

BURKINA FASO  
*Unité – Progrès – Justice*

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPÉRIEUR (M.E.S.S.)

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (U.P.B)

INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL(I.D.R)



## MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

*Présenté en vue de l'obtention du diplôme*

D'INGENIEUR DE CONCEPTION EN VULGARISATION AGRICOLE

Thème :

« Adaptation aux changements climatiques : L'impact du zaï et des semences améliorées sur le rendement du sorgho dans les villages de Loaga et Sika (province du Bam), Burkina Faso».

Présenté par :

**GNOUMOU Nidjaro Xavier**

**Directeur de mémoire : Docteur Tégawindé Jérôme YAMEOGO**

**Maître de stage: Monsieur Georges BAZONGO**

JANVIER 2016

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	I
REMERCIEMENT.....	II
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES PHOTOS.....	IV
LISTE DE CARTE.....	IV
Résumé.....	V
Abstract.....	VI
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I. GENRALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE .....	5
I.1. Clarification de concepts liés aux des changements climatiques.....	5
1.1. <i>Climat</i> .....	5
1.2. <i>Variabilité climatique</i> .....	5
1.3. <i>Changements climatique</i> .....	5
1.4. <i>Adaptation aux changements climatiques</i> .....	5
I.2. Zones agro climatiques du Burkina Faso .....	6
I.3. Changements du climat au Burkina Faso .....	7
I.4. Principales causes des changements climatiques.....	9
I.5. Conséquences des changements climatiques au Burkina Faso.....	9
5.1. <i>Sécheresses</i> .....	9
5.2. <i>Inondations</i> .....	10
5.3. <i>Prévisions sur les productions agricoles</i> .....	10
I.6. Quelques stratégies d'adaptation au Burkina Faso .....	11
6.1. <i>Utilisation de variétés améliorées</i> .....	11
6.2. <i>Utilisation de la fumure organo-minérale</i> .....	11
II. ETAT DE CONNAISSANCE SUR LE ZAI.....	13
II. 1. Définition de quelques mots et concepts utilisés.....	13
1.1. « <i>Zipellé</i> » .....	13
1.2. « <i>Zai</i> ».....	13
II.2. Caractéristiques techniques de l'innovation.....	13

2.1. Creusage des poquets .....	13
2.2. Epannage de la matière organique .....	14
2.3. Semis .....	14
2.4. Sarclo-binage .....	14
II.3. Types de sols concernés par le « zaï » .....	14
II.4. Avantages du zaï .....	15
II.5. Contraintes du zaï .....	15
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE.....</b>	<b>17</b>
II.1. Choix et caractéristiques des sites d'étude .....	18
1.1 Choix des sites d'étude .....	18
1.2 Situation géographique .....	19
1.3. Milieu physique .....	19
3.1. Climat .....	19
3.2. Végétation et sol .....	19
3.3. Hydrographie .....	20
1.4. Milieu humain .....	20
1.5. Activités économiques .....	20
5.1. Agriculture et élevage .....	20
5.2. Pêche .....	21
5.3. Orpaillage .....	21
II.2. Choix des exploitations .....	21
II.3. Caractéristiques des sols du site .....	21
II.4. Choix du matériel végétal utilisé .....	22
II.5. Fertilisation et densité de semis .....	23
II.6. Dispositif expérimental .....	23
II.7. Opération culturale .....	24
7.1. Préparation du sol .....	24
7.2. Semis et démariage .....	24
7.3. Traitements pesticides .....	24
7.4. Entretien de la culture .....	24
II.8. Suivi des pratiques paysannes du zaï .....	24
II.9. Evaluation des composantes du rendement .....	25
9.1. Nombre de plants et d'épis à l'hectare (ha) .....	25
9.2. Evaluation du nombre de grains par épi et poids des grains .....	25

II.10. Estimation des rendements.....	25
10.1. Rendements en grains par traitement .....	25
10.2. Rendements paille des différents traitements .....	25
II.11. Echantillonnage de sol .....	26
II.12. Analyses chimiques du sol .....	27
III.13. Traitement et analyse des données .....	28
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>29</b>
<b>III.1 RESULTATS.....</b>	<b>30</b>
1.1.1. Analyses chimiques des échantillons de sol.....	30
1.2. Composantes du rendement en fonction des villages.....	31
1.2.1. Village de Loaga .....	31
1.2.2. Village de Sika.....	32
1.3. Rendements grain et paille en fonction des villages .....	33
1.3.1. Village de Loaga .....	33
1.3.2. village de Sika .....	34
<b>III.2. Discussion.....</b>	<b>35</b>
2.1. Analyses chimiques de sol.....	35
2.2. Composantes du rendement et rendement grain et paille.....	35
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>VII</b>

## DEDICACE

Le présent mémoire est dédié à

- Ma mère SIEZA Séha
- Mon père GNOUMOU Sibirou
- Mes frères et sœurs, qui ont toujours été là pour me soutenir.



## REMERCIEMENT

La réalisation du présent mémoire a été rendue possible grâce à la contribution de nombreuses personnes. Il nous est très agréable de leur témoigner notre reconnaissance et leur adresser nos sincères remerciements. Avant tout, nous remercions le Dieu tout puissant qui nous a gratifié de la force et du courage d'étudier jusqu'à atteindre ce niveau. Nous ne finirons jamais de le glorifier. Nous lui demandons d'être toujours notre guide et notre soutien (Amen!). Ensuite nos remerciements s'adressent particulièrement :

A Mme SORI/Douglas Zarina, Directrice du Bureau Afrique de l'Ouest de l'ONG Self Help Africa pour m'avoir accepté comme stagiaire au sein de sa structure,

Au Dr Tégawindé Jérôme YAMEOGO Enseignant-Chercheur à l'UPB, notre Directeur de mémoire pour sa totale disponibilité, son soutien et ses suggestions lors de ce stage,

A Mr Georges BAZONGO, Conseillé en Agriculture Durable de l'ONG SHA, notre Maître de stage, pour son excellent suivi et sa constante disponibilité au cours des travaux de terrain et la rédaction de ce mémoire ainsi qu'à tout son personnel,

A Mr Kouka Julien SAWADOGO, président du Projet Ecologie et Reboisement (PER) du Bam, et à tout le personnel du projet, plus particulièrement aux MM. Cyrille SANFO, Paul SAWADOGO et Pascal SAWADOGO pour leur conscience professionnelle,

Aux services techniques de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources animale et Halieutique du Bam,

Aux producteurs ayant participé au Projet Ecologie et Reboisement (PER) des villages de Loaga et de Sika pour leur disponibilité et leur engagement ;

Aux MM. Pascal BAZONGO, Désiré BONDE, Aziz DA pour leurs soutiens et conseils multiples et multiformes,

Au corps professoral de l'Institut du Développement Rural (I.D.R.) pour l'inestimable contribution à notre formation académique;

Aux étudiants de l'Institut du Développement Rural (I.D.R.) plus précisément ceux de l'option Vulgarisation Agricole de l'année universitaire 2013/2015 pour leur esprit de solidarité, et à tous ceux dont les noms n'apparaissent pas ici pour leurs encouragements et leurs soutiens,

J'exprime à tous ma plus grande reconnaissance.

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

<b>BUNASOLS</b>	: Bureau National des Sols au Burkina Faso
<b>CCNUCC</b>	: Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CES</b>	: Conservation des Eaux et des Sols
<b>CSAO</b>	: Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest
<b>CPCS</b>	: Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols.
<b>DGPV</b>	: Direction Générale de la Production Végétale
<b>DRS</b>	: Défense et Restauration des sols
<b>FAO</b>	: Food and Alimentation organization
<b>GIRE</b>	: Gestion Intégrée des Ressources en Eau
<b>GRN/SP</b>	: Gestion des Ressources Naturelles/Sol, plante
<b>GIPB</b>	: Global Investment Promotion Best Practices
<b>GES</b>	: Gaz à Effet de Serre
<b>GIEC</b>	: Groupe Intergouvernemental d'Experts des Nations Unies sur l'Evolution du Climat
<b>IPCC</b>	: International Panel on Climate Change
<b>INERA</b>	: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
<b>OCDE</b>	: Organisation de Coopération et de Développement Economique
<b>ONG</b>	: Organisation Non Gouvernementale
<b>PANA</b>	: Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques
<b>SHA</b>	: Self Help Africa
<b>ZcSa</b>	: Zaï compost, Semence améliorée
<b>ZcSl</b>	: Zaï compost, Semence locale

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Caractéristiques chimiques du site de Loaga

Tableau 2: Caractéristiques chimiques du site de Sika

Tableau 3: Evaluation des composantes du rendement du site de Loaga

Tableau 4 : Evaluation des composantes du rendement du site de Sika

Tableau 5 : Rendement grain et paille obtenu dans le site de Loaga en kg/ha

Tableau 6: Rendement grain et paille obtenu dans le site de Sika en kg/ha

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Zones climatiques du Burkina Faso

Figure 2 : Migration des isohyètes de 1931-2000 au Burkina Faso

Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

Figure 4 : Schéma de prélèvement du sol sur la parcelle.

## **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Zai

Photo 2 : Matériels végétal utilisés

## **LISTE DE CARTE**

Carte : Localisation des sites de l'étude

## Résumé

Les changements climatiques constituent une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire des pays pauvres où la production agricole est étroitement liée à la pluviométrie. Les péjorations climatiques constatées au Burkina Faso au cours des dernières décennies l'exposent davantage à cette menace où l'adaptation demeure la seule alternative du moment en attendant une éventuelle atténuation des gaz à effet de serre (GES).

La présente étude menée dans la province du Bam (B F), dans les villages de Loaga et Sika avait pour objectif de montrer l'adaptabilité de la variété améliorée de sorgho (Sariasso 11) avec le zaï dans un contexte de changements climatiques et de proposer des stratégies pour l'amélioration de la vulgarisation de la semence améliorée de sorgho dans cette province.

Le dispositif expérimental était constitué de blocs complètement randomisés avec quatre traitements : Zaï compost Semence améliorée (ZcSa) ; Zaï compost Semence locale (ZcSl) ; avec Semence améliorée (Sa) et Semence locale (Sl) qui sont les témoins et cinq répétitions dont la mise en place et le suivi dans chaque village ont connu la participation des populations locales impliquées dans le projet Self Help Africa. La fumure organique a été utilisée comme fertilisant 12,5 t/ha dans chaque parcelle. L'efficacité des traitements a été évaluée à partir des composantes de rendement du sorgho et à partir des propriétés chimiques du sol.

Les teneurs en éléments minéraux évalués dans cette étude, ont été le pH<sub>eau</sub> ; la matière organique (MO) ; l'azote (N) ; le carbone (C) ; le potassium (K) ; le Phosphore (P) et le rapport C/N.

Les résultats obtenus montrent que le Zaï compost et la Semence améliorée de sorgho (ZcSa) s'adaptent mieux aux changements climatiques que l'écotype local en pratiques paysannes en donnant les meilleurs rendements grains et paille quel que soit le village (Loaga (grain : 1948 kg/ha ; paille : 4042 kg/ha) ; Sika (grain : 1594 kg/ha ; paille : 3926 kg/ha). Le rendement grain et paille obtenu par le village de Loaga est respectivement de 1462 kg/ha et 3420 kg/ha pour les traitements Zaï compost et Semence locale (ZcSl) ; 1074 kg/ha ; 2 820 kg/ha pour le village de Sika. Cette différence de rendement entre les deux variétés serait due au potentiel variétal de la semence améliorée de sorgho Sariasso 11.

L'analyse chimique des sols montre une amélioration des propriétés chimiques des sols au profit des plantes. Cela s'observe plus dans les traitements zaï comparativement aux traitements témoins (Sa ; Sl).

**Mots clés** : Rendement, variété locale, fertilité du sol, Burkina Faso.

## **Abstract**

The climate changes constitute a serious threat for the poor countries food security where the agricultural production is closely linked to the rainfalls. The climate pejoration noted in Burkina during the last decades exposes it more to this threat where the adaptation remains the only alternative of the moment awaiting for a possible mitigation of the greenhouse effect gazes (GHG).

This survey taken place in the province of the Bam, in the villages of Loaga and Sika aims at showing the adaptation of the improved variety of sorghum (Sariasso 11) with the zaï in a context of climate changes and to propose extension strategies of the sorghum improved seed to producers in this province.

The experimental design was blocks completely randomized with four treatments; Zaï compost and improved Seed (ZciS); Zaï compost and local Seed (ZclS); Improved seed (iS); Local seed (lS) and five repetitions of which the implementation and the monitoring in each village knew the participation of the local populations involved in Self Help Africa project. The organic manure has been used as fertilizing 12, 5 t/ha in each parcel. The local variety and the improved one were in the parcels with peasant practices. The efficiency of the treatments has been evaluated from the sorghum output components and from the soil chemical properties.

The contents in mineral elements evaluated in this survey, were the pH water; the organic matter (OM); nitrogen (N); the carbon (C); potassium (K); the Phosphor (P) and the C/N report.

The results obtained show that Zaï compost and sorghum improved Seed (ZciS) better adapt to the climate changes than the local variety in peasant practices by getting the best grains and straw outputs whatever the village (Loaga (grain: 1948 kg/ha; straw: 4042 kg/ha); Sika (grain: 1594 kg/ha; straw: 3926 kg/ha). The output grain and straw gotten by the village of Loaga are respectively of 1462 kg/ha and 3420 kg / ha for the treatments Zaï compost and local Seed (ZcSl); 1074 kg/ha; 2820 kg/ha for the village of Sika. This output difference between the two varieties would be due to the variety potential of sorghum improved seed of Sariasso 11.

The chemical analysis of the soils shows an improvement of the chemical properties of soils at the profit of the plants. This is more noticed in the zaï treatments compared to the reference treatments.

**Keywords:** yield, local variety, soil fertility, Burkina Faso.

## INTRODUCTION

L'agriculture, l'élevage, la foresterie et la pêche constituent les principales activités économiques au Burkina Faso. Ils emploient 86 % de la population totale et génèrent 40% du PIB (agriculture 25%, élevage 12% et 3% foresterie et pêche) (MAHRH, 2007 cité par Traoré et Toé, 2008). Le secteur agricole représente la principale source de revenu des populations notamment rurales. Les cultures céréalières représentées par le sorgho, le mil, le maïs, le riz et le fonio constituent la base de l'alimentation des populations et occupent environ 85% des superficies emblavées (FAO, 2005). L'agriculture du pays dépend également de la disponibilité des ressources hydriques et de la fertilité des sols est tributaire des aléas climatiques. En effet, le climat est devenu de plus en plus capricieux et cela se manifeste par la diminution des quantités de pluies, du nombre de jours de pluies avec une répartition très irrégulière dans le temps et dans l'espace. A cela, s'ajoutent des installations irrégulières de la saison pluvieuse et une plus grande fréquence des poches de sécheresse ; ce qui affecte le calendrier cultural et limite le développement du pays notamment celui du monde rural. Le climat est également à l'origine de l'insécurité alimentaire en Afrique sub-saharienne et en particulier au Burkina Faso (Ouédraogo, 2007).

Face aux changements rapides du climat dans la sous-région et particulièrement au Burkina Faso, des techniques, des pratiques et des stratégies éprouvées ou à développer pourraient être fort utiles ou même efficaces pour assurer une production agricole durable. Pour cela, plusieurs voies doivent être explorées simultanément :

- ✓ l'amélioration des techniques et pratiques culturales visant la conservation des eaux et des sols, la défense et restauration des sols (CES/DRS) et l'adoption de celles déjà éprouvées par les chercheurs ;
- ✓ l'adoption des semences améliorées à cycles court, résistantes aux maladies à la sécheresse et à fort rendement.

Cette étude se propose d'apporter une contribution à l'amélioration de la production des cultures de sorgho dans un contexte de changement climatique et de proposer des stratégies de vulgarisation des technologies promues en vue d'augmenter la résilience des populations locales. L'étude se focalise sur le zaï et l'utilisation des semences de variétés améliorées de sorgho, la SARIASSO 11.

Ce choix se justifie par le fait que le zaï fournit divers avantages :

- il permet la restauration/récupération des sols dégradés,

- il conserve les eaux et les sols,
- il permet d'augmenter les rendements agricoles.

En outre, certains auteurs (Fontes et Guinko, 1995), témoignent que le zaï et les semences améliorées dans les zones agro-écologiques à pluviométrie comprise entre 400 et 700 mm/an peuvent répondre au problème d'insécurité alimentaire. De nos jours très répandu dans la zone soudano-sahélienne, le zaï a fait l'objet de nombreux travaux de recherche et d'études d'impact (Roose et *al.*, 1993 ; Kaboré, 1994 ; Zougmore, 1995 ; Reij et *al.*, 1996 ; Maatman et *al.*, 1998; Ambouta et *al.*, 1999; Zombré et *al.*, 1999; Zougmore et *al.*, 1999 ; Yaméogo et *al.*, 2013). Cependant, selon certains producteurs, le problème d'insécurité alimentaire sévit toujours dans certains villages de la province du Bam. Aussi, dans un contexte de changement climatique, des actions de résilience sont à promouvoir dans cette partie du pays où l'insécurité alimentaire est chronique et les pluies instables.

C'est dans ce souci agronomique que l'ONG Self Help Africa (SHA), afin de pouvoir étendre ses actions, veut tester l'introduction d'une nouvelle variété améliorée de sorgho provenant de la station de l'INERA/Saria, la SARIASSO 11 dont les rendements seraient nettement supérieurs aux rendements des variétés locales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude intitulée : « **Adaptation aux changements climatiques : l'impact du zaï et des semences améliorées sur le rendement du sorgho dans les villages de Loaga et Sika (province du Bam), Burkina Faso.** »

L'objectif global de cette étude est de promouvoir des pratiques agricoles adaptées aux changements climatiques, particulièrement la technique du zaï et la variété améliorée de semences de sorgho Sariasso 11, à travers la démonstration de leur capacité à procurer des résultats favorables.

Il s'agit spécifiquement de :

- montrer les avantages agronomiques de la pratique du zaï y compris l'utilisation de la fumure organique,
- montrer les avantages de l'utilisation des semences améliorées, particulièrement la variété de sorgho Sariasso 11.

Plusieurs hypothèses sont émises, cependant celles qui correspondent aux objectifs visés par notre étude sont résumées comme suit :

- la pratique du zaï et de la fumure organique permet d'augmenter les rendements du sorgho,

- la variété de sorgho Sariasso 11 est plus adaptée aux changements climatiques et produit des rendements supérieurs à ceux des semences locales.

Le présent mémoire comprend trois chapitres dont le premier est consacré à une revue bibliographique, le deuxième présente le matériel et méthodologie de l'étude, le troisième présente les résultats /discussion.

## **CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## I. GENERALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

### I.1. Clarification de concepts liés aux des changements climatiques

#### 1.1. Climat

Selon le GIEC (2001), le climat désigne généralement le «temps moyen» qu'il fait en un endroit du globe. Il correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques (températures, précipitations, vents, ...) dans une région donnée pendant une période de temps variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années. La période classique, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans.

#### 1.2. Variabilité climatique

La variabilité climatique est la variation de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques particuliers (GIEC, 2007). La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe).

#### 1.3. Changements climatique

Selon le GIEC (2001b), on entend par changement climatique une variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine. Cette définition diffère de celle figurant dans la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), selon laquelle le terme (Changement climatique) désigne uniquement les changements dus aux activités humaines. La Convention-cadre utilise le terme « variabilité climatique » pour désigner les changements climatiques d'origine naturelle.

#### 1.4. Adaptation aux changements climatiques

C'est l'ensemble des initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée. Pour Wall et Marzall (2006), une action tendant à mettre l'accent sur la possibilité ou la capacité des individus, des communautés et des nations à traiter les impacts

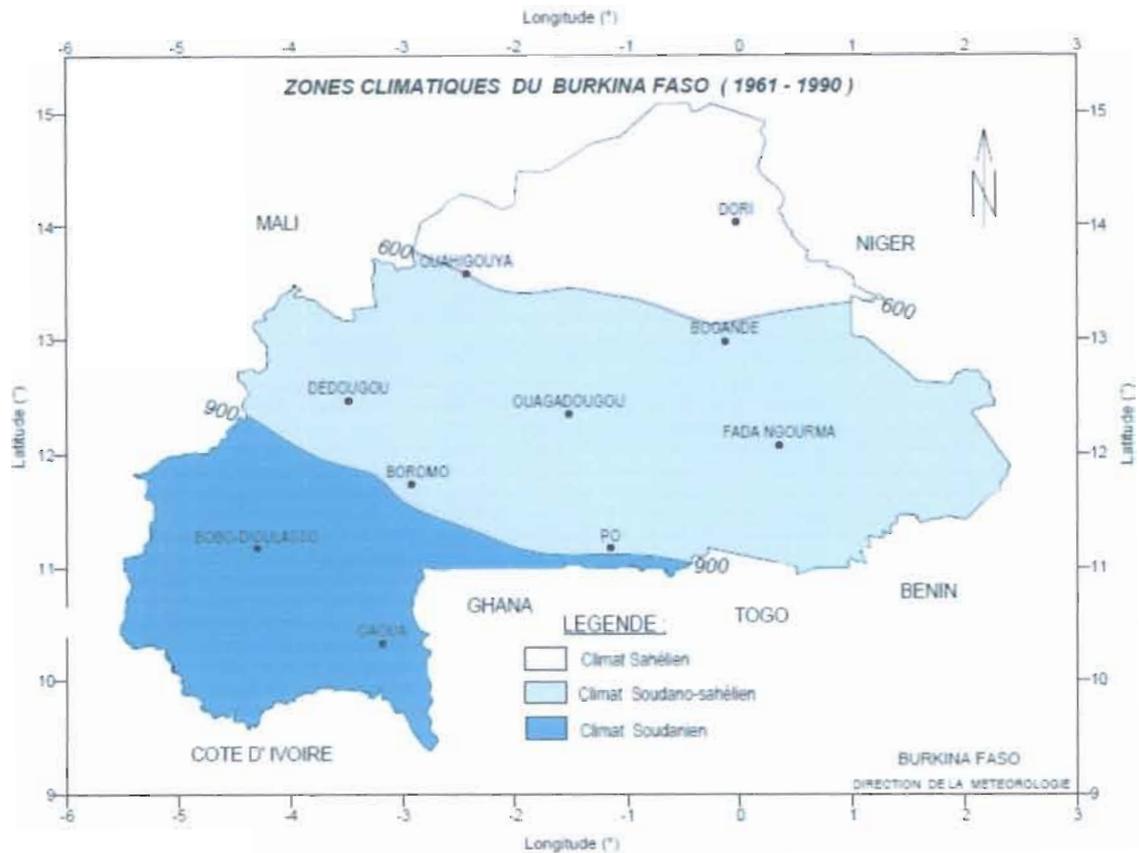
climatiques et/ou à tirer avantage des opportunités des conditions y afférentes sont souvent appelées mesures d'adaptation.

Dans la présente étude, l'adaptation se rapporte aux comportements adoptés et aux techniques développées pour réduire la vulnérabilité et/ou limiter les conséquences des changements climatiques aux fins d'améliorer le bien-être.

La stratégie d'adaptation est définie comme étant le mécanisme ou les actions entreprises par un système, une communauté, un individu en réaction aux impacts et effets présents et futurs des changements climatiques (IPCC, 2001). En ce qui concerne la capacité d'adaptation, c'est un ensemble des capacités, des ressources et des institutions d'un pays ou d'une région lui permettant de mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces (GIEC, 2007).

## **I.2. Zones agro climatiques du Burkina Faso**

Du fait de sa position géographique, le Burkina Faso a un climat type tropical à dominance sahélienne, caractérisé par l'alternance entre une courte saison de pluies et une longue saison sèche (PANA, 2006). La continentalité du pays et sa position à la lisière du Sahara prédisposent les éléments du climat à une forte variabilité diurne et annuelle. On distingue trois zones climatiques qui sont : la zone sahélienne au nord avec une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 600 mm, la zone nord soudanienne au centre avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 600 et 900 mm et la zone sud soudanienne au sud avec une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 900 mm et une saison des pluies de près de 6 mois. Les caractéristiques de ces trois zones sont illustrées par la **figure 1**.



**Figure 1 :** Les zones climatiques du Burkina Faso (Direction de la Météorologie, 1998)

### I.3. Changements du climat au Burkina Faso

La pluviométrie moyenne annuelle a connu une baisse sensible au cours des dernières décennies (**figure 2**). En effet, on note un déplacement latitudinal des isohyètes vers le Sud en l'espace de trois normales (période de 30 années consécutives) 1951 à 1980, 1961 à 1990 et 1971 à 2000 (PANA, 2003). La comparaison des isohyètes sur la figure 2 montre un rétrécissement très important de la zone soudanienne entre les deux normales précitées. Le climat soudano-sahélien (pluviométrie annuelle < 900 mm) et le climat sahélien (pluviométrie < 600 mm) sont respectivement descendus d'environ 100 km vers le sud.

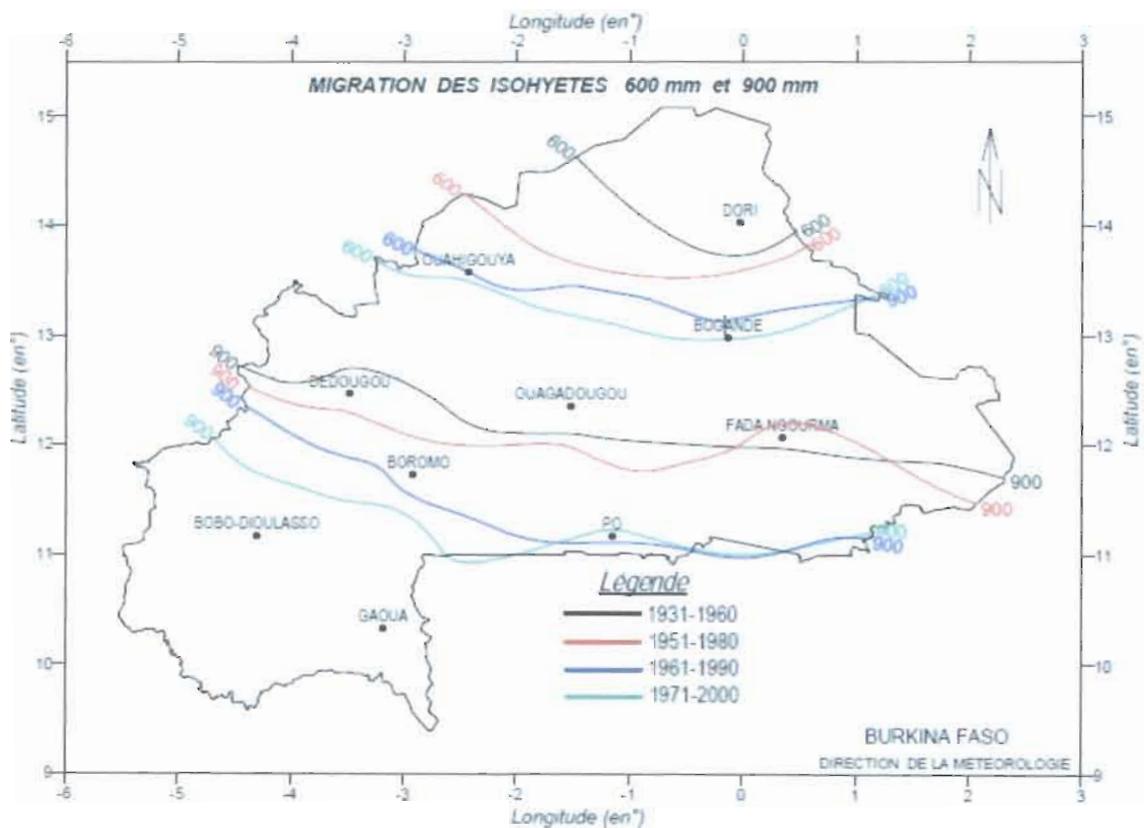
La péjoration climatique est donc une réalité au Burkina Faso. Depuis 1950, la situation pluviométrique n'a cessé de se dégrader, ce qui se traduit par la migration des isohyètes vers le sud. Les tendances pluviométriques sont à la baisse au Burkina Faso (Tinyar, 2003). Les études décennales effectuées de 1950 à 1999 ainsi que la courbe des moyennes mobiles montrent que le pays a connu trois (3) grandes périodes:

- Une période globalement excédentaire qui a commencé en 1950 et s'est estompée

vers la fin de 1969.

- Une période globalement déficitaire qui démarre vers le début des années 1970 pour s'achever vers la fin de 1989 qui caractérise la grande sécheresse qui a marqué tout le sahel.

- Depuis 1990 une nouvelle période excédentaire est observée dans toutes les stations à l'exception de celles de Bobo-Dioulasso et de Ouagadougou. Tinyar (2003) prévoit qu'en l'an 2030, l'isohyète 700 mm qui se trouvait en dessous de Dori au cours de la décennie 1950 à 1959 se retrouvera en dessous de Boromo et celui de 250 mm fera son apparition au-dessus de Dori. Cette migration des isohyètes montre d'une part, l'extension de la zone sahélienne vers le sud et d'autre part, la menace du désert pour le nord.



Source : PANA, 2003

**Figure 2 :** Migration des isohyètes de 1931-2000 au Burkina Faso

Selon le PANA (2006), la pluviométrie connaîtra une diminution relativement faible correspondant à -3,4% en 2025 et à -7,3% en 2050. La diminution de la pluviométrie sera doublée d'une très forte variabilité inter-annuelle et saisonnière. Les mois de juillet, août et septembre auront des diminutions de 20 à 30% de leur pluviométrie actuelle tandis que le

mois de novembre connaîtra des augmentations de 60 à 80% de sa pluviométrie. Mais ces dernières quantités resteront faibles en valeur absolue.

#### **I.4.Principales causes des changements climatiques**

Les variations de la concentration de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols dans l'atmosphère, de la couverture végétale et du rayonnement solaire modifient le bilan énergétique du système climatique (GIEC, 2007). A l'instar de plusieurs scientifiques, le GIEC attribue l'origine de l'évolution du climat à l'homme dont les émissions mondiales de GES dus aux activités de ces derniers ont augmenté depuis l'époque préindustrielle.

En effet, il a été démontré que les activités humaines générées depuis la révolution industrielle, notamment l'utilisation de combustibles fossiles et le changement d'affectation des terres sont à l'origine d'une concentration atmosphérique accrue des gaz à effet de serre, qui emprisonnent plus de chaleur dans l'atmosphère et déséquilibrent le bilan énergétique du système terre-atmosphère (CSAO/OCDE, 2008). Par ailleurs, toutes les activités humaines qui présentent une incidence négative sur le couvert végétale contribuent au réchauffement climatique (Ciesla, 1997). Parmi ces activités, on peut citer l'agriculture et l'élevage extensifs, les feux de brousse et la construction d'infrastructures.

#### **I.5. Conséquences des changements climatiques au Burkina Faso**

Selon le PANA (2006), il est difficile de dissocier les effets de la variabilité et des changements climatiques de ceux des facteurs anthropiques. Cependant, durant les quatre dernières décennies, les phénomènes climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, vents de sable, pics de température) sont devenus plus fréquents et plus intenses et constituent, de ce fait, de vrais catalyseurs de la dégradation du milieu biophysique.

La conjonction de la variabilité pluviométrique et du changement climatique sont donc la principale cause de la dégradation des écosystèmes au Burkina Faso, notamment les systèmes de production végétale et les systèmes d'élevage qui sont sévèrement affectés par les sécheresses et les inondations.

##### *5.1. Sécheresses*

Les sécheresses chroniques accélèrent la déforestation et la désertification. Celles des années 1970 ont provoqué un manque d'eau et une famine qui ont entraîné de nombreuses pertes en vies humaines, la décimation du cheptel et de la faune aggravant ainsi la pauvreté. Le

déséquilibre environnemental ainsi causé ne fait que s'accroître avec les sécheresses récentes, en dépit des gros efforts de lutte déployés çà et là, contre la désertification.

Les fréquentes sécheresses ont entraîné la migration d'une partie des populations du Plateau Central vers l'Ouest et l'Est du pays (PANA, 2006). Ces migrants, à la recherche de leur alimentation, ont largement contribué à la dégradation accélérée des zones d'accueil.

Certaines cultures telles que le coton, le maïs et l'igname ont vu leur aire de production se réduire progressivement à la partie méridionale du pays. Dans le domaine de l'élevage, la transhumance, jadis inconnue dans certaines localités, est devenue, de nos jours, une pratique qui se généralise.

### *5.2. Inondations*

Au cours des vingt dernières années, notamment en 1988, 1992, 1994 et 1999, certaines localités du pays ont été sévèrement affectées par les inondations. Les provinces les plus exposées aux inondations sont au nombre de 15 parmi lesquelles les provinces du Bam et celle de la Tapoa qui ont été touchées toutes les quatre années (PANA, 2003). Les mois à risques potentiels sont le mois d'août, juillet et septembre avec respectivement 62%, 27% et 5% de risques d'inondation (PANA, 2003).

Selon le PANA(2006), les pertes en productions agricoles dues aux inondations des champs cultivés ont été estimées à 1 803 000 000 FCFA en 1992 et à 63 937 680 000 FCFA en 1994. Par ailleurs, le coût de la réparation des barrages endommagés en 1994, a été évalué par les services techniques du ministère en charge de l'eau, à 192 776 576 FCFA (GIRE, 2000).

### *5.3. Prévisions sur les productions agricoles*

Selon le PANA (2006), la baisse de la pluviométrie combinée avec l'élévation de la température induira une baisse des rendements du mil qui est une culture rustique dans les sols à réserve en eau faible notamment à Dori au Sahel. Dans les régions du Sud, les rendements du mil, du sorgho et du maïs cultivés sur sol profond auront une tendance à la hausse du fait de la faible amélioration prévue de la pluviométrie du mois de juin et qui sera profitable pour la réussite des semis. Par contre dans cette même région et sur les sols à réserve utile en eau faible, les rendements du maïs vont fortement régresser du fait du déficit hydrique des mois de juillet, août et septembre.

## **I.6. Quelques stratégies d'adaptation au Burkina Faso**

### *6.1. Utilisation de variétés améliorées*

Des sécheresses et des inondations plus graves et plus fréquentes ainsi qu'une pression plus forte des ravageurs et des maladies sont les principaux défis posés par le changement climatique, à l'agriculture et à la production vivrière. En conditions de sécheresse, la production végétale est soumise à des baisses de rendements, une hausse des coûts de production et une détérioration des pratiques culturales (GIPB, 2010). L'irrigation, comme moyen d'atténuer la sécheresse, a ses propres coûts environnementaux et économiques, rendant cette option peu appropriée à tous les scénarios. Un moyen efficace pour augmenter ou du moins stabiliser la production végétale face aux nouveaux défis dus au changement climatique consiste à mettre au point des variétés améliorées grâce à la sélection variétale. La diversité génétique des plantes est le fondement pour le développement de nouvelles variétés adaptées aux enjeux présents et futurs. Selon la DGPV (2007) la semence améliorée contribue pour près de 40 % à l'accroissement des rendements. Au Burkina Faso, la recherche a pu mettre en vulgarisation des variétés de sorgho, de mil et de maïs adaptées aux zones agro-climatiques du Burkina Faso selon le cycle variétal et le système de culture, intensif, semi-intensif et faiblement intensif (INERA, 2000). Les caractéristiques de ces variétés qui diffèrent des variétés traditionnelles sont essentiellement le potentiel génétique de productivité élevé, la bonne adaptabilité aux zones agro climatiques et la résistance aux maladies et au stress hydrique.

D'après la FAO (1981), 50 % de l'augmentation de la production céréalière serait le fait de l'utilisation des engrais en combinaison avec les semences améliorées adaptées et les techniques culturales. Cependant cette science nécessite un appui supplémentaire et immédiat afin de surmonter les difficultés toujours plus graves et plus fréquentes causées par les changements climatiques.

### *6.2. Utilisation de la fumure organo-minérale*

Les sols agricoles du Burkina Faso sont dans leur grande majorité, des sols ferrugineux tropicaux (Pallo et Thiombiano, 1989). Ils sont en général pauvres en matières organiques et ont une faible résistance à l'érosion (Ganry, 1990). Leur possibilité de rétention des éléments nutritifs et des éléments de cohésion est très limitée. D'où une grande instabilité structurale et une impossibilité de maintenir une production agricole constante sans aucun amendement (Pallo et Thiombiano, 1989).

L'utilisation des engrais minéraux demeure limitée à cause de leur coût élevé et aussi, la fertilisation exclusivement minérale à long terme favorise l'acidification des sols et ne peut assurer une production agricole durable (Pichot *et al.*, 1981 ; Sedogo *et al.*, 1979 et Lompo *et al.*, 1993). Pirei (1989) indique que le maintien de la fertilité des sols passe principalement par le maintien de leur statut organique, à cause des multiples rôles et fonctions joués par la matière organique du sol.

Dans l'optique d'améliorer la fertilité des sols, divers travaux de recherche (Feller *et al.*, 1983 ; Sedogo *et al.*, 1989 a; Sedogo, 1993 ; Ouattara *et al.*, 1994) ont mis en exergue les effets positifs de différents substrats organiques aussi bien sur les caractéristiques physiques que chimiques des sols. Ces effets sont entre autres la consolidation de l'édifice structural par le maintien de la capacité d'échange cationique (CEC), l'augmentation des teneurs en carbone et en azote du sol, la réduction, voire l'élimination de l'aluminium échangeable et l'augmentation du pH du sol.

La combinaison entre substrats organiques et engrais minéraux à de faible ou forte dose a également été testée. Il en est ressorti que, outre l'obtention de meilleurs rendements, cette combinaison stimule davantage les performances des fumures organiques sur les caractéristiques physico-chimiques des sols (INERA, 1986 ; Lompo *et al.*, 1993). De plus, les travaux de Pouya (2008) sur les formules de fumures, montrent qu'il est possible de réaliser un gain en engrais minéraux par l'application de 5t ha<sup>-1</sup> de F.O. ; d'où une réduction du coût des engrais à apporter aux cultures. Parmi les substrats organiques les plus utilisés comme amendements, le fumier et les composts se sont révélés être les plus efficaces (INERA, 1986). La productivité ainsi que la stabilité des rendements en est nettement améliorées grâce à leurs apports. De même, ils optimisent l'efficacité des engrais minéraux et de l'azote en particulier (Feller *et al.*, 1983 ; Sedogo *et al.*, 1989 b).

Dans une synthèse sur les expériences et les perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso, Lompo *et al.*, (1993) rapportent que les fumures organo-minérales permettent d'obtenir des rendements plus élevés que ceux obtenus avec les fumures exclusivement minérales. Sur le sol, les fumures organo-minérales permettent d'obtenir le meilleur bilan azoté, un bilan positif en calcium et une stabilité ou une augmentation du taux de matière organique et de la capacité d'échange cationique.

Dans un contexte de détérioration climatique caractérisé par une précarité des pluies et des sols soumis à de forte dégradation de fertilité, la durabilité des systèmes peu onéreux passe par l'application de la fumure organique associée à de faibles quantités d'engrais minéraux.

## II. ETAT DE CONNAISSANCE SUR LE ZAÏ

### II. 1. Définition de quelques mots et concepts utilisés

#### 1.1. « Zipellé »

Le « zipellé » ou sol blanchi en moore, désigne selon les spécialistes, un sol ferrugineux tropical très dégradé, à croûte de battance et à horizon A partiellement ou complètement décapé par l'érosion, laissant apparaître l'horizon B en surface (Fornage, 1993).

Pour Roose et Pichot cités par Keni (1999), il existerait deux variétés de zipellé à savoir les glacis limono - sableux de haut de pente (couleur blanche) et les glacis gravillonnaires (rouges) mais stérilisés du fait de l'érosion. En général, à une teneur en argile et à une profondeur suffisante correspond une aptitude élevée du « zipellé » à la récupération.

#### 1.2. « Zaï »

Etymologiquement, le mot zaï vient du mot « zaïegré » en langue locale *mooré* qui signifie généralement « se hâter pour préparer sa terre, prendre de l'avance » (Kaboré, 1995, Roose et al., 1995). Doro (1991), Vlaar (1992), et Wright (1985) décrivent la technique qui signifierait poche d'eau ou trou creusé dans le sol afin de l'ameublir localement pour recevoir les semences. Pour les différents paysans innovateurs rencontrés, il n'y aurait pas de « zaï » à proprement parler sans apport de matière organique.

### II.2. Caractéristiques techniques de l'innovation

La pratique du « zaï » peut être considérée comme la résultante de l'enchaînement dans le temps et dans l'espace de quatre opérations principales à savoir:

#### 2.1. Creusage des poquets

Le creusage des poquets consiste à faire dans le sol, des trous ou poquets destinés à recevoir le fumier et les semences. La période la mieux indiquée pour cela est en saison sèche, celle allant de mars à Juin (Doro, 1991). On évite ainsi que l'harmattan n'y dépose trop de graines de mauvaises herbes ou ne les comble. Les poquets de zaï (« zaï-boko ») sont creusés perpendiculairement à la pente du terrain, en allant du bas vers le haut. Ils sont disposés en quinconce ou en ligne (plus rependu dans la province). La terre de déblai est déposée en croissant vers l'aval pour capter les eaux de ruissellement, les débris végétaux transportés par le vent, et les dimensions des trous sont de 20 à 40cm de diamètre sur 10 à 15cm de profondeur.

En année 2, de nouveaux poquets sont creusés puis en année 3 on revient sur les poquets de l'année 1. Cette procédure selon Zougmoré et *al.*(2003a), permettrait au bout de 5 ans de rendre la terre encroûtée en un champ cultivable sans Zaï.

La densité de culture est de 20 000 à 25 000 poquets/ha (AGRIPROMO n°83) mais pourrait atteindre selon la spéculation 27 775 à 31 250 poquets/ha respectivement pour le mil et le sorgho (Ky et *al.*, 1995).

### *2.2. Epandage de la matière organique*

L'épandage du fumier a lieu avant les premières pluies (avril à mai), Cette opération consiste la première année à remplir les poquets de « zaï » en y jetant une ou deux poignées d'adulte de fumier ou de compost que l'on recouvrira d'une mince couche de terre afin d'éviter les pertes solides et gazeuses respectivement par érosion et par volatilisation. Le contenu d'une poignée étant variable, la quantité de matière ainsi placée par poquet est estimée à environ 300g de composte ou de fumier (Zougmoré *et al.*, 2005).

En principe pour les 2 à 3 années suivantes, les paysans n'appliqueraient plus de fumier car, sur les parcelles ainsi fumées, les cultures profitent toujours du reliquat de fumure de la première année.

### *2.3. Semis*

Cette troisième opération intervient juste avant les premières pluies (semis à sec) ou après, quand les paysans estiment que le sol a reçu assez d'eau. Un léger coup de pioche ou de plantoir en bois suffit à enfouir les graines.

### *2.4. Sarclo-binage*

Cette dernière opération qui est généralement associée au démariage consiste à débarrasser les cultures des mauvaises herbes et à ameublir le sol. Elle est souvent limitée aux poquets les premières années et parfois un simple désherbage à la main suffit. Cette pratique permet la régénération des ressources ligneuses.

## **II.3. Types de sols concernés par le « zaï »**

Pour de nombreux auteurs, parmi lesquels Dugué (1989), Dakio (2000), les sols indiqués pour la pratique du zaï sont les sols situés sur les versants des collines ou les sommets de buttes à altitude peu élevée. Ces sols sont peu épais et ont une forte proportion de graviers. Sont également mentionnés, les sols gravillonnaires situés en haut de pente et enfin les sols dénudés à couche arable décapée (*zipellé*) ainsi que les sols de moyen et bas glacis. Les sols de champs de case et les sols de bas-fonds ne sont pas recommandés pour le « zaï ».

D'un point de vue climatique, la technique du « zaï » est adaptée dans la zone Soudano-sahélienne à pluviométrie comprise entre 400 et 700mm (Maatman *et al.*, 1998). Dans les zones plus humides, des problèmes liés à l'asphyxie des plants apparaissent, alors que dans les zones plus sèches il y a des risques de brûlure par le fumier (Vlaar, 1992).

#### **II.4. Avantages du zaï**

Les avantages du zaï concernent principalement la capture des eaux de ruissellement et la concentration des éléments fertilisants et des eaux, disponibles dans les cuvettes. Un autre atout majeur du zaï est l'amélioration de la fertilité chimique des champs grâce à l'apport de matière organique effectué au pied des plants. Ces avantages résument la qualité agronomique première du « zaï » à recréer un micro environnement de croissance favorable et relativement persistant pendant la durée de la saison des pluies. Du point de vue des agriculteurs, l'avantage du zaï reste donc, bien avant sa fonction de réhabilitation des écosystèmes, l'obtention de rendements satisfaisants sur des terres qui paraissaient irrécupérables (Roose *et al.*, 1999).

#### **II.5. Contraintes du zaï**

Le zaï, malgré ses nombreux avantages, ne peut pas résoudre toutes les contraintes à la production agricole dans le Sahel. Les trous doivent être creusés durant la saison sèche, la pénibilité et la durée du travail restent non négligeables. Selon Roose *et al.*, (1995) ; Reij *et al.*, (1996), le zaï exige 300 heures de travail à la pioche, soit environ 3 mois de travail pour un homme, pour restaurer 1 hectare. Les disponibilités en fumier, en main- d'œuvre et en moyens de transport, sont également des facteurs incontournables dans la pratique du zaï.



Zaï réalisé en avril 2013



Sorgho dans les poquets de zaï+eau

**Photo 1 : Zaï**

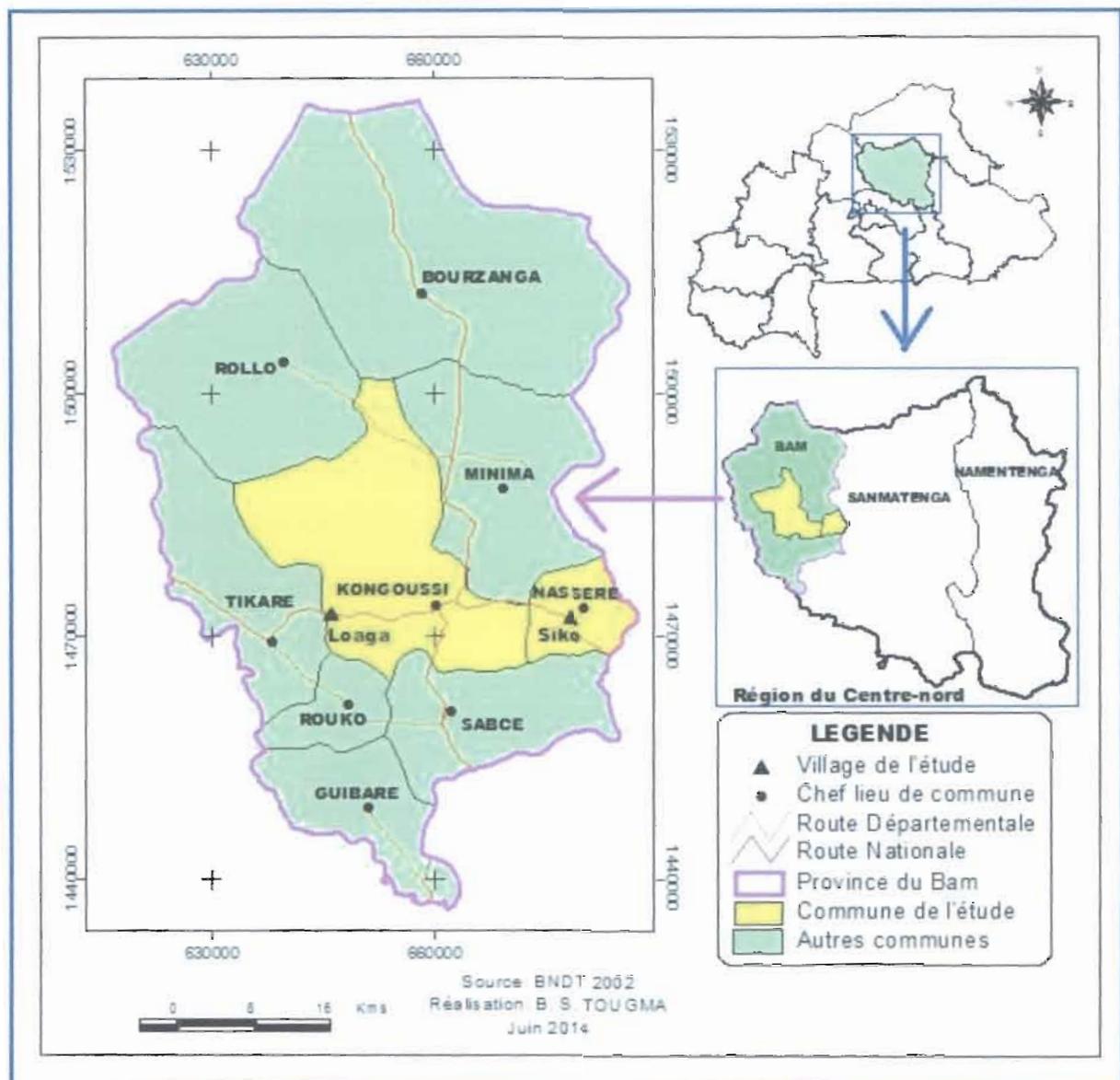
## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE**

## II.1. Choix et caractéristiques des sites d'étude

### 1.1 Choix des sites d'étude

Les sites d'étude ont été choisis par l'ONG SHA à cause de la faiblesse du rendement des cultures vivrières, du niveau de technicité faible des paysans, de la faible capacité organisationnelle des acteurs, de la dégradation des sols et des ressources végétales. Aussi le zaï est la principale technique de production agricole dans le Bam.

Les deux villages échantillons qui constituent la zone de l'étude se répartissent dans deux des neuf communes de la province.



Carte : Localisation des sites de l'étude

## 1.2 Situation géographique

La province du Bam est située à 110km au Nord de Ouagadougou sur la nationale N°22 (Ouaga-Djibo). La province compte neuf départements que sont : Kongoussi, Bourzanga, Rollo, Tikaré, Rouko, Sabcé, Zimtenga, Nasseré et Guibaré et elle couvre une superficie totale de 4017 km<sup>2</sup> et Kongoussi en est le chef-lieu. Par ailleurs, le Bam compose avec les provinces de Sanmentenga et de Namentenga la région du Centre Nord dont le chef-lieu est Kaya.

## 1.3. Milieu physique

### 3.1. Climat

La province du Bam appartient au climat tropical de type Soudano-sahélien. Le climat est caractérisé par une saison pluvieuse de juillet à octobre et une saison sèche de novembre à juin. L'évapotranspiration potentielle (ETP) est de 6,702 mm en moyenne annuelle et atteint son maximum durant les mois de Mars à Juin. Les conditions thermiques se caractérisent par un maxima de plus de 43,4°C entre mars et juin, et un minima d'environ 11,5°C en décembre. La pluviométrie, quant à elle se caractérise par son irrégularité spatio-temporelle et les précipitations sont comprises entre 400 et 700 mm.

### 3.2. Végétation et sol

La végétation de type subsahélien est caractérisée par une strate arborée dominée par des espèces épineuses vers le Nord (Guinko, 1985). Des forêts galeries se forment le long des cours d'eau. Le Nord de la province est couvert par une steppe en dégradation composée de : *Acacia seyal Hochst.*, *Acacia nilotica Guill, Perrollt.*, *Balanites aegyptiacat Vantiegh* et *Faidherbia albida Hochst, Del.* La végétation du Sud est à dominance arborée faite d'espèces comme *Parkia biglobosa Jacq. Benth.*, *Lannea acida A. Rich.*, *Vitellaria paradoxa Gaerth. f.*, *Guiera sénégaleensis J.F. Gnel.*, et *Piliostigma reticulatum DC. Hochst.*, qui peuplent les collines. Toute cette végétation est dominée par des graminées formées de *Andropogon gayanus* et de *Pennisetum pedicellatum*.

La prospection pédologique du BUNASOLS en 1995 dans le Bam, classe la province dans la catégorie des sols ferrugineux tropicaux et a identifié trois sous-unités morphologiques qui sont : les lithosols sur cuirasses, les sols ferrugineux tropicaux indurés, les sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial.

### *3.3. Hydrographie*

Le réseau hydrographique de la province s'organise autour du bassin versant du Nakambé ou Volta blanche qui constitue le plus important bassin. Il existe des lacs dans la province que sont les lacs Bam et Bourzanga alimentés par des rivières temporaires. Les données de l'inventaire des points d'eau modernes au Burkina Faso publiées par la direction générale de l'hydraulique en 1996, estiment à quarante-sept (47) le nombre de plans ou retenues d'eau pour la province du Bam, dont trente-quatre (34) temporaires. Les plans d'eau permanents sont essentiellement le lac Bam (le plus grand du Burkina Faso avec plus de 31 millions de mètre cube d'eau et 25 km de long), le lac de Bourzanga (6 km de long), les barrages de Koumbango (1,9 m<sup>3</sup> d'eau), de Guibaré, de Yilou, de Niangwéla, etc.

### *1.4. Milieu humain*

Selon le recensement de Décembre 2006, la province du Bam compte au total 277.092 habitants dont environ 52,33% de femmes. Plusieurs ethnies cohabitent dans la province du Bam à savoir, les mossi (87,5% de la population provinciale); les peulh (3,3%) les bisssa (0,5%) et les autres ethnies (8,7%) de la population. Les principales religions pratiquées par la population sont le Christianisme, l'Islam et l'Animisme.

### *1.5. Activités économiques*

Les principales activités économiques de la province se développent autour de l'agriculture, de l'élevage et de l'exploitation minière.

#### *5.1. Agriculture et élevage*

L'agriculture au Bam est toujours de type traditionnel avec la daba comme principal outil de travail du sol. Les spéculations pratiquées sont les céréales (sorgho, mil, maïs); les légumineuses (niébé, arachide, sésame, voandzou) et rarement le coton. Après la saison pluvieuse certains se lancent dans la culture maraichère aux alentours des principaux points d'eau (lac Bam, lac de Bourzanga, barrage de Koumbango) pour se dérober de l'oisiveté et bénéficier des retombées monétaires.

L'élevage, connaît une évolution durant les cinq (05) dernières années bien que toujours traditionnel. Les espèces animales concernées par cet élevage sont les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et les volailles. Considéré comme la deuxième activité après l'agriculture, l'élevage est pourvoyeur d'emplois et de revenus monétaires.

apparaissent donc potentiellement pauvres en nutriments minéraux et organiques essentiels pour la croissance et le développement des plantes. Ces sites nous semblent être adaptés à l'application du « zaï ». (Kabore, 1994 ; Dugue, 1989 cités par Dakio, 2000).

#### II.4. Choix du matériel végétal utilisé

Pour tester l'efficacité des traitements, deux (02) variétés de semences du sorgho (**Photo 2**) ont été utilisées à savoir :

- la variété de sorgho, **Sariasso 11** : c'est une variété améliorée de type Caudatum dont la durée du cycle semis-maturité est de 100 à 105 jours et de 66 jours à 72 jours pour la période semis-floraison. Elle tolère la sécheresse et est assez résistante aux *Strigasp*, aux maladies et aux insectes. Cette variété s'adapte à la zone pluviométrique de 400 à 700 mm pour un rendement potentiel de 3 à 4 t/ha. Les autres caractéristiques sont présentées à l'annexe.

La variété locale : elle est issue directement du terroir et cultivée par la plus-part des producteurs. Elle est chaque année renouvelée à partir de la production de l'année en cours par sélection des meilleurs épis ou graines. Son origine est très souvent méconnue et date des arrières parents. Il n'existe pas de nom typique pour la variété locale rencontrée mais en langue mooré, il s'agit de "Rig-Wâoongo".

"Rig-Wâoongo" est une variété tardive (110-120 jours) de sorgho blanc de la race *guinea*. Selon les producteurs, cette variété est moins résistante aux *Strigasp*, aux maladies et aux insectes. Le rendement potentiel est de 2 à 3 t/ha.



**Sariasso 11**



**Rig-Wâoongo**

**Photo 2:** Matériels végétal utilisés

### 5.2. Pêche

La pêche est toujours de type traditionnel autour du lac Bam et des retenues d'eau. Les espèces de poisson pêchées sont essentiellement les carpes, les silures, les sardines, les tilapias. Le manque d'organisation permanente et d'une réglementation rigoureuse en matière de pêche (la pêche des alevins surtout) risque de conduire l'activité à la banqueroute. La production est destinée à la commercialisation.

### 5.3. Orpaillage

Après les récoltes, la majeure partie des jeunes s'adonnent à la recherche du métal tant convoité « l'or », en vue de répondre à certaines aspirations de la jeunesse par l'acquisition de motos robustes, de poste téléviseur, des parcelles et même des voitures. Cette quête effrénée du bonheur n'est pas sans créer des difficultés aux orpailleurs (accidents de travail, éboulement, maladies).

Par ailleurs, l'adoption d'un nouveau code minier plus attractif par le gouvernement burkinabé en 2003 a permis l'affluence des investisseurs miniers dans la province du Bam à l'image de BISSA GOLD<sub>SA</sub> (puissante industrie d'extraction minière dans la commune rurale de Saɓcé) qui a démarré ses activités en 2012 au grand bonheur de toute la population et l'or est actuellement la machine de l'économie provinciale.

## II.2. Choix des exploitations

L'étude a été conduite dans le chef-lieu de la province du Bam, Région du Centre Nord avec la participation de trente et un producteurs leaders (31). Pour cette étude, deux (02) groupements de producteurs (GP) dans deux (02) villages ont été retenus (Loaga, Sika) où le zaï est pratiqué, avec le sorgho comme culture dominante. Le choix des paysans leaders est basé sur deux (02) critères :

- leur savoir-faire en matière de CES,
- les innovations apportées par chacun d'eux en matière de zaï.

## II.3. Caractéristiques des sols du site

Les sols retenus pour l'étude figurent parmi ceux généralement jugés favorables à l'application du « zaï » et à la culture du Sorgho. Dans les premiers centimètres, la texture varie de limono-sableuse à limono-argileuse-sableuse. Leurs réserves en minéraux altérables et leur capacité d'échange cationique sont faibles ainsi que le taux de matière organique (CPCS, 196 ; Feller, 1994). La charge en gravillon est assez importante en surface. Ces sols

## II.5. Fertilisation et densité de semis

La quantité de fumure organique appliquée par producteur est de deux poignées adulte. Lors du remplissage des poquets nous avons récolté quatre (4) poignées par producteur que nous avons pesées et calculées la moyenne qui est de 400g/poquet pour une dose de 12,52 tonnes à l'hectare. Les semis ont été réalisés à la densité conseillée pour une culture de sorgho : 0,80 m entre les lignes et 0,40 m entre les poquets. Théoriquement la densité de culture est de 313 poquets pour 100 m<sup>2</sup> extrapolée à l'hectare nous avons 31300 poquets. Le démariage a été fait à raison de trois (03) plants par poquet soit 939 plants utilisés pour 100 m<sup>2</sup> ce qui correspond à 93900 plants à l'hectare.

## II.6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental comporte quatre (04) parcelles tests complètement randomisé et avec quatre (04) traitements et trente une (31) répétitions correspondant aux 31 producteurs. Chaque parcelle élémentaire à une superficie de 10m x10m soit 100m<sup>2</sup>. Une allée de trois mètres (3m) est maintenue entre les parcelles.

Les traitements suivants s'observent chez chaque producteur :

- ZcSa: Zaï compost, Semence améliorée
- Sa: Semence améliorée (T1)
- ZcSl : Zaï compost, Semence locale
- Sl: semence locale (T2)

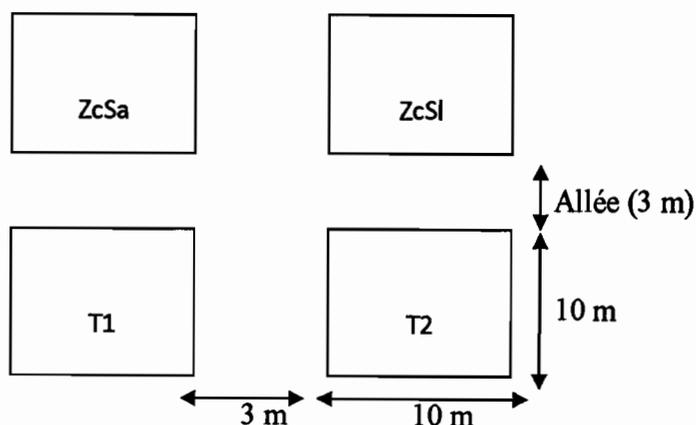


Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

## **II.7. Opération culturale**

### *7.1. Préparation du sol*

La mise en place de la parcelle et la réalisation du zaï ont été faite en avril-mai. Le zaï a été réalisé avec la houe ceylan et selon les dimensions : 20cm de diamètre et 10cm de profondeur et le nombre de poquet dans chaque parcelle élémentaire était de 313. Pour les parcelles témoins (Sa ; SI) un désherbage très superficiel avec la daba et sans labour a été effectué.

La fumure organique a été appliqué sur les parcelles ZcSa et ZcSI à raison de deux (2) poignées d'adultes par poquet en mai. Par contre, aucun fertilisant n'a été appliqué dans les témoins.

### *7.2. Semis et démariage*

Le sorgho (Sariaso 11) a été semé à la densité de 31 250 poquets / ha avec des écartements de 0,4 m sur la même ligne et de 0,8 m entre deux lignes consécutives à raison de 6 à 7 grains par poquet pour chaque parcelle élémentaire. Un démariage pour ajuster le nombre de plants par poquet à trois a été effectué treize (13) jours après semis (JAS).

### *7.3. Traitements pesticides*

Aucun pesticide n'a été utilisé pour le traitement des parcelles.

### *7.4. Entretien de la culture*

L'entretien des cultures a consisté essentiellement au sarclage des parcelles. Il y en a eu trois au total : le premier est intervenu 21 jours après semis (JAS), le second 34 jours après semis (JAS) et enfin le troisième 70 jours après semis (JAS). A ces mêmes périodes, des désherbages superficiels ont été effectués sur les parcelles sans travail du sol.

Aucun apport d'engrais minéraux n'a été appliqué dans les parcelles.

## **II.8. Suivi des pratiques paysannes du zaï**

Les observations sur les pratiques paysannes du « zaï » ont pour but de permettre de comprendre et d'expliquer les améliorations éventuellement constatées par chaque paysan sur son exploitation. Ces observations ont porté sur:

- les densités de semis,
- l'entretien des cultures,
- la récolte.

Ces données ont été collectées grâce à l'observation directe et aux interviews qui, à l'occasion de chaque passage sur l'exploitation, ont permis d'écouter les paysans faire librement leurs commentaires sur le «zaï» et sur le test en cours.

## **II.9. Evaluation des composantes du rendement**

Les composantes du rendement sont des paramètres de la culture et ou de la plante permettant la détermination du rendement de cette culture. Ce sont dans le cas des céréales: le nombre de plants/hectare (NP/ha); le nombre d'épis par plant (NE/plt); le nombre de grain par épi (NG/épi) le poids des grains et le poids des fanes à l'hectare (ha). Pour l'évaluation du rendement, dix (10) des trente un (31) producteurs leaders dont cinq (5) par village ayant bien conduit les tests de démonstration ont été retenus et auprès desquels ont été effectuées les mesures des différentes composantes.

### ***9.1. Nombre de plants et d'épis à l'hectare (ha)***

A la récolte, nous avons compté le nombre total de pieds de sorgho pour chaque traitement, le nombre d'épis total et le nombre d'épis utile. Nous avons calculé ensuite les moyennes de ces paramètres par traitement et enfin extrapolé ces résultats à l'hectare selon la formule suivante:

**Valeur par hectare du paramètre évalué (VP/ha) = A x 100**

A : désigne soit le nombre moyen de plants, soit le nombre d'épis total ou le nombre d'épis utile d'une parcelle donnée.

### ***9.2. Evaluation du nombre de grains par épi et poids des grains***

Les épis de chaque traitement sont récoltés à maturité. Les épis récoltés ont été mis dans des sacs étiquetés et l'étiquette précise le traitement, le numéro de la parcelle. De façon aléatoire nous avons prélevé dix (10) épis de chaque traitement pour le comptage des grains. Après le comptage, les grains obtenus par épis sont mélangés par parcelle ensuite nous avons prélevé 1000 grains dans chaque traitement pour séchage. Les grains sont pesés et nous avons obtenu le poids moyen des 1000 grains par traitement.

## **II.10. Estimation des rendements**

### ***10.1. Rendements en grains par traitement***

La production en grains de chaque traitement est séchée et pesée. Ensuite, nous avons calculé la moyenne par parcelle et rapportée à l'hectare selon la formule ci-après :

**Rendement grain (kg/ha) = PmT x 100**

PmT désigne la production moyenne par traitement d'une parcelle donnée.

Ceci donne également le rendement moyen à l'hectare et par traitement.

### ***10.2. Rendements paille des différents traitements***

La paille correspond à la biomasse épigée, non consommable par l'homme. Elle est constituée par l'ensemble des parties aériennes des plants sans les grains c'est-à-dire les tiges, les feuilles

et les restes des épis après égrainage. Les pailles des différents traitements sont regroupées, séchées au soleil et sont régulièrement pesées (tous les 4 jours) jusqu'à ce que le poids soit constant. Les poids obtenus à la dernière pesée sont extrapolés à l'hectare à partir de la formule ci-après :

**Rendement paille (kg/ha) = PpT x 100**

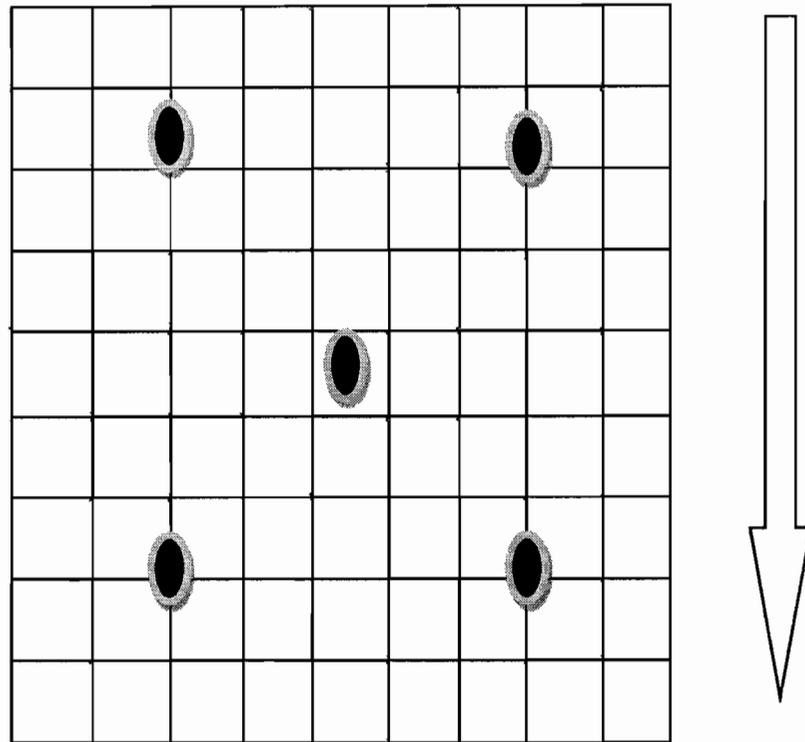
PpT désigne la production moyenne en paille d'un traitement donnée.

### **II.11. Echantillonnage de sol**

Les dispositions des points de prélèvement des échantillons de sol en diagonale, en ligne parallèle et en zigzag sont les plus recommandées pour prendre en compte l'hétérogénéité d'une parcelle (T.T.A., 2004).

Des prélèvements au nombre de cinq (5) sont effectués au niveau des parcelles de zaï et sans zaï. Dans les parcelles de zaï, les prélèvements sont faits dans les poquets de zaï et dans les inter-poquets. Les prélèvements ont été faits sur l'horizon 0-20 cm, à l'aide de la tarière, après les récoltes en décembre 2013 (**figure 4**).

Les échantillons prélevés sont mélangés par parcelle dans un sceau en plastique puis, un échantillon composite de 1 kg a été prélevé par parcelle pour chacun des traitements témoin et chacun des deux niveaux (poquets et inter poquets) pour les parcelles ZcSa et ZcSl et mis dans un sachet fermé et étiqueté pour les analyses au laboratoire. On a eu donc au total 20 échantillons composites pour les parcelles de zaï et 20 échantillons composites pour les parcelles sans zaï. Le prélèvement a été fait chez les dix (10) producteurs leaders dont vingt (20) échantillons par village.



**Le sens de la pente**

**Figure 4** : schéma de prélèvement du sol sur la parcelle.

### **II.12. Analyses chimiques du sol**

Les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un tamis de 2 mm de maille pour séparer la terre fine des parties grossières. Les analyses ont porté sur la mesure du pH, le dosage du carbone organique (C), de l'azote total (N), du Phosphore assimilable (Pa) et du potassium total (K). La mesure du pH et le dosage de C, N, P, K ont été effectués au laboratoire de GRN/SP à l'INERA/station de Farako-Bâ.

#### **- Mesure du pH eau**

Le pH eau a été mesuré par la méthode électrométrique au pH-mètre à électrodes en verre. La solution utilisée pour la lecture du pH eau a été préparée dans un rapport échantillon/solution de 1/2,5. La suspension échantillon/solution doit subir une phase d'agitation (1 heure) avant au pH-mètre.

#### **- Dosage du carbone organique (c)**

Le dosage du carbone organique a été effectué par la méthode de Walkley-Black (1934). C'est une méthode par voie humide ; elle consiste en une oxydation à froid d'un échantillon (solide) par une solution de bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. L'excès de

bichromate est dosé en retour avec une solution standard de  $\text{Fe}^{2+}$  (dans du sulfate d'ammonium ferreux : sel de Mohr ( $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_4)_2$ )) en présence de diphénylamine pour déterminer la quantité qui a réagi.

- **Dosage de l'azote total**

Le dosage a été effectué suivant la méthode de Kjeldahl. Les échantillons ont été soumis à une minéralisation par l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et portés à ébullition en présence d'un catalyseur qui est un mélange de sélénium (1,55g), de sulfate de cuivre (1,55g) et de sulfate de sodium ou anhydre (96,9g). L'azote contenu dans la matière organique se transforme en sulfate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ). La solution est alcalinisée par la soude permettant ainsi la libération de l'ammoniaque. L'ammoniaque est entraîné par distillation et recueilli dans une solution d'acide borique ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) et titré par une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ).

- **Dosage du phosphore assimilable (Pa) et du potassium total**

La méthode Bray I a été utilisée pour le dosage du phosphore assimilable à un pH 3,5 avec un rapport d'extraction de 1/7 (2g de sol pour 14ml de solution Bray I ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) et un temps d'extraction d'une minute. L'acide chlorhydrique est utilisé pour extraire les formes de phosphore (P) solubles dans l'acide. Le fluorure d'ammonium dissout les phosphates de Fe et d'Al en formant un complexe entre ces ions et ceux des métaux en solution acide.

Le potassium total est déterminé au photomètre à flamme.

- **Caractérisation de la matière organique des sols (MOS)**

Elle a porté sur les teneurs en carbone organique total (C), en azote total (N) ainsi que sur le rapport C/N.

### **III.13. Traitement et analyse des données**

Les données récoltées ont été traitées à l'aide de l'outil informatique notamment le logiciel Word et le tableur EXCEL. L'analyse statistique des valeurs moyennes a été réalisée avec le logiciel XLSTAT. Nous avons effectué la comparaison des moyennes à l'aide du test de Newman Keuls au seuil de 5%.

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

### III.1 RESULTATS

#### 1.1.1. Analyses chimiques des échantillons de sol

Les tableaux 1 et 2 montrent que les sols sont acides pour tous les villages quel que soit le traitement avec des valeurs de pH<sub>eau</sub> variant de 6,1 à 6,9 pour le village de Loaga et de 5,8 à 6,47 pour le village Sika. Les valeurs du pH sont statistiquement identiques malgré l'application du zaï. Quant à la matière organique (MO), l'analyse de variance montre une différence hautement significative ( $p = 0,001$ ), selon les traitements et les villages. La matière organique est plus élevée dans les poquets zaï (poquet et inter-poquet) avec des valeurs allant de 1,06% à 1,3% dans le village de Loaga comparativement aux témoins (0,73% à 0,77%). Dans le village de Sika, le taux de matière organique le plus élevé est fourni par le traitement zaï (poquet et inter-poquet) et est de 1,15% par rapport aux témoins (0,8%). Dans l'ensemble, le sol des deux sites demeure pauvre en MO (inférieur à 3%). Le rapport C/N, est statistiquement identique entre les témoins et les parcelles zaï dans les deux sites. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les témoins et les traitements zaï (poquet et inter-poquet) pour l'azote, le rapport C/N, le phosphore assimilable et le potassium total pour tous les villages. Cependant, les valeurs les plus élevées s'observent au niveau des parcelles zaï.

**Tableau 1** : Caractéristiques chimique du site de Loaga (n= 20)

Traitements	pH eau	M.O (%)	N (%)	C/N	Passimilable (mg/kgsoil)	K total (mg/kg)
ZcSa	6,9 <i>a</i>	1,24 <i>a</i>	0,06 <i>a</i>	12 <i>a</i>	4,61 <i>a</i>	2052,6 <i>a</i>
T1	6,3 <i>a</i>	0,77 <i>b</i>	0,04 <i>a</i>	11,42 <i>a</i>	3,78 <i>a</i>	1830 <i>a</i>
ZcSl	6,8 <i>a</i>	1,3 <i>a</i>	0,06 <i>a</i>	12,5 <i>a</i>	3,022 <i>a</i>	1993 <i>a</i>
T2	6,1 <i>a</i>	0,73 <i>b</i>	0,04 <i>a</i>	10,75 <i>a</i>	2,58 <i>a</i>	1884,4 <i>a</i>
<b>Probabilité</b>	<b>0,24</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,91</b>	<b>0,07</b>	<b>0,89</b>	<b>0,67</b>
<b>Signification</b>	<b>NS</b>	<b>HS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

HS : Hautement Significatif ; NS : Non Significatif.

Les moyennes dans même la colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

ZcSa : Zaï composte et Semence améliorée ; ZcSl : Zaï composte et Semence locale ;

T1 : Semence améliorée ; T2 : Semence locale ; n : nombre d'échantillon de sol.

**Tableau 2:** Caractéristique chimique du site de Sika (n= 20)

Traitements	pH eau	M.O (%)	N (%)	C/N	Passimilable (mg/kg)	K total (mg/kg soil)
ZcSa	6,47 <i>a</i>	1,15 <i>a</i>	0,04 <i>a</i>	13,2 <i>a</i>	1,28 <i>a</i>	1859,6 <i>a</i>
T1	6,2 <i>a</i>	0,68 <i>b</i>	0,04 <i>a</i>	12 <i>a</i>	1,28 <i>a</i>	1736 <i>a</i>
ZcSl	6,43 <i>a</i>	1,06 <i>a</i>	0,05 <i>a</i>	12,92 <i>a</i>	1,12 <i>a</i>	1,12 <i>a</i>
T2	5,8 <i>a</i>	0,8 <i>b</i>	0,04 <i>a</i>	10,65 <i>a</i>	0,91 <i>a</i>	2072,4 <i>a</i>
<b>Probabilité</b>	<b>0,53</b>	<b>0,001</b>	<b>0,83</b>	<b>0,22</b>	<b>0,68</b>	<b>0,89</b>
<b>Signification</b>	<b>NS</b>	<b>HS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

HS : Hautement Significatif ; NS : Non Significatif.

Les moyennes dans même colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

ZcSa : Zaï composte et Semence améliorée ; ZcSl : Zaï composte et Semence locale ;

T1 : Semence améliorée ; T2 : Semence locale ; n : nombre d'échantillon de sol.

## 1.2. Composantes du rendement en fonction des villages

### 1.2.1. Village de Loaga

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 3. Le ZcSa et le ZcSl sont les traitements qui ont plus impacté les composantes du rendement dans le village de Loaga. Pour le nombre de plants à l'hectare, le ZcSa et le ZcSl ont permis d'améliorer significativement ( $p = 0,001$ ) de 23 480 plants et de 30 560 plants par rapport aux témoins, respectivement T(1) et T(2). Après la phase d'épiaison, le nombre d'épis dénombré sur le ZcSa et le ZcSl sont de 25 320 et de 25 696 significativement ( $p = 0,001$ ) supérieur à celui des témoins T(1) et T(2). Par ailleurs, entre les traitements zaï, c'est le ZcSa qui a fourni 13 644 épis de plus que le traitement ZcSl. Le nombre d'épis ayant porté des grains est aussi plus important ( $p = 0,001$ ) dans le ZcSa et le ZcSl. Les épis utiles sont des épis intéressants pour le producteur. Ils sont pourvus de bon grain. Les traitements ZcSa et ZcSl enregistrent 36 200 et 29 700 d'épis utiles de plus que les traitements T(1) et T(2). La plus grande valeur du nombre d'épis utiles est obtenue avec le traitement ZcSa qui a fourni 14 400 de plus que le ZcSl. On constate par ailleurs que, les épis du ZcSa et du ZcSl sont ceux qui contiennent le plus de grains. Le nombre moyen de grains par épis est de 932 et de 745 plus élevé ( $p = 0,001$ ) respectivement dans le ZcSa et le ZcSl par rapport à T(1) et à T(2). Et, il en est de même pour le poids de

1000 grains, des traitements ZcSa et ZcSl. Pour tous les paramètres des composantes du rendement, sauf au niveau du poids de 1000 grains, le ZcSa a eu des valeurs supérieures à celles des autres traitements.

**Tableau 3** : Evaluation des composantes du rendement du site de Loaga (n= 5)

Traitements	Nbre de plants/ha	Nbre d'épis total/ha	Nbre d'épis utile/ha	Nbre de grains/épi	Poids (g) de 1000 grains
ZcSa	76940 <i>a</i>	76620 <i>a</i>	71140 <i>a</i>	1851 <i>a</i>	23,6 <i>ab</i>
T1	53460 <i>b</i>	51300 <i>bc</i>	34940 <i>c</i>	919 <i>c</i>	18,1 <i>c</i>
ZcSl	67940 <i>a</i>	62976 <i>b</i>	56740 <i>b</i>	1198 <i>b</i>	25,6 <i>a</i>
T2	37380 <i>c</i>	37280 <i>c</i>	27040 <i>c</i>	453 <i>d</i>	21,4 <i>b</i>
<b>Probabilité</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,004</b>
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>

**HS** : Hautement Significatif. Les moyennes dans la même colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

**ZcSa** : Zaï composte et Semence améliorée ; **ZcSl** : Zaï composte et Semence locale ;

**T1** : Semence améliorée ; **T2** : Semence locale ; **n** : nombre de parcelles échantillonnées

### 1.2.2. Village de Sika

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 4. Ils montrent que les traitements zaï ont donné les meilleures composantes du rendement. Pour le nombre de plants à l'hectare, le ZcSa et le ZcSl ont permis d'améliorer significativement ( $p = 0,003$ ) de 19 760 plants et de 27 500 plants respectivement par rapport aux témoins, T(1) et T(2). Quant au nombre d'épis dénombrés après la phase d'épiaison, le ZcSa et le ZcSl ont fourni 21 480 et de 19 960 d'épis, significativement ( $p = 0,001$ ) supérieurs à ceux des témoins T(1) et T(2). Le nombre d'épis ayant porté des grains est aussi plus important ( $p = 0,002$ ) dans le ZcSa et le ZcSl. Les épis utiles enregistrés au niveau de ces traitements sont respectivement de 31 780 et de 16 960 épis supérieurs à ceux des témoins T(1) et T(2). On constate également que, les épis du ZcSa et ZcSl sont ceux qui contiennent le plus de grains. Le nombre de grain par épis est de 599 et de 398 plus élevé ( $p = 0,002$ ) respectivement dans le ZcSa et le ZcSl par rapport à T(1) et à T(2). Et, il en est de même pour le poids de 1 000 grains du ZcSa et du ZcSl. A l'exception du poids de 1 000 grains, le ZcSa a fourni les meilleures composantes du rendement comparativement aux autres traitements. L'analyse est faite au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

**Tableau 4** : Evaluation des composantes du rendement du site de Sika (n=5)

Traitements	Nbre de plants/ha	Nbre d'épis total/ha	Nbre d'épis utile/ha	Nbre de grains/épi	Poids (g) de 1000 grains
ZcSa	67960 <i>a</i>	62520 <i>a</i>	55620 <i>a</i>	1513 <i>a</i>	22,1 <i>b</i>
T1	48200 <i>ab</i>	41040 <i>b</i>	23840 <i>b</i>	914 <i>b</i>	16,7 <i>c</i>
ZcSl	65780 <i>a</i>	53020 <i>ab</i>	41140 <i>ab</i>	1060 <i>b</i>	25,4 <i>a</i>
T2	38280 <i>b</i>	33060 <i>b</i>	24180 <i>b</i>	662 <i>c</i>	20,3 <i>b</i>
<b>Probabilité</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>

HS : Hautement Significatif. Les moyennes dans la même colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

ZcSa : Zaï composte et Semence améliorée ; ZcSa : Zaï composte et Semence locale ;

T1 : Semence améliorée ; T2 : Semence locale ; n : nombre de parcelles échantillonnées

### 1.3. Rendements grain et paille en fonction des villages

#### 1.3.1. Village de Loaga

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 5. Le ZcSa et le ZcSl sont les traitements qui ont fourni le plus de rendement grain et paille selon le test de Newman Keuls au seuil de 5%. Pour le rendement grain, le ZcSa et le ZcSl ont permis d'augmenter significativement ( $p = 0,0001$ ) de 1 032 kg et de 966 kg comparativement à T(1) et à T(2), soit une augmentation de plus de 100%. On constate par ailleurs, une différence hautement significative ( $p = 0,0001$ ) entre les traitements zaï avec le ZcSa qui a enregistré le rendement le plus élevé fournissant 486 kg de plus que le traitement ZcSl. Ces mêmes observations sont contactées au niveau du rendement paille.

**Tableau 5 :** Rendement grain et paille obtenu dans le village de Loaga en kg/ha (n=5)

Traitements	Rdt grain/ha	Rdt paille/ha
ZcSa	1948a	4042 a
T1	916 c	1140 b
ZcSl	1462 b	3420 a
T2	496 d	964 b
<b>Probabilité</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>

**HS :** Hautement Significatif. Les moyennes dans la même colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

**ZcSa :** Zaï compost et Semence améliorée ; **ZcSl :** Zaï compost et Semence locale ;

**T1 :** Semence améliorée ; **T2 :** Semence locale ; **n :** nombre de parcelles échantillonnées.

### 1.3.2. village de Sika

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 6. Il montre que les traitements ZcSa et ZcSl ont fourni les meilleurs rendements. Pour le rendement grain, le ZcSa et le ZcSl ont permis d'augmenter significativement ( $p = 0,0004$ ) de 926 kg et de 698 kg par rapport aux témoins, respectivement T1 et T2. Il en est de même pour le rendement paille avec plus de 3 078,2 kg et de 2 154,8 kg pour le ZcSa et le ZcSl comparativement à T1 et à T2. L'analyse est faite au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

**Tableau 6:** Rendement grain et paille obtenu dans le village de Sika en kg/ha (n=5)

Traitements	Rdt grain/ha	Rdt paille/ha
ZcSa	1594 a	3926,2 a
T1	668 bc	848 b
ZcSl	1074 b	2820,8 a
T2	376 c	666 b
<b>Probabilité</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0001</b>
<b>Signification</b>	<b>HS</b>	<b>HS</b>

**HS:** Hautement Significatif. Les moyennes dans la même colonne suivie de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

**ZcSa :** Zaï compost et Semence améliorée ; **ZcSl :** Zaï compost et Semence locale ;

**T2 :** Semence améliorée ; **T1 :** Semence locale ; **n :** nombre de parcelles échantillonnées.

## III.2. Discussion

### 2.1. Analyses chimiques de sol

Le pH donne une indication sur l'acidité des différents sols qui influence la disponibilité en éléments nutritifs et l'activité biologique du sol pour les plantes (Calyet, 2003). Le pH optimum pour la disponibilité des éléments nutritifs et l'activité biologique se situe entre 6,5 et 7 (Calyet, 2003). L'analyse des différents sols montre qu'ils sont acides. Les pH élevés obtenus au niveau des différents traitements ZcSa (6,9), ZcSl (6,8), T1 (6,3), T2 (6,1) sont dus au fait que l'application de la matière organique (le fumier) aurait permis de fixer certains ions acidifiant tels que l'aluminium, ce qui réduit leurs teneurs dans la solution du sol.

Lompo (2009) note en effet une diminution de la teneur en aluminium échangeable suite à des apports de fumier. En outre Bado et *al.* (1997) ont aussi montré que le fumier est la forme d'apport qui, de par sa teneur en bases, permet le meilleur maintien du pH et limite ainsi l'acidité des sols.

L'analyse de nos résultats montre que les teneurs en matière organique du sol dans les poquets et inter-poquet de zaï diffèrent par rapport au témoin. Nous pouvons ainsi dire que ces traitements ont amélioré le statut organique du sol. Cette amélioration s'expliquerait par la sédimentation des particules solides contenues dans l'eau de ruissellement dont la vitesse est ralentie avec l'application du zaï (Zougmore, 2000). En plus, l'apport du fumier dans les trous de zaï serait la principale explication de l'amélioration du taux de MO par rapport aux témoins et joue un rôle d'éléments fertilisants pour les cultures. La MO permet de maintenir et même d'accroître le stock organique des sols. D'où l'intérêt d'un apport assez conséquent de MO si l'on veut maintenir un équilibre physico-chimique et biologique du sol qui favoriserait un enracinement plus rapide des cultures.

### 2.2. Composantes du rendement et rendement grain et paille

Le nombre de plants ainsi que le nombre d'épi total à l'hectare ont été influencé de façon positive et hautement significative par les traitements zaï par rapport aux témoins dans les deux sites. Les principales explications seraient une meilleure croissance des plants et à une bonne performance de la variété améliorée de sorgho. En effet, une bonne croissance des plants leur permet d'avoir une bonne vigueur, car les activités métaboliques (photosynthèse, respiration, transpiration, etc.) vont se dérouler plus ou moins normalement. Cette vigueur des plants leur permet de faire face aux aléas climatiques. Ainsi, les plants croissent plus vite

et atteignent plus rapidement le stade physiologique qui induit la formation et l'émergence des épis. Le traitement ZcSa a fourni le plus grand nombre d'épis utiles (Loaga : 71 140; Sika : 55 620) dans les deux sites. Ceci s'expliquerait par les bonnes potentialités variétales dont possèdent la semence et aussi les conditions climatiques (l'humidité) qui ont permis un meilleur remplissage des grains.

Le nombre de grain par épi est également plus élevé pour les parcelles de zaï et particulièrement pour le traitement ZcSa (Loaga : 1 851 ; Sika : 1 513) par rapport aux autres traitements. Cela témoigne de la relative bonne vigueur des épis des plants émergés dans ces traitements et également des différentes potentialités génétiques de la semence améliorée. Aussi, le poids des 1000 grains est plus élevé pour les traitements zaï comparativement aux témoins. Après la pollinisation et la fécondation, le développement du grain débute. Ce dernier grossit du fait de l'accumulation des réserves nutritives. Pour un bon développement des grains, les traitements doivent favoriser la disponibilité optimale des éléments minéraux du sol pour les plants, afin de favoriser la synthèse des substances carbonées (les réserves nutritives). Les conditions d'humidité du sol doivent être suffisantes pour permettre le bon remplissage des grains. Le zaï et la MO (fumier) semblent améliorer ces conditions, d'où le poids de 1000 grains plus élevé pour ces traitements. En effet, Koulibaly et *al.* (2009) ; Diane (2010) indiquaient que l'apport de la MO entraînait une amélioration du nombre d'épis total à l'hectare et une augmentation du poids de 1000 grains. La matière organique, en se dégradant libère les éléments minéraux essentiels pour la nutrition de la plante. Elle améliore également la capacité de rétention en eau du sol. Ainsi, les plants étant bien alimentés, la production de matière sèche est élevée et les plants ont de bonnes vigueurs pour mieux résister aux aléas climatiques et donner de bon rendement. Ce qui explique donc les meilleures valeurs des composantes du rendement du sorgho sur les parcelles de zaï.

Les faibles valeurs des composantes du rendement sur les parcelles témoins seraient dues à la croissance lente et au faible développement de l'appareil végétatif des plants. Beaucoup de plants n'ont pas donné d'épi jusqu'à la récolte et certains sont morts. La faible croissance des plants pourrait s'expliquer aussi par la pauvreté des sols en éléments chimiques. Sawadogo et *Al.*(2008) et Yaméogo et *al.*(2013) qui ont travaillé sur le zaï faisaient remarquer que sur le témoin après la levée des plants, la plupart de ces derniers ne bouclaient pas leur cycle phénologique à cause de la faible fertilité des sols. Ce qui fait que le nombre de plants et le nombre d'épis utiles sont faibles par rapport aux zaï. La faiblesse du nombre de grain par épi et le poids de 1000 grains pour les témoins pourraient s'expliquer en partie par un manque

d'eau au moment de l'épiaison; ce qui a entraîné un mauvais remplissage des grains. Aussi, des épis ont-ils séché.

Les meilleurs rendements grains et pailles fournis par les traitements zaï dans les deux sites seraient dus à une meilleure influence du zaï sur les composantes du rendement et auraient pour cause essentielle la meilleure croissance végétative des plants. Yves et Cavalie (1980), cités par Kaboré (1995) ont établi une corrélation entre le rendement en biomasse et les variables biométriques chez le sorgho. Ils concluent que les faibles rendements grains sont dus à une faible croissance de l'appareil végétatif durant la période semis-floraison. Ainsi, une bonne croissance végétative expliquerait les rendements élevés. Et comme le rendement est le résultat de l'évolution des composantes du rendement, la meilleure influence des traitements zaï sur les composantes du rendement s'expliquerait en partie par la meilleure croissance végétative des plants. Aussi, parmi les variétés cultivées dans les deux sites, la semence de sorgho Sariasso 11 a été plus performante du point de vue des rendements que la variété locale avec des gains additionnels de rendement allant de 25% à 50% soit 800 à 1500kg/ha d'augmentation. Cette performance serait imputable au potentiel variétal de la semence améliorée et aux effets de la MO. La MO (fumier) comporte des éléments N, P et K solubles et disponibles, ce qui permet au fumier d'assurer aux plantes une bonne fourniture en ces éléments nutritifs, permettant ainsi d'obtenir les meilleurs rendements dans la plupart des cas (Hien, 1990). Sur les deux sites, on enregistre de meilleurs rendements en sorgho grain et paille à Loaga qu'au niveau du site de Sika. Cette situation s'explique par le niveau de fertilité des sols relativement meilleurs à Loaga qu'à Sika avec des teneurs en éléments nutritifs plus élevées comme l'indique l'analyse chimique des sols.

Les résultats obtenus démontrent l'intérêt de la technique du zaï comme un ouvrage de conservation des eaux et des sols. La semence améliorée (Sariasso 11), associée à cette technique, permet d'améliorer efficacement le rendement du sorgho dans les zones d'étude grâce aux potentiels de la semence qui s'adapterait mieux aux variations climatiques.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier de Self Help Africa dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques par la pratique du zaï et des semences améliorées dans la province du Bam. Le premier objectif spécifique de cette étude était de montrer les avantages de la pratique du zaï amélioré y compris l'utilisation de la fumure organique selon différents traitements (ZcSa, ZcSl, T1, T2).

Il ressort de l'étude que, les traitements zaï améliorent significativement les composantes du rendement par rapport aux témoins. Les résultats de l'étude ont montré que sur un « zipellé », le simple fait de recréer des conditions hydriques de sol favorables n'est pas suffisant pour améliorer la production du sorgho. La levée de la contrainte hydrique en détruisant la croûte de battance de surface fait apparaître la seconde contrainte majeure qu'est la pauvreté chimique des sols.

La matière organique bien décomposée telle le fumier, apporté dans les trous de zaï a constitué de meilleur substrat fournissant aux plants de sorgho les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Elle a permis de maintenir et même d'accroître le stock organique des sols. D'où l'intérêt d'un apport assez conséquent de MO si l'on veut maintenir un équilibre physico-chimique et biologique du sol qui favoriserait un enracinement plus rapide des cultures.

Le deuxième objectif spécifique était de montrer les avantages de l'utilisation des semences améliorées, particulièrement la variété de sorgho Sariasso 11. Pour cette étude la variété améliorée (Sariasso 11) a donné sur le plan agronomique les meilleurs résultats. Les rendements de la variété améliorée de sorgho (Sariasso 11), avec le zaï et l'application de la fumure, ont été statistiquement supérieurs aux rendements de la semence locale avec des gains additionnels de rendement allant de 25% à 50% soit 800 à 1500kg/ha d'augmentation.

Les résultats de la présente étude serviront de référence aux études ultérieures de l'ONG Self Help Africa dans le cadre de sa stratégie de vulgarisation de la semence améliorée dans la province du Bam. Vu les résultats du zaï et de la semence améliorée de sorgho, les perspectives suivantes peuvent être dégagées :

- Dans un contexte de changement climatique, vulgariser la semence améliorée de sorgho (Sariasso 11), avec la technique du zaï pourrait booster la productivité dans la zone d'intervention du projet,

- aussi l'utilisation de la fumure organo-minérale et les autres méthodes CES/DRS seraient d'une contribution très importante dans la poursuite des activités de l'ONG au cours des campagnes suivantes.
- il serait nécessaire que d'autres études soient menées afin de renforcer la compréhension des influences positives et négatives du zaï sur la production agricole et sur les propriétés du sol.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRIPROMO, 1993:** Pour la promotion du monde rural, gérons la fertilité pour un développement durable de nos pays. INADES-FORMATION, N°83 Ouagadougou. 26 p.
- Ambouta J. M. K., Moussa I. B. et Ousmane S. D., 1999 :** Réhabilitation de jachère dégradée par la technique du paillage et du zaï au sahel. La jachère en Afrique tropicale. Floret & Pontanier (éd., 2000), vol. 1, pp. 751-759.
- Bado, B. V., Sedogo, M. P., Cescas M. P., Lompo F. et Bationo A., 1997 :** Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso, *Cahiers Agricultures*, vol 6, N° 6, 571 – 575.
- C.P.C.S., 1967 :** Classification des sols. INRA, Paris, 87 p.
- Calyet. (2003).** Le sol: Propriétés et fonctions. Frances Agricole Editions. 512 P
- CIESLA W., 1997 :**Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier: Aspects généraux. Rome: FAO, 139 p.
- CSAO/OCDE, 2008 :** Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone sahélienne. Conférence sur la sécurité alimentaire mondiale, Rome : FAO, 8 p.
- Dakio L., 2000 :** Contribution à l'analyse des critères de durabilité du zaï dans le Yatenga : Effets du zaï sur le niveau organique et minéral des sols et sur les rendements du sorgho dans le Yatenga et le Zandoma. Mémoire de fin d'études IDR. 96p.
- DGPV., 2007 :** Semences améliorées vulgarisées au Burkina Faso.62p.
- Diane. K. S., 2010 :** Effet de techniques de CES sur les composantes du rendement du sorgho et les propriétés chimiques du sol à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude IDR. 69p.
- Doro T., 1991 :** La conservation des eaux et des sols au sahel. L'expérience de la province du Yatenga, Burkina Faso, C.I.L.S.S. Ouagadougou. Pp 2-39.
- Dugue P., 1989 :** Possibilités et Limites de l'Intensification des Systèmes de Cultures Vivriers en Zone Soudano-Sahélienne. Le cas du Yatenga (BURKINA FASO), Extrait de la Thèse de Docteur.267p
- IPCC, 2001 :**Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport Spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Washington: Island Press, 53 p.
- FAO, 1981 :** Recensement mondial de l'agriculture de 1970. Analyse des résultats du recensement et comparaison sur le plan international. Collection FAO: Statistiques n° 37. FAO, Rome. 251p.
- FAO, 2005 :** Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine, Rome, Italie, FAO, 198p.

**Feller C., Reversat B. F., Garcia J. L., Pantier J. J., Rousso S., Vliet-Lanoe B. V., 1983 :** Etude de la matière organique de différentes fractions granulométriques d'un sol sableux tropical : effet d'un amendement organique (compost). O.R.S.T.O.M., vol. xx, N°3, pp 223-238.

**Feller C., 1994 :** La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1: 1.Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Edition 1995 ORSTOM, PARIS, 653 p.

**Fontes J. et Guinko S. (1995) :** Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Toulouse, Institut de la Carte Internationale de la Végétation ; Ouagadougou, Institut du Développement Rural - Faculté des Sciences et Techniques, 67 p.

**Fornage N., 1993 :** Enjeux et Possibilités de l'Intensification Agricole au Nord-Yatenga. Dossier de Synthèse. B.RD/C.R.P.AJ.N-P.V.N.Y.BURKINA FASO, 75p.

**Ganry F., 1990 :** Valorisation des résidus organiques à la ferme et maintien de la fertilité du sol. Un itinéraire technique progressif appliqué à la culture de maïs au sud Sénégal in Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Comment produire plus et de façon durable en zone de savane au sud du Sahara. Actes de rencontres internationales, Montpellier (France). Ministère de la coopération et du développement, 587p.

**GIEC. 2001 :** Bilan 2001 des changements climatiques: Les éléments scientifiques: OMM, PNUE. Cambridge University Press., 90 p.

**GIEC, 2007 :** Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

**GIPB, 2010 :** Faire face au changement climatique grâce à la sélection végétale et à une meilleure utilisation des ressources génétiques. Adresse URL : <http://km.fao.org/gipb/>. Consulté le 10 Mars 2013

**GIRE, 2000 :** Actions agressives ou nuisibles de l'eau DGH/ Programme GIRE, MEE du Burkina Faso, 102 p.

**Hien, V., 1990:** Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso. Thèse de Doctorat INPL, Nancy-France; Spécialité Sciences agronomiques; option Agro-pédologie ; 149 p.

**INERA, 1986 :** Fertilité et fertilisation des cultures vivrières en pluvial.63 p

**INERA, 2000 :** Bilan de 10 années de recherche 1988-1998, 115p

**Kaboré V. S., 1994** : Amélioration de la production des sols dégradés (zipellé) du Burkina Faso par la technique des poquets (zaï). Thèse de doctorat, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne, 199p+ annexes.

**Kabore D. S., 1995**. Amélioration de la production végétale des sols dégradés (Zippellés) du Burkina Faso par la technique des poquets (zaï), thèse de docteur sciences présenté au département de génie rurale, Lausanne, EPFL, 195p.

**Kenil. S., 1999** : Contribution à l'Analyse des Critères de Durabilité du zaï dans le Yatenga: Evaluation des Ressources Agrobiologiques à l'Echelle du Terroir et l'Exploitation. Mémoire de Fin d'Etudes. Université Bobo-Dioulasso. 76p.

**Ky .D. C., Zougmore R. B. et al., 1995**: Conservation des Eaux et des Sols. Agroforesterie. Recueil de fiches Techniques. P.S./C.E.S.-A.G.F.- INERA- I.R.B.ET., BURKINAFASO. Pp : 6-8.

**Koulibaly B., Traoré T., Dakio D. & Zombré P.N., 2009** : Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'Ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13, 103-111.

**Lompo F., Sedogo M. P., Hien V., 1993**. Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso. Communication au séminaire CTA/SRI, Accra - Ghana, 13-17 Novembre 1993, pp : 78-87

**Lompo F. (2009)**. Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina. Thèse de doctorat en sciences naturelles. Université de Cocody. Abidjan, Cote d'Ivoire. 219 P +annexes

**Maatman A., Sawadogo H., Schweigman C. et Ouedraogo A., 1998**: Application of zaï and rock bunds in the nord west region of Burkina Faso. Study of its impact on household level by using a stochastic linear programming model. *Nether lands journal of Agriculture*

**Morize, J., 1992** : Manuel pratique de vulgarisation agricole. Vol. 1 ; Eds. G. P. Maisonneuve et Larose, ACCT, Paris, France, 166 p.

**Ouattara B., Sedogo M. P., Lompo F., 1994** : Effet de quatre types de substrats organiques sur le système poral d'un sol ferrugineux tropical sous culture de sorgho. Vol. 20, N°3 : pp, 60-74

**Ouedraogo K. E., 2007** : Les changements climatiques et leur impact sur les rendements du maïs, Mémoire d'ingénieur en agrométéorologie. Centre AGRHYMET, 47p. Edition 1995 ORSTOM, PARIS, 653 p.

**Pallo F. J. P., Thiombiano L., 1989** :Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétion du Burkina Faso : Caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. *Sol Tropical*, pp : 307-326.

**PANA, 2003** : Synthèse des études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques étude de cas du Burkina Faso. Atelier 28 - 31 octobre 2003.

**PANA, 2006** : Programme d'Action National d'Adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (PANA du BURKINA FASO), 76p.

**Pichot, J., Sedogo, M. P., et Poulain, J. F., 1981** : Évolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence des fumures minérales et organiques. *Agronomie Tropicale* N° 36, pp, 122-133

**Pieri, C.,1989**. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherches et de développement au sud du Sahara. Ministère de la coopération française et CIRAD/IRAT (Montpellier) ; 444p.

**Pouya B.M., 2008** : Contribution à l'évaluation des performances agro-pédologiques de formules de fumures organo-phosphatées dans la zone Est du Burkina Faso : Cas de trois villages de la province de la Tapoa (Kotchari, Pentinga et Fantou). Mémoire d'Ingénieur de fin d'étude IDR. Option Agronomie, Université de Bobo-Dioulasso. 61 p

**Reij C., Ian S., Camilla T., 1996** : Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. Edition Karthala, CDCS et CTA, 351 p.

**Roose E., Kaboré V. et Guenat C., 1993** : Le zaï: fonctionnement, limites et amélioration d'une technique traditionnelle de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (BF). *Cahiers ORSTOM, sér.Pédol.*, 28 (2) :159 – 173.

**Roose E., Kaboré V., Guenat C., 1995**:Le zaï, une technique traditionnelle africaine de réhabilitation des terres dégradées de la région soudano-sahélienne (Burkina Faso). In :Pontanier R., M'Hiri A., Akrimi N., Aronson J., Le Floch E., (Eds.), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* John Libbey. Eurotex, pp. 249-265.

**Roose E., Kaboré V., Guenat C., 1999**: Zaï practice: A West African traditional rehabilitating system for semiarid degraded lands, a case study in BURKINAFASO ORSTOM. 16 p.

- Sawadogo H., Bock L., Lacroix D. & Zombré N.P., 2008:** Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **12**, 279-290.
- Sedogo, M.P.; Pichot, J. et Poulain, J. F., 1979 :** Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Incidence des successions culturales. Rapport IRAT ; 28 p.
- Sedogo M. P., Lompo F., Bado B. V., Hien V., 1989a.** Les techniques de recyclage des résidus de récolte et effet sur les cultures et le sol. Communication à la 7e Conférence Internationale de l'IFOAM ; Ouagadougou 2-5 janvier 1989, pp : 296-310
- Sedogo M. P., Lompo F., Bado B. V., Hien V., 1989 b.** Etude du rôle spécifique de la matière organique dans l'évolution des sols sous culture 7e Conférence Internationale de l'IFOAM ; Ouagadougou 2-5 janvier 1989, pp : 310-322
- Sedogo, M. P., 1993:** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité, Thèse de Doctorat Es-Sciences, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 295 p.
- Tinyar, Sinidah, 2003 :** Connaissance des pluies au Burkina Faso ; variabilités temporelles et épisodes secs en saison des pluies, Mémoire de maîtrise, UO, 135p.
- Traoré .K et Toé .A, 2008 :** Capitalisation sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso, 98p
- Transfert de Technologie en Agriculture (T.T.A.), 2004 :** Raisonnement de l'échantillonnage du sol en parcelle agricole, Revue N°122. 4p.
- Vlaar J. C. J., 1992 :** Les Techniques de Conservation des Eaux et des sols dans les pays du Sahel. C.I.E.H/U.A.W. Burkina Faso. 99p.
- Wall E., Marzall K. 2006:** Adaptive Capacity for Climate Change in Canadian Rural Communities. *Local Environment*, 11 (4), 373–397.
- Wright P., 1985:** La gestion des eaux de ruissellement. OXFAM-P.A.F. Burkina Faso. 38p.
- J.T. Yaméogo, A.N. Somé, A. Mette Lykke, M. Hien et H.B. Nacro., 2013:** Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso ,31,( 4), 224-230.
- Zougmore R., 1995 :** Etude des techniques de récupération des zipellé à l'aide du zaï et/ou du paillage (Nioniogo). Rapport INERA/CES/AGF, 47p.
- Zougmore R., Zida Z. et Kambou F.N., 1999 :** Réhabilitation des sols dégradés : rôles des

Amendements dans le succès des techniques de demi-lune et de zaï au Sahel. Bulletin Réseau Erosion 19: *L'influence de l'homme sur l'érosion, volume 1 à l'échelle du versant* : pp-536-549.

**Zougmoré R., Guillobez S., Kambou N.F. & Son G., 2000:** Runoff and sorghum performance as affected by the spacing of stone lines in the semiarid Sahelian zone. *Soil Tillage Res.*,56, 175-183.

**Zougmoré R., Mando A., Ringersma J., Stroosnijder L. 2003a:** Effect of combined water and nutrient management on runoff and sorghum yield in semiarid Burkina Faso. *Soil Use and Management*, 19 ; 257-264.

**Zougmoré R., Zida Z., Kambou F., 2005 :** Récupération agronomique des terres encroûtées par la technique de zaï, INERA SARIA, Fiche technique N°10, 2 p.

## ANNEXE

### LES CARACTERISTIQUES DE LA VARIÉTÉ CULTIVÉE

#### Identification de la variété

Synonyme : CEF 382/2-1-1

Autre appellation : CIRAD 439

Type variétal : Caudatum

Nature génétique : F2 (CE 15/382 X WSV 387) X CE 151/382

Origine géographique : Burkina Faso

Année d'obtention : 1992, vulgarisation 1996

Obtenteurs : INERA/CIRAD

#### Aire de culture .

Zone comprise entre les isohyètes 500 et 700 mm.

#### Caractères de la plante

Couleur du feuillage : tan

Hauteur moyenne : 200 cm

Feuilles : 1 à 2 talles utiles  
au 15 juin)

#### Caractères de la panicule

Forme : elliptique

Longueur : 25 à 28 cm

Type : semis-compacte

Exertion : bonne

Port : dressé

Couleur des glumes : paille

Arisation des glumelles : absente

#### Caractères agronomiques

Cycles semis-floraison : 66 à 72 jours (semis  
au 15 juin)

Cycle semis-maturité : 100- 105 jours (semis

Sensibilité à la photopériode : moyenne

Vigueur à la levée : très bonne

Rendement grain potentiel : 3-4 t/ha

Résistance à la verse : assez résistante

Résistance à la verse : assez résistante

Résistance au striga : assez résistante

Résistance aux maladies et insectes :

-Maladies foliaires : assez résistante aux bandes

**Caractères du grain**

Couleur : blanc- jaunâtre

Vitrosité : 3,5 (semi-farineux)

Taches d'anthocyane : absentes

Couche brune : absente

Couleur de l'albumen : blanc

Poids de 100 grains : 20g

**Points forts :**

-très bonne vigueur à la levée

-régularité du rendement

-tolérance à la sécheresse post-floraison

-bonne valeur fourragère des pailles.

de suie, assez sensible à l'antracnose

-moisissures des grains : moyennement

résistante

**Points faibles :**

- sensible à l'antracnose foliaire

**Utilisation du grain :**

Tôt : assez bonne

Couscous, galettes , riz de sorgho : bonne.