

BURKINA FASO

Unité - Progrès - Justice

MINISTRE 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 : PERCEPTIONS PAYSANNES DES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES ET ADAPTATION DES PRODUCTEURS
EN ZONE SOUDANO-SAHELIENNE :
CAS DE DON SIN (PLATEAU CENTRAL DU BURKINA FASO)**

Présenté par :

ZONGO Koulibi Fidèle

MAITRE DE STAGE : Dr BILGO Ablassé

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Dr BACYE Bernard

N°:2010/AGRO

Juin 2010

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère KIENON N. Marcelline ;

*Mon regretté papa ZONGO Guétéwindé Maurice. Tu as bien aimé être là pour voir le
rêve de ton fils se réaliser. Mais Dieu en a décidé autrement.*

Papa où que tu sois guide moi. Que la terre te soit légère. « Amen »

TABLE DES MATIERES

matéria de l'ice et après la biologie iii

DEDICACES..... *ii*

REMERCIEMENTS..... *vii*

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS..... *ix*

LISTE DES FIGURES..... *x*

LISTE DES TABLEAUX..... *xi*

LISTE DES ANNEXES..... *xiii*

RESUME..... *xiii*

ABSTRACT.....*xvix*

INTRODUCTION GENERALE *1*

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE *3*

I. Aperçu général sur les changements climatiques *3*

1.1. Définitions *3*

 1.1.1. Variabilité et changement climatique*3*

 1.1.2. Vulnérabilité*3*

 1.1.3. Notion d'adaptation*3*

1.2. Changements climatiques *4*

 1.2.1. Causes des changements climatiques*4*

 1.2.2. Conséquences des changements climatiques*5*

 1.2.2.1. La sécheresse*5*

 1.2.2.2. Les inondations*5*

 1.2.2.3. La désertification*5*

II. Changements climatiques : impact sur les services écosystémiques..... *6*

 2.1. Perte de biodiversité *6*

 2.2. Baisse de la production agricole *6*

III. Changements climatiques : impact socio-économique *7*

 3.1. Hausse des problèmes de santé.....*7*

 3.2. Hausse des migrations.....*7*

IV. Dégradation des sols *7*

Mat 22

4.1. Définitions	7
4.2. Dégradation physique des sols.....	8
4.3. Dégradation chimique des sols	8
4.4. Dégradation biologique des sols	9
V. Gestion conservatoire des eaux et des sols	9
5.1. Définition et contexte du sujet.....	9
5.2. Lutte contre la désertification	10
5.3. Techniques d'adaptations.....	10
5.3.1. Techniques biologiques et agro forestière	10
5.3.1.1. Le paillage (mulch)	10
5.3.1.2. Les brises vents	11
5.3.1.3. La mise en défens.....	11
5.3.1.4. Les bandes enherbées	12
5.3.2. Techniques mécaniques	12
5.3.2.1. Techniques culturales	12
5.3.2.2. Ouvrages antiérosifs	12
5.3.2.2.1. Les digues filtrantes	12
5.3.2.2.2. Les diguettes et les cordons pierreux.....	13
5.3.2.2.3. Les demi-lunes.....	13
5.3.2.2.4. Le Zaï.....	14
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	15
I. Présentation du site d'étude	15
1.1. Situation géographique et choix du site d'étude.....	15
1.2. Caractéristiques biophysiques.....	15
1.2.1. Climat	15
1.2.2. Pluviométrie	17
1.2.3. Vents et évapotranspiration potentielle.....	18
1.2.4. Végétation et Hydrographie	19
1.2.5. Géologie et Géomorphologie.....	19
1.2.6. Les sols.....	19
1.3. Caractéristiques socio-économiques	20
1.3.1. Aspects humains	20
1.3.2. Activités socio-économiques	20

*Le 11 au 12 Mars 2014
 08h30 de l'école*

II. Méthodologie.....	20
2.1. Evaluation des perceptions des producteurs sur les changements climatiques et inventaire de leurs techniques d'adaptations	20
2.1.1. Présentation de la fiche d'enquête	20
2.1.2. Choix des exploitations.....	21
2.1.3. Collecte des données.....	21
2.1.4. Paramètres évalués.....	22
2.2. Etude des effets des différents composts sur les rendements du sorgho et la fertilité des sols	22
2.2.1. Matériels.....	22
2.2.1.1. Matériel végétal.....	22
2.2.1.2. Composts et urée utilisés	22
2.2.1.3. Dispositif expérimental et traitements en milieu paysan.....	23
2.2.2. Conduite des essais en milieu paysan.....	24
2.2.1. Paramètres étudiés	24
2.2.1.1. Evaluation des rendements du sorgho	24
2.2.1.2. Analyse des sols	25
2.2.1.2.1. Prélèvements des échantillons de sols.....	25
2.2.1.2.2. Analyses chimiques des échantillons de sols	25
2.3. Essai en vase de végétation	26
2.3.1. Matériels.....	26
2.3.1.1. Pots, sols, composts et culture utilisés	26
2.3.1.2. Dispositif expérimental et traitements	27
2.3.2. Conduite de l'essai en vase de végétation	27
2.3.2.1. Détermination de la capacité au champ.....	27
2.3.2.2. Opérations réalisées.....	27
2.3.2.3. Paramètres évalués	27
2.4. Analyses statistiques des résultats.....	28
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	29
I. Perception des producteurs sur les changements climatiques et les techniques d'adaptations mises en œuvre.....	29
1.1. Caractéristiques socio-économiques des exploitations.....	29
1.2. Indicateurs des changements climatiques selon les producteurs	29
1.2.1. Transformations observées sur les végétaux	30
1.2.1.1. Appauvrissement de la flore ligneuse.....	30

1.2.1.2. Appauvrissement de la flore herbacée.....	31
1.2.2. Perception des producteurs sur la baisse de la production agricole des dix dernières années suite aux changements climatiques.....	32
1.2.3 Abandon de certaines pratiques culturales.....	32
1.3. Techniques d'adaptations des producteurs.....	33
1.4. Conclusion partielle.....	34
II. Effets des différents traitements de fumure organiques sur les rendements du sorgho en milieu paysan.....	35
III. Effets des apports de fumure sur les caractéristiques chimiques des sols	36
3.1. Effets des traitements sur l'évolution du pH eau des sols.....	36
3.2. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en carbone total des sols.....	37
3.3. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en azote total des sols.....	38
3.4. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en phosphore total et en phosphore assimilable des sols	38
3.5. Discussion	40
3.6. Conclusion partielle.....	40
IV. Effets des apports de fumure sur les rendements du sorgho de l'essai en vase de végétation.....	41
4.1. Effets sur la hauteur des plantes du sorgho	41
4.2. Effets des apports organiques sur les rendements en biomasse du sorgho	42
4.3. Discussion.....	44
4.4. Conclusion partielle.....	46
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49
ANNEXES.....	I

REMERCIEMENTS

L'aboutissement de ce mémoire est le fruit de la contribution de nombreuses personnes ressources et institutions. Je suis conscient que d'autres mériteraient d'être citées dans cette page. Qu'elles veuillent bien pardonner ces éventuelles omissions. Nos sincères remerciements vont à l'endroit de :

- l'Agence IRD pour le financement du FSP-RIPIECSA et particulièrement du projet « Vulnérabilité des sols et de leurs services écosystémiques face aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest. cas du Sénégal et du Burkina Faso » dans lequel le mémoire a été effectué ;
- le Directeur de l'INERA, le Chef du CREAM de Kamboinsé et le Coordonnateur du laboratoire Sol Eau Plante pour nous avoir accueillis dans leur structure ;
- le Représentant de l'IRD au Burkina Faso pour nous avoir délivré une carte d'accès aux outils informatiques,
- Dr Ablassé Bilgo, mon maître de stage pour son grand appui au bon déroulement de mes travaux et à la rédaction de mon document ;
- Dr Bernard Bacyé, mon directeur de mémoire pour son appui inconsidérable à la qualité scientifique de mon document ;
- Dr Victor Hien et Dr Edmond Hien pour leur grande disponibilité pour une meilleure orientation de mes recherches ;
- Dr Karim Traoré, Messieurs Ouattara Amoro, Simporé Pascal et tous les travailleurs du programme Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production (GRN/SP) de l'INERA Bobo Dioulasso pour leur appui pour les analyses de laboratoire ;
- Dr Théodore Kaboré et mon parrain Inoussa Drabo pour leurs conseils fructueux lors de la rédaction du document ;
- Dr Zacharia Gnankambary et Monsieur Philippes Traoré pour leur grande contribution à mes analyses statistiques ;
- Monsieur Marcel Bouda président de l'ASK, les autres membres de l'ASK et toute la population de Donsin pour leur accueil très chaleureux et leur sens de l'hospitalité lors de mon séjour pour les travaux de terrain ;
- Mon frère Josué Maré pour son appui lors mes travaux de terrains et ses conseils en tant qu'aîné ;

- Tous les enseignants qui m'ont encadré pendant mon cursus universitaire et principalement ceux de l'IDR pour avoir posé les bases de mes connaissances scientifiques ;
- Toute la famille Zongo à Koudougou, principalement mes oncles François et Seydou Zongo et ma tante Sabine Zongo pour leur conseil, leur suivi et leur guide durant tout mon cursus scolaire ;
- Toute la promotion 2010 de l'IDR et principalement Ezéchias Somé, François Sanou avec lesquels j'ai communiqué durant tout le stage ;
- Mademoiselle Tinguéri Thérèse pour son soutien durant le stage ;
- Messieurs Barry Moussa, Sy Sékou, Sawadogo Prospère, Siri Sibiri et tous les travailleurs de l'IRD Ouagadougou pour leur sens du partage ;
- Ouédraogo Barthelemy, Sib Sansan Eloge, Sib Serge, Poda Jacques, Alix des amis qui m'ont épaulé dans mes moments de détresse.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- AMMA** : Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine
- ASK** : Association Song Koadba de Donsin
- BNDT** : Base Nationale de Données Territoriales/ Ouagadougou (Burkina Faso)
- BUNASOLS** : Bureau National des Sols/Ouagadougou (Burkina Faso).
- CC** : Changements Climatiques
- CES/DRS** : Conservation des Eaux et des Sols, Défense et Restauration des Sols
- CET** : Centre d'Enfouissement Technique
- CCNUCC** : Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
- DGCAM** : Direction Générale de l'Aviation Civile et Militaire/Ouagadougou (Burkina Faso)
- DUS** : Déchets Urbains Solides
- GIEC** : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
- INERA** : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
- IRD** : Institut de Recherche pour le Développement
- PANA** : Programmes d'Actions Nationaux pour l'Adaptation (PANA) /Ouagadougou (Burkina Faso).
- RIPIECSA** : Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'ouest
- SP-CONEED** : Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et du Développement durable
- UICN** : Union Internationale de la Conservation de la Nature
- C_total** : Carbone total
- N_total** : Azote total
- P_total** : Phosphore total
- P_ass** : Phosphore assimilable

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Evolution moyenne des températures maximales (T maxi) et minimales.....</i>	<i>15</i>
<i>(T min) (source : données de la D.G.A.C.M. Ouagadougou)</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2: Situation géographique du village de Donsin</i>	<i>16</i>
<i>Figure 3: Evolution de la pluviométrie de Donsin en 30 ans (source : données de la D.G.A.C.M., Ouagadougou)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 4: Pluviométries et nombre de jours de pluies mensuels de Donsin pour la campagne 2009 (source de données : centre de météorologie Guilongou).</i>	<i>17</i>
<i>Figure 5: Evolution de l'ETP PENMAN de la zone d'étude de 1980 à 2008 (source : données de la D.G.A.C.M. Ouagadougou).....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 6 : Proportion des différentes techniques d'adaptation des producteurs</i>	<i>33</i>
<i>Figure 7 : Rendements moyens en paille du sorgho par traitements en milieu paysan.....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 8 : Evolution des valeurs moyennes du pH_{eau} des sols (Avt.= avant l'application des traitements ; Apr.= après les récoltes).....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 9 : Evolution moyenne des teneurs en carbone total des sols.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 10 : Evolution moyenne des teneurs en azote total des sols.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 11 : Evolution moyenne des teneurs en phosphore total des sols.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 12 : Evolution moyenne des teneurs en phosphore assimilable des sols.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 13: Hauteurs moyennes du sorgho 25 jours après les semis</i>	<i>41</i>
<i>Figure 14 : Hauteurs moyennes du sorgho 50 jours après les semis</i>	<i>42</i>
<i>Figure 15: Rendements moyens en paille du sorgho après 50 jours de semis en vase de végétation.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure 16 : Rendements moyens en biomasse racinaire du sorgho après 50 jours de semis en vase de végétation.....</i>	<i>43</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Nature des différents composts du CET (source : CET Ouagadougou 2009)....</i>	22
<i>Tableau 2 : Composition minéralogique des différents composts.....</i>	23
<i>Tableau 3 : Récapitulatif des différentes opérations culturales.....</i>	24
<i>Tableau 4: Caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles du village de Donsin.....</i>	29
<i>Tableau 5 : Indicateurs de changements climatiques selon les producteurs</i>	30
<i>Tableau 6 : Transformations observées sur les végétaux.....</i>	30
<i>Tableau 7 : Perceptions des producteurs sur l'appauvrissement des espèces ligneuses suite aux changements climatiques.....</i>	30
<i>Tableau 8 : Perceptions des producteurs sur les causes de l'appauvrissement de la flore herbacée suite aux changements climatiques</i>	31
<i>Tableau 9: Raisons de la baisse de la production agricole.....</i>	32
<i>Tableau 10 : Abandon de certaines pratiques culturales par les producteurs suite aux changements climatiques.....</i>	33

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 : Dispositif expérimental et traitements en milieu paysan.....</i>	<i>I</i>
<i>Annexe 2 : Dispositif expérimental et traitements de l'essai en vase de végétation.....</i>	<i>II</i>
<i>Annexe 3 : Résultats des rendements en paille du sorgho par champ en milieu paysan.....</i>	<i>III</i>
<i>Annexe 4 : Données brutes des analyses chimiques des sols avant traitements.....</i>	<i>IV</i>
<i>Annexe 5: Données brutes des analyses chimiques des sols après récolte.....</i>	<i>V</i>
<i>Annexe 6 : Normes d'interprétation des analyses chimiques du BUNASOLS.....</i>	<i>VI</i>
<i>Annexe 7 : Résultats de l'essai en vase de végétation.....</i>	<i>VII</i>
<i>Annexe 8 : Pluviométrie journalière (en mm) du site d'étude (source : centre de météorologie de Guilongou (Ziniaré).....</i>	<i>X</i>
<i>Annexe 9 : fiche d'enquête socio-économique.....</i>	<i>XI</i>

RESUME

Les changements climatiques ont des impacts négatifs sur les services écosystémiques rendus par les sols au Burkina Faso. Pour faire face à ces changements, les producteurs ont adopté des techniques permettant de freiner l'érosion des sols et d'améliorer leur fertilité. L'étude menée à Donsin dans le plateau central du Burkina Faso a pour objectif général, (i) d'évaluer les critères d'appréciation des changements climatiques par les producteurs et leurs différentes techniques d'adaptation et (ii) de tester six variantes de compost issu des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou couplées ou non à l'engrais minéral (urée) dans l'optique d'une gestion de la fertilité des sols. L'évaluation des perceptions des producteurs aux changements climatiques et l'inventaire de leurs techniques d'adaptation ont été réalisés par des investigations socio-économiques auprès de 69 chefs d'exploitation. Le dispositif expérimental pour l'essai en milieu paysan a été un dispositif en bloc complètement randomisé avec quatre (04) répétitions et 14 traitements par répétition. Un essai en vase de végétation avec 4 répétitions a été également mis en place pour tester les effets des composts en milieu contrôlé. La culture utilisée pour ces deux tests a été le sorgho variété *Sariasso 11*. Les investigations socio économiques ont révélé que 100% des exploitations sont conscients de l'évolution néfaste du climat et de la baisse de la fertilité des sols. Les techniques d'adaptation sont les cordons pierreux (45,3% des producteurs), les usages du compost (27,9%), les pratiques du zaï (12,15%), des bandes enherbées (7,6%) et du paillage (6,65%). Par ailleurs les traitements mis en place en milieu paysan n'ont pas révélé de différences significatives sur les rendements en paille du sorgho. L'analyse chimique des sols a montré que les traitements n'ont pas également influencé significativement le pH eau, le carbone total, l'azote total, le phosphore total ou le phosphore assimilable des sols. Ces résultats non significatifs obtenus sont dus à une faible décomposition des composts suite à une faible et mauvaise répartition de la pluviométrie des mois de septembre et d'octobre après l'application des traitements. Par ailleurs l'essai en vase de végétation mis en place pour contourner ce manque d'eau en milieu paysan a révélé des productions de biomasses hautement significatives. Tous les traitements à l'exception du traitement à base du compost de déchets verts (compost 6) ont favorisé des gains en hauteurs moyennes (de 17 à 25% pour les mesures du 25^{ème} jour après les semis et de 32 à 41% pour celles du 50^{ème} jour après les semis), en rendements moyens paille (de 26 à 53%, 50 jours après les semis) et en biomasse racinaire (2 à 32%, 50 jours après les semis) du sorgho comparativement aux témoins. Le traitement à base du compost de déchets verts n'a pas occasionné de gains en rendements du sorgho. Cela pourrait s'expliquer par la lente minéralisation de ce compost. A l'issue de cet essai les meilleurs rendements ont été obtenus avec le traitement à base de compost de mélange de déchets de cuisine et de déchets verts (compost 5).

Mots clés : changements climatiques, perception paysanne, production végétale, techniques d'adaptation, caractéristiques des sols, Burkina Faso. *compost*

ABSTRACT

Climate change has negative impacts on the ecosystematic services returned by soils to the Burkina Faso. To cope with these changes, farmers have adopted techniques to curb soil erosion and improve soil fertility. The study conducted in Donsin in the central plateau of Burkina Faso overall aim (i) to evaluate the criteria for assessment of climate change by the producers and their various techniques of adaptation and (ii) to test six different compost from municipal solid waste of Ouagadougou city coupled or not with mineral fertilizer (urea) from the perspective of a management of the soils fertilities. The evaluation of the criteria of perceptions of the producers of climate change and the inventory of their techniques of adaptation has been made by socioeconomic investigations with 69 farmers. The experimental device for testing on-farm was a completely randomized block with four (04) repetition and 14 repetitions treatments by repetition. A test plant in pots with 4 repetitions was also established to test the effects of compost in controlled environment. The culture used for these tests was the sorghum variety *Sariasso 11*. The socio economic investigations revealed that 100 % of farmers are aware of the adverse climate change and the declining of soil fertility. Theirs adaptive techniques are stone bunds (45,3% of exploitations), the uses of compost (27.9%), the practices of zaï (12,15%), grassed strips (7,6%) and mulch (6,65%). Furthermore, the treatments developed in farms did not reveal significant differences in straw yields of sorghum. The soil chemical analysis showed that the treatments did not also significantly affect the pH eau, the total carbon, the total nitrogen, the total phosphorus and the available phosphorus of soils. These insignificant results are obtained due to low decomposition of compost after a weak and poor distribution of rainfall in September and October after the application of treatments. Moreover, the test plant in pots established to get around the lack of water on-farm showed highly significant production of biomass. All treatments except the treatment with compost was based green waste (compost 6) fostered the gains in average heights (from 17-25% for measurements of 25th day after the sowing 32-41% for those 50th day after the sowing), in average yields straw (26-53%, 50 days after the sowing) and root biomass (2-32%, 50 days after the sowing) of sorghum compared with controls. Treatment with green waste compost did not result in yield gains due to the slow mineralization of the compost. After this test plant in pots the best yields were obtained with treatment based compost mixture of kitchen waste and green waste (compost 5).

Keywords: climate change, farmers perception, plant production, adaptatives techniques, soilscharacteristics, BurkinaFaso.

INTRODUCTION GENERALE

La production agricole au Burkina Faso demeure très insuffisante pour couvrir les besoins alimentaires du pays ; les causes principales sont essentiellement l'exploitation continue des sols sans restitution de leur fertilité (Sedogo, 1981) mais aussi et surtout la mauvaise répartition et la forte intensité des pluies qui font du milieu une zone à haut risque pour les cultures pluviales (Somé, 1989). En effet, dans le domaine soudanien du pays, les pluies supérieures à 40 mm se sont réduites, selon les régions, de 4,3 à 7,7 % pour l'ensemble des années 1975-1983 par rapport aux moyennes antérieures (Mietton, 1988). En outre, une étude récente (SP CONEDD, 2006) estime qu'environ 11% des terres du Burkina Faso sont considérées comme très dégradées et 34%, comme moyennement dégradées. Cette dégradation des terres a des conséquences néfastes aussi bien écologiques que socio économiques notamment la disparition du couvert végétal, la fragilisation des écosystèmes, la baisse de la fertilité des sols, la baisse des revenus, la migration et l'aggravation de la pauvreté (Ouedraogo et al., 2008).

Face à la pauvreté de la population associée à la rareté des précipitations dans le temps et dans l'espace, aux dégradations de l'environnement en général et des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols en particulier, des techniques d'adaptation s'avèrent nécessaires pour la réhabilitation et la récupération des terres dégradées. C'est ainsi que de nombreuses techniques adaptatives telles que le zaï, les cordons pierreux, les demi-lunes, les diguettes, etc., sont pratiquées par les producteurs du plateau central et du nord du pays. Ces différentes techniques traditionnelles ont suscité des recherches poussées pour leur amélioration dans le cadre de la conservation des eaux et des sols et de la défense et la restauration des sols (CES/DRS) (Zougmore et al., 1994 et 2004 ; Zougmore, 1995 et 2004; Somé et al., 2004 ; INERA, 2005 ; Barro et al., 2005 ; Ganaba, 2005; Zombré, 2004, 2006 ; Sawadogo et al., 2008; Kiema et al., 2008). Ces différentes techniques réduisent le ruissellement et l'érosion et leur combinaison avec la fertilisation organique ou minérale augmentent les rendements des cultures (Sedogo, 1981 et 1993; Zombré 2003 ; Zougmore, 2004). La fumure organique (fumier, compost ou paillage), en association avec les différentes techniques de CES s'est avérée plus efficace qu'un apport minéral ordinaire qui acidifie le sol (Sedogo, 1981 et 1993). La meilleure combinaison est celle qui associe la fumure organique et la fumure minérale. C'est ce qui a été pris en compte dans notre étude qui a concerné l'usage des composts des

Min + bio ou hybride
avec Zougmore et al.

déchets urbains solides (DUS) associés ou non à des faibles doses d'engrais chimiques afin de trouver la formule adéquate à moindre coût pour une production optimum.

La présente étude est menée par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) dans le cadre de la mise en œuvre du projet « Vulnérabilité des sols et de leurs services écosystémiques face aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest ». Ce projet est financé par l'Agence de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à travers le réseau Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'ouest (RIPIECSA). L'Association Song Koaadba (ASK) et la direction de la propreté de la mairie de Ouagadougou sont des partenaires du dit projet. Le village de Donsin, site de l'ASK dans la province de l'Oubritenga (plateau central du Burkina Faso) a été choisi pour notre étude.

pa >
mubly

L'objectif général de l'étude est de cerner les perceptions et les adaptations autonomes des populations face aux changements climatiques et de faire des propositions de modèles de gestion durable des ressources naturelles en général et de la fertilité des sols en particulier.

Il s'est agit spécifiquement de tester six variantes de compost issus des Déchets Urbains Solides (DUS) du Centre d'Enfouissement Technique (CET) de la ville Ouagadougou couplées ou non au facteur engrais chimique (urée) en milieu paysan sur la variété *sariasso 11* du sorgho et de mener des investigations socio-économiques afin de :

la variété du sorgho
de déchets

- (i) identifier les critères d'appréciation des changements climatiques par les producteurs et leurs pratiques adaptatives ;
- (ii) évaluer les effets des différents composts sur les rendements du sorgho et quelques paramètres de fertilité des sols.

→ hypothèse de travail ?

Notre travail sera structuré de la façon suivante : un premier chapitre consacré à la synthèse bibliographique sur la notion de changements climatiques, les dégradations des sols et les techniques d'adaptation des populations ; un deuxième chapitre concernera les matériels et les méthodes utilisés ; et un troisième chapitre qui portera sur les résultats et la discussion.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Aperçu général sur les changements climatiques

1.1. Définitions

1.1.1. Variabilité et changement climatique

Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC), la notion de changement climatique se réfère à un changement du climat dû à l'activité humaine directe ou indirecte, activité altérant la composition de l'atmosphère globale et qui vient s'ajouter à la variabilité naturelle observée sur une échelle de temps comparable (INERA, 2005).

En outre selon le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), le changement climatique (CC) se réfère à une variation statistiquement significative dans l'état moyen du climat ou dans sa variabilité, variation persistante sur une longue période de temps (décades ou plus) (INERA, 2005).

1.1.2. Vulnérabilité

La vulnérabilité peut être définie comme la susceptibilité d'un système naturel ou humain à être affecté par les effets négatifs du changement, de la variabilité ou des extrêmes climatiques. Elle traduit en conséquence la capacité d'une personne, d'une communauté ou d'un milieu naturel à anticiper, à résister ou à s'adapter aux impacts négatifs du climat ou à se remettre de ces impacts (INERA, 2005). En effet le continent jugé le plus vulnérable face aux CC et celui qui est le moins armé pour s'adapter à ses effets et y faire face, est l'Afrique (PNUE, 2006).

1.1.3. Notion d'adaptation

La CCNUCC distingue deux types de réponses au changement climatique : les mesures d'atténuation et les mesures d'adaptation. Les mesures d'atténuation concernent toutes les activités destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone, le méthane, les oxydes d'azote, etc.

L'adaptation se réfère à tout ajustement dans les systèmes naturels ou dans les activités humaines, en réponse aux impacts du changement climatique réels ou prévus,

ajustement permettant d'en atténuer les effets néfastes ou d'en exploiter les opportunités bénéfiques (INERA, 2005).

Selon le GIEC (2007) l'adaptation aux CC est l'ensemble des initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturelles et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. De ce fait l'adaptation concerne les solutions cherchant à diminuer les dommages (avec des coûts raisonnables, liés au changement climatique que rencontrent et rencontreront les sociétés et individus).

1.2. Changements climatiques

1.2.1. Causes des changements climatiques

Au cours des dernières années, il est démontré un changement climatique (CC) global à l'échelle de la planète (IPCC, 2007). En effet, le climat de la terre est un système dynamique en mutation constante à travers des cycles naturels attribués à la dérive des continents, au volcanisme, aux courants océaniques, à l'inclinaison de la terre ainsi qu'aux météorites et à d'autres objets stellaires comme certaines comètes. Toutefois, la préoccupation actuelle concerne le fait que les changements constatés aujourd'hui sont exacerbés par les activités humaines, entraînant une modification de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre (GES) parmi lesquels la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les chlorofluorocarbures (CFC), les perfluorocarbures (PFC), les hydrofluorocarbures (HFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆) (GIEC, 2001). Ces gaz piègent les radiations infrarouges en provenance de la surface terrestre, causant ainsi l'effet de serre, un phénomène naturel qui aide à maintenir des températures et un climat stables sur terre (NEPAD, 2008).

Les activités humaines, à travers l'industrie, la combustion de ressources fossiles, la déforestation et les changements d'affectation des surfaces, ont augmenté la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. Dès lors, l'augmentation conséquente des radiations infrarouges capturées dans l'atmosphère est à l'origine des changements de température de l'air, de répartition du volume des précipitations et du niveau des mers ainsi que de la fonte des glaciers (NEPAD, 2008).

En Afrique de l'ouest l'impact des CC sur les activités agricoles n'en demeure pas les moindres. Les CC fragilisent l'environnement culturel par les phénomènes de dégradation des terres occasionnant des baisses de rendements des cultures. C'est dans ce sens que le climat ouest africain fait actuellement l'objet d'études approfondies, notamment dans le cadre du programme « Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine » (AMMA), avec l'espoir de lever les incertitudes sur le lien entre la mousson et le climat à l'échelle globale, et sur les impacts de la variabilité climatique sur les sociétés locales (Hamndou et Desjardins, 2008)

1.2.2. Conséquences des changements climatiques

1.2.2.1. La sécheresse

L'Afrique de l'Ouest, et le Sahel en particulier, est confrontée à la sécheresse depuis les années soixante dix avec notamment la grave crise alimentaire de 1972 qui s'est traduit par des changements profonds dans l'environnement naturel et dans les modes de vie des populations. Les crises de sécheresse caractérisent les milieux secs et accentuent le déficit hydrique. Le déficit temporaire des précipitations est la cause première de toutes ces crises, bien que la notion de sécheresse se dissocie de celle de précipitations déficitaires. En effet la sécheresse se produit lorsque les précipitations annuelles ont été sensiblement inférieures aux niveaux normalement enregistrés et qui occasionne de graves déséquilibres hydrologiques préjudiciables aux systèmes de productions des ressources naturelles. Selon l'INERA (2005) la sécheresse se classe en sécheresses météorologique, hydrologique, agricole et édaphique.

1.2.2.2. Les inondations

Plusieurs tendances climatiques peuvent influencer la fréquence et la gravité des inondations. Les intenses précipitations d'une journée dont on a observé l'augmentation sont un facteur, particulièrement dans les petits bassins hydrographiques. Ces facteurs combinés aux changements dans l'utilisation des terres dans de nombreux bassins hydrographiques continueront probablement d'augmenter les pertes causées par les inondations, à moins que des mesures solides de réduction des dommages ne soient mises en œuvre.

1.2.2.3. La désertification

La désertification, selon le chapitre 12 de l'agenda 21 puis dans l'article 1 de la Convention des Nations Unies, est définie comme : « la dégradation des terres arides, semi-arides et sub-humides sèches par suites de facteurs, parmi lesquels les variations climatiques

et les activités humaines ». Elle provoque la « sahélistation » et la désertisation accrue du domaine savanien. Par exemple l'Afrique perd ses forêts aux taux de 0,8% par an soit 5262000ha (FAO, 2005). Trois quarts des terres agricoles arides de l'Afrique sont déjà dégradées et 73% des terres arides sont gravement ou modérément désertiques (UN, 1998).

Dans le plateau central du Burkina Faso les processus de désertification y étendent ces clairières dénudées alors que la pluviosité y est de 400 à 800mm (Roose *et al.*, 1993).

Le phénomène de désertification au Sahel n'est pas seulement de nature socioéconomique, mais également environnementale (Benoît, 2008).

II. Changements climatiques : impact sur les services écosystémiques

2.1. Perte de biodiversité

La biodiversité constitue la richesse de base de l'Afrique. Elle offre de nombreuses ressources liées à la consommation (nourriture, fibres, pétrole, gaz, habitations, médicaments et espèces sauvages à valoriser) et de nombreuses fonctions qui ne sont pas directement liées à la consommation (stabilisation de l'environnement et autres services liés à l'écosystème). Les pertes de biodiversité sont liées à l'érosion des sols et des côtes, aux inondations, à l'augmentation du niveau des mers et à la propagation d'espèces allochtones envahissantes.

2.2. Baisse de la production agricole

Tout réchauffement se traduira par une augmentation des tensions sur l'eau et en particulier par un impact sur l'existence des glaciers et sur l'écoulement de l'eau. En conséquence, l'approvisionnement en eaux des barrages et des nappes phréatiques sera réduit, d'où un assèchement progressif des sols.

A peu près 70% de la population africaine vivent de l'agriculture et 40 % de toutes les exportations sont des produits agricoles (WRI, 1996). En effet, un tiers du revenu africain est généré par l'agriculture, les cultures et l'élevage représentant au moins la moitié du revenu des ménages. Les membres les plus pauvres de la société sont ceux dont la subsistance dépend le plus de l'agriculture. Et comme l'essentiel de la production agricole dépend des pluies, on comprend que l'agriculture africaine est très vulnérable aux modifications de la variabilité du climat. Cependant des températures et une évaporation en hausse couplées à une diminution des ressources en eau engendrent une baisse de la production agricole. C'est ainsi que les rendements moyens des cultures de mil et de sorgho, diminueraient entre 15 et 25% au Burkina Faso et au Niger d'ici 2100 (CEDEAO, CESA, OCDE, 2008).

III. Changements climatiques : impact socio-économique

3.1. Hausse des problèmes de santé

Les vagues de chaleur pourraient avoir de graves conséquences sur la santé des personnes. Des changements dans les précipitations influenceront l'existence et la diffusion des vecteurs du paludisme et augmenteront la sensibilité aux maladies qui naissent de l'eau, comme le choléra (GIEC, 2001). Des inondations en hausse risquent également de favoriser la reproduction des vecteurs du paludisme dans des zones précédemment arides (WWF, 2006).

3.2. Hausse des migrations

Les conséquences des changements climatiques (inondations, sécheresses, désertification...) finissent par amener les populations des milieux ruraux à quitter leurs foyers et leurs terres pour partir à la recherche de meilleures conditions de vie ou à fuir les catastrophes qui les assaillent. La tendance à la sécheresse qui se prolonge au sahel depuis les années 1970 a prouvé cependant la vulnérabilité des groupes nomades aux changements climatiques (NEPAD, 2008). En effet, les zones plus humides sont déjà très densément occupées et les points d'eau permanents finissent par s'assécher. Le problème de la sécheresse apparaît plus grave en Afrique sub-saharienne, en particulier au Sahel. On estime qu'environ 60 millions de personnes finiront par émigrer des régions désertifiées de l'Afrique sub-saharienne en direction de l'Afrique du Nord et de l'Europe d'ici 2020 (CNULD, 2006). Par ailleurs beaucoup de vies humaines et beaucoup de bétail ont déjà été perdus et les systèmes sociaux en ont été bouleversés.

IV. Dégradation des sols

4.1. Définitions

Les sols et leur qualité sont un maillon fort de la production agricole ; ils sont le support de la plante cultivée, et sont au centre des grands cycles biogéochimiques constituant des réserves d'éléments nutritifs pour les cultures. Ce sont donc des milieux complexes où les processus biologiques et chimiques qui s'y déroulent définissent leur qualité (Masse, 2007). Dans ce sens, le sol doit apporter la presque totalité des éléments fertilisants nécessaires pour la croissance et le développement des cultures. Pour ce faire, la dégradation des terres peut être définie comme la diminution ou la disparition de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres du fait de leur utilisation d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment des phénomènes dus à l'homme et à ses modes de peuplement, tels

que : (i) l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau ; (ii) la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques des sols ; (iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle (UICN, 2003).

4.2. Dégradation physique des sols

La dégradation physique se définit comme la détérioration des propriétés physiques (stabilité structurale, capacité de rétention en eau, etc.) suite à la destruction de la structure ou à un déplacement des couches fertiles qui expose les couches impropres à la production végétale. Elle se manifeste par l'encroûtement superficiel des sols, la dislocation structurale, la squelettisation et la compaction, (Tiemtoré, 2002 ; Hien, 1995). Cette dégradation affecte les caractéristiques morpho-pédologiques des sols en réduisant leurs productivités et rentabilités agronomiques. Ce phénomène engendre de ce fait la baisse de la fertilité des sols par leur faible capacité de rétention en eau et des engrais suite à des phénomènes de lessivages, de lixiviation et de migrations des éléments fertilisants.

4.3. Dégradation chimique des sols

La dégradation chimique des sols est le résultat de l'appauvrissement des sols en éléments nutritifs, suite à l'exploitation sans apport de fertilisants ou d'amendements organiques, sources des éléments minéraux. En effet, cette dégradation des sols affecte négativement les paramètres suivants : i) le pH par un accroissement ou un abaissement de celui-ci conduisant respectivement à une alcalinité ou à une acidité ; (ii) une faible capacité d'échange cationique ; (iii) un appauvrissement du milieu en éléments nutritifs ; (iv) des changements quantitatifs et qualitatifs de la pédofaune et de la pedoflore, etc. (Thiombiano, 2000). En outre, l'utilisation massive d'engrais dans leurs formules actuelles peut entraîner un appauvrissement des sols en bases (acidification) et en matière organique (MO), qui se traduit particulièrement par une déficience en potassium (K) et une toxicité en aluminium (Al) (Sedogo, 1993). Dans ce sens Hien (1995) affirme que l'appauvrissement chimique des sols dans la zone soudano-sahélienne est généralement plus rapide en ce qui concerne les éléments majeurs azote (N) et phosphore (P), en raison du caractère extensif des systèmes de production. Par ailleurs, certains sols sont naturellement acides (sols sulfatés acides des mangroves, nombre de sols tropicaux) mais peuvent s'acidifier encore en raison des pluies acides ou du dépôt sec de gaz et de particules acides. Les pluies acides ont un pH inférieur à

5.6. Les principales sources d'acidité dans l'atmosphère sont les quantités croissantes de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote dégagées par l'incinération de combustibles fossiles.

4.4. Dégradation biologique des sols

La disparition de la matière organique en raison de l'érosion et de l'oxydation dégrade le sol et plus particulièrement ses aptitudes agricoles. En effet les coefficients de corrélation entre différents paramètres de fertilité des sols indiquent d'une part que le taux de matières organiques augmente de façon très significative avec l'augmentation de la pluviométrie moyenne et, d'autre part, que la capacité d'échange cationique effective est plus corrélée avec le niveau de matière organique qu'avec le niveau d'argile (Bationo et *al.*, 1991d). Pour ce faire une réduction de la matière organique affaiblit, également, la stabilité des agrégats organo-minéraux qui, sous l'effet de la pluie, peuvent se dissocier. Ce phénomène engendre la réduction des remontées biologiques (faible enracinement), la baisse de l'apport de litière, donc du taux de matières organiques du sol et des activités biologiques, les dégradations de la structure : croûtes de battance, écrasement de la macroporosité et baisse de la capacité d'infiltration, les risques de ruissellement augmentent, de même que l'érosion et le lessivage des nutriments par les eaux de drainage et ruissellement (Roose, 1994). La dégradation biologique du sol se résume en la réduction du carbone total et du carbone issu de la biomasse et à la diminution de la biodiversité des sols.

Par ailleurs le principal facteur de dégradation du sol est l'érosion quelle soit anthropique ou naturelle.

V. Gestion conservatoire des eaux et des sols

5.1. Définition et contexte du sujet

La Gestion conservatoire des eaux et des sols désigne l'ensemble des mesures physico-techniques et chimiques permettant de favoriser l'infiltrabilité de l'eau et sa répartition homogène sur les surfaces aménagées dans le temps et dans l'espace, dans le but de remédier ou de réduire les effets négatifs dus à la dégradation des sols. Dans ce sens, les sols dégradés disposant d'une épaisseur suffisante de terre meuble ont une productivité qui se restaure rapidement à condition d'appliquer les six règles de restauration suivantes : (i) maîtriser le ruissellement et l'érosion qui limitent le transfert de fertilité ; (ii) restaurer la macroporosité et l'enracinement profond des cultures (travail profond) ; (iii) stabiliser les macropores en enfouissant des matières organiques ; (iv) revitaliser la couche superficielle du

sol par l'apport de 3 à 10 t/ha de fumier ou du compost ; (v) rétablir un pH supérieur à 5 pour supprimer les toxicités aluminiques, manganiques, etc... ; (vi) et corriger les carences du sol, ou plutôt, fournir aux cultures les compléments minéraux indispensables pour une production optimale de biomasse (Roose et *al.*, 1994).

5.2. Lutte contre la désertification

Selon l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (UICN, 2003), la lutte contre la désertification se définit comme l'ensemble des activités qui relèvent de la mise en valeur intégrée des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches en vue d'un développement durable et qui visent à : (i) prévenir et/ou réduire la dégradation des terres ; (ii) remettre en état les terres partiellement dégradées ; (iii) et restaurer les terres désertifiées et de freiner les effets de la désertisation. Dans ce cadre, l'intensification, la diversification de la production agricole et l'exploitation rationnelle des ressources naturelles (sols, eaux, pâturages) doivent être de mise pour l'élaboration d'un système de production adapté.

5.3. Techniques d'adaptations

Les mesures techniques et pratiques d'adaptations ont conduit à la fixation des dunes, à la réalisation de diguettes et autres ouvrages antiérosifs, aux traitements mécaniques et chimiques des sols (CES/DRS), ou biologique (régénération naturelle assistée, semis et plantations diverses). D'une manière générale ces mesures selon UICN (2003) peuvent être réparties en deux catégories : i) les mesures correctives, qui visent à stopper un phénomène et à réparer les dégradations subies. Nous pouvons citer la fixation des dunes, les techniques antiérosives et de CES, les reboisements ; ii) les mesures permettant de mieux exploiter les ressources, d'en accroître la productivité, d'améliorer leur régénération. Elles correspondent à la formulation de pratiques améliorées et adaptées par l'agriculture, l'élevage, l'usage de la biomasse et des sols.

5.3.1. Techniques biologiques et agro forestière

5.3.1.1. Le paillage (mulch)

Il consiste à recouvrir la surface du sol à l'aide des résidus de cultures ou des branches d'espèces ligneuses afin de ralentir les effets de l'érodibilité dû aux vents et à l'eau. La décomposition des pailles par la microfaune et la microflore entraîne des procédés de

minéralisation qui va libérer des éléments fertilisants pour la nutrition de la plante. En outre, la paille favorise l'activité de la macrofaune et celle-ci contribue à améliorer la structure du sol, à réduire l'évaporation et à augmenter l'infiltration (Ambouta et *al.*, 1999). Selon Leonard et Rajot (1998), Mando et *al.* (1999), le paillage entraîne la réhabilitation de la végétation dès la première année d'application. Par ailleurs Tiemtoré (2002) a montré qu'un traitement de branchages sur les sols dénudés s'est révélé très efficace pour la restauration du sol et de la végétation. Ils améliorent très rapidement l'état de surface en piégeant de grandes quantités des aérosols, riche en matière organique que la terre de fond et qui stimule le développement de la végétation tout en augmentant la résistance du sol à l'érosion. Le paillage sur un sol pioché retarde également le démarrage du ruissellement et maintient longtemps un bon niveau d'infiltration (30mm.h⁻¹) (Roose, 1990).

5.3.1.2. Les brises vents

Ils sont constitués par les haies vives et les haies mortes. Ils permettent de réduire l'effet de l'érosion éolienne sur le sol par les phénomènes de piégeages des aérosols et de freiner la vitesse de ruissellement des eaux. Les haies vives sont des alignements d'arbres et/ou arbustes naturellement ou artificiellement plantés. Elles peuvent être denses ou lâches et avoir plusieurs objectifs en même temps : marquer une limite de propriété, produire du bois de feu et de service, du fourrage et des fruits, fixer la terre (Sabir et *al.*, 1999). Elles créent un microclimat favorable aux cultures en luttant contre le stress hydrique tout en agissant sur les phénomènes d'évapotranspirations. Avec ces haies placées de manière isohypse il y a un nivellement progressif de la pente : c'est la méthode des terrasses progressives décrite par Roose (1986).

5.3.1.3. La mise en défens

C'est une mesure de protection et conservation des ressources végétales, pastorales et agropastorales par une simple protection. Elle permet une régénération naturelle, ou assistée par semis et les plantations. Les intérêts sont écologiques car elle permet de rétablir un temps soit peu l'équilibre agro-écologique. Pour assurer leur efficacité sur la qualité des sols, les jachères doivent être gérées pour maximiser la production et la diversité végétale. Un contrôle des feux de brousse et des prélèvements (fourrage, bois) est ainsi nécessaire (Masse, 2007).

5.3.1.4. Les bandes enherbées

Il existe deux sortes de bandes enherbées : i) les bandes enherbées de bordure, qui sont des bandes végétales denses et permanentes (généralement herbage) établies le long d'un ou de plusieurs côtés d'un champ (bandes enherbées proprement dites) ; ii) et les bandes végétales riveraines qui sont des bandes de végétation permanentes à couvert d'herbage, de buissons, d'arbustes ou autre, établies aux abords de cours d'eau, plans d'eau, sources ou zones humide. Les bandes enherbées ont les fonctions suivantes, pour autant que des mesures de conservation suffisantes soient prises vis à vis des sols en amont (Ouvry, 1990) : (i) filtration/dépôt des nutriments, pesticides, matières organiques et sédiments ; (ii) réduction du ruissellement ; (iii) possibilité d'habitat d'une faune et flore sauvages.

La réduction du ruissellement sur un terrain dénudé pour les bandes enherbées est de 45% ; un traitement à base de compost et de la bande enherbée connaît une hausse du rendement grain du sorgho de 160% par rapport au témoin absolu (Zougmoré et *al.* 2004).

5.3.2. Techniques mécaniques

5.3.2.1. Techniques culturales

Ce sont entre autres le labour selon les courbes de niveaux, le billonnage en travers de la pente, le scarifiage, le sous-solage et le buttage. Ces techniques permettent de réduire les effets de l'érosion et du ruissellement par un nivellement du terrain qui va de ce fait favoriser l'infiltration de l'eau et amoindrir les pertes des éléments minéraux des sols. Cela permet une bonne alimentation hydro-minérale des cultures.

5.3.2.2. Ouvrages antiérosifs

5.3.2.2.1. Les digues filtrantes

Une digue filtrante est un ouvrage construit en pierres libres ou (à titre exceptionnel) en gabions, situé dans un thalweg ou bas-fond, où les eaux de ruissellement se concentrent pendant les grandes pluies et quelques heures après. La digue filtrante sert à freiner et épandre les eaux de crue sur un champ d'épandage au côté amont, ce qui augmente l'infiltration et provoque une sédimentation de terre. L'impact hydrologique d'une digue filtrante concerne l'augmentation de l'infiltration d'eau dans le sol en amont de la digue d'une part, et le laminage des crues dans le thalweg d'autre part. L'impact agricole des digues filtrantes dépend essentiellement des facteurs suivants : (i) d'une part de l'influence de la digue sur l'infiltration et le drainage du sol et de l'amélioration des caractéristiques physiques et minérales du sol par

la sédimentation de terre et de matière organique provoquée par la digue; (ii) d'autre part des techniques culturales appliquées : choix des variétés, date de semis, travail du sol, fertilisation, etc. Des interactions existent entre ces facteurs, et l'importance des facteurs dépend de la pluviométrie de la campagne agricole (Driel et Vlaar, 1991).

5.3.2.2.2. Les diguettes et les cordons pierreux

Utilisées dans la lutte contre l'érosion hydrique, les diguettes en terre ou en pierre (cordon pierreux) sont disposées selon les courbes de niveaux avec des ailes et des déversoirs pour laisser passer les trop-pleins d'eaux. L'intervalle entre les diguettes est fonction de la pente, leur longueur est fonction de la superficie à réhabiliter. Cette technique a pour but de freiner l'eau de ruissellement pour l'obliger à s'infiltrer et à alimenter à nouveau la nappe d'eau exploitée par les puits, retenir la terre et permettre la régénération des herbes, buissons et arbustes favorisant de ce fait les activités agricoles.

La technique des cordons pierreux appliquée aux glacis dégradés améliore la texture du sol et le bilan hydrique qui, à leur tour, assurent une augmentation significative du recouvrement et de la biomasse (Kiema et al. 2008). Une étude sur les cordons pierreux menée par Kambou et Zougmore (1995) a montré que deux ans après installation d'un cordon pierreux sur un « zipellé » (terre dénudée et inculte), la superficie du tapis herbacé augmentent de 5 %. La réduction du ruissellement est de 53% pour les cordons pierreux ; l'utilisation conjointe du compost et des cordons pierreux a entraîné un accroissement du rendement grain de 106% (Zougmore et al. 2004).

5.3.2.2.3. Les demi-lunes

C'est un demi-cercle creusé perpendiculairement à la pente et entouré d'une levée de terre (dite « lunette ») également en demi-cercle et prolongé par des ailes : le demi-cercle est cultivé et produit grâce aux eaux de ruissellement collectées et arrêtées par la « lunette ». Cette technique permet de récupérer de nouvelles terres cultivables. En effet, les demi-lunes, avec un apport de compost ou du fumier donne de meilleurs rendements par rapport à la fertilisation minérale (Zougmore, 2004). Par ailleurs elles occasionnent également une plus grande densité et variété de la régénération ligneuse due à une meilleure répartition de l'humidité dans le sol (Ganaba, 2005).

5.2.2.2.4. Le Zaï

C'est un trou de 10 à 20 cm de diamètre sur 5 à 15 cm de profondeur ; les trous sont distants de 0,5 à 1 m. Les trous creusés en saison sèche reçoivent du fumier puis recouverts d'une mince couche de terre en attendant la pluie. Dès que les zaïs ont assez d'eau, ils sont ensemencés. La technique du Zaï permet de mettre en culture des terres de glakis plus ou moins indurées en surface mais à sol limoneux ou argilo limoneux. Grâce à cette technique, l'eau s'infiltré, le sol est humide et la plante lève vite, s'enracine bien et a un avantage initial sur les mauvaises herbes. Au niveau des états de surface d'un sol ferrugineux tropical lessivé et un sol brun eutrophique dans le centre nord du Burkina Faso, les traitements du Zaï améliore l'activité biologique sur le sol brun (Zombré, 2004). Avec la pratique du zaï, le sarclage est réduit à la surface des cuvettes (1/3 de la surface) (Roose, 1989). Enfin, le Zaï permet d'étendre les cultures vivrières sur des terres dégradées, d'augmenter la production de céréales et d'assurer la production de la biomasse nécessaire pour le bétail (Roose, 1993).

L'inconvénient majeur de ces techniques résulte dans la difficulté de leur mise en œuvre et leur suivi.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

I. Présentation du site d'étude

1.1. Situation géographique et choix du site d'étude

Le site de Donsin est situé dans la région du plateau central (dans la province de l'Oubritenga) entre 12°35' Nord et 001°24' Ouest. Il fait partie de la commune rurale de Loubila.

Le site de Donsin a été choisi car il fait partie du transect agro-écologique du projet RIPIECSA qui s'étend de la zone sahélienne à la zone soudano sahélienne dans l'optique de suivre l'évolution du climat. Le site abrite également l'ASK qui est un partenaire du projet.

1.2. Caractéristiques biophysiques

1.2.1. Climat

Le climat est de type nord-soudanien ou soudano-sahélien (Guinko, 1984). Il comprend une saison humide de juin à septembre et une saison sèche s'étendant en moyenne de novembre à avril, les mois de mai et d'octobre étant des mois de transition.

Les températures présentent de grandes variations saisonnières et de fortes amplitudes diurnes. L'évolution des maxima et des minima est illustrée sur la figure 1 qui montre une variation moyenne des maxima de 34,9 °C à 35,7 °C et des minima de 22,1°C à 23,5 °C ces dix dernières années.

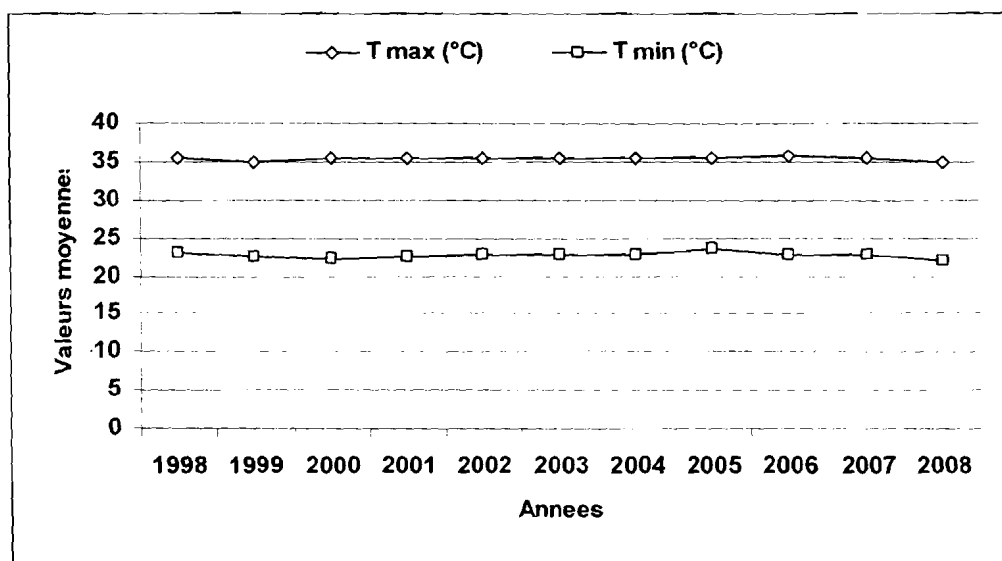


Figure 1 : Evolution moyenne des températures maximales (T maxi) et minimales (T min) (source : données de la D.G.A.C.M. Ouagadougou)

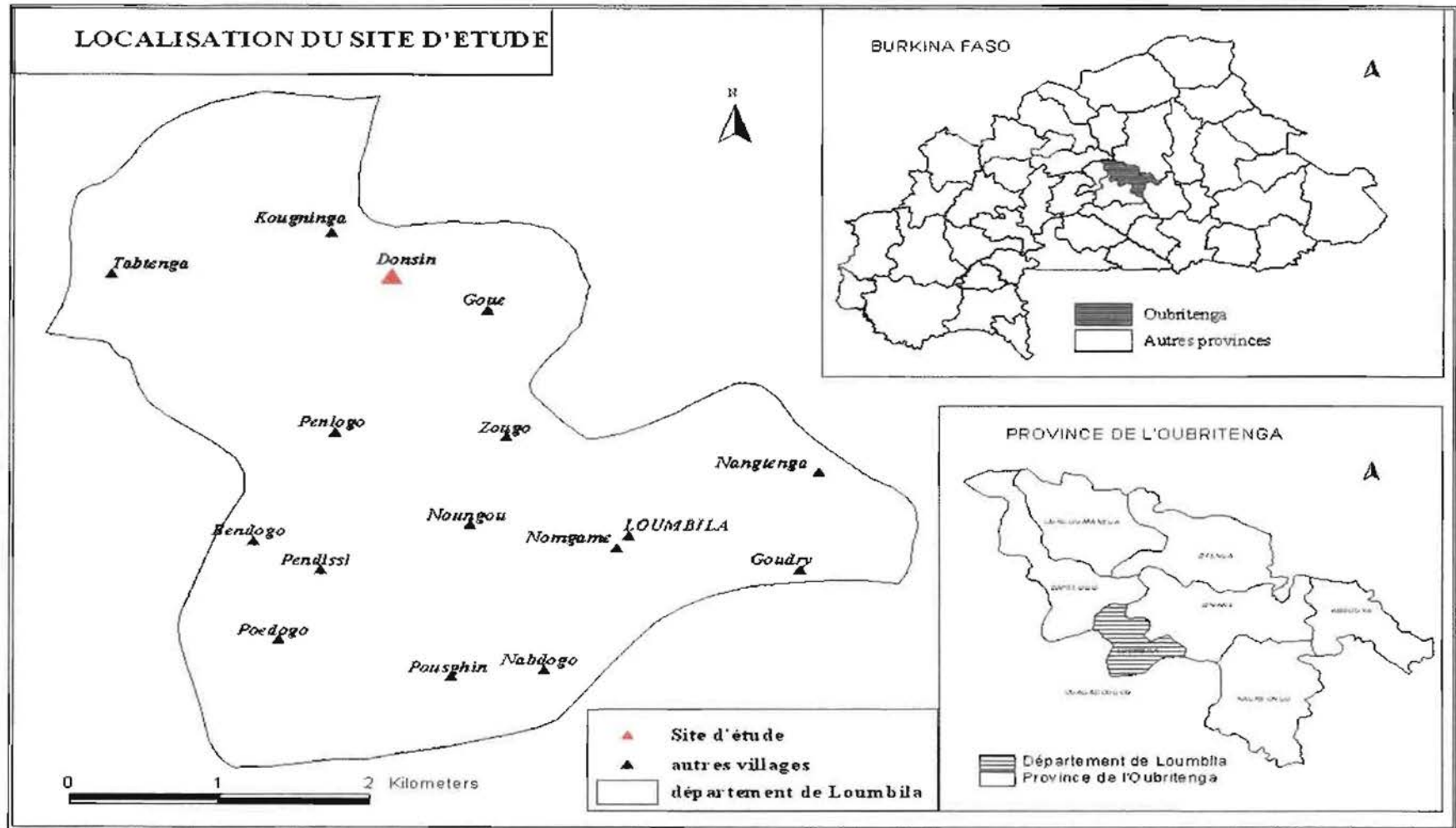


Figure 2: Situation géographique du village de Donsin

1.2.2. Pluviométrie

La zone d'étude est comprise entre les isohyètes 600 mm et 900 mm. Durant les 30 dernières années, les hauteurs d'eau ont varié de manière irrégulière de 435,3 mm en 1984 à 972,7 mm en 2008 avec une hauteur moyenne de 683,1 mm.

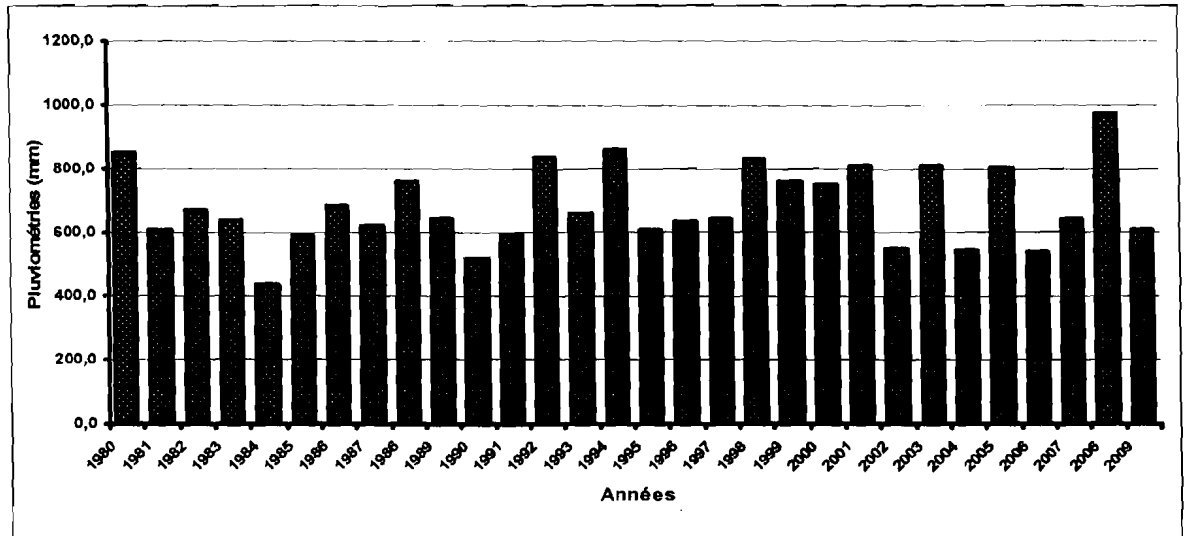


Figure 3: Evolution de la pluviométrie de Donsin en 30 ans (source : données de la D.G.A.C.M., Ouagadougou)

Les pluviométries et les nombres de jours de pluies mensuels de Donsin pour la campagne 2009 sont illustrés par la figure 4.

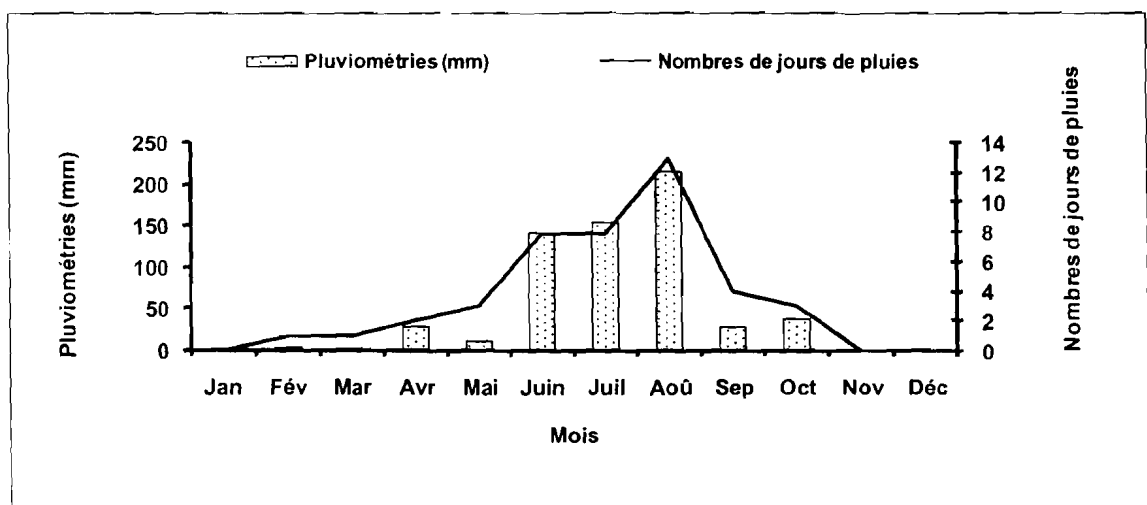


Figure 4: Pluviométries et nombre de jours de pluies mensuels de Donsin pour la campagne 2009 (source de données : centre de météorologie Guilongou).

Pour la campagne agricole 2009, 608,8 mm d'eau ont été enregistrés. Cette quantité est inférieure à la moyenne des 30 dernières années. Les quantités d'eau ont varié de manière irrégulière de 0,5 mm pour le mois de mars à 214,1 mm pour le mois d'août. Par ailleurs, les jours de pluies ont été compris entre 1 jour de pluie pour les mois de février et de mars et 13 jours pour le mois d'août. L'arrêt brutal des pluies en octobre et des longues poches de sécheresse (septembre et octobre) ont été constatés.

1.2.3. Vents et évapotranspiration potentielle

L'alternance des deux types de temps secs et humides est liée aux déplacements du Front Inter Tropical (FIT) qui atteint sa position méridionale entre décembre et février et sa position la plus septentrionale entre juillet et septembre. La saison sèche est caractérisée par des vents du secteur Nord-Est (harmattan) chargés de poussières, tandis que la saison des pluies est dominée par des vents humides du secteur Sud-ouest (mousson) en provenance du Golfe de Guinée. Les vents sont relativement faibles (2 m/s) sauf en début et en fin de saison de pluies où ils peuvent atteindre des vitesses de 120km.h^{-1} lors des manifestations pluvieuses.

Quant à l'ETP PENMAN de la zone de 1980 à 2008 illustrée par la figure 5, elle a varié entre 1260 mm en 1989 à 2166 mm en 2007 avec une moyenne de 1930 mm sur toute la période.

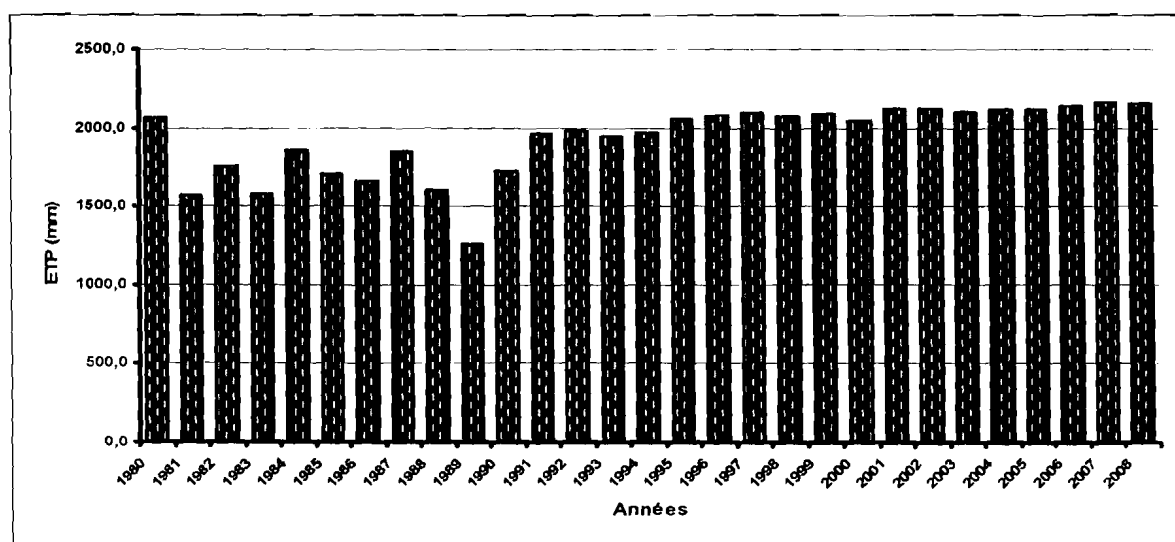


Figure 5: Evolution de l'ETP PENMAN de la zone d'étude de 1980 à 2008 (source : données de la D.G.A.C.M. Ouagadougou)

1.2.4. Végétation et Hydrographie

La végétation se présente comme une mosaïque de formation primaire (forêts claires, savanes, prairies) et de formations secondaires de dégradation (savanes arborées et arbustives). On y trouve quelques espèces d'arbres et surtout d'arbustes, de graminées pérennes dans les bas-fonds. Selon Guinko (1985) les savanes originelles à graminées annuelles arbustives et arborées, présentent partout l'allure de paysages agricoles dominés par quelques essences protégées : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Faidherbia albida*, *Anogeissus leiocarpus*, *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri* et *Mitragyna inermis*.

Date
1984

Au point de vue drainage, le village fait partie d'une province où le réseau hydrographique n'est pas très dense. DONSIN se trouve sur le bassin versant du Massili (principal affluent du Nakambé).

1.2.5. Géologie et Géomorphologie

Sur le plan géologique, les formations sédimentaires du village proviennent du précambrien D (antébirrimien) représenté par des migmatites et granites indifférenciés et du précambrien C (birrimien) représenté par des métavolcanites neutres à basiques, et quelques roches sédimentaires : tufs, laves et sédiments associés (BUNASOLS, 1991).

La physiographie du village est dans l'ensemble constituée d'une surface d'aplanissement polyphasée (300 à 400 m d'altitude), ondulée avec des croupes très carapacées et moyennement carapacées d'altération kaolinitique ainsi que des croupes de dénudation et d'altération (BUNASOLS, 1991).

1.2.6. Les sols

Sur le plan pédologique, on rencontre des sols ferrugineux tropicaux et des sols halomorphes avec une texture sableuse à argilo-limoneuse. Les types de sols rencontrés ont été décrits par le BUNASOLS (1991). Il s'agit : (i) des sols halomorphes sur matériaux argileux à argilo-sableux associés à des lithosols sur cuirasse ferrugineuse ; (ii) les sols sur cuirasse ferrugineuse et peu évolué d'érosion associé à des sols à pseudogley hérité à tâches et concrétions; (iii) des sols peu évolués hydromorphes sur matériaux gravillonnaires ; (iv) des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau limono-argileux à argileux sableux sur cuirasse.

1.3. Caractéristiques socio-économiques

1.3.1. Aspects humains

Le village comptait 1424 habitants en 2006 (INSD, 2006). Les projections du même institut montrent que la population a été de 1540 habitants en 2009 avec une densité de 108 habitants.km⁻². La population est à majorité composée de 98% de mossi et de 2% de peulhs. Sur le plan religieux nous notons la présence de catholiques (65%), de musulmans (20%), d'animistes (10%) et de protestants (5%) (INSD, 2006).

1.3.2. Activités socio-économiques

L'économie du village repose essentiellement sur les produits agricoles et pastoraux. Les produits agricoles sont essentiellement composés de céréales (sorgho, petit mil), des oléagineux (arachide) et des protéagineux comme le niébé. Ce dernier constitue la principale culture commerciale. En plus de ces cultures annuelles, les cultures maraîchères (tomates, choux, courges et courgettes) se sont développées et participent pleinement à l'essor économique du village. Les produits d'élevage sont constitués de bovins, d'ovins, de caprins et surtout de la volaille (poules, pintades). Les transactions se font de façon directe sans organisation réelle du marché avec les commerçants venant des grands centres urbains comme Ouagadougou, Ziniaré et des pays voisins particulièrement du Ghana, du Togo et du Bénin.

II. Méthodologie

2.1. Evaluation des perceptions des producteurs sur les changements climatiques et inventaire de leurs techniques d'adaptations

2.1.1. Présentation de la fiche d'enquête

La fiche d'enquête (annexe 9) comprend les rubriques suivantes :

- i) la typologie des exploitations (économie de la concession, les équipements, la taille de la concession, de l'exploitation, le revenu extra agricole, etc.) ;
- ii) les caractéristiques socio-économiques des exploitations (membres de l'exploitation, les principales activités au sein de l'exploitation, les raisons et les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de ces activités) ;
- iii) la description des systèmes de culture des paysans ;
- iv) les types d'intrants utilisés par les producteurs ;
- v) les techniques de restauration de la fertilité des sols ;

- vi) les flux de matières organiques des différentes exploitations (flux entrants et sortants) ;
- vii) la dynamique de la végétation ligneuse et herbacée constatée par les paysans ;
- viii) les méthodes et techniques d'adaptation aux changements climatiques des unités de productions ;
- ix) les matériels agricoles et animaux de trait disponibles au niveau de l'exploitation ;
- x) l'évolution des assolements des cultures annuelles au sein des exploitations ;
- xi) les modes de gestion de la terre au sein des unités de production ;
- xii) les causes et les conséquences de la variation de la production des cultures annuelles constatées par les paysans ;
- xiii) la description du climat et de son évolution durant les dix dernières années ;
- xiv) les migrations saisonnières de travail des membres des unités de productions (période de juin 2008 - mai 2009) ;

En sus de ces différents paramètres, la fiche d'enquête comprend une partie description du terroir (nom du terroir, taux de natalité, surface, type de climat, latitude, longitude).

Comment vous évaluez ceci

à l'échelle du terroir ou es-ils toujours type de climat ?

2.1.2. Choix des exploitations

Le choix des chefs d'exploitation (CE) pour les enquêtes de terrains a été fait de manière aléatoire dans le village de Donsin sans au préalable différencier ceux qui pratiquent ou non des techniques de CES/DRS. Ce choix aléatoire a permis de toucher toutes les catégories sociales du village. C'est ainsi que nous avons mené des investigations auprès de 69 chefs d'exploitation.

pour faire le chiffre.

2.1.3. Collecte des données

La collecte des données s'est déroulée par un échange direct avec chaque producteur suivi des observations sur le terrain. En outre certaines informations sur le terroir ont été recueillies suite à des entretiens auprès des chefs coutumiers, des agents administratifs et sanitaires de Donsin.

Ceci fait un chiffre

Comment ceci - Pourquoi l'expérimentation n'est faite qu'après de
celui de ménage et sur 69 -

2.1.4. Paramètres évalués

Pour mieux percevoir la vision des producteurs sur les changements climatiques et leurs différentes techniques d'adaptation nous avons eu à évaluer les paramètres suivants :

- (i) le taux de paysans qui ont conscience de l'évolution néfaste du climat et la baisse de la fertilité des sols ;
- (ii) le taux d'utilisation des différentes techniques d'adaptation des producteurs ;
- (iii) les intrants organiques et minéraux associés aux techniques utilisées pour la production des cultures annuelles. *quantité ou qualité ?*

2.2. Etude des effets des différents composts sur les rendements du sorgho et la fertilité des sols

2.2.1. Matériels

2.2.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a été le sorgho, variété *Sariasso 11* dont le cycle de production est de 100 à 105 jours. Son aire de culture se situe entre les isohyètes 500 et 700 mm avec un rendement potentiel de 1,3 tonnes.ha⁻¹ en milieu paysan (fiche technique INERA).

2.2.1.2. Composts et urée utilisés

Les six variantes de composts utilisés proviennent des déchets urbains solides issus des ordures ménagères collectées dans la ville de Ouagadougou après 18 semaines de compostage au CET. Les natures et les compositions minéralogiques des différents composts sont consignées respectivement dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1: Nature des différents composts du CET (source : CET Ouagadougou 2009)

Constituants	DA (%)	DC (%)	DV (%)	DA (kg)	DC (kg)	DV (kg)
Composts						
C1	60	0	40	60	0	40
C2	40	20	40	400	20	40
C3	30	30	40	300	30	40
C4	20	40	40	200	40	40
C5	0	60	40	0	600	40
C6	0	0	100	0	0	1000

DA =déchets d'abattoir, DC =déchets de cuisine, DV=déchets verts; C1=compost 1, C2=compost 2, C3=compost 3, C4=compost 4, C5=compost 5, C6=compost 6.

Le compost 6 dans le tableau 1 est le compost composé uniquement de déchets verts ou feuilles d'arbre restent donc pauvres en N avec un C/N très élevé et sont les plus acides de tous les autres composts selon Kaboré (2010).

Tableau 2 : Composition ^{chimique} minéralogique des différents composts

Composts	C_total (%)	M.O (%)	N_total (%)	C/N	P_total mg/kg
C1	36,39	62,74	2,175	17 ✓	1850
C2	39,1	67,41	2,578	15	1732
C3	36,68	63,24	2,596	14	1731
C4	33,51	57,77	2,152	16 ✓	1986
C5	34,39	59,29	2,106	16 ✓	1811
C6	41,51	71,57	1,605	26 ✓	891

C_total = carbone total, M.O.= matière organique ; C/N= rapport carbone sur azote ;
N_total = azote total ; P_total = phosphore total.

Similes ?

Nous constatons dans le tableau 2 que le compost C6 a un rapport C/N plus élevé. Ce rapport est environ 2 fois supérieur à celui des cinq autres composts. Ce compost n'est pas bien décomposé car selon Kaboré (2010) en fin de compostage le rapport C/N décroît pour se stabiliser entre 10 et 15.

L'urée qui a été utilisée est composée de 46% de N. La molécule de l'urée est un carbamide synthétisé par Wohler en 1928. Sa formule chimique est $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

2.2.1.3. Dispositif expérimental et traitements en milieu paysan

Le dispositif expérimental (annexe 1) qui a été mis en place pour chaque répétition est un dispositif en bloc complètement randomisé. Il comprend 14 parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire a une superficie de 20 m² (5 m x 4 m). Les parcelles élémentaires d'une même répétition sont séparées par des allées de 1 m. Les répétitions au nombre de 4 sont des parcelles ayant une superficie de 1000 m² choisis dans un champ communautaire de l'association et délimitées par des cordons pierreux. La répartition des traitements dans chaque parcelle a été réalisée de façon aléatoire.

Pas de
critères ?
→ technique
agricole ?

Les traitements ci-dessous ont été effectués par répétition en milieu paysan :

TA : Témoin absolu (sans apport de compost et/ou de l'urée) ;

T+N : apport de 50 kg .ha⁻¹ d'urée ;

TC₁ : apport de 3 t .ha⁻¹ de C1;

TC₂ : apport de 3 t .ha⁻¹ de C2;

ou ?

- TC₃ : apport de 3 t. ha⁻¹ /ha de C3;
 TC₄ : apport 3 t. ha⁻¹ de C4;
 TC₅ : apport de 3 t. ha⁻¹ de C5 ;
 TC₆ : apport de 3 t. ha⁻¹ de C6;
 TC₁+N : apport 3 t. ha⁻¹ de C1 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée;
 TC₂+N : apport 3 t. ha⁻¹ de C2 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée;
 TC₃+N : apport de 3 t. ha⁻¹ de C3 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée ;
 TC₄+N : apport de 3 t. ha⁻¹ de C4 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée ;
 TC₅+N : apport de 3 t. ha⁻¹ de C5 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée ;
 TC₆+N : apport 3 t. ha⁻¹ de C6 et 50 kg .ha⁻¹ d'urée

*Sur quel critère les diff
apports de 3t sont faits?
recommandat-ils
recherche ou
pour le paysan.*

2.2.2. Conduite des essais en milieu paysan

Les essais ont été conduits chez quatre producteurs membres de l'ASK. *ou?*

Les différentes opérations culturales sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 3 : Récapitulatif des différentes opérations culturales

Opérations	Dates
Semis	14 juillet 2009
Resemis	à la demande selon le taux de levée
Sarclo-binage	à la demande selon le niveau d'enherbement
Application des traitements	04 septembre 2009
Récolte	26 et 27 octobre 2009

*126 de la date
24/11/09*

Le labour sur chaque parcelle a été effectué perpendiculairement à la pente. Le mode d'épandage a été du type zaï (en localisation par poquet). Les écarts de semis ont été de 0,40 m entre les poquets et 0,80 m entre les lignes.

2.2.1. Paramètres étudiés

2.2.1.1. Evaluation des rendements du sorgho

L'évaluation des rendements du sorgho a concerné uniquement les productions de pailles qui ont été séchées au soleil pendant 37 jours. Après le séchage au soleil, un contrôle à l'étuve (105°C) d'échantillons de tiges jusqu'à atteindre un poids constant a permis de confirmer l'état sec des pailles. Les pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance à aiguille (marque Salter model 2356s de capacité 25 kg avec une précision de 100 g). Les rendements moyens en paille ont été déterminés et extrapolés à l'ha.

2.2.1.2. Analyse des sols

2.2.1.2.1. Prélèvements des échantillons de sols

Les échantillons de sols ont été prélevés suivant la diagonale de chaque parcelle élémentaire dans les profondeurs 0-10 cm et 10-20 cm avant l'application des traitements et après les récoltes. Pour chaque profondeur, trois échantillons de sols ont été prélevés pour former un échantillon composite. Nous avons de ce fait réalisé 14 échantillons de sol pour les profondeurs 0-10 cm et 14 autres échantillons pour les profondeurs 10-20 cm soit un total de 28 échantillons sur chaque parcelle (champ). Le nombre total des échantillons prélevés a été de 224. Les prélèvements avant l'application des traitements ont eu lieu du 26 au 28 août 2009. Les prélèvements post récolte ont eu lieu le 18 janvier 2010.

2.2.1.2.2. Analyses chimiques des échantillons de sols

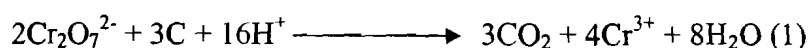
Les analyses chimiques ont été faites au laboratoire Sol-Eau-Plante du Programme GRN-SP/Ouest de l'INERA (Bobo Dioulasso). Les échantillons de sols prélevés dans les traitements TC1, TC2, TC6, TA, TC1+N, TC2+N, TC6+N, et T+N ont été choisis pour les analyses de laboratoire. Ce choix a privilégié les meilleures parcelles où la production de biomasse a été forte malgré les conditions climatiques néfastes. Ces analyses de sols ont concerné 48 échantillons de sol prélevés dans les profondeurs 0-10 cm soit 24 échantillons post récolte et leurs correspondances avant l'application des traitements. Chaque échantillon de sol a été tamisé à 2 mm, ensuite broyé à 0,5 mm. Les fractions 0,5 et 2 mm ont été utilisées pour les analyses.

✓ Mesures du pH eau des sols

Le pH eau a été mesuré à partir d'une solution d'eau distillée dans un rapport masse/volume égale à 1g/2,5 ml. Les lectures ont été faites directement à l'aide d'un pH-mètre numérique de marque WTW (Microprocesseur, pH 539).

✓ Dosage du carbone total et de la matière organique

Le carbone total a été déterminé par la méthode Walkey-Black. Le carbone organique est oxydé par du bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en excès et en milieu sulfurique. Le bichromate oxyde le carbone en gaz carbonique. La quantité réduite est proportionnelle à la teneur en carbone. L'équation globale de réaction est la suivante :



et sous sa forme moléculaire elle devient



L'excès du bichromate est ensuite titré par une solution de sel de Mohr ($\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_4)_2$) en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu-foncé au bleu-vert. Cette oxydation étant incomplète (en %) les résultats sont corrigés en multipliant par le facteur 100/75. Le taux de matière organique se calcule ainsi :

Taux de matière organique = taux de carbone x 1,724 (ce facteur vient du fait que l'on estime que la matière organique du sol contient en moyenne 58% de carbone).

✓ Dosages de l'azote total et du phosphore total

L'azote total a été dosé par la méthode Kjeldhal. Elle consiste en une 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 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Les nitrates et les nitrites ne sont pas convertis. L'azote ammoniacal est obtenu par des mesures colorimétriques automatiques.

Le phosphore total est également obtenu par des mesures colorimétriques automatiques qui s'effectuent en même temps que celles de l'azote total.

✓ Dosage du phosphore assimilable

La méthode qui a été utilisée est la Méthode BRAY1. Le phosphore est extrait avec une solution mixte de fluorure d'ammonium (0,03 M) et d'acide chlorhydrique (0,025 M). Cette solution permet l'extraction du phosphore acido-soluble, une grande fraction du phosphore lié au calcium, une partie liée à l'aluminium et au fer. Le fluorure d'ammonium dissout les phosphates de fer et d'aluminium en formant des complexes avec ces métaux en milieu acide. Cette méthode a été largement utilisée sur les sols acides.

2.3. Essai en vase de végétation

2.3.1. Matériels

2.3.1.1. Pots, sols, composts et culture utilisés

Vingt huit pots contenant 1 kg de sols prélevés sur les différentes parcelles expérimentales du site d'étude ont été utilisés. Les six variantes de composts CET (C1, C2,

3 répétitions par type de compost ?

C3, C4, C5, C6) ont servi d'amendement. La culture qui a été utilisée est le sorgho, variété *Sariasso 11*.

2.3.1.2. Dispositif expérimental et traitements

Les traitements ont été les suivants : TA : Témoin Absolu (sans apport de compost) ; TC₁ : apport de 3 t.ha⁻¹ de C1 ; TC₂ : apport de 3 t.ha⁻¹ de C2 ; TC₃ : apport de 3 t.ha⁻¹ de C3 ; TC₄ : apport de 3 t.ha⁻¹ de C4 ; TC₅ : apport 3 t.ha⁻¹ de C5 ; TC₆ : apport de 3 t.ha⁻¹ de C6. Nous avons réalisé 4 répétitions (annexe 2).

2.3.2. Conduite de l'essai en vase de végétation

2.3.2.1. Détermination de la capacité au champ

La capacité au champ (CAC) du sol de l'essai de Donsin a été déterminée avant la mise en place de l'essai en vase de végétation. Le fond de pot est troué et fermé avec une grille moustiquaire en nylon de maille inférieure à 2 mm. Le poids sec Ps est déterminé. Ensuite, la terre a été saturée d'eau et nous avons laissé le pot de terre se ressuyer pendant 24h. Le poids humide Ph est ainsi déterminé. En appliquant la formule $CAC = (Ph - Ps) / Ps$, la capacité au champ a été de 0,150 kg d'eau par kg de sol soit 150 ml pour les sols de Donsin.

Est-ce une moyenne? Si oui, quel type.

2.3.2.2. Opérations réalisées

Les différents composts ont été apportés dans les pots contenant 1 kg de sol. A l'issue de cet apport, l'ensemble sol+ compost a été humidifié et les semis de sorgho ont été réalisés le lendemain (26 janvier 2010). Les pots après semis sont arrosés les matins et les soirs. La quantité d'eau a souvent varié légèrement suivant le degré d'ensoleillement constaté, le stade végétatif et l'état hydrique des plantes. Les hauteurs des plantes de sorgho ont été mesurées après les 25^{ème} et 50^{ème} jours de semis. Les pailles et les biomasses racinaires ont été récoltées après 50 jours de semis. L'essai a duré 50 jours.

à la fin de l'essai

vous introduirez le un facteur nouveau.

2.3.2.3. Paramètres évalués

(i) Hauteurs des plantes

Les mesures ont été effectuées de la base du collet au dernier nœud avec un ruban métrique. Nous avons ensuite déterminé les valeurs moyennes des mesures effectuées selon les dates et les traitements.

Le bœuf en eau de cette variété sont...

par quoi de quoi?

(ii) Biomasses aérienne et racinaire

Les pailles ont été séparées des racines lors des récoltes à partir de la base des collets des différentes plantes. Les racines ont été récoltées après dépotage, trempage dans de l'eau et récupération à l'aide d'un tamis de 2 mm. Les pailles et les biomasses racinaires ont été étiquetées par traitement, séchées à l'étuve à 105°C jusqu'à atteindre un poids constant. Elles ont été ensuite pesées à l'aide d'une balance électronique (marque Mettler AE 200, capacité maxi 205 g). Après les pesées nous avons effectué les moyennes des poids des pailles par traitement.

2.4. Analyses statistiques des résultats

Les analyses statistiques des résultats ont été réalisées par les logiciels Minitab et SPSS version 13. Les procédures utilisées ont été l'analyse de la variance (ANOVA) et la séparation des moyennes par le test de Student Newman-Keuls. Les histogrammes et les tableaux ont été construits avec le logiciel Microsoft Excel 2003. Les interprétations des caractéristiques chimiques des sols ont été faites selon les normes du BUNASOLS (1990).

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Perception des producteurs sur les changements climatiques et les techniques d'adaptations mises en œuvre

1.1. Caractéristiques socio-économiques des exploitations

Les caractéristiques socio-économiques des ~~chefs~~ d'exploitations agricoles investigués sont consignées dans le tableau 4.

Tableau 4: Caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles du village de Donsin

Caractéristiques socio-économiques		
Paramètres évalués	Proportions de réponses (%)	
Répartition genre	Hommes	53,50
	Femmes	46,50
Activités principales	Agriculture	89,80
	Agro-pastoralisme	15,20
Cultures annuelles	Sorgho	40,10
	Mil	37,20
	Niébé	21,50
	Maïs	0,60
	Arachide	0,60

exploit. ou 23 chef d'exploit.

chef de femme chef d'exploit. elles sont mariées. Quel est leur statut. c'est pour un chef d'exploit.

OK

Sur les 69 exploitations agricoles investiguées, 424 individus ont été recensés au total. La répartition par genre est de 53,50% d'hommes et 46,50% de femmes. Les principales activités menées par les producteurs sont l'agriculture et l'agro-pastoralisme. Ces activités sont prioritairement menées car ils représentent les principales sources d'alimentation et de devises des producteurs. Les cultures annuelles sont majoritairement composées du sorgho, du mil et du niébé. Le sorgho et le mil sont les principales cultures vivrières du village ce qui expliquerait leur forte production. Le niébé, en plus de son rôle alimentaire est la principale culture véritable commercialisée par les producteurs. Le maïs et de l'arachide sont faiblement produits car ils entrent peu dans leurs habitudes alimentaires des paysans.

1.2. Indicateurs des changements climatiques selon les producteurs

Les indicateurs des changements climatiques selon les producteurs sont présentés dans le tableau 5. Les principaux indicateurs sont les changements observés sur les végétaux, la baisse de la production agricole et l'abandon de certaines pratiques culturelles.

Tableau 5 : Indicateurs de changements climatiques selon les producteurs

Indicateurs	Proportions de réponses (%)
Transformations observées sur les végétaux	100%
Baisse de la production agricole	99%
Abandon de pratiques culturales	98%

1.2.1. Transformations observées sur les végétaux

Les changements observés sur les végétaux par les producteurs suite aux changements climatiques sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Transformations observées sur les végétaux

Nature des changements	Proportions de réponses (%)
Disparitions d'espèces	40
Dessèchement d'espèces	26,3
Rabougrissement des végétaux	12,6
Modification du cycle phénologique	8,4
Apparitions d'espèces	4,20
Baisse de la fructification	3,2
Changement de couleur	1,1
Pas de réponse	4,2

Il ressort des investigations que toute la population (100%) est consciente de l'évolution néfaste du climat qui influence les comportements des végétaux ou leur diversité. Les résultats montrent que les changements climatiques affectent les végétaux et se traduisent principalement par la disparition des espèces, leur dessèchement, leur rabougrissement ou la modification du cycle phénologique. Par ailleurs une faible proportion des producteurs lie l'apparition de nouvelles espèces et la baisse de la fructification aux changements climatiques.

1.2.1.1. Appauvrissement de la flore ligneuse

Les producteurs lient l'appauvrissement de la flore ligneuse aux changements climatiques (tableau 7).

Tableau 7 : Perceptions des producteurs sur l'appauvrissement des espèces ligneuses suite aux changements climatiques

Perceptions	Proportions de réponses (%)
Climat	46,4
Pression anthropique/climat	21,7
Pression anthropique	14,5
Pression anthropique/Elevage/climat	4,3
Elevage/Climat	2,9
Pas de réponse	10,1

L'appauvrissement des espèces ligneuses est majoritairement attribué au climat et à l'association climat/pression anthropique par les exploitations. Les causes liées à la pression anthropique, aux associations entre l'élevage et le climat et entre l'élevage, climat et la pression anthropique restent cependant faibles. Seulement 10,10% des producteurs investigués n'ont pas donné de réponse.

Les espèces ligneuses disparues les plus citées par les producteurs sont entre autres *Parkia biglobosa* (24,8% des chefs d'exploitations), *Vitellaria paradoxa* (23,2%), *Trichilia emetica* (7,3%), *Lannea microcarpa* (6,3%), *Mitracarpus villosus* (5,5%), *Gardenia erubescens* (3,60%), *Ximenia americana* (2,5%). Les espèces rares les plus citées sont : *Detarium microcarpum* (7,6%), *Acacia machrostochya* (3,8%), *Kaya senegalensis* (2,5%), *Piliostigma reticulatum* (2,5%), *Bombax costatum* (2,5%), *Annona senegalensis* (2,5%), *Guiera senegalensis* (2,5%).

1.2.1.2. Appauvrissement de la flore herbacée

Les différentes causes de la disparition des espèces herbacées sont prioritairement le climat, l'association entre l'élevage et le climat et les pressions diverses sur les ressources naturelles (tableau 8).

Tableau 8 : Perceptions des producteurs sur les causes de l'appauvrissement de la flore herbacée suite aux changements climatiques

Perceptions des producteurs	Proportions de réponses (%)
Climat	40,6
Elevage/Climat	21,7
Pression anthropique/climat	13
Pression anthropique	7,2
Elevage	5,8
Pression anthropique/Elevage/climat	5,8
Pression anthropique/Elevage	1,4
Pas de réponse	4,3

Les espèces herbacées disparues les plus citées sont : *Adropogon gayanus* (68,6%), *Andropogon canaliculatus* (43,7%), *Cymbopogon giganteus* (37,7%) et *Cymbopium schoenanthus* (20,2%).

Les espèces nouvelles apparues citées par les producteurs ont été la plupart composées d'espèces exotiques à savoir *Azadirachta indica* (50% des chefs d'exploitations), *Eucalyptus*

camadullensis (27,9%), *Acacia nilotica* et *Acacia siamea* (15%), *Mangifera indica* (2,3%), *Psidium guajava* (1,2%).

Les pertes de ces espèces ligneuses et herbacées reconnues par les populations suite aux aléas climatiques, montrent que celles-ci ont pris conscience de l'évolution néfaste du climat. La baisse de la pluviométrie et la dégradation des sols par l'érosion hydrique et éolienne ont eu un impact négatif sur le couvert végétal avec comme conséquence, la disparition plus ou moins irréversible de certaines espèces végétales. Par ailleurs selon Hien et al. (2004), la forte croissance démographique (3% par an) et l'accroissement du bétail après les années de sécheresse, influencent la pression sur les ressources naturelles, notamment les ressources en terres et en bois. La disparition des végétaux perçue par les populations accentue le ruissellement et l'aridité des terres.

1.2.2. Perception des producteurs sur la baisse de la production agricole des dix dernières années suite aux changements climatiques

Tableau 9: Raisons de la baisse de la production agricole

Raisons de la baisse de la production	Proportions de réponses (%)
Sécheresse	51,5
Baisse de la fertilité des sols	40,4
Erosion	3
Manque de fumure organique	1
Manque de jachère	1
Manque de fertilisant	2

Selon les producteurs, la baisse de la production agricole est liée en grande partie à la sécheresse et à la baisse de la fertilité des sols. Les raisons liées à l'abandon de la jachère, à l'érosion des sols, au déficit de la fertilisation minérale ou organique sont faibles. En effet, la baisse de la production agricole dont les causes sont liées à la sécheresse (51,10%), à la baisse de la fertilité des sols (40,4%) montre comment les populations sont renseignées et vivent la régression de la pluviométrie et l'aridité des sols dans leur milieu.

1.2.3. Abandon de certaines pratiques culturales

Les pratiques culturales abandonnées par les producteurs suite aux changements climatiques sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Abandon de certaines pratiques culturelles par les producteurs suite aux changements climatiques

Pratiques culturelles	Proportions de réponses (%)
Jachère <i>Ceci est un acte de</i>	84,1%
Paillage avec graminées de brousse	13,9%
Pas de réponses	2%

La pratique traditionnelle de la jachère pour la restauration de la fertilité des sols est abandonnée par la plupart des producteurs suite aux pressions anthropiques et foncières. Cette situation entraîne des défrichements extensifs favorisant l'avancée du désert et la surexploitation des terres. Cela entraîne un appauvrissement du milieu qui est rarement compensé par l'apport d'éléments fertilisants. Il en résulte une extension des superficies cultivées dont une exploitation des terres marginales qui ne peuvent fournir que de faibles rendements (Roose, 1994 ; Hien et al, 2004). La réduction de ces jachères a influencé négativement l'usage de la technique du paillage pour restaurer le milieu. L'abandon de la technique du paillage avec les graminées de brousse par les producteurs serait lié à la disparition de ces graminées à cause de la sécheresse.

1.3. Techniques d'adaptations des producteurs

La figure 6 montre les taux d'utilisation de différentes techniques d'adaptation des producteurs face aux ^{effets} changements climatiques.

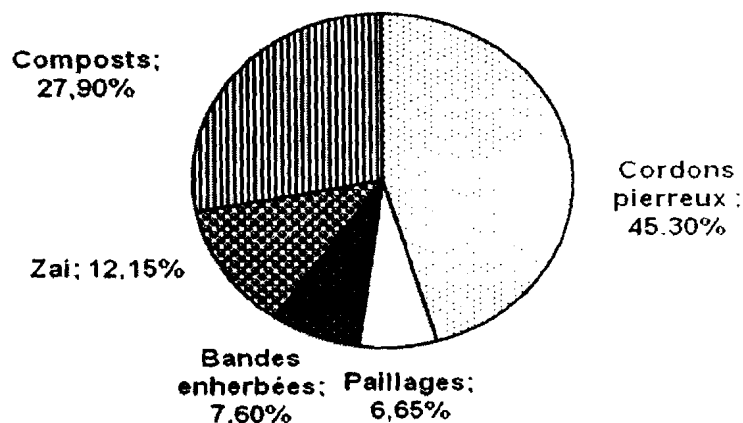


Figure 6 : Proportion des différentes techniques d'adaptation des producteurs

Ces techniques d'adaptation pratiquées dans le village sont constituées prioritairement des cordons pierreux, de l'usage du compost, de la pratique du zaï, des bandes enherbées et le paillage. Les cordons pierreux sont les plus pratiqués car ils sont endogènes et les producteurs ont bénéficié également d'appui technique pour leur mise en œuvre. Le compost est la principale fumure organique utilisée car il est économiquement accessible aux producteurs et a été introduit par le biais de l'association ASK en offrant du matériel aux paysans pour la fabrication et la consolidation des fosses compostières. Le zaï est une pratique exogène faiblement pratiquée. Certains producteurs justifient cela par la difficulté de la mise en œuvre de cette technique qui nécessite un travail pénible. Le paillage avec les résidus de culture et les bandes enherbées sont peu pratiqués. Les bandes enherbées sont faiblement utilisées suite à l'indisponibilité des graines des espèces sauvages pour leur mise en œuvre. Les résidus de récolte servent au compostage, à l'alimentation du bétail et à l'énergie familiale ce qui expliquerait le faible taux de la pratique du paillage par les producteurs. Les engrais chimiques ne sont pas utilisés sur les cultures annuelles. L'inaccessibilité de ces engrais à cause de leur coût élevé pourrait expliquer leur non utilisation sur les cultures annuelles.

1.4. Conclusion partielle

Les investigations socio-économiques ont montré que les producteurs ont conscience de l'évolution néfaste du climat et de la baisse de la fertilité des sols. Ils perçoivent cela par : (i) les phénomènes néfastes observés sur la végétation; (ii) la baisse de la production agricole depuis les dix dernières années ; (iii) l'abandon de certaines pratiques culturelles tels que la jachère, le paillage avec les graminées de brousse. Ces différentes transformations constatées par les producteurs sont en premier lieu liées aux changements climatiques. Ces derniers rendent stériles les écosystèmes et accentuent l'aridité des sols. Les techniques d'adaptation des producteurs du village de Donsin sont constituées des cordons pierreux pratiqués par 45,3% des chefs d'exploitation, l'usage du compost (27,90%), la pratique du zaï (12,15%), les bandes enherbées (7,60 %), et le paillage 6,65%.

Par ailleurs, il faut noter l'absence de certaines pratiques tels que l'usage de semences améliorées, des demi-lunes, l'agriculture de conservation, l'usage des engrais chimiques sur les cultures annuelles. Ces dernières verront probablement le jour dans le village vu la translation des isohyètes du nord vers le sud du pays.

et pour finir vous en parlez dans votre synthèse bibliographique.

II. Effets des différents traitements de fumure organiques sur les rendements du sorgho en milieu paysan

Le semis tardif conjugué aux poches de sécheresse des mois de septembre et d'octobre ont constitué des contraintes pour une bonne décomposition des composts après leur épandage. Ainsi les apports de composts n'ont pas influencé favorablement le développement des cultures et le remplissage des grains. Partant de là les rendements grains n'ont pas l'objet de la présente étude.

Les rendements moyens en paille du sorgho par traitement en milieu paysan sont illustrés par la figure 7.

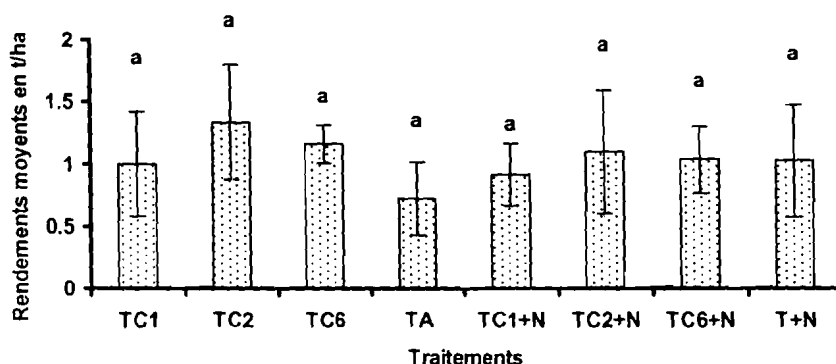


Figure 7 : Rendements moyens en paille du sorgho par traitements en milieu paysan

(Les barres sur les histogrammes constituent les écarts types des différentes moyennes. Les lettres identiques sur les barres constituent les groupes de moyennes statistiquement homogènes).

Les rendements moyens en paille du sorgho en fonction des traitements sans apport d'urée ont varié de 0,77 t/ha sur le traitement TA, à 1,33 t/ha dans le cas du traitement TC2 (figure 7). La tendance générale de l'effet des différents traitements montre qu'en termes de productivité moyenne en paille du sorgho le traitement TC2 a influencé la plus forte production (1,33 t/ha) suivi respectivement de TC6 (1,15 t/ha), TC1 (0,99 t/ha) et de TA (0,77 t/ha). Les gains en rendements paille par rapport à TA des traitements TC1, TC2 et TC6 sont dans l'ordre respectif de 27%, 46% et de 37%.

Les apports d'urée dans les composts n'ont eu un impact considérable sur les rendements moyens qui ont varié de 0,90 t/ha à 1,09 t/ha. D'une manière générale, la forte production moyenne de pailles a été observée dans le cas du traitement TC2+N (1,09 t/ha) suivi respectivement des traitements TC6+N (1,03 t/ha), T+N (1,02 t/ha) et TC1+N (0,90

t/ha). Seul le traitement TC2+N a favorisé un gain en rendement paille de 6 % par rapport T+N.

Tous les traitements constitués de compost couplé à l'urée n'ont pas enregistré de gains en rendements par rapport à leur usage sans facteur urée. Par ailleurs le traitement T+N a induit une augmentation du rendement moyen en paille de 29% par rapport à TA.

L'analyse statistique de la variance des rendements en paille de sorgho au seuil de 5 % a montré qu'il n'y a pas de différences significatives. A

Les effets de la fumure organique et organo-minérale sur les rendements et sur la fertilité des sols ont été montrés en station et en milieu paysan à travers de nombreuses expérimentations dans le Plateau Central notamment à Saria, dans la province du Yatenga et du Bam (Dugué, 1989 ; Sedogo, 1993 ; Sedogo et al, 1995 ; Zombré, 2003). ^{sur} Les résultats indiquent un impact positif des fumures organiques ou organo-minérales sur les rendements agricoles. Par ailleurs, les résultats des tests menés à Bambey au Sénégal par Ganry et Feller (1977) ^{est} montrant que la présence simultanée d'azote et de compost accroît la production végétale notamment celle des racines en particulier et permet d'augmenter les apports de MO du sol sous forme de résidus de racines. A

Par contre à l'issue de notre test en milieu paysan, l'usage des fumures organiques et organo-minérales n'a pas influencé significativement les rendements en paille du sorgho. Cela pourrait s'expliquer par la faible décomposition des composts et la non dissolution de l'urée suite à la mauvaise pluviométrie enregistrée après l'application des traitements. Cet état de fait a favorisé un stress hydrique et nutritionnel sévère des plantes de sorgho. Les gains en rendements paille qui ont été constatés sur quelques traitements par rapport au témoin absolu ou à l'apport d'urée simple seraient plutôt dus à la présence des îlots de fertilité qui ont été constatés avant l'application des traitements. Ces gains parcellaires ont influencé de ce fait les valeurs moyennes.

III. Effets des apports de fumure sur les caractéristiques chimiques des sols

3.1. Effets des traitements sur l'évolution du pH eau des sols

Le pH eau désigne le degré de l'acidité de la solution du sol à savoir la quantité d'ions H^+ de cette solution.

La figure 8 montre l'évolution moyenne du pH eau en fonction des traitements.

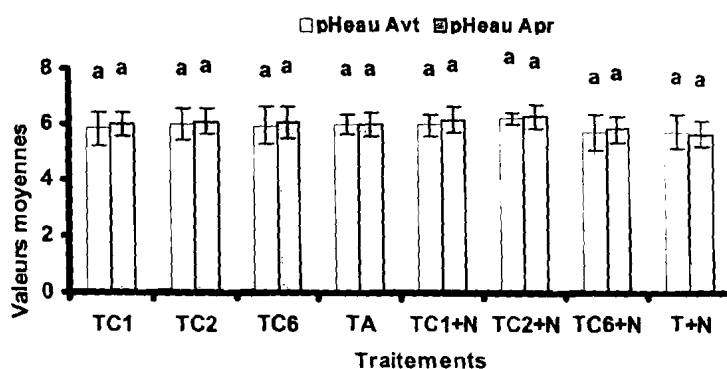


Figure 8 : Evolution des valeurs moyennes du pHeau des sols (*Avt.* = avant l'application des traitements ; *Apr.* = après les récoltes)

Le constat général est le faible relèvement du pH eau des sols qui ne varie pas significativement malgré l'application des composts.

Selon les normes du Bureau National des sols (BUNASOLS, 1990), les valeurs moyennes des pH eau avant l'application des traitements sont comprises entre les valeurs élevées et très élevées. Ces valeurs restent toujours comprises entre ces mêmes normes après les récoltes.

3.2. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en carbone total des sols

L'évolution moyenne des teneurs en carbone total des sols selon les traitements est illustrée par la figure 9.

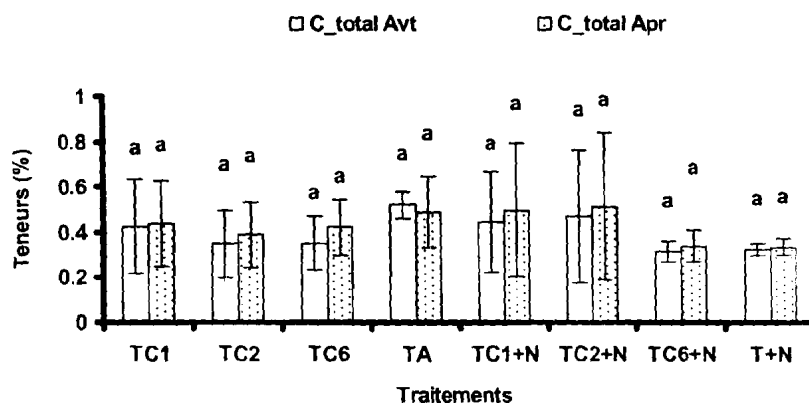


Figure 9 : Evolution moyenne des teneurs en carbone total des sols

Les teneurs moyennes en carbone total des sols varient de 0,31 à 0,52% au début de la campagne agricole et sont comprises entre 0,33 et 0,51% après les récoltes. L'analyse

statistique de la variance et le test de Student Newman Keuls au seuil de 5 % n'a pas montré de différences significatives entre ces teneurs moyennes en carbone total des sols avant l'application des traitements et après les récoltes.

3.3. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en azote total des sols

La figure 10 montre l'évolution moyenne des teneurs en azote total des sols selon les différents traitements.

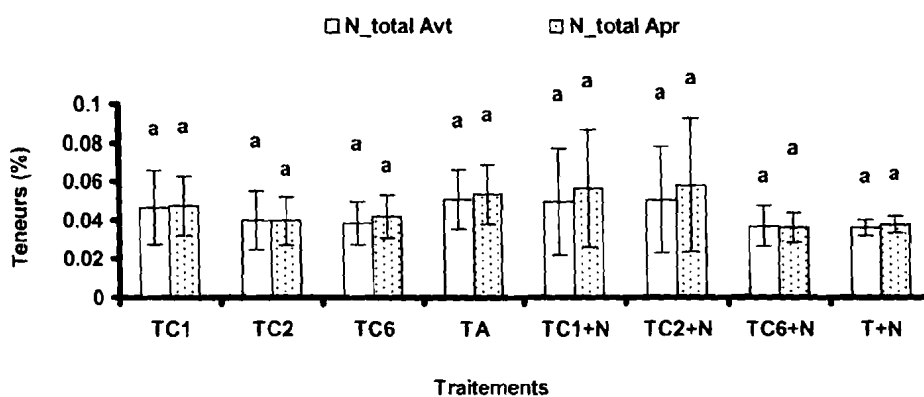


Figure 10 : Evolution moyenne des teneurs en azote total des sols

Selon les normes d'interprétation des analyses chimiques du BUNASOLS (1990), les teneurs moyennes des sols en azote total avant et après l'application des traitements sont faibles (0,03 à 0,06%). L'analyse statistique n'a pas montré pas de différences significatives entre les teneurs moyennes en azote total des sols avant les traitements et après les récoltes.

3.4. Effets des traitements sur l'évolution des teneurs en phosphore total et en phosphore assimilable des sols

Les figures 11 et 12 illustrent l'évolution des teneurs moyennes en phosphores total et assimilable des sols en fonction des traitements.

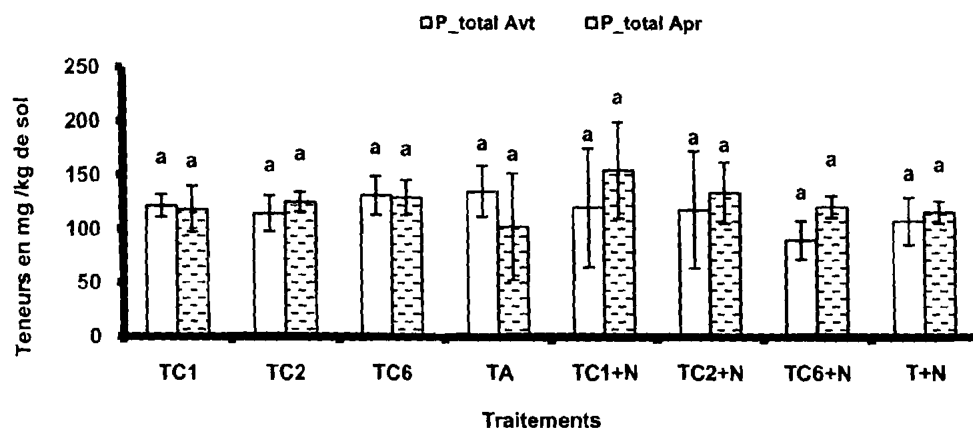


Figure 11 : Evolution moyenne des teneurs en phosphore total des sols

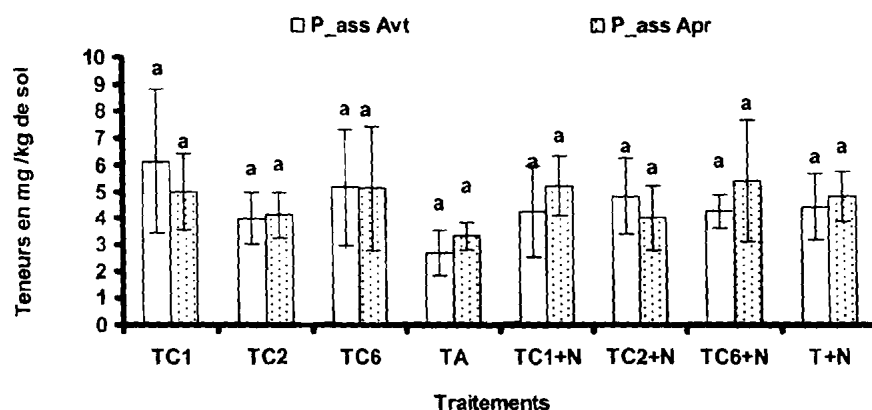


Figure 12 : Evolution moyenne des teneurs en phosphore assimilable des sols

Les teneurs moyennes en phosphore total des sols avant l'application des traitements varient entre $90,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ et $135,33 \text{ mg.kg}^{-1}$. Ces valeurs sont comprises entre $102,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ et $155,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ après les récoltes. Les teneurs moyennes en phosphore assimilable des sols avant l'application des traitements sont comprises entre $2,66$ et $6,10 \text{ mg.kg}^{-1}$. Ces valeurs sont comprises entre $3,30$ à $5,39 \text{ mg.kg}^{-1}$ après les récoltes.

L'analyse statistique de la variance au seuil de 5 % n'a pas montré pas de différences significatives entre les teneurs moyennes en phosphore total ou assimilable des sols avant les applications des traitements et après les récoltes.

3.5. Discussion

Les différences non significatives observées entre les différents paramètres chimiques des sols avant l'application des traitements montrent l'homogénéité des parcelles. Les différences non significatives observées après les récoltes pourraient s'expliquer par les faibles incorporations et décompositions des composts et la non dissolution de l'urée. Cette faible décomposition serait corrélée au stress hydrique des sols sur les différentes parcelles après l'application des composts. En effet, le cumul pluviométrique sur le site d'étude en 2009 a été de 608,8 mm. Celle-ci a été inférieure à la moyenne des 30 ans (683,1 mm). Le mois le plus pluvieux a été le mois d'août avec 214,1 mm d'eau. Les pluies se sont réellement installées à partir du mois d'avril mais les semis sur les différentes parcelles ont été réalisés tardivement (mois de juillet). La pluviométrie n'a pas été régulière car des poches de sécheresse de 27 et 28 jours ont été enregistrées respectivement aux mois de septembre et d'octobre après l'application des traitements. Les cultures n'ont reçu que 25,8 mm d'eau pour le mois de septembre et 36,0 mm pour le mois d'octobre, ce qui correspond à des moyennes mensuelles respectives de 0,86 mm et 1,2 mm. Par ailleurs les quantités d'eau tombées ont été de 64,7 mm, 12,5 mm, 3,2 mm, 4,2 mm pour respectivement le 31 août et les 14, 21 et 27 septembre. Les 11, 13 et 14 octobre ont enregistré dans l'ordre respectif 17,1 mm, 12,8 mm, 6,1 mm d'eau (annexe 8). Cette mauvaise répartition associée aux faibles quantités d'eau enregistrées a concouru au stress hydrique des sols qui a eu pour conséquence, un faible processus de décomposition et de minéralisation des composts par les microorganismes du sol. Selon N'Dayegamiye (2007) l'activité des microorganismes est faible dans les conditions de sol sec.

3.6. Conclusion partielle

Les traitements n'ont pas influencé de manière significative les rendements moyens en paille du sorgho et les paramètres chimiques des sols. Les rendements agricoles et les teneurs en éléments minéraux non significatifs observés sont liés à la faible incorporation et décomposition des composts ainsi qu'à la non dissolution de l'urée à cause d'une mauvaise pluviométrie après l'épandage des traitements. L'eau a été de ce fait le facteur limitant pour notre test en milieu paysan.

IV. Effets des apports de fumure sur les rendements du sorgho de l'essai en vase de végétation

L'objectif de cet essai est d'apprécier l'impact des six variantes de compost du CET de Ouagadougou sur quelques paramètres agronomiques (croissance caulinaire et rendement en biomasse du sorgho). En effet sur le terrain, la poche de sécheresse enregistrée cette année sur notre site a affecté négativement la décomposition des composts. Nous avons jugé nécessaire de conduire cet essai en vase de végétation qui nous permettra d'apprécier l'impact de chaque compost sur le sorgho.

4.1. Effets sur la hauteur des plantes du sorgho

Les hauteurs moyennes de sorgho ont été mesurées les 25^{ème} et 50^{ème} jours après les semis. Les résultats sont présentés sur les figures 13 et 14.

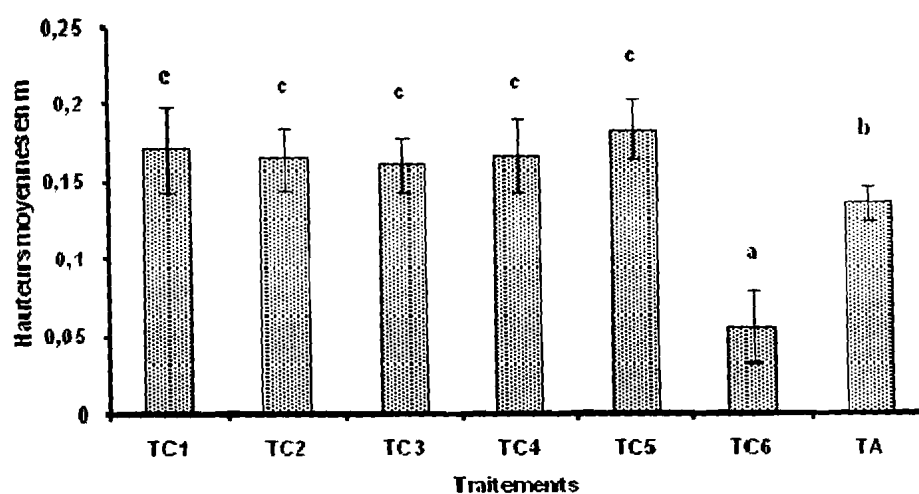


Figure 13: Hauteurs moyennes du sorgho 25 jours après les semis

La figure 13 montre que les hauteurs moyennes du sorgho ont varié de 0,058 m (TC6) à 0,18 m (TC5) à 25^{ème} Jour après les semis. Les gains en hauteurs moyennes des plantes de sorgho à cette date ont été de 19%, 17%, 14%, 17%, 25% pour respectivement les traitements TC1, TC2, TC3, TC4 et TC5 comparativement à TA.

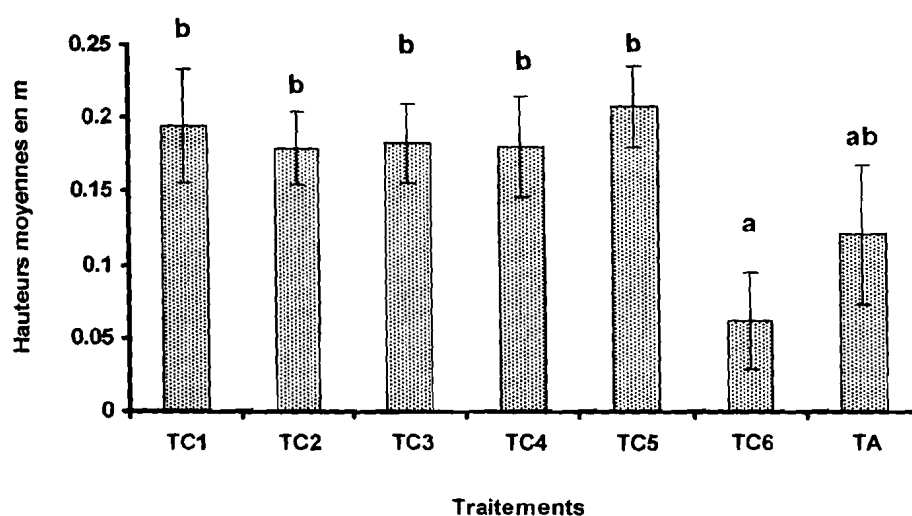


Figure 14 : Hauteurs moyennes du sorgho 50 jours après les semis

La figure 14 montre que les hauteurs moyennes des plantes du sorgho mesurées le 50^{ème} jour après les semis ont été comprises entre 0,06 m (TC6) et 0,21 m (TC5). Les traitements TC1, TC2, TC3, TC4 et TC5 ont enregistré des gains moyens en hauteurs dans l'ordre respectif de 37%, 32%, 33%, 32% et 41% par rapport à TA.

Les hauteurs moyennes du 50^{ème} jour après les semis à l'exception de celle de TA sont supérieures à celles mesurées le 25^{ème} jour après les semis. Le traitement TC6 n'a pas induit une amélioration des hauteurs moyennes des plantes comparativement au témoin absolu pour ces deux mesures.

L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives entre les hauteurs moyennes du sorgho pour les mesures respectives des 25^{ème} et 50^{ème} jours après les semis en fonction des différents traitements.

Aucun intérêt

4.2. Effets des apports organiques sur les rendements en biomasse du sorgho

Les rendements moyens en paille et en biomasse racinaire du sorgho selon les traitements sont présentés respectivement par les figures 15 et 16.

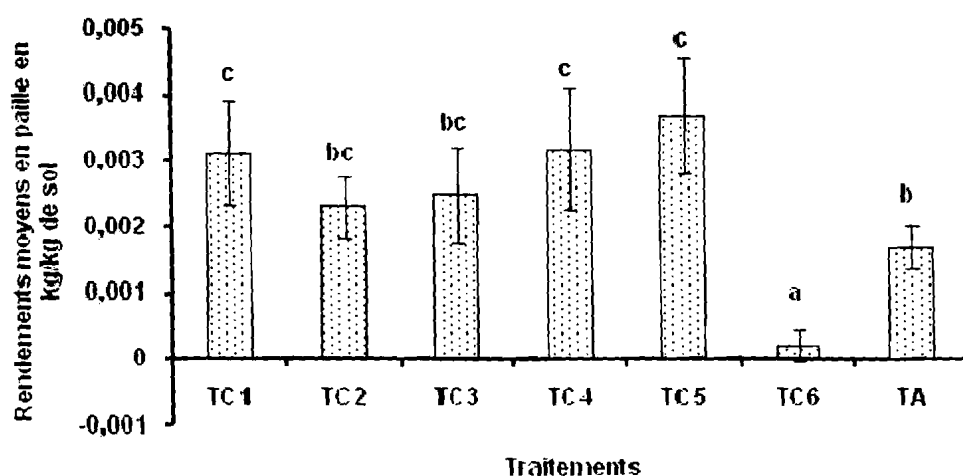


Figure 15: Rendements moyens en paille du sorgho après 50 jours de semis en vase de végétation

Les rendements moyens en paille ont varié de $0,19 \text{ kg.kg}^{-1}$ de sol (TC6) à $3,71 \text{ kg.kg}^{-1}$ de sol (TC5). Les apports de composts ont permis un gain de rendement en paille de 45%, 26%, 31%, 46% et 53% respectivement pour les traitements TC1, TC2, TC3, TC4 et TC5 par rapport au TA.

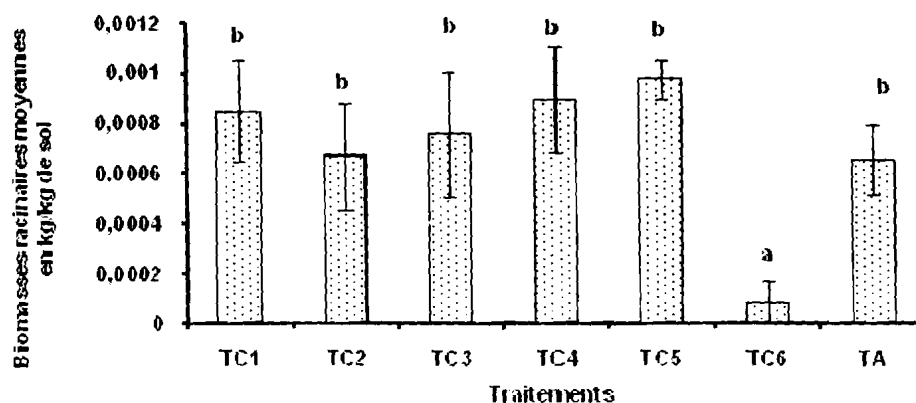


Figure 16 : Rendements moyens en biomasse racinaire du sorgho après 50 jours de semis en vase de végétation.

Les rendements moyens en biomasse du sorgho sont compris entre $0,08 \text{ kg.kg}^{-1}$ de sol (TC6) et $0,95 \text{ kg.kg}^{-1}$ de sol (TC5). Les traitements TC1, TC2, TC3, TC4 et TC5 ont favorisé des gains en biomasse racinaire du sorgho respectivement de 23%, 2%, 13%, 26% et 32% comparativement à TA. Le traitement TC6 n'a pas eu un impact sur les rendements moyens

en paille et en biomasse racinaire par rapport à TA. Ces résultats suivent l'évolution des hauteurs moyennes.

L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives respectivement entre les rendements moyens en paille et entre les rendements moyens en biomasse racinaire du sorgho en fonction des différents traitements.

4.3. Discussion

Les différences hautement significatives entre les rendements moyens du sorgho en fonction des traitements montrent que les traitements ont stimulé de manière différente les rendements moyens du sorgho. Les traitements TC1, TC2, TC3, TC4, TC5 ayant augmenté les rendements du sorgho comparativement au témoin absolu s'expliqueraient par le fait que les composts provenant des déchets urbains solides sont une source de matière organique (Farinet et Niang, 2005), ce qui leur permet d'améliorer les paramètres physico-chimiques et biologiques des sols. Cette amélioration dans le système de relation sol-plante permet de façon directe ou indirecte d'augmenter les rendements des cultures. A cet effet Chotte et *al.* (1997) ont montré que dans le domaine nutritionnel, c'est le compartiment biologique du sol, dont la matière organique est un des aspects, qui importe pour le pilotage de certaines propriétés physiques et la nutrition minérale des plantes. En outre cette matière organique tout en maintenant la stabilité structurale, rend la structure du sol plus perméable à l'eau et à l'air (Soltner, 2003). Elle sert également de support et d'aliment à l'activité biologique et permet le stockage des éléments minéraux qui, sans cela, seraient perdus par lixiviation en raison de la très faible capacité d'adsorption des colloïdes minéraux. Grâce à l'humus du sol apporté par la MO des composts, les microbes et les champignons se multiplient et mettent à la portée des racines des nutriments. Ce pouvoir nutritionnel de ces composts via le sol aurait de ce fait stimulé les gains en rendements du sorgho.

Selon Cissé (1986) cité par Serpantier et Ouattara (2001) et Ouédraogo et *al.* (2007), un rôle non négligeable de l'activité biologique (variant avec la matière organique du sol) est la stimulation du développement racinaire. Cet effet résultant de l'usage des composts expliquerait les gains en biomasse racinaire des plantes de sorgho. Dans ce sens le développement d'un réseau racinaire abondant et profond stabilise de ce fait la structure du sol et améliore la porosité de l'infiltration. Cela favorise la succion et l'assimilation des nutriments par les cultures.

En somme, l'apport de la matière organique augmente le développement racinaire, la résistance à l'érosion, la porosité du sol, l'infiltration de l'eau et la biomasse de l'encroûtement du sol et est une source de nutriments pour la croissance des plantes qui conduit à une augmentation des rendements des cultures.

Par ailleurs les compositions et les teneurs minéralogiques des différents composts pourraient expliquer leurs différents effets induits sur les rendements du sorgho. En effet selon le test d'homogénéité des moyennes de Student Newman Keuls, les hauteurs moyennes du sorgho issues des traitements TA et TC6 sont séparément isolés par à celles des autres traitements ; les rendements moyens paille du sorgho des traitements TC2, TC3 sont statistiquement homogènes de même que ceux issus des traitements TC1, TC4, TC5 ; TA et TC6 restent séparément isolés de ces deux groupes. Les rendements moyens en biomasse racinaire excepté celui du traitement TC6 forment un groupe homogène. Nous pouvons de ce fait dire que le traitement TC6 est totalement différent des autres traitements en matière de gains en rendement du sorgho à l'issue de notre essai en vase de végétation. Nos résultats sont conformes aux tests menés par Kaboré en 2007 et en 2008 à Gampèla ayant montré les effets différents des composts provenant des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou. Dans l'étude, tous les composts à l'exception du compost constitué essentiellement de feuilles d'arbre ou de déchets verts, ont augmenté la hauteur des plants de 6 à 62% (en 2007) et de 34 à 67% (en 2008), comparativement au témoin (Kaboré, 2010). Ce dernier état de fait explique l'effet négatif du traitement TC6 sur les rendements du sorgho car le compost C6 utilisé est constitué uniquement de déchets verts. Ce compost a un rapport C/N égale à 26. Ce rapport est environ 2 fois supérieur à celui des autres composts ($14 < \text{rapport C/N} < 17$). Cela expliquerait la lente minéralisation de ce compost influençant de ce fait les faibles productions du sorgho sous le traitement TC6 comparativement aux autres traitements. A l'issue de cet essai en vase de végétation, le traitement à base de compost de déchets verts et de déchets de cuisine (compost 5) a induit le meilleur gain en rendements du sorgho.

Les études menées par Ganry et Feller (1977) ont montré qu'en l'absence d'azote et de fumure minérale, le compost fonctionne comme une réserve d'éléments nutritifs pour la microflore et secondairement la plante. En effet la synergie compost-urée favorise aussi la croissance des racines et la restitution d'exsudats (Feller et *al.*, 1981 cités par Serpantier et Ouattara, 2001). Dans ce sens l'addition de l'urée aux composts, dans des conditions climatiques normales accroîtrait mieux les rendements du sorgho par rapport à leurs apports simples.

4.4. Conclusion partielle

L'essai en vase de végétation a montré que tous les traitements excepté le traitement à base de compost de déchets verts (compost 6) ont favorisé les gains en hauteurs moyennes, en rendements moyens en paille et en biomasse racinaire du sorgho comparativement au témoin absolu. Nous pouvons donc dire que l'usage des composts C1, C2, C3, C4, C5 comme amendements des sols serait une alternative à l'augmentation des rendements du sorgho. Le traitement à base de compost de déchets verts (C6) n'a pas induit de gains en rendements. Cela pourrait s'expliquer par la lente minéralisation de ce compost.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

A l'issue de cette étude, il ressort des investigations socio-économiques que les paysans de Donsin appréhendent les changements climatiques. Ils justifient les effets néfastes liés à ces changements par les transformations observées sur les végétaux, la baisse de la production agricole et l'abandon de certaines pratiques culturales tels que la jachère et le paillage avec les graminées de brousse. Les techniques d'adaptation des producteurs sont réparties en 5 grands groupes dont les cordons pierreux pratiqués par 45,3% des exploitations, le compost (27,90%), le zai (12,15%), les bandes enherbées (7,60 %), le paillage (6,65%). Ces pratiques d'adaptation montrent que les paysans sont renseignés sur les conséquences des changements climatiques et savent que des mesures de gestion de la fertilité des sols sont nécessaires.

Dans l'optique de cette gestion de la fertilité des sols, un test en milieu paysan a été réalisé en utilisant six variantes de composts issus des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou. Les traitements en milieu paysan n'ont pas influencé de manière significative les rendements moyens en paille du sorgho, le pH eau et les concentrations de carbone total, d'azote total, de phosphore total et de phosphore assimilable des sols. Les réponses non significatives enregistrées seraient liées à la faible décomposition des composts dus à un stress hydrique des sols corrélé à un semis tardif et à une mauvaise pluviométrie. L'eau a été de ce fait le facteur limitant pour ces tests en milieu paysan.

Pour contourner ce facteur limitant, un essai en vase de végétation a été mis en place pour tester les effets des composts sur la productivité du sorgho. A l'issue de cet essai, les composts ont agi différemment sur les hauteurs moyennes, les rendements en pailles et en biomasse racinaire du sorgho. Les traitements à l'exception de celui à base du compost de déchets verts (compost 6) ont favorisé la croissance du sorgho de 17 à 25% au 25^{ème} jour après les semis et de 32 à 41% pour les mesures du 50^{ème} jour après les semis comparativement au témoin absolu. Concernant les rendements en paille et en biomasse racinaire, tous les traitements, excepté celui à base de compost de déchets verts, ont favorisé des gains en rendements moyens paille de 26 à 53% et de 2 à 32% pour les rendements moyens en biomasse racinaire du sorgho par rapport au témoin absolu. Les meilleurs rendements ont été obtenus avec le traitement à base de compost issue de mélange de déchets verts et de déchets de cuisine (compost 5). Le traitement à base de compost de déchets verts (compost 6) n'a pas influencé les rendements du sorgho par rapport au témoin. Cela pourrait s'expliquer par la lente minéralisation de ce compost. Nous pouvons donc dire à l'issue de

l'essai en vase de végétation que l'usage des composts provenant des déchets urbains solides, excepté le compost à base de déchets verts (compost 6) serait une alternative à l'augmentation de la production du sorgho. Dans cette perspective, une poursuite des recherches est nécessaire afin de :

- déterminer les impacts des composts issus des déchets urbains solides sur les rendements des cultures et la fertilité des sols en année à pluviométrie normale ;
- comprendre l'évolution des éléments chimiques issus des composts des déchets urbains solides dans les sols ;
- tester la durabilité de ces traitements en tant qu'amendements dans les sols ;
- évaluer leur rentabilité économique.

Ces différents axes de recherches ci-dessus cités permettront d'améliorer les pratiques traditionnelles et cerner l'impact à moyen et long termes de l'usage de ces composts sur la fertilité des sols et serviront à la mise au point de référentiels techniques d'adaptation aux changements climatiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ambouta J.M., Moussa I.B. et S.B. Ousmane (1999)** : Réhabilitation de la jachère dégradée par les techniques de paillage et du Zai au sahel : in jachère en Afrique Tropical, vol.2, pp : 351-376.
- Bationo A., Buerkert A., Sedogo M.P., Christianon B. C. and Mokwunye A.U. (1991d)**: a critical review residue use as soil amendement in the west african semi-arid tropics:international fertiliser development center (ifdc)/ICRISAT: 305-322.
- Barro A., Zougmore R. et Taonda J.B.S. (2005)** : Mécanisation de la technique du Zai manuel en zone semi-aride. ISSN 1166-7699. 2005, vol. 14, n°6, pp. 549-559. Libbey Eurotext, Montrouge, FRANCE (1992).
- Benoît E. (2008)** : « Les changements climatiques : Vulnérabilité, impacts et adaptation dans le monde de la médecine traditionnelle au Burkina Faso », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 8 Numéro 1. URL : <http://vertigo.revues.org/index1467.html>. Consulté le 10 septembre 2009.
- BUNASOLS (1990)** : Manuel pour l'évaluation des terres, documentions techniques n° 6, BUNASOLS/ Ouagadougou ; 181p.
- BUNASOLS (1991)** : Plan régional du secteur agropastoral, CRPA du centre. Province de l'Oubritenga. Rapport technique n° 78. 27p.
- CEDEAO, CSAO, OCDE, (2008)** : Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, Série Environnement : le Climat et les Changements Climatiques, 1-24 pp.
- Chotte J.L., Masse D., Pontanier R. et Berlier G. (1997)**: Transformation, durant la jachère, de l'horizon superficiel (0-10cm) d'un sol ferrugineux du bassin arachidier sénégalais (Thysse Kaymor), in Floret et Pontanier (éd., 1997) : pp. 41-46.
- Dorsouma Al H. et Requier-Desjardins M. (2008)** : « Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 8 Numéro 1 | avril 2008, [En ligne], mis en ligne le 07 novembre 2008. URL : <http://vertigo.revues.org/index5356.html>. Consulté le 09 septembre 2009.
- Duguée P., Roose E. et Rodriguez L. (1989)**: L'aménagement de terroirs villoageois et l'amélioration de la production agricole du Yatenga (Burkina Faso) cash orstom.ser.pedol.vol XVIII. n° 1993 :385-402.

- Farinet J. et Niang S. (2005)** : Le recyclage des déchets et effluents dans l'agriculture urbaine. idrc.ca Home > IDRC Publications > IDRC Books Online > All our books > développement durable de l'agriculture en Afrique francophone > 27p.
- Ganaba S. (2005)** : « Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur la régénération des ressources ligneuses en zone sahélienne et nord soudanienne du Burkina Faso », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 6 Numéro 2 ; septembre 2005, URL : <http://vertigo.revues.org/index4314.html>. Consulté le 16 septembre 2009.
- Ganry F. et Feller C. (1977)** : Effet de la fertilisation azoté (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du sol et la stabilisation de la MO, en monoculture du mil dans les conditions des zones tropicales semis arides. ORSTOM, ISRA cote: b11910. 24p.
- GIEC (2007)** : Changements climatiques 2007 (Rapport de synthèse), 103 p.
- Guinko S. (1984)** : Végétation de la Haute-Volta. Thèse Doct., Sciences naturelles, Université de Bordeaux III : 2 tomes, 394 p. + annexes.
- Guinko S. (1985)** : La végétation et la flore du Burkina Faso. Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Direction de l'Aménagement Forestier et du Reboisement, 118 p.
- Hien F. G. (1995)** : La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel : une étude de l'effet de mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. Document sur la gestion des ressources tropicales 7. Université Agronomique Wageningen, 219 p.
- Hien V., Bilgo A., Sangaré S., Kambiré L. F., Kaboré P. D., Lepage M., Somé L., Traoré Gué/J., Somé B. et Traoré K. (2004)** : Projet 83. Recherche sur les technologies de lutte contre la désertification au sahel et étude de leur impact agro écologique. 91p.
- INERA (2005)** : Rapport final du projet pilote « gestion de la fertilité des sols dans un contexte de changements climatiques dans la partie nord du plateau central du Burkina Faso » 164p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (GIEC) (2001)**. Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, R.-U.
- Kaboré W.T. T. (2010)** : "Amélioration de la valorisation agricole des déchets urbains après compostage : Influence de la nature et des proportions de substrats initiaux sur les valeurs amendante et fertilisante des composts". 254p.
- Kambou F. et Zougmore K. (1995)** : Evolution des états de surface d'un « zipellé » soumis à différentes techniques de restauration des sols (Yilou Burkina Faso). *Bull Réseau Erosion*. 16:19-32.

- Khatteli H. (1998)** : Etude du potentiel érosif des vents dans trois stations du sud tunisien = Wind erosion study in three experimental stations in southern Tunisia Revue des régions arides (Tunis), cat.inist.fr, n°10, pp. 5-14.
- Kiema A., Nianogo A. J. Et Ouedraogo T. (2008)** : Effets des cordons pierreux sur la régénération d'un pâturage naturel de glacis au Sahel. Cahiers Agricultures, Volume 17, Numéro 3,281-8, Mai-Juin 2008- john-libbey-eurotext.fr.
- Leonard J. et Rajot J.L. (1998)**: Restoration of infiltration properties of crusted soils by mulching. In Renard et al.; pp: 191-195.
- Mando A., Brussard L. et Stroonijder L. (1999)**: Mulching and termite mediated rehabilitation of crusted sahelian vegetation. Restoration Ecology; 6 :33-41.
- Masse D. (2007)** : Changements d'usage des terres dans les agro-systèmes d'Afrique subsaharienne. Propriétés des sols et dynamique des matières organiques.81p.
- Mietton M. (1988)** : «Dynamique de l'interface lithosphère-atmosphère au Burkina Faso : L'érosion en zone de savane». Grenoble. 2 vol., 740p.
- Monnier G., Boiffin J. et Papy F. (1986)** : Réflexions sur l'érosion hydrique en conditions climatiques et topographiques modérés. Cas des systèmes de grande culture de l'Europe de l'ouest. Cash. ORSTOM. Ser. pedol, vol XXII ; numero 2 ; pp : 123-131.
- NEPAD (2008)** : L'Afrique et les changements climatiques.10^{ème} forum pour le partenariat avec l'Afrique. Tokyo, Japon, 7-8 Avril 2008. 20p.
- N'Dayegamiye Adrient (2007)** : La contribution en azote du sol reliée à la minéralisation de la MO : facteur climatique et régies agricoles influençant les taux de minéralisation d'azote. Colloque sur l'azote. CRAAQ-OAQ. 28p.
- Ouédraogo E., Mando A., Brussaard L. and Stroosnijer L. (2007)**: Tillage and fertility management effects on soil organic matter and sorghum yield in semi arid West Africa. Soil Till. Res. 94(1), 64-74.
- Ouédraogo E., Stroosnijder L., Mando A., Brussaard L. and Zougmore R. (2006)**: Agroecological analysis and economicbenefitof organic resources and fertiliser in till and no-till sorghum production after a 6-year fallow in semi-arid West Africa. 12p.
- Ouédraogo S., Belemviré A., Maïga A., Sawadogo H., Ouédraogo S. et Savadogo M., (2008)**: Etude du sahel Burkina Faso. Evaluation des impacts biophysiques et socio économiques des investissements dans les gestions des ressources au nord et du plateau centre du Burkina. Rapport de synthèse, 94p.

PANA (2003) : Synthèse des études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques : étude de cas du Burkina Faso. Etapes 3, 4 et 5 du processus NAPA. Atelier de formation sur les Programmes d'Action Nationaux pour l'Adaptation (PANA) Ouagadougou, Burkina Faso 28 – 31 octobre 2003. Groupe d'experts PANA du Burkina Faso. 11p.

PNUE (2006) : Rapport annuel : l'environnement aux services du développement. 83p. (<http://www.unep.org>).

Roose E., (1986) : Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ? analyse de leur efficacité en milieu paysan ouest-africain pour la conservation de l'eau et des sols dans la zone soudano-sahélienne. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXII, no 2 : 197-208.

Roose E. (1987) : Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale. Niamey (Niger) 7-11 janvier 1987. ICRISAT Patancheru (IND) pp : 52-72.

Roose E. (1989) : Méthodes traditionnelles de gestion de l'eau et des sols en Afrique occidentale soudano-sahélienne : Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles. Communication à la 6e Réunion du Réseau Erosion ; Montpellier, septembre 1989. pp : 98-107

Roose E. (1990) : Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale. ORSTOM, fonds documentaire cote b : numéro : 27.542, Montpellier, France. pp : 55-72.

Roose E. (1994) : Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin Pédologique de la FAO 70, Rome : 419 pp.

Roose E. (2004) : La zone soudano-sahélienne (La gestion conservatoire de l'eau, et de la fertilité des sols : une stratégie nouvelle de la lutte antiérosive pour le développement durable). sciences et changements planétaires / Sécheresse volume 15, numero 1,5-7, fevrier-mars 2004 - john-libbey-eurotext.fr

Roose E., Kaboré V. et Guenat C. (1993) : Le Zaï : fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso). Cash ORSTOM, Pédol., vol XXVIII, numéro 2, 1993 : 159-173.

Sabir M., Roose E., Merzouk A. et Now A. (1999) : Techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la lutte antiérosive dans deux terroirs du RIF occidental (MAROC) : pp : 456-471.

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

Sedogo M.P (1981) : Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sols ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (Matière Organique du sol et nutrition azotée des cultures).Thèse de Docteur Ingénieur, INPL, Nancy, 135p.

Sedogo M. P. (1993) : Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat, Faculté des sciences et techniques de l'université Nationale de Côte d'Ivoire, 343 p.

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

Soltner D. (2003) : Les bases de la production végétale Tome 1. Le sol et son amélioration 14ème édition: collection sciences et techniques agricoles, 472p.

Somé L. (1989) : Diagnostic agropédologique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures du sorgho, du mil et du maïs. Thèses université de Montpellier, science du Languedoc. 268p.

Somé D., Zombré P. N., Zombré G. et Macauley H. R. (2004) : Impact de la technique du zaï sur la production du niébé et sur l'évolution des caractéristiques chimiques des sols très dégradés (zipellés) du Burkina Faso ISSN 1147-7806 2004, vol. 15, n° 3 (76 p.) pp. 263-269.

Serpantier G. et Ouattara B. (2001): Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest, la jachère en Afrique tropicale- Ch Floret, R. Pontanier (éd., 2001), pp. 21-83.

SP CONEDD (2006) : Revue scientifique sur l'état de la dégradation des sols du Burkina Faso. Etude réalisée dans le cadre du programme de gestion durable des terres. 16p.

Thiombiano L. (2000) : Etude des facteurs édaphiques et pedopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat (mention pédologie) UFR Sciences de la terre et des ressources minières –Université de Cocody, Abidjan (Cote d'Ivoire) volume 2. Annexes.

Tientoré (2002) : Perte et réhabilitation des sols dégradés en zone sahélienne : cas du site de Katchari (Burkina Faso). 88p.

Traoré K., Hien F. et Hien V. (2003) : Durabilité du système zaï dans la zone nord du Burkina Faso : étude des flux de matières organiques dans l'exploitation et la gestion de la production agricole. Symposium « Sustainable dry land agriculture systems ». Niamey du 2 au 5 décembre 2003.

UICN (2003) : Renforcer la durabilité sociale des actions de lutte contre la désertification. Un manuel de réflexion. Gland, Suisse, Cambridge, Royaume Uni. 140p.

Van Driel W.F. et Vlaar J.C.J. (1991): Soil water balance in the soudano-sahelian zone, 1991cig.ensmp.fr; IAHS Publ. no. 199, 1991. Impact des digues filtrantes sur le bilan hydrique et sur les rendements agricoles dans la région de Rissiam, Burkina Faso pp : 299-309.

World Resources Institute (WRI) (1996): World Resource: a Guide to Global Environment, 1996-1997. World Resources Institute, United Nations Environment Programme, World Bank, Oxford University Press.

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

Zombré P.N. (2006) : Variation de l'activité biologique dans les *zipella* (sols nus) en zone subsaharienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets), vol. 10, n°2, pp. 139-148.

Zougmoré R. B. (1991) : Contribution à l'étude du ruissellement et de l'érosion à la parcelle ; influence des paramètres principaux : précipitations, rugosités du sol, états de surface, humidités du sol en surface. 89p.

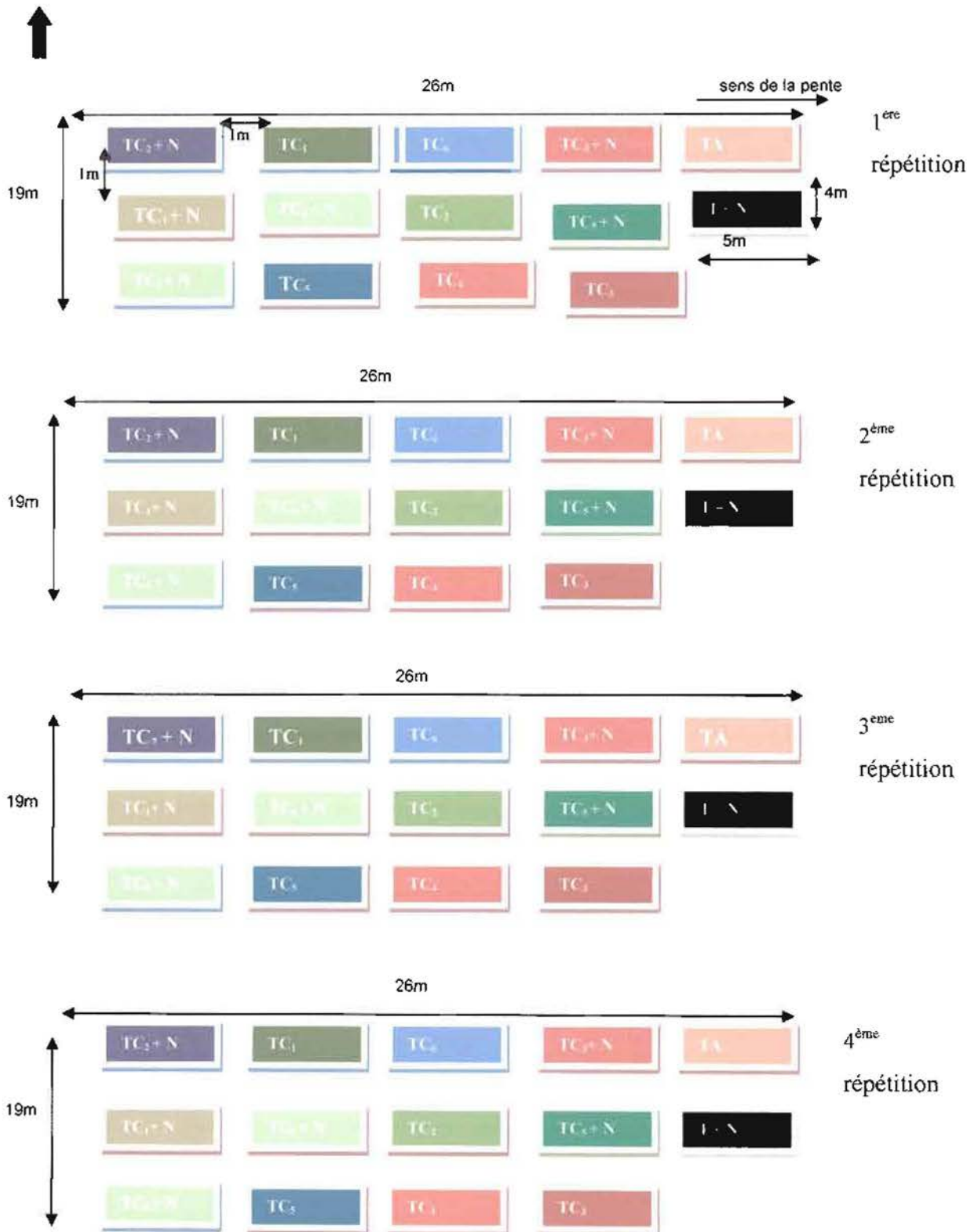
Zougmoré R., Thiombiano L. et Kambou N.F. (1994) : Etude du ruissellement, de la dégradation (désertification) et des techniques de récupération des milieux dégradés. Rapport d'activités 1992-1993, INERA. (Ouagadougou) Burkina Faso. 79p.

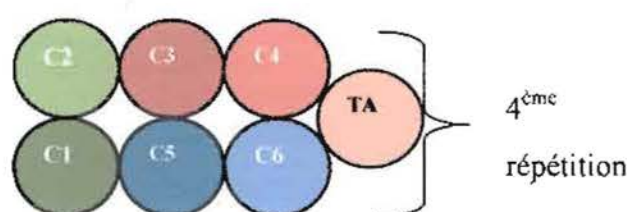
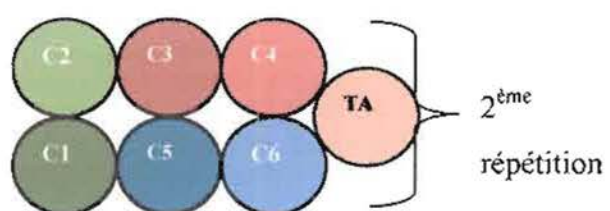
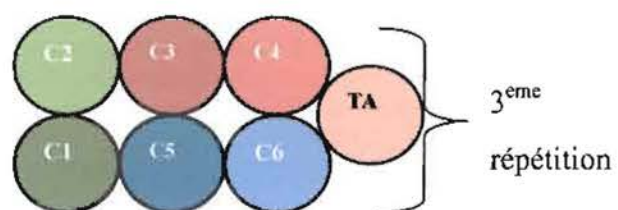
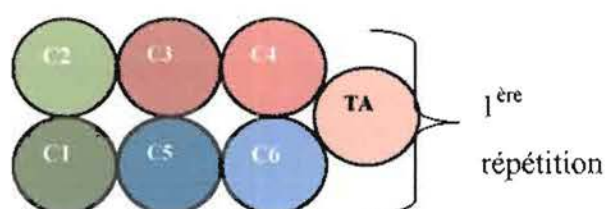
Zougmoré R., Ouattara K., Mando A. et Ouattara B. (2004) : Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. John Libbey Eurotext, Montrouge, FRANCE. vol. 15, n° 1 (127 p.) pp. 41-48.

ANNEXES

Annexe 1 : Dispositif expérimental et traitements en milieu paysan

Nord



Annexe 2 : Dispositif expérimental et traitements de l'essai en vase de végétation

Annexe 3 : Résultats des rendements en paille du sorgho par champ en milieu paysan

Traitements	TC1	TC2	TC6	TA	TC1+N	TC2+N	TC6+N	N
Champ 1	595	2020	2040	1024	1159	1512	1475	1045
Champ 2	1550	1550	1150	1000	650	965	925	900
Champ 3	950	975	800	475	745	295	1050	875
Champ 4	1875	2175	1795	1095	2000	2700	1720	2300

Annexe 4 : Données brutes des analyses chimiques des sols avant les traitements

Traitements	pHeau	C_total (%)	MO (%)	N_total (%)	C/N	P_total mg/kg	P_ass mg/kg
T+N	5,36	0,35	0,60	0,04	9,00	126,00	4,28
T+N	5,45	0,30	0,52	0,03	9,00	115,00	5,71
T+N	6,41	0,33	0,58	0,04	9,00	83,00	3,23
TC1	5,50	0,36	0,62	0,04	9,00	111,00	5,04
TC1	5,49	0,66	1,14	0,07	10,00	132,00	9,16
TC1	6,55	0,26	0,44	0,03	8,00	122,00	4,12
TC1+N	6,02	0,70	1,21	0,08	9,00	177,00	5,59
TC1+N	5,56	0,36	0,63	0,04	9,00	118,00	4,79
TC1+N	6,34	0,28	0,47	0,03	10,00	66,00	2,31
TC2	5,91	0,25	0,44	0,03	9,00	96,00	4,83
TC2	5,46	0,52	0,89	0,06	9,00	129,00	4,20
TC2	6,60	0,28	0,47	0,03	8,00	118,00	2,90
TC2+N	6,27	0,81	1,40	0,08	10,00	174,00	6,47
TC2+N	5,95	0,28	0,48	0,03	9,00	116,00	4,12
TC2+N	6,39	0,33	0,56	0,04	8,00	65,00	3,86
TC3	5,62	0,39	0,67	0,04	10,00	112,00	4,41
TC3	5,47	0,45	0,78	0,05	9,00	147,00	7,60
TC3	6,73	0,22	0,38	0,03	9,00	136,00	3,44
TC3+N	5,35	0,28	0,48	0,03	9,00	106,00	4,75
TC3+N	5,33	0,37	0,63	0,05	8,00	123,00	4,45
TC3+N	6,46	0,30	0,52	0,03	10,00	42,00	3,53
TA	5,86	0,59	1,01	0,07	9,00	161,00	3,40
TA	5,71	0,49	0,85	0,05	10,00	131,00	1,76
TA	6,42	0,49	0,48	0,04	8,00	114,00	2,90

Annexe 5: Données brutes des analyses chimiques des sols après les récoltes

Traitements	pHeau	C_total (%)	MO (%)	N_total (%)	C/N	P_total mg/kg	P_ass mg/kg
T+N	5,43	0,38	0,66	0,04	9,00	128,00	5,04
T+N	5,35	0,31	0,53	0,04	9,00	109,00	5,59
T+N	6,19	0,32	0,55	0,04	9,00	112,00	3,78
TC1	5,70	0,37	0,64	0,04	9,00	98,00	6,09
TC1	5,76	0,65	1,13	0,07	10,00	141,00	5,54
TC1	6,50	0,29	0,50	0,04	8,00	116,00	3,36
TC1+N	6,35	0,84	1,44	0,09	9,00	203,00	5,71
TC1+N	5,64	0,35	0,60	0,04	8,00	114,00	5,96
TC1+N	6,51	0,31	0,53	0,04	9,00	148,00	3,91
TC2	5,97	0,35	0,61	0,04	9,00	120,00	4,75
TC2	5,68	0,55	0,94	0,05	10,00	136,00	4,41
TC2	6,61	0,27	0,47	0,03	8,00	120,00	3,15
TC2+N	6,66	0,89	1,53	0,10	9,00	167,00	5,29
TC2+N	5,80	0,35	0,61	0,04	9,00	119,00	3,82
TC2+N	6,40	0,31	0,54	0,04	8,00	117,00	2,90
TC3	5,85	0,45	0,78	0,04	10,00	111,00	4,07
TC3	5,67	0,53	0,91	0,05	10,00	141,00	7,77
TC3	6,69	0,29	0,50	0,03	10,00	137,00	3,49
TC3+N	5,69	0,31	0,54	0,03	9,00	111,00	7,77
TC3+N	5,49	0,42	0,73	0,05	9,00	131,00	5,21
TC3+N	6,36	0,29	0,50	0,03	9,00	122,00	3,19
TA	5,72	0,63	1,09	0,07	9,00	45,00	3,40
TA	5,78	0,52	0,89	0,06	9,00	127,00	2,73
TA	6,46	0,32	0,55	0,04	9,00	135,00	3,78

Annexe 6 : Normes d'interprétation des analyses chimiques du BUNASOLS

Paramètres chimiques		Très bas Défavorable	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé Favorable
MO	%	<0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	>3.0
	Cotation	1	2	3	4	5
Azote total (N)	%	<0.02	0.02 - 0.06	0.06-0.10	0.10-0.14	>0.14
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
Phosphore assimilable	Ppm	<5	5-10	10-20	20-30	>30
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
Phosphore total (P')	Ppm	<100	100-200»	200-400	400 - 600	>600
	Cotation	2,50	2,75	3,0	3,25	3,5
pH eau (H)	Valeurs	>9,0 <4,5	8,5-9,0	7,9 - 8,4	7,4-7,8	6,1-7,3
	Cotation	1	2	3	4	5
			Rapports			
C/N	Valeurs	<8	8 à 10	10 à 15	15 à 25	>25

(source : Manuel technique pour l'évaluation des terres, documentations techniques n°6. BUNASOLS/ Ouagadougou ; 181p.)

Annexe 7 : Résultats de l'essai en vase de végétation

Tableau 1 : Rendements paille et biomasse racinaire du sorgho de l'essai en vase de végétation

Traitements	Répétitions	Rendements paille en g	Biomasses racinaires en g
TC1	1	4,173	0,6272
TC1	2	2,246	1,1112
TC1	3	3,1972	0,8783
TC1	4	2,9022	0,7935
TC2	1	2,917	0,9732
TC2	2	2,3121	0,671
TC2	3	1,7962	0,5493
TC2	4	2,2231	0,4907
TC3	1	3,1422	0,9867
TC3	2	3,0595	0,9424
TC3	3	2,105	0,6764
TC3	4	1,6985	0,4324
TC4	1	4,5713	1,0172
TC4	2	2,7334	0,7239
TC4	3	2,8127	1,1318
TC4	4	2,6482	0,6934
TC5	1	3,7126	0,9752
TC5	2	4,703	1,0899
TC5	3	2,5401	0,8786
TC5	4	3,8949	0,9571
TC6	1	0,0629	0,0092
TC6	2	0,0701	0,082
TC6	3	0,1074	0,205
TC6	4	0,5472	0,0499
TA	1	1,6031	0,8241
TA	2	2,1109	0,7068
TA	3	1,3692	0,608
TA	4	1,7524	0,4814

Tableau 2 : Hauteurs des plants de sorgho de l'essai en vase de végétation

Traitements	Hauteurs 15mars(en cm)	Hauteurs 23 mars (en cm)
TC1	16	17,3
TC2	16,5	22
TC3	18	21,1
TC4	14	15
TC5	17,5	17,5
TC6	4	5
TA	14	4,1
TC1	14,2	18,3

TC2	19	19,5
TC3	18,2	19,5
TC4	18	21
TC5	18,5	20,5
TC6	4,2	4,5
TA	15	5,2
TC1	13	14,6
TC2	19	17
TC3	17,5	22
TC4	15,5	19
TC5	17,7	19,5
TC6	4	4
TA	14,2	4,7
TC1	19	19,7
TC2	15	18,5
TC3	16,2	20,5
TC4	15,5	15,4
TC5	19	21,25
TC6	3,5	4
TA	13,5	14,3
TC1	15	22,2
TC2	18,25	19,3
TC3	16	22,3
TC4	19,5	19,5
TC5	18,25	22,25
TC6	4,2	4,2
TA	11,5	11,7
TC1	16,5	14,6
TC2	17,25	16,5
TC3	19	16
TC4	16,5	15,5
TC5	19,85	21,5
TC6	4	3
TA	11,5	13
TC1	19,6	23,3
TC2	13,5	15
TC3	15,5	17,5
TC4	15,5	17,4
TC5	20,5	25
TC6	6	6
TA	14	16
TC1	18,5	19
TC2	17,5	19,1
TC3	15,5	17,5
TC4	16,5	17,3
TC5	18	24
TC6	5	5,5
TA	14,6	14,5
TC1	22	26,3
TC2	15,5	16

TC3	14,5	17,5
TC4	14,5	15,4
TC5	22	23,5
TC6	4	4
TA	13,5	15
TC1	18	19
TC2	13	14
TC3	14	15,5
TC4	16,3	16
TC5	18,5	17
TC6	9,5	12
TA	13,5	18
TC1	19,2	24
TC2	18	21,5
TC3	14,5	15,5
TC4	15,5	18
TC5	15	21,5
TC6	9	11
TA	14,2	15,5
TC1	14	15
TC2	15,5	17
TC3	14	15
TC4	22,5	27,5
TC5	15,5	16,5
TC6	9,5	11,5
TA	14,5	13,5

Annexe 8 : Pluviométrie journalière (en mm) du site d'étude (source : centre de météorologie de Guilongou (Ziniaré)

DATE	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1	**
2	**
3	TR	.	.	**
4	30,4	.	.	.	**
5	TR	.	.	**
6	2,3	.	.	.	**
7	TR	TR	65,9	.	.	.	.	**
8	30,4	.	.	.	**
9	7,8	.	.	.	.	**
10	1,9	.	.	5,9	.	.	**
DEC						1,9	73,7	63,1	5,9			
11	1,5	.	2,3	13,8	.	17,1	.	**
12	**
13	.	.	TR	.	2,9	.	30,3	3,7	.	12,8	.	**
14	13,5	12,5	6,1	.	**
15	.	.	.	TR	.	18,3	.	.	.	.	.	**
16	.	2,9	.	.	.	.	0,8	.	.	.	.	**
17	.	TR	0,5	.	.	.	.	13,9	.	.	.	**
18	.	TR	.	.	TR	.	.	16,0	.	.	.	**
19	**
20	.	.	TR	TR	.	12,2	.	.	.	.	.	**
DEC		2,9	0,5		4,4	30,5	33,4	60,9	12,5	36,0		
21	TR	32,2	.	.	3,2	TR	.	**
22	TR	19,1	.	TR	.	**
23	4,5	.	.	.	.	.	.	**
24	TR	.	.	.	.	**
25	**
26	17,5	.	.	.	.	.	**
27	.	.	.	21,1	.	.	8,5	3,0	4,2	.	.	**
28	.	.	.	4,9	.	1,2	3,5	0,3	.	.	.	**
29	27,8	.	3,0	.	TR	.	**
30	.	.	.	TR	.	30,4	34,0	.	.	TR	.	**
31	64,7	.	.	.	**
DEC				26,0	4,5	109,1	46,0	90,1	7,4			
MOIS		2,9	0,5	26,0	8,9	141,5	153,1	214,1	25,8	36,0		
JRS		1	1	2	3	8	8	13	4	3		

Annexe 9 : fiche d'enquête socio-économique

I. SITE

Description du terroir.

Variables	
Nom du terroir	
Population	
Taux de natalité	
Superficie	
Type de climat	
Latitude	
Longitude	

II. TYPOLOGIE DES EXPLOITATIONS

Variables	Valeur	Unité
Type de la concession		
Nombre de concessions		
Taille de la concession		
Taille de l'exploitation		ha
Taille du troupeau de bovins		
Taille du troupeau des caprins		
Taille du troupeau des ovins		
Revenu extra agricole		FCFA
Systemes de culture		
Economie de l'exploitation		
Cultures		
Répartition		
Consommation (%)		
Vente (%)		
Achat (%)		
Force de travail extérieur		
Type de contrat de travail	Salaire (FCFA/mois)	Durée du contrat
Employés agricoles		
Bouvier		

Autres		
Equipements		
Equipements -caractéristiques		
Prix		
Force de travail fourni		

III. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DES EXPLOITATIONS.

III.1 Membres de l'exploitation

N°	Nom/ prénoms	Sexe	Age	Lien de parenté	Statut résidentiel	Activité principale (*)	Activité secondaire (*)
1							
2							
3							
4							

- Lien de parenté : 1.Chef d'exploitation ; 2.Epouses ; 3.Fils/Fille ; 4.Petits fils/fille; 5.Nevou/Nièce ; 6.Belle fille ;
- 7. Frère/Sœur ; 8.Autres, préciser.
- Statut résidentiel : 1.Permanent ; 2.Temporaire ; 3.Emigré ; 4.Autres, préciser.
- (*) : 1. Agriculture ; 2.Elevage ; 3Sylviculture/arboriculture ; 4.Commerce ; 5.Couture ; 6.Mécanique .

III.2. Classe d'âge des personnes composant l'exploitation, situation pendant la campagne agricole 2008-2009 (à faire par l'enquêteur)

Classe d'âge	Hommes	Femmes
0-4ans		
5-9ans		
10-15ans		
16-60 ans		

60 ans et plus

III.3. Principales activités de l'exploitation et le temps pris dans l'année

Ordre d'importance	Activité (*)	Nombre de mois occupés par an	Remarques
1°			
2°			

(*)1. Agriculture ; 2. Elevage ; 3. Arboriculture/Sylviculture ; 4. Autres (préciser)

-Avez-vous toujours mené ces activités ? Oui Non pourquoi ?

.....

- Quelles sont les difficultés que vous rencontrez pour chaque type d'activité ?

- Sécheresse
- Disponibilité de la main d'œuvre
- Manque de matériel
- Autres (à préciser)

IV. DESCRIPTION DES SYSTEMES DE CULTURES

Utilisation des terres, leur occupation et le système de labourage

N° parcelle	Taille (ha)	Distance par rapport à la concession (Km)	Type de propriété (voir code)	Statut d'utilisation(en culture =1;en jachère =2)	Pratiques culturales (Manuel =1; mécanique = 2)	Méthode de labour pour les cultures en cours (voir code si dessous)	Nbres de location annuel pour labourer les parcelles (e.g., in 2008-2009)	Origine du bétail utilisé pour le labour (voir code si dessous)	Si l'animal est loué : quel est le coût de l'activité (CFA)
1.					semis Désherbage	récolte			
2.									
3.									

Est ce que la productivité de tes terres a baissé au cours des dix dernières années ?

- Pour toutes les parcelles [1 = oui; 0 = Non] _____
- Pour quelques parcelles [1 = oui; 0 = Non] _____

V. UTILISATION D'INTRANTS SUR LES CULTURES ANNUELLES

Parcelle	Culture	Superficie	Semences personnelles		Semences achetées		Engrais chimiques			Autres intrants			
			Quantité (*)	Coût	Quantité	coût	Type ¹	quantité	coût	Nom	Type	Quantité	Coût
P1													
P2													

(*) : Quantité en nombre de « anna pas monré » (trouver l'équivalence en kg). Type¹ : 1.NPK 1. NPK« Japon » ; 2.NPK « CI » ; 3.NPK « Sénégal » ; 4.Autres, préciser

VI. FUMURE ORGANIQUE ET RESTAURATION DE LA FERTILITE DES TERRES

VI.1. La jachère

- Pratiquez-vous encore la jachère ? Oui / ___ / Non / ___ /
Pourquoi ?.....

Quelle est la **durée moyenne de la jachère** sur votre exploitation actuellement ?.....ans

- La durée de la jachère a t-elle été réduite depuis 20 ans ?.../___/ 1. Oui ; 2. Non

Si Oui, quelle était la durée de la jachère il y a Vingt cinq ans : Ans

Pourquoi il y a eu réduction de cette durée ? :

.....

VI.2. Techniques de défrichage

- Quand vous défrichez la jachère :

Vous brûlez toute la végétation (herbes + bois) sur la parcelle / ___ /

Vous brûlez le bois et conservez au sol les herbes sèches / ___ /

- Y a-t-il des arbres que l'on préserve au moment du défrichage ? Oui / ___ / Non / ___ /
Si Oui, lesquels (nom en langue locale ou en français) ?

.....

- **VI.3 Dynamique pastorale**

La description des troupeaux s'intéresse aux différents types d'animaux élevés (bovins, moutons, chèvres) à travers leur structuration et la dynamique pastorale :

Variables	Description	Unité
Animal		
Prix de vente		Prix de vente/kg
Prix d'achat		Prix de vente /kg
Structure		
Groupe d'âge	0-1 1-2 2-3	
description		
Proportion		%
Taux de mortalité		%
Taux de fécondité		%
Taux de vente		%
Dynamique pastorale		
Mois -Variables		
Le parcours		km
La durée du parcours		Heures/jour
Prélèvement		Kg MS/UBT/jour
Excrétion de fèces		kg MS/UBT/jour
Excrétion d'urine		litre/UBT/jour

Vitesse d'ingestion										Kg MS/UBT/heure
Vitesse de déplacement										Km/heure

- Pratiquez-vous d'autres formes de restauration de la fertilité des terres ? Oui / ___ / Non / ___ /

Si oui, lesquelles ? / ___ // ___ // ___ /

1. Enfouissement de fumier de bétail par labour (bovin, ovins)
2. Paillage
3. Compost
4. Engrais chimiques
5. Enfouissement des résidus de culture avant semis ;
6. Autres (précisez)

Sur quelle superficie ? / ___ ha/ et quelle quantité ? / ___

Si non pourquoi ? / ___ // ___ // ___ /

1. Arrêt d'une de ces techniques ;
2. Manque de moyen ;
3. Jamais pratiqué ;
- 4 Pas informé

- Quelles étaient les pratiques de maintien de la fertilité que vous utilisiez avant Citez les et donnez les raisons de leur abandon

1.
2.
3.

VII-FLUX DE MATIERE ORGANIQUE DE L'EXPLOITATION

- Quels sont les flux de matière organique de l'exploitation ?

Parcelles	Flux sortant		Flux entrant	
	Quantité de Utilisation résidus (*)	Pour Energie Artisanat bétail	Quantité laissée sur place	Quantité apportée au champ (§)
1				
2				

(*) : Quantité donnée en nombre de petits tas ou en kg

(§) : Nombre de charrettes

- Y a-t-il d'autres flux entrants sur l'exploitation ? Oui / ___ / Non / ___ /

Si oui lesquels ? / ___ / / ___ // ___ /

1. Paille de graminées de brousse ; 2. Feuilles d'arbres et d'arbustes ; 3. Gousses de légumineuses ; 4. Achat de tourteau/son ; 5. Achat de fumure organique ; 6. Autres (précisez)

Contrat avec des Peulhs ? Combien de têtes de bétail ? : / _____ / ; Pendant combien de temps ? / _____ jours / ; Coût ? / _____ fcfa /

- Y a-t-il d'autres flux sortants ? Oui / ___ / Non / ___ /

Si oui lesquels ? / ___ / / ___ / / ___ /

1. Vente de fourrage ; 2. Vente de fumier ; 3. Don de fumier ; 4. Autres (précisez) .

VIII- DYNAMIQUE DE LA VEGETATION (ligneeuse et herbacée)

-Dans votre terroir y a t-il des espèces ligneuses qui de nos jours ont disparues ou sont devenues rares?

Disparues / _____ / Rares / _____ / Connais pas / _____ /

-Donnez les noms de quelques principales espèces

Espèces disparues nom local/ Scientifique		Espèces rares nom local/ Scientifique	
1-		1-	
2-		2-	

-Quelles sont les causes de cet appauvrissement de la flore ligneuse ?

Pression anthropiques / ___ / Elevage / ___ / Climat (pluviométrie, T°) / ___ / Autres (à préciser) / ___ /

-Dans votre terroir y a t-il des espèces herbacée qui de nos jours ont disparues ou sont devenues rares?

Disparues / _____ / Rares / _____ / Connais pas / _____ /

-Donnez les noms de quelques principales espèces

Espèces disparues nom local/ Scientifique		Espèces rares nom local/ Scientifique	
1-		1-	
2-		2-	

-Quelles sont les causes de cet appauvrissement de la flore herbacée ?

Pression anthropiques / ___ / Elevage / ___ / Climat (pluviométrie, T°) / ___ / Autres (à préciser) / ___ /

-Depuis quand situez vous ces changements ?

.....

-Y a-t-il dans votre terroir des espèces ligneuses qui autrefois (une vingtaine d'années) étaient peu représentées et sont de nos jours très répandues (envahissantes) ?

Oui / ____ / Non / ____ /

-Citer ces espèces (ligneuses comme herbacées et préciser la localisation)

-On parle souvent de nos jours que les temps ont changé, comment vous pensez-vous que les temps ont changé en observant la végétation (herbacée ou ligneuse)

-Quels sont les types de végétation les plus touchés ? (plateau, bas-fonds, etc.)

-Quels sont les phénomènes observés sur la végétation ? (modification de la diversité spécifique, apparition/disparition d'espèce, flétrissement, dessèchement, modification du cycle de floraison et de fructification, rabougrissement, changement de couleur, changement dans la phénologie, etc.)

IX. METHODES et TECHNIQUES D'ADAPTATION UTILISEES

-Face aux différentes difficultés dues aux changements climatiques, qu'avez-vous fait ?

-Par rapport à vos activités de production agricole, quelles sont les méthodes/pratiques que vous utilisez pour faire face aux contraintes citées ?

-Décrivez chaque méthode utilisée.

-Quelles sont les méthodes endogènes ?

-Quelles sont les méthodes introduites ?

-Quelles sont les méthodes préférées (donner un code par ordre de préférence pour chaque producteur).

-Quelles sont les méthodes que vous mettez en œuvre aujourd'hui ?

-De quels appuis bénéficiez-vous pour leur mise en œuvre ?

-Dans quels types de milieu utilisez-vous chaque méthode/technique ?

-Quels sont les avantages et inconvénients de chaque méthode ? (tableau avec des colonnes : méthode/pratique – avantages – inconvénients (facilité de mise en œuvre, aspects économiques, aspects socioculturels, sur l'environnement, etc.) ;

TECHNIQUES	Zaï A	Zaï F	Cordons pierreux	demi- lunes	Djengo
AVANTAGES					
INCONVENIENTS					

-Quel est l'impact de chaque méthode sur la densité, la diversité floristique et la biomasse ;.....

X- MATERIELS AGRICOLES ET ANIMAUX DE TRAIT

X.1. Matériels agricoles

De quels types de matériels agricoles disposez-vous ? Quels sont leur nombre, leur coût et leur année d'achat ?

Type de matériel	Nombre	Année d'acquisition	Coût à l'achat
Charrue			
Houe manga			
Arrosoir			
Charrette			
Rayonneur			
Brouette			
Pingasse			
Djégo ¹			
Boamboara ²			
Râteau			
Pelles			
Vélo			
Moto			
Autres (préciser)			

Djégo¹ : Outil pour creuser les trous de djengo. Boamboara² : Outil pour creuser les trous de zaï

X.2. Animaux de trait

Quels sont vos animaux de trait et que tractent-ils ?

Espèces	Nombre	Année d'achat	coût	Outil tracté (*)
Bœuf				
Ane				
Cheval				
Autres (préciser)				

(*) : 1.Charrue ; 2.Houe manga ; 3.Charrette ; 4.Autres.

XI- EVOLUTION DES ASSOLEMENTS DE CULTURES ANNUELLES

- **Avez-vous abandonné des cultures annuelles depuis 1985 ? / ___ / 1. Oui ; 2. Non**

Si oui lesquelles ? Superficie moyenne la dernière année, production moyenne

Culture	Dernière année de culture	de La dernière année de culture	Surface en	Production en	Les raisons de l'abandon
			ha	kg	

- **Avez-vous développé de nouvelles cultures depuis 1985 ? / ___ / 1. Oui ; 2. non**

Si oui lesquelles ? Leur superficie ? Leur nature ? Vos raisons ?

Culture	Année de démarrage	Surface 1° année	la Production correspondante	Pour quelles raisons avez vous développé cette culture

. A votre avis quelles sont les cultures qui vont prendre de l'importance dans votre exploitation dans les prochaines années ? Citer la ou les cultures et les raisons de ce choix:

.....

XII- MODE DE GESTION DE LA TERRE

XII.1. Mode d'accès à la terre

- De quelle manière avez vous accédé à la terre ? / _____ /

1. Par Héritage ; 2. Par Attribution coutumière ; 3. Par Prêt ; 4. Par Location

- **Empruntez-vous des terres ?** Oui / ___ / Non / ___ /

Rappeler les numéros des parcelles que vous avez empruntées (cultures annuelles)

.....

Pourquoi ?.....

Quelle compensation (en nature ou espèce) ?.....

- **Louez-vous des terres ?** Oui / ___ / Non / ___ /

Quel est le montant de la location (en franc ou en nature) :

.....

- **Prêtez-vous des terres ?** Oui / ___ / Non / ___ / Pourquoi?.....

.....

Pour quelles cultures ?

.....

Nombre de parcelles : Pour quelle surface totale ?

A qui ? / ___ / 1. Membre de ma famille 2. Autochtone 3. Ami 4. Allochtone

A quelles conditions (Prix par ha ou compensation en nature) ?

.....

XII.2. Dynamique d'extension des surfaces cultivées

- Y a-t-il des terres abandonnées auparavant (1985) et remis en culture ces dernières années ?

Oui / ___ / Non / ___ / Quels types de sols ?

Pourquoi ?

.....

- Avez-vous aménagé ces dix dernières années des terres sur les pentes de collines ?

Oui / ___ / Non / ___ /
 Pourquoi ?.....

Pour quelles cultures ?

XIII- VARIATION DE LA PRODUCTION ANNUELLE (s'il y en a

Variation de la production observée chaque année? (Oui=1, Non=0)	Si oui, quel type de variation (Augmentation=1, Réduction=2, Fluctuations=3)	Si 2 (réduction) donnez les raisons de la baisse de la productivité de la parcelle (cette baisse est elle liée au climat)			Qu'est ce qui est en train d'être fait pour dresser une correspondance des raisons de la baisse de cette productivité		
		1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd

XIV. DESCRIPTION DU CLIMAT ET DE SON EVOLUTION DURANT CES DIX DERNIERES ANNEES

Variables

Type de climat

Années normales

Années sèches

Variabilités intra et inter annuelle du climat

XIV. MIGRATIONS SAISONNIERES DE TRAVAIL

Y a t-il au moins un membre du ménage (vous y compris) qui a migré au cours des deux campagnes (en 2008 et en 2009) ? 1 Oui / _____ / 2 Non / _____ /

Si oui compléter les tableaux suivants : **Période juin 2008 - mai 2009**

N°/Nom du migrant	Lieu	Dates départ/ Retour Durée	Nature = travail	Revenu en Fcfa rapporté à la famille	Impact sur exploitation global	Impact

Impact : 1. positif ; 2. négatif ; 3. nul ; 4 autre à préciser.