faso. *Nutrient in Agro ecosystem* 70, 261-269.

## Annexes

### Annexe 1 : Données pluviométriques de la campagne hivernale 2007

Date	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	
1						6,5	5	0,2	18,6	
2								11		
3										
4							9,5		0,2	
5				0,6				65,8	56	
6								1	3	
7										
8								30,4		
9							2	21,4	11,8	
10									1,6	
11							15,5	14,4	6,8	
12								6,2		
13					0,7					
14					0,3	8,7	14	13,2	13	
15									3,2	
16						20		0,2		
17										
18									19,2	
19										
20				1			2,8	20,6	3	
21						0,4				
22				35			20			
23						13				
24								2,2		
25							14,5			
26				0,6	6				13,4	
27							7,5	88,6	8,6	
28						8	1,3			
29				0,5		2		33		
30						5		2,2		
31							65	0,4		
Total				37,7	7	63,6	157,1	310,8	158,4	736,6

Pluies < 10 mm : 33

Pluies comprises entre 10 et 20 mm : 12

Pluies ≥ 20 mm : 11

# *Certificate of Completion*

This certifies that

**Zida Zacharie**

has successfully completed the

**Nuclear Gauge Safety Training Class**

conducted by the training department of

*Troxler Electronic Laboratories, Inc.*



**Stephen R. Tucker**  
Instructor

**12/6/2006**  
Date

*William J. Troxler, Jr.*  
**President**



Troxler Electronic Laboratories, Inc.  
PO Box 12057 • 3008 Cornwallis Rd. • Research Triangle Park, NC 27709  
Phone: (919) 549-9661 • Fax: (919) 549-0761 • Web site: [www.troxlerlabs.com](http://www.troxlerlabs.com)

Enrollment ID: 21363

Annexes 3 : Planche de photos montrant les mesures d'humidité



1 Vérifier si le tube (en bas) n'est pas humide.



2 Installer la sonde sur le tube



3 Lire l'humidité sur l'écran puis l'enregistrer dans la mémoire