

# Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso)

Hamado Sawadogo <sup>(1)</sup>, Laurent Bock <sup>(2)</sup>, Daniel Lacroix <sup>(2)</sup>, Nabsanna Prosper Zombré <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 49, BF-Tougan (Burkina Faso).

E-mail : [hsawadogo@gmail.com](mailto:hsawadogo@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Gembloux Agricultural University – FUSAGx. Laboratoire de Géopédologie. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).

<sup>(3)</sup> Université de Ouagadougou. Unité de Formation et de Recherches (UFR) Sciences de la Vie et de la Terre. Laboratoire de Biologie et Écologie végétale. 03 BP 7021. BF-Ouagadougou 03 (Burkina Faso).

Reçu le 20 novembre 2007, accepté le 3 juin 2008.

La dégradation des sols est un problème sérieux dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Des études ont été entreprises de 2002 à 2004 dans le Yatenga (Somyaga et Ziga) en vue d'identifier les contraintes et les potentialités des sols et d'expérimenter les possibilités de récupération des potentialités de sols dégradés à l'aide de la technique du zaï et du compost amélioré au burkina phosphate. L'étude pédologique a consisté en des observations par sondages, des descriptions de fosses pédologiques et des prélèvements d'échantillons suivis d'analyses en laboratoire. L'expérimentation a consisté à comparer plusieurs doses de compost amélioré au burkina phosphate et à en évaluer les effets sur les paramètres physico-chimiques des sols et sur les rendements du sorgho. Les paramètres comme les pH eau et KCl, le carbone organique total, l'azote total et le phosphore disponible augmentent sensiblement dans les traitements amendés comparativement aux témoins. Toutefois, la teneur en éléments minéraux des sols diminue si les apports de compost ne sont pas répétés dans le temps. L'analyse de variance (ANOVA) a montré des différences hautement significatives entre les rendements des témoins et ceux des traitements recevant les composts. Des gains de rendement de 300 à 500 kg·ha<sup>-1</sup> par rapport aux témoins ont été observés en 2002 et 2003. La régénération d'une quarantaine d'espèces herbacées et ligneuses a été constatée dans les poquets de traitement zaï avec compost. Dans le futur, il serait intéressant de poursuivre la recherche variétale pour identifier des variétés améliorées qui valorisent la technique du zaï et d'étudier l'impact du zaï sur la biomasse microbienne.

**Mots-clés.** Zaï, fertilité des sols, rendement du sorgho, végétation, Burkina Faso.

**Restoring soil potentialities using zaï and compost in Yatenga (Burkina Faso).** Land degradation is a serious problem in the soudano-sahelian zone of Burkina Faso. Studies were carried out between 2002 and 2004 in two villages, Somyaga and Ziga in the Yatenga Province. The main objectives were to identify and characterize the soil potentialities and constraints applying the geomorphopedological approach and to assess the possibilities of restoring degraded soils by implementing the zaï technique and incorporating composted manure with natural phosphorus. Soil identification based on representative morpho-sequences has shown the prevalence of leached tropical ferruginous soils. These soils therefore present a weak potentiality and a poor fertility without fertilization and conservation practices. Experiments with the zaï technique and composted manure enriched with burkina phosphorus conducted over three years markedly improved the above mentioned soil parameters and sorghum yields. Carbon, nitrogen, phosphorus and pH increased in the compost treatment. The ANOVA analysis has shown significant differences between compost treatments and the untreated control plots. In general, the increased yields vary from 300 to 500 kg·ha<sup>-1</sup> according to the village in our experiment. About 40 species of herbaceous plants and trees have been regenerated by the zaï system in degraded land. Future research is needed to identify vegetal material adapted to the zaï system and to assess the impact on the micro biomass.

**Keywords.** Zaï, soil fertility, sorghum yield, vegetation, Burkina Faso.

## 1. INTRODUCTION

L'économie des pays en développement, particulièrement d'Afrique, est basée dans une large mesure

sur l'exploitation des ressources naturelles (CILSS, 1992). Cette économie est frappée depuis plusieurs années par une crise économique et écologique sans précédent compromettant l'avenir de générations

entières, notamment dans la partie sahélienne. Le Sahel est une zone sensible et vulnérable en proie à une diminution accélérée des ressources naturelles et à une aggravation de la pauvreté dans les zones rurales (Ambouta et al., 2004 ; Roose, 2004). En effet, les aléas climatiques, les catastrophes naturelles et les déplacements de populations ont eu des conséquences graves sur l'environnement et entraîné, de ce fait, un retard dans le décollage économique de plusieurs régions. La pauvreté ne fait que s'accroître dans les zones rurales en dépit de l'adoption de nombreux programmes d'ajustements structurels et d'autres programmes de développement sous l'impulsion des institutions telles que le Fonds Monétaire International et la Banque Mondiale depuis les années 1990. Les perspectives de développement sont incertaines car des millions de personnes continuent de souffrir de la faim ou de la malnutrition et de maladies dans les pays au sud du Sahara. À ce rythme, les objectifs du millénaire qui sont, entre autres, de réduire la pauvreté de moitié d'ici l'horizon 2015, ne seront pas atteints. Ainsi, la recherche de la sécurité alimentaire demeure une préoccupation constante pour les populations de la zone sahélienne. Dans cette partie du continent africain, l'agriculture est essentiellement pluviale et tributaire des aléas climatiques et des conditions pédologiques très souvent défavorables (Sawadogo, 2006).

Gérer les ressources naturelles de manière rationnelle pour assurer une production durable, tel est le défi des producteurs du nord du Burkina Faso. Le sol est une des principales bases de la production agrosylvopastorale (Duchaufour, 1995). Cette ressource est particulièrement affectée par la perte de ses multiples potentialités, notamment par l'érosion dans le Yatenga (Doro, 1991). En effet, l'érosion hydrique et éolienne intense que connaît la zone a conduit à la perte de terres cultivables et de pâturages à la suite d'une diminution importante de la fertilité (GERES, 1965). La conséquence directe a été la baisse des rendements des cultures et une chute vertigineuse de la production. La recherche de nouvelles méthodes de production qui améliorent la productivité et qui préservent l'environnement s'avère indispensable (Rajot et al., 2002).

Une des voies choisies par les paysans dans le Yatenga, puis par les développeurs et les chercheurs, a été de "réveiller" une ancienne technique utilisée lors des périodes de sécheresse dans la région qu'est la technique du zaï. Le zaï est défini comme une technique de réhabilitation des terres dégradées, notamment des *zipella* (Roose, 1989 ; Zombré, 2003). Étymologiquement, le mot zaï vient de *zaïbo* en langue locale *mooré* qui signifie généralement se dépêcher de faire quelque chose, prendre de l'avance. Appliqué au domaine agricole, il prend le sens d'anticiper sur la saison agricole en ce sens que l'on creuse les trous

pendant la période sèche, on met le fumier juste avant l'arrivée des premières pluies et on sème lorsqu'une pluie suffisante arrive. Le mot *zipellé* signifie littéralement en langue locale *mooré* endroit blanc ou clairière, c'est-à-dire une zone dénudée et encroûtée.

Il est apparu essentiel d'évaluer la contribution d'une technologie de conservation des eaux et des sols (CES) comme le zaï au maintien et à l'amélioration de la fertilité des terres ainsi qu'à la réhabilitation de l'environnement.

L'objectif général est d'évaluer la possibilité de récupération de terres dégradées par la technique du zaï et de compost amélioré aux phosphates naturels.

Les objectifs spécifiques sont d'étudier et d'évaluer les effets de la technique du zaï amélioré sur les paramètres de fertilité des sols dégradés, sur les rendements du sorgho et sur la régénération de la couverture végétale des espaces dégradés.

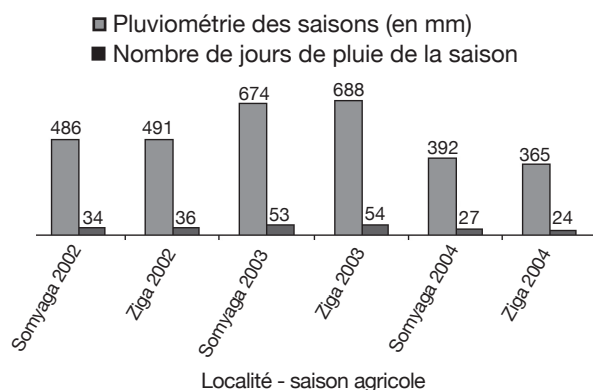
## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Sites expérimentaux

Les expérimentations ont été menées dans deux localités du nord-ouest du Burkina Faso, Somyaga et Ziga, situées respectivement à 10 km et 25 km au sud de Ouahigouya. Les sites expérimentaux étaient situés sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés de pente inférieure à 1 %. La texture de l'horizon de surface est limono-sableuse pour le sol de Somyaga appelé *zipellé* (sol nu et encroûté en langue locale). Le *zipellé* est un sol ferrugineux dont l'horizon A a été décapé par l'érosion. Pour le site de Ziga, la texture est sableuse. La profondeur du sol est de 60 cm à Somyaga. La cuirasse apparaît à 18 cm de profondeur à Ziga. Sur ce dernier site, il est observé un fort recouvrement gravillonnaire en surface.

### 2.2. Pluviométries de Somyaga et Ziga

Les pluviométries totales et le nombre de jours de pluie de Somyaga et Ziga pour les différentes saisons agricoles sont indiqués au niveau de la **figure 1**. D'une saison à l'autre, les variations ont été importantes. Globalement, la situation pluviométrique (en termes de quantités d'eau totales recueillies et de nombre de jours de pluie) de la saison agricole 2002 peut être qualifiée de moyenne, celle de 2003, de très bonne et celle de 2004, de très mauvaise. Pour cette dernière saison, les pluies se sont arrêtées brusquement en septembre au moment où le sorgho était au stade d'épiaison floraison, ce qui a compromis les récoltes. Au-delà des quantités d'eau recueillies, c'est bien plus la répartition spatiale et temporelle qui détermine la qualité de la saison agricole, ce qui a des conséquences directes non



**Figure 1.** Pluviométrie des saisons (mm) et nombre de jours de pluie par an à Somyaga et Ziga — *Seasonal rainfall and number of annual rainy days in Somyaga and Ziga.*

seulement sur la croissance et le développement des cultures maïs surtout sur les rendements agricoles.

### 2.3. Substrats organiques

Des composts ont été préparés à base de paille de sorgho, de paille d'herbes sauvages, de déjections animales et de phosphates naturels, puis utilisés dans l'expérimentation. Les composts étaient les principaux substrats organiques utilisés. Les caractéristiques chimiques des composts utilisés dans les deux sites sont mentionnées dans le **tableau 1**.

**Tableau 1.** Caractéristiques chimiques des composts de Somyaga et Ziga — *Chemical characteristics of compost in Somyaga and Ziga.*

Caractéristiques chimiques	Somyaga	Ziga
Carbone (C en %)	12,2	12,0
Matières organiques (%)	21,0	20,6
Azote (N en %)	1,21	1,18
Rapport C/N	10	10
Phosphore total (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g MS)	1529	1044
Ca (en %)	1,89	1,94
Mg (en %)	0,32	0,45
K (en %)	0,86	1,29
Na (en %)	0,07	0,07
Al (en %)	3,80	3,43
Fe (en %)	2,49	3,24
Mn (en ppm)	260	320
Cu (en ppm)	15	21
Zn (en ppm)	57	63

Les teneurs en éléments sont données en pourcentage de matière sèche (MS) — *The contents in elements are given in percentage of drought matter.*

### 2.4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en blocs de Fischer complètement randomisés comprenant 5 traitements et 4 répétitions, soit 20 parcelles élémentaires (**Figure 2**). Les dimensions du dispositif expérimental étaient de 28 m de longueur sur 26 m de largeur, soit 728 m<sup>2</sup> de superficie totale. Les blocs étaient séparés entre eux par une allée de 2 m tandis qu'une allée de 1 m séparait les parcelles élémentaires d'un même bloc. La parcelle élémentaire avait une superficie de 20 m<sup>2</sup>, soit 5 m x 4 m. La répartition des traitements dans chaque bloc a été réalisée de façon aléatoire à l'aide du logiciel STATITCF.

### 2.5. Traitements

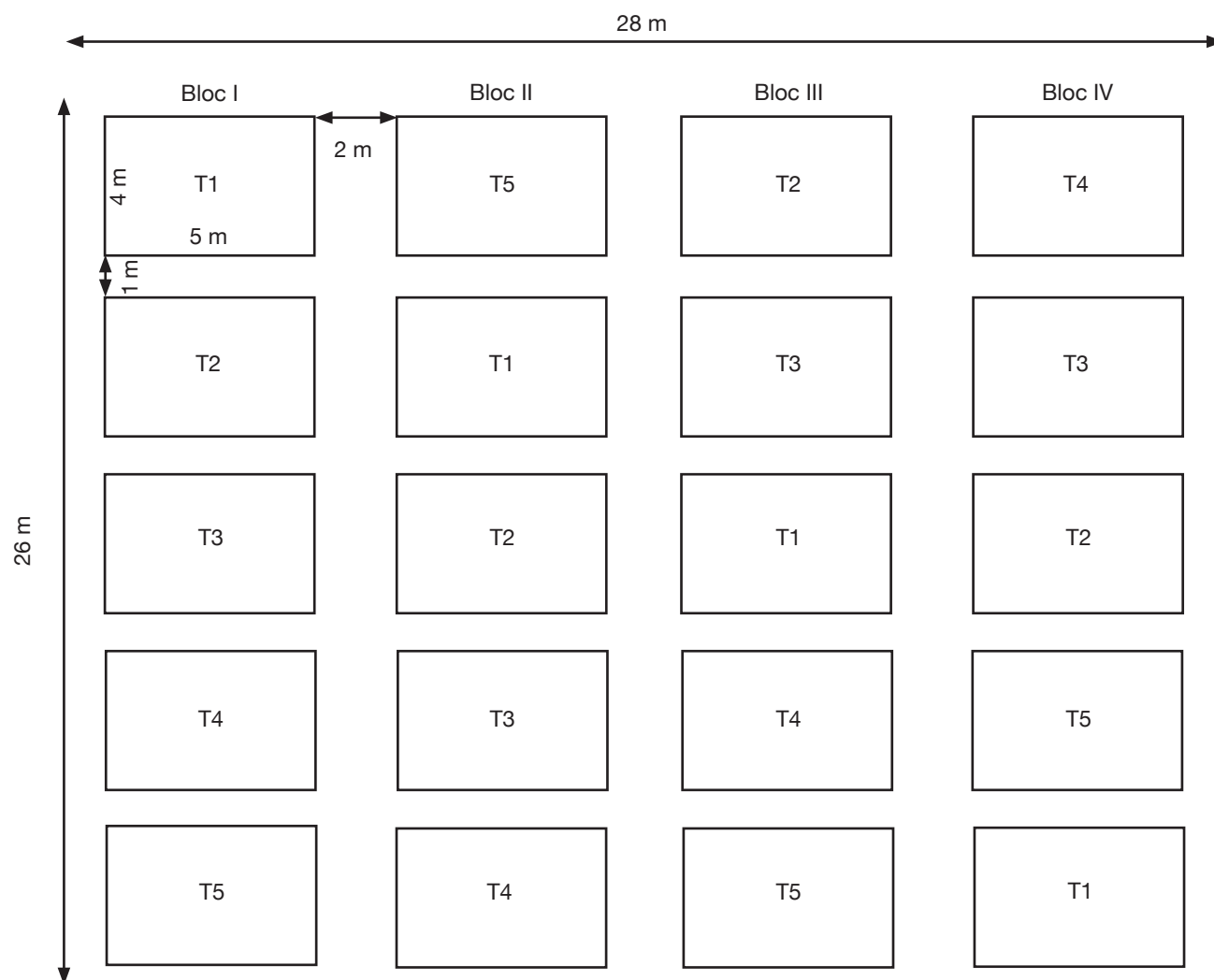
Les traitements étaient les suivants :

- T1 : témoin absolu, semis direct sans zaï et sans apport de compost
- T2 : zaï, sans apport de compost (semis dans le trou de zaï sans ajout de compost)
- T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels
- T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels
- T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg d'engrais complexe NPKSB (de formule 14-23-14-6-1) + 50 kg·ha<sup>-1</sup> d'urée fractionnés sur 2 ans dont une moitié en 1<sup>re</sup> année d'expérimentation et l'autre moitié en 2<sup>e</sup> année.

Les dimensions des poquets de zaï étaient de 20 cm de diamètre et 15 cm de profondeur. Le matériel végétal utilisé était une variété locale de sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Les principales opérations culturales ont été le creusement des poquets de zaï, l'application de la fumure organique, les semis dans les poquets de zaï, le repiquage, les sarclages, l'apport d'engrais et la récolte. Les dates des opérations culturales sont indiquées au **tableau 2**.

### 2.6. Collecte des données

Les paramètres évalués ont été les pourcentages de levée, la mesure de hauteur des plants et les rendements en grains et en paille. L'inventaire des espèces herbacées a été fait lors des sarclages et à la récolte en utilisant 5 placettes de 1 m<sup>2</sup> par parcelle élémentaire. Toutes les espèces ligneuses ont été comptées dans chaque parcelle élémentaire à la récolte de la dernière année d'expérimentation en 2004. Les prélèvements de sol et les mesures de rendement ont été faits de 2002 à 2004.



**Figure 2.** Dispositif expérimental en blocs de Fischer — *Experimental design in Fischer blocks.*

**Tableau 2.** Dates des opérations culturales durant les trois saisons agricoles — *Dates of crop practices during the three seasons.*

	Saisons agricoles		
	2002	2003	2004
Date de creusement des poquets de zaï	16 mai	-	-
Date d'apport du compost	8 juin	8 juin	-
Date de semis	20 juin	16 juin	8 juillet
Date du 1 <sup>er</sup> sarclage + apport d'engrais NPKSB	4 juillet	30 juin	23 juillet
Date du 2 <sup>e</sup> sarclage + apport d'urée	25 juillet	21 juillet	14 août
Date de récolte	12 oct.	6 oct.	23 oct.

L'état de fertilité du sol avant expérimentation a été évalué par 20 sondages à la tarière à la profondeur de

15 cm en début juin 2002 pour constituer un échantillon composite appelé échantillon initial (EI). Les autres prélèvements ont été réalisés en début de saison agricole lors des semis (juin) et à la récolte (octobre) afin de suivre l'évolution de la fertilité dans les différents traitements. Les différents échantillons ont été ensuite transférés au Laboratoire de Géopédologie de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux en Belgique pour les analyses chimiques.

Les principales analyses ont porté sur le pH mesuré dans une suspension d'eau (Rapport sol/solution de 2/5), l'acidité d'échange selon la Méthode YUAN, le carbone organique total selon la Méthode SPRINGER KLEE, l'azote total selon la Méthode Macro KJELDAHL, la capacité d'échange cationique (CEC) et les bases échangeables selon la Méthode METSON à pH 7, le phosphore total par attaque à l'acide perchlorique, la mesure de l'extinction au spectrophotomètre et le phosphore assimilable selon la Méthode BRAY II.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS et les procédures ont été l'analyse de la variance (ANOVA) et la séparation des moyennes par le test de Newman Keuls au seuil de 5 %.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Effets du zaï sur les paramètres de fertilité

Dans les **tableaux 3 et 4** sont indiqués les résultats des analyses pour les caractéristiques principales d'acidité, de matière organique, de complexe de sorption et de nutrition, respectivement pour les sites de Somyaga et de Ziga.

À Somyaga, au départ, le sol était très acide : le pH eau pour l'échantillon initial (EI) est de

5,1 avec des traces d'aluminium échangeable de  $1,5 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ . Les traitements ne recevant pas de compost (T1 et T2) ont des pH eau du même ordre de grandeur. Par contre, il est observé un relèvement sensible des pH lorsque du compost a été appliqué. Les traitements avec compost ont des pH eau compris entre 5,5 et 5,8. L'apport du compost a également permis d'éliminer les risques de toxicité aluminique. En effet, aucune trace d'aluminium échangeable n'a été observée dans les traitements ayant reçu du compost. Les teneurs en carbone organique et l'azote total de l'échantillon initial sont faibles. Les traitements avec application de compost présentent des teneurs en carbone et en azote total nettement plus élevées. Par ailleurs, les rapports C/N de ces parcelles ont baissé et s'approchent de 11 ou 12. La capacité d'échange cationique (CEC) est plus importante dans les traitements avec compost,

**Tableau 3.** Caractéristiques chimiques par traitement selon la date de prélèvement du sol à Somyaga — *Chemical characteristics by treatment according to soil sampling date at Somyaga.*

Traitements/ année	Acidité				Paramètres agronomiques			Paramètres nutritionnels ( $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ )					Phosphore (ppm)		
	pHeau	pHKCl	Ac éch	Al éch	C (%)	N (%)	C/N	CEC	Ca	Mg	Na	K	V (%)	P total	P disp.
EI/Somyaga	5,1	4,2	2,86	1,52	0,7	0,04	19	6,7	1,58	1,02	0,14	0,51	49	53	11
T1/oct 02	5,1	4,1	2,93	1,59	0,6	0,04	18	6,8	1,60	1,00	0,14	0,54	48	55	10
T2/oct 02	5,2	4,2	2,69	1,53	0,8	0,05	17	7,9	1,92	1,30	0,16	0,72	52	58	13
T3/oct 02	5,8	4,8			1,3	0,11	12	14,1	6,36	2,91	0,51	1,27	78	256	99
T4/oct 02	5,6	4,6			1,1	0,10	11	9,6	3,24	2,02	0,44	1,10	71	154	71
T5/oct 02	5,5	4,5			0,9	0,08	11	9,0	3,08	1,92	0,31	0,85	68	120	48
T1/jui 03	5,1	4,0	2,82	1,64	0,5	0,03	19	5,9	1,31	0,91	0,17	0,45	48	53	10
T2/jui 03	5,2	4,2	2,55	1,48	0,7	0,04	17	8,0	2,14	1,76	0,21	0,84	62	62	12
T3/jui 03	5,7	4,6			1,2	0,11	11	13,2	4,99	2,32	0,42	1,13	67	190	83
T4/jui 03	5,5	4,6			1,0	0,08	13	9,1	3,41	1,96	0,37	0,91	73	116	52
T5/jui 03	5,8	4,6			1,3	0,10	13	13,6	5,49	2,48	0,40	1,09	70	202	86
T1/oct 03	4,8	4,0	2,79	1,75	0,4	0,02	29	5,3	1,11	0,79	0,16	0,36	46	49	8
T2/oct 03	5,2	4,4	2,28	1,43	0,8	0,03	24	8,1	2,00	1,82	0,23	0,95	62	51	10
T3/oct 03	5,7	5,1			1,1	0,10	11	12,1	4,89	2,27	0,39	1,05	71	171	62
T4/oct 03	5,5	4,9			1,0	0,08	12	8,9	3,2	1,85	0,35	0,92	71	96	28
T5/oct 03	5,9	5,2			1,3	0,11	12	13,4	5,21	2,42	0,36	1,14	68	182	77

Ac éch : Acidité d'échange — *Exchange acidity* ( $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ ) ; Al éch : Aluminium échangeable — *Exchangeable aluminium* ( $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ )  
EI : Échantillon initial prélevé avant le début de l'expérimentation en juin 2002 — *Initial sample taken before the beginning of the experiment in June 2002.*

T1 : témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost — *control treatment* ; T2 : zaï sans apport de compost — *zaï without compost* ; T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg·ha<sup>-1</sup> de NPKSB + 50 kg d'urée fractionnés en deux années — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates + 75 kg·ha<sup>-1</sup> of NPKSB + 50 kg·ha<sup>-1</sup> of urea applied on two years.*



**Tableau 4.** Caractéristiques chimiques par traitement selon la date de prélèvement du sol à Ziga — *Chemical characteristics by treatment according to soil sampling date in Ziga.*

Traitement/ année	Acidité		Paramètres agromiques			Paramètres nutritionnels ( $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ )						Phosphore (ppm)	
	pHeau	pHKCl	C	N	C/N	CEC	Ca	Mg	Na	K	V(%)	P total	P disp.
EI/Ziga	6,2	5,3	1,0	0,05	20	5,0	1,14	0,89	0,10	0,35	50	81	16
T1/oct 02	6,2	5,3	1,0	0,05	22	4,9	1,12	0,87	0,12	0,33	50	81	20
T2/oct 02	6,3	5,2	0,9	0,04	20	5,0	1,19	0,91	0,10	0,38	51	80	18
T3/oct 02	6,9	5,8	1,4	0,11	12	11,6	4,21	2,55	0,32	1,12	71	208	93
T4/oct 02	6,7	5,5	1,2	0,10	12	8,6	2,75	2,06	0,29	1,01	71	141	68
T5/oct 02	6,5	5,5	1,2	0,10	12	7,5	2,42	1,92	0,31	0,91	74	123	51
T1/jui 03	6,2	5,2	0,8	0,05	15	5,2	1,20	0,85	0,17	0,41	51	92	19
T2/jui 03	6,3	5,1	1,1	0,07	15	5,3	1,25	0,91	0,16	0,53	54	95	19
T3/jui 03	6,8	5,7	1,3	0,12	11	10,4	3,52	2,31	0,36	1,06	70	174	85
T4/jui 03	6,6	5,2	1,1	0,11	10	8,2	2,51	2,10	0,34	0,94	72	112	59
T5/jui 03	6,7	5,5	1,4	0,12	11	10,1	3,74	2,27	0,30	1,12	74	187	88
T1/oct 03	6,1	5,3	0,7	0,04	17	4,8	1,07	0,72	0,20	0,31	48	72	16
T2/oct 03	6,3	5,1	1,0	0,05	18	5,0	1,12	0,78	0,19	0,34	49	78	15
T3/oct 03	6,9	6,0	1,3	0,10	12	10,1	3,43	2,21	0,32	1,08	70	152	64
T4/oct 03	6,5	5,4	1,1	0,09	12	7,9	2,49	1,97	0,29	0,91	71	99	38
T5/oct 03	6,7	5,8	1,4	0,12	12	10	3,62	2,30	0,26	1,04	72	161	69

EI : Échantillon initial prélevé avant le début de l'expérimentation en juin 2002 — *Initial sample taken before the beginning of the experiment in June 2002.* T1 : témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost — *control treatment* ; T2 : zaï sans apport de compost — *zaï without compost* ; T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg·ha<sup>-1</sup> de NPKSB + 50 kg d'urée fractionnés en deux années — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates + 75 kg·ha<sup>-1</sup> of NPKSB + 50 kg·ha<sup>-1</sup> of urea applied on two years.*

comparativement à l'échantillon initial EI. En effet, la CEC est de 9 à 14  $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$  dans les traitements avec compost alors qu'elle est de 6  $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$  dans l'échantillon initial et dans le traitement T1. Le calcium est en teneur quatre fois plus élevé dans les traitements T3 que dans l'échantillon initial. Globalement, il a donc été observé une amélioration nette des principaux paramètres de fertilité étudiés dans les traitements de zaï avec compost. Le taux de saturation en base est de 70 à 78 % dans les traitements avec compost alors qu'il n'est que de 49 % dans l'échantillon initial.

Pour le site de Ziga qui présente un sol ferrugineux lessivé superficiel à fort recouvrement gravillonnaire en surface, on note que les pH ont évolué différemment suivant les traitements. Dans ce site, le sol est nettement moins acide. L'échantillon initial EI a un pH eau de 6,2. L'application des composts et des engrais minéraux a toutefois amélioré sensiblement les pH dès octobre 2002. Ainsi, le traitement T3 se rapproche de la neutralité (pH eau = 6,9). Globalement, la tendance observée à Somyaga se confirme à Ziga.

Les taux de carbone organique initiaux sont plus élevés à Ziga. En effet, l'échantillon EI a une teneur

en carbone organique de 1,0. On constate sur ce site un relèvement de la teneur en carbone et en azote avec l'application des composts. La CEC et les bases échangeables ont une évolution similaire au site de Somyaga dans les traitements ayant reçu du compost.

Les sols ferrugineux lessivés sont généralement pauvres en phosphore. La préparation du compost avec les phosphates naturels (burkina phosphate) a permis de relever considérablement la teneur en phosphore du sol durant l'expérimentation. Le traitement T3 enregistre la teneur en phosphore total la plus élevée dans les deux localités, soit 256 ppm à Somyaga et 208 ppm à Ziga. Les plus faibles teneurs sont observées au niveau des traitements T1 et T2 qui n'ont pas reçu d'application de compost. Le même constat a été établi en ce qui concerne le phosphore disponible.

### 3.2. Germination et pourcentage de levée

Au **tableau 5** sont indiqués les pourcentages de levée du sorgho dans les deux localités. On constate de fortes différences entre les traitements ainsi qu'entre les deux localités.

**Tableau 5.** Pourcentages de levée du sorgho par traitement à Somyaga et à Ziga — *Percentages of plants sprouting by treatment in Somyaga and Ziga.*

Traitement	Pourcentage de levée					
	Somyaga			Ziga		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
T1	1 c	4 c	12 c	55 c	74 b	62 b
T2	64 b	68 b	58 b	72 b	83 b	77 b
T3	99 a	100 a	89 a	96 a	100 a	85 a
T4	98 a	100 a	84 a	92 a	99 a	82 a
T5	99 a	100 a	92 a	95 a	100 a	87 a

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman Keuls — *Means in the same column with the same letter are not different according to the Newman Keuls test at 5% level.*

T1 : témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost — *control treatment* ; T2 : zaï sans apport de compost — *zaï without compost* ; T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg·ha<sup>-1</sup> de NPKSB + 50 kg d'urée fractionnés en deux années — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates + 75 kg·ha<sup>-1</sup> of NPKSB + 50 kg of urea applied on two years.*

Sur le site de Somyaga, le pourcentage de levée a été catastrophique dans les parcelles témoins. En effet, le pourcentage est inférieur à 5 % en 2002 de même qu'en 2003, alors que la pluviométrie avait été très bonne. Deux nouveaux semis ont donc dû être effectués dans les témoins. Le pourcentage s'est amélioré en 2004 mais n'a pas dépassé 12 %. Ces résultats indiquent donc que sur le *zipellé*, le semis direct n'a aucun intérêt.

À Ziga par contre, dans les parcelles témoins, le pourcentage de levée dépasse les 50 % en 2002. Il est de 74 % et 62 % respectivement en 2003 et 2004. En ce qui concerne les témoins, une différence nette se dégage donc entre le *zipellé* de Somyaga et le sol gravillonnaire de Ziga.

À Somyaga, le semis dans les poquets de zaï sans compost (T2) a amélioré significativement les pourcentages de levée, ils atteignent même un pic de 68 % en 2003.

À Ziga, on constate la même tendance mais dans une moindre mesure. Le pourcentage s'accroît comparativement aux parcelles témoins mais en proportion moins importante. Les trois traitements ayant reçu du compost (T3, T4 et T5) se différencient nettement des témoins et du semis dans les poquets de zaï sans compost. Mais entre les traitements

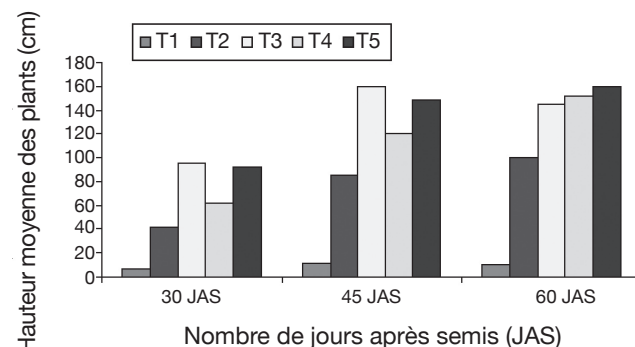
avec composts, il ne se dégage aucune différence significative pour les taux de levée. Il est intéressant de noter que les pourcentages de levée ont atteint les 100 % en 2003, suite à la bonne pluviométrie.

### 3.3. Croissance et développement du sorgho

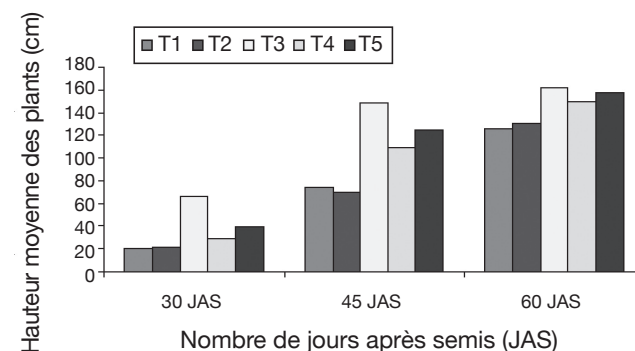
La hauteur moyenne des plants au cours de la saison agricole 2002 est indiquée aux **figures 3 et 4**, respectivement pour Somyaga et Ziga.

À Somyaga, il a été constaté un mauvais développement du sorgho dans les parcelles témoins. Les plants étaient chétifs et rabougris. Dans les parcelles avec compost, le développement était normal et les plants de sorgho étaient luxuriants. Lors de la première mesure qui a eu lieu 30 jours après semis (JAS), la hauteur moyenne était de 7 cm dans les parcelles témoins. Les plants avaient 11 cm en moyenne deux semaines plus tard (45 JAS). Cependant, beaucoup de plants sont morts entre la première et la deuxième mesure.

À Ziga, les plants des parcelles témoins avaient une meilleure croissance qu'à Somyaga. Sur sol



**Figure 3.** Hauteur moyenne des plants de sorgho (cm) à Somyaga, 2002 — *Mean height of sorghum plants (cm) in Somyaga, 2002.*



**Figure 4.** Hauteur moyenne des plants de sorgho (cm) à Ziga, 2002 — *Mean height of sorghum plants (cm) in Ziga, 2002.*

gravillonnaire comme c'est le cas à Ziga, le sorgho se développe donc mieux que sur le *zipellé* de Somyaga.

À Somyaga dans les parcelles T2, la croissance du sorgho était bonne. En effet, les plants de sorgho avaient en moyenne 42 cm de hauteur lors la première mesure. La hauteur moyenne des plants était de 85 cm lors de la deuxième mesure et 100 cm à la troisième. En fait, le poquet de zaï a permis d'assurer la collecte de l'impluvium sur le *zipellé* et a permis de conserver l'humidité du sol plus longtemps.

Quelquesoit le site, la croissance et le développement du sorgho ont été améliorés par l'apport de compost.

### 3.4. Effets de la pratique du zaï sur les rendements du sorgho

**Site de Somyaga.** Le tableau 6 présente les rendements en grains et en paille du sorgho à Somyaga au cours des trois campagnes agricoles. Comme on peut le remarquer, les rendements du sorgho ont été largement influencés par la pluviométrie.

Pour la saison 2002, l'analyse statistique indique des différences hautement significatives entre les traitements pour les rendements en grains du sorgho à Somyaga. On remarque que le traitement à forte dose de compost (T3) a produit un rendement en grains très nettement supérieur à celui des autres traitements. Ce rendement est appréciable au regard du niveau

**Tableau 6.** Rendements en grains et en paille du sorgho à Somyaga — *Sorghum grain and straw yields in Somyaga* (kg·ha<sup>-1</sup>).

Traitement	2002		2003		2004	
	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille
T1	0 d	0 d	0 c	0 c	0 e	0 e
T2	156 c	982 c	206 c	1002 c	21 d	99 d
T3	1283 a	4028 a	1068 a	5683 a	132 b	515 b
T4	575 b	2547 b	726 b	3099 b	78 c	348 c
T5	719 b	2708 b	1077 a	5822 a	164 a	655 a

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman Keuls — *Means in the same column with the same letter are not different according to the Newman Keuls test at 5% level.*

T1 : témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost — *control treatment* ; T2 : zaï sans apport de compost — *zaï without compost* ; T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg·ha<sup>-1</sup> de NPKSB + 50 kg d'urée fractionnés en deux années — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates + 75 kg·ha<sup>-1</sup> of NPKSB + 50 kg of urea applied on two years.*

général des rendements pour la région qui ne dépasse, en général, guère 1000 kg·ha<sup>-1</sup>, même pour les terres de bas-fonds pourtant jugées plus fertiles. Le témoin n'a rien donné sur le *zipellé*, le pourcentage de levée ayant été très bas (moins de 5 %), les plants n'ayant guère dépassé 20 cm de hauteur et ayant dépéri avant le stade de montaison. On peut donc conclure que le semis direct sur le *zipellé* n'est pas adapté. Le même constat peut être établi sur l'ensemble des trois années où la production de grains et de paille a été négligeable ou nulle.

En revanche, les poquets de zaï sans adjonction de compost (T2) ont donné un rendement moyen de 156 kg·ha<sup>-1</sup>. Le simple fait de casser la croûte du sol a conduit à une meilleure infiltration de l'eau dans le sol et à une meilleure alimentation hydrique permettant de valoriser les réserves minérales du *zipellé* et de donner une possibilité de récolte. Le traitement T4 a donné un rendement de 575 kg·ha<sup>-1</sup>, soit à peu près la moitié du rendement du traitement T3. Le traitement T5 a produit 719 kg·ha<sup>-1</sup> de grains. Une réponse forte à la fertilisation organique et minérale a donc été observée sur le *zipellé*. Cette réponse positive sur le plan du rendement explique l'intérêt grandissant des producteurs pour la réhabilitation des terres dégradées.

Le rendement en paille suit la même tendance que le rendement en grains. Une production en paille de 4028 kg·ha<sup>-1</sup> a été observée pour le traitement T3. Le traitement T2 a produit moins d'une tonne à l'ha (982 kg·ha<sup>-1</sup>). Il n'y a pas de différence significative pour la paille entre les traitements T4 et T5 qui enregistrent respectivement 2547 kg·ha<sup>-1</sup> et 2708 kg·ha<sup>-1</sup>.

En deuxième année d'expérimentation (saison 2003), le niveau général des rendements a été supérieur suite à une meilleure pluviométrie. Ainsi le traitement T2 enregistre 206 kg·ha<sup>-1</sup>. Le traitement T5 a permis un accroissement de rendement supérieur à celui de la première campagne. Ceci s'explique sans doute par l'application de l'engrais minéral. À la deuxième récolte, les traitements avec compost se distinguent très nettement des traitements sans compost et les différences sont statistiquement significatives.

La production de paille maximale a été enregistrée dans les traitements T5 et T3 (5822 kg·ha<sup>-1</sup> et 5683 kg·ha<sup>-1</sup>, respectivement). Ces quantités sont très appréciables et peuvent servir pour l'embouche et/ou la production de compost dans la mesure où la totalité de la paille est exportée du champ.

Les rendements de la troisième année d'expérimentation sont les plus mauvais. Des différences significatives sont toutefois observées entre les différents traitements, en particulier entre les traitements avec compost et les traitements sans compost.



**Site de Ziga.** Dans le **tableau 7** sont mentionnés les rendements du sorgho en grains et en paille pour les 3 saisons agricoles sur le site de Ziga. Comme à Somyaga, l'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les différents traitements. Toutefois, le niveau général des rendements, que ce soit en grains ou en paille, se révèle inférieur à celui de Somyaga. Ainsi, en 2002, tous les traitements se différencient les uns des autres, le rendement maximum étant toujours obtenu avec la forte dose de fumure. Pour la paille, des différences significatives sont également observées entre les traitements. La saison 2004 a été très déficitaire au plan pluviométrique, ce qui a compromis les rendements. Seule la production de paille a pu être évaluée. Bien que les rendements aient été très médiocres, l'analyse statistique montre encore des différences significatives.

### 3.5. Effets du zaï amélioré sur la régénération de la couverture végétale

**La végétation herbacée.** Le **tableau 8** présente la répartition des espèces herbacées pour la saison 2003. La répartition des espèces herbacées par traitement indique une plus grande diversité des espèces et une plus grande abondance dans les traitements avec compost, particulièrement dans les traitements T3 et T5, comparativement aux témoins et au zaï sans fumure. Seules quelques touffes de *Loudetia togoensis*

**Tableau 7.** Rendements en grains et en paille du sorgho à Ziga — *Sorghum grain and straw yields in Ziga* (kg·ha<sup>-1</sup>).

Traitement	2002		2003		2004	
	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille
T1	94 e	512 d	200 e	1133 c	0	215 c
T2	200 d	1125 c	287 d	1566 c	0	302 bc
T3	706 a	2921 a	525 b	2482 a	0	454 a
T4	387 c	1959 b	436 c	2140 ab	0	360 ab
T5	492 b	2203 b	725 a	2986 a	0	392 ab

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman Keuls — *Means in the same column with the same letter are not different according to the Newman Keuls test at 5% level.*

T1 : témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost — *control treatment* ; T2 : zaï sans apport de compost — *zaï without compost* ; T3 : zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 10 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T4 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates* ; T5 : zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> de compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> de phosphates naturels + 75 kg·ha<sup>-1</sup> de NPKSB + 50 kg d'urée fractionnés en deux années — *zaï + 5 t·ha<sup>-1</sup> of compost + 400 kg·ha<sup>-1</sup> of natural phosphates + 75 kg·ha<sup>-1</sup> of NPKSB + 50 kg·ha<sup>-1</sup> of urea applied on two years.*

**Tableau 8.** Représentation de quelques graminées et légumineuses dans les traitements en juillet 2003 à Somyaga — *Graminea and leguminous species representation by treatment in July 2003 in Somyaga.*

Espèce végétale	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Loudetia togoensis</i> (Pilg.) C.E.Hubb.	+	++	++	++	++
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud.	+	N	+	+	N
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	N	N	++	N	+
<i>Andropogon ascinodis</i> C.B.Clarke	N	N	+	+	N
<i>Brachiaria lata</i> (Schumach.) C.E.Hubb.	N	N	++	++	++
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	N	N	+++	++	+++
<i>Panicum laetum</i> Kunth	N	+	++	+	+
<i>Cassia tora</i> L.	N	N	+++	+++	+++
<i>Commelina bangalensis</i> L.	N	N	+	+	+
<i>Zornia glochidiata</i> C.Rchb. ex DC.	N	N	++	++	++
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	N	N	+	+	+
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	N	++	++	++	++
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	N	N	+	+	+
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.	N	N	+	N	+
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	N	N	+	+	+
<i>Sesbania sesban</i> (L.) Merr.	N	N	+	+	+

N : espèce non observée — *not observed species* ; + : espèce peu représentée, 1 à 2 pieds au m<sup>2</sup> dans la parcelle — *not abundant species, 1 to 2 plants per m<sup>2</sup> in the plot* ; ++ : espèce assez bien représentée, 2 à 5 pieds au m<sup>2</sup> dans la parcelle — *well enough represented species, 2 to 5 plants per m<sup>2</sup> in the plot* ; +++ : espèce bien représentée, > 5 pieds au m<sup>2</sup> dans la parcelle — *abundantly represented species, > 5 plants per m<sup>2</sup> in the plot.*

(Pilg.) C.E.Hubb. et *Eragrostis tremula* Hochst. ex Steud. ont été observées dans une parcelle de T1 en 2003. Les légumineuses ne sont pas représentées dans les parcelles T1 et T2. La régénération des espèces comme *Andropogon gayanus* Kunth est généralement appréciée par les paysans en raison de leurs multiples usages économiques tels que la confection des *seccos* (paille tressée) pour les greniers, hangars et les toitures des habitations.

**La végétation ligneuse.** En octobre 2004, un décompte des espèces ligneuses régénérées a été réalisé dans toutes les parcelles. À la différence des herbacées, tous les arbustes sont localisés dans les traitements avec compost. Le compost est la source d'origine de la majorité des espèces ligneuses. C'est ainsi qu'on a identifié des espèces telles que *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst., *Balanites aegyptiaca* Del., *Guiera senegalensis* J.F.Gmel., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Acacia seyal* Del.,

*Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del., *Acacia senegal* (L.) Willd., *Tamarindus indica* L., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC. et *Lannea microcarpa* Engl. et K.Krause. Le nombre moyen de pieds d'arbustes par traitement est indiqué au **tableau 9**. L'analyse statistique révèle des différences significatives entre les traitements. Comme pour les herbacées, le traitement à forte dose de compost (T3) enregistre le plus grand nombre de pieds. Suivent les traitements T4 et T5 qui ne se différencient pas entre eux. Les résultats indiquent que le nombre d'arbres régénérés et leur diversité sont liés à la quantité de compost incorporé dans le poquet de zaï. Toutefois, quelques pieds sont observés dans les parcelles de zaï sans compost (T2). Ces pieds proviennent vraisemblablement des graines d'arbres ou d'arbustes emportées par le ruissellement des eaux ou par le vent. Dans les parcelles témoins, aucun pied d'arbuste n'a été observé durant toute la durée d'expérimentation.

#### 4. DISCUSSION

Les voies possibles d'augmentation de la production agricole dans les pays sahéliens à risque climatique sont l'accroissement des rendements par unité de surface et l'amélioration de la productivité de la main-d'œuvre. En culture pluviale, les techniques de conservation des eaux et des sols comme le zaï permettent de relever le niveau des rendements des cultures et de valoriser les terres abandonnées par suite de l'érosion (Sawadogo, 2006). La présente étude a permis d'atteindre sur un *zipellé* dès la première année des rendements de 1200 kg·ha<sup>-1</sup> pour le sorgho en utilisant le zaï et le compost amélioré au burkina phosphate alors que dans la même région, les terres les plus fertiles produisent habituellement à peine 800 kg·ha<sup>-1</sup> en conditions de pluviométrie normale.

**Tableau 9.** Nombre moyen de plantes arbustives selon le traitement à Somyaga, 2004 — *Average number of plant stems per treatment in Somyaga, 2004.*

Traitements	Nombre moyen de pieds d'arbustes
T3	9 a
T4	5 b
T5	5 b
T2	1 c
T1	0 c

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman Keuls — *Means in the same column with the same letter are not different according to the Newman Keuls test at 5% level.*

Les rendements du sorgho ont cependant connu un effet erratique au cours des trois saisons d'expérimentation avec de forts extrêmes. En effet, les rendements ont atteint un pic de 1283 kg·ha<sup>-1</sup> de grains à Somyaga au cours de la saison 2002 pour retomber à 100 kg·ha<sup>-1</sup> en 2004. Ces variations sont attribuables aux irrégularités pluviométriques. En dépit de ces aléas climatiques, des acquis importants ont été obtenus en matière d'amélioration des rendements grâce à la technique du zaï avec compost amélioré au burkina phosphate.

L'augmentation de rendement entre les traitements en poquets de zaï sans compost et les témoins absolus dépassent 100 %, quelle que soit la localité. D'une production nulle en grains sur semis direct, on observe un rendement de 150 kg·ha<sup>-1</sup> sur le *zipellé* en creusant uniquement des poquets pour améliorer l'humidité du sol. Ceci démontre l'intérêt de la technique du zaï comme un ouvrage de conservation des eaux et des sols efficace dans la gestion du ruissellement (Rochette, 1989 ; Kaboré, 1995).

La gestion du risque est un aspect intéressant de la pratique du zaï, c'est donc une technique anti-aléatoire à la portée des petits producteurs (Dugué, 1989 ; Totté, 1998). Le zaï favorise une meilleure germination et une bonne croissance des cultures, comme nous avons pu le constater avec les taux de levée dans les parcelles de zaï au cours de la phase d'expérimentation. Les résultats montrent aussi que pour une meilleure valorisation de la pratique du zaï, il est nécessaire de disposer d'une fumure organique de qualité. En effet, le compost a permis d'améliorer significativement le niveau des rendements en le multipliant dans un rapport de 3 à 9, selon la dose apportée. Les composts améliorés au burkina phosphate assurent une production plus importante, pour peu que les déficits hydriques ne soient pas trop importants au cours de la saison agricole. Lompo (1993), Bado et al. (1998) puis Biielders et al. (2002) ont constaté des augmentations de rendement sur des cultures diverses comme le sorgho et le riz grâce à l'utilisation des phosphates naturels et de la matière organique. Dans l'application de la fumure, les agriculteurs doivent tenir compte de la composition chimique du compost, de la qualité du sol, de la culture considérée et des conditions environnementales pour une meilleure efficacité (Eghball, 2000). Arriaga et al. (2003) ont étudié l'impact du fumier de vache sur la productivité d'un sol érodé. Ils ont conclu à une amélioration des propriétés physiques du sol et à une amélioration graduelle de la production des récoltes.

Les résultats indiquent aussi une situation quelque peu contradictoire entre les rendements en grains et les paramètres chimiques analysés en comparant les résultats de Somyaga et de Ziga, ce qui nous permet de jeter un regard critique sur les analyses qui sont souvent effectuées en laboratoire. C'est généralement

la terre fine qui est analysée et qui permet d'obtenir des teneurs en  $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$  ou en  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , etc. Ces teneurs ne reflètent pas exactement l'échantillon si l'on ne prend pas la précaution de se référer à l'échantillon brut pour apprécier le pourcentage d'éléments grossiers (Bock, 1996). La teneur du sol en élément ne saurait être suffisante pour l'appréciation de sa capacité globale. Il est donc important de tenir compte du volume des éléments grossiers car ils conditionnent le volume d'eau que le sol peut retenir. Quand le pourcentage d'éléments grossiers dépasse 35 %, le sol est qualifié à juste titre de squelettique.

L'avantage d'une technologie locale comme le zaï est qu'au delà de ses performances agronomiques, elle est facilement adoptée par les petits producteurs (Bologo, 1998 ; Sawadogo, 2001). Cet intérêt à utiliser des technologies locales pour améliorer la production a été souligné par des auteurs comme Landers et al. (2001), Power et al. (2002), Pretty et al. (2003) et Scholter et al. (2003).

La durabilité des systèmes de production dans les pays sahéliens ne peut être une réalité sans la présence des arbres dans les écosystèmes (Zombré, 2003). En effet, la végétation active assure le renouvellement du stock organique par les feuilles qui tombent et par l'activité racinaire. Il a été constaté durant l'expérimentation que le zaï favorisait la régénération des espèces herbacées et ligneuses dans le milieu. Quarante espèces herbacées et ligneuses ont été identifiées en trois années dans les parcelles traitées avec les zaï sur des terres auparavant dénudées.

## 5. CONCLUSION

Cette étude dans le nord du Burkina Faso a montré que le zaï avec compost amélioré aux phosphates naturels était une technique intéressante pour récupérer les sols dégradés.

Au plan de la fertilité, le zaï amélioré au compost a contribué à rehausser le niveau de fertilité des traitements avec application de compost. Le carbone, l'azote et le phosphore sont présents en teneurs plus élevées dans le zaï, de même que les bases échangeables comme le calcium et le magnésium. Les taux de saturation en bases au départ de l'ordre de 50 % dans les échantillons initiaux atteignent 70 % dans les traitements avec compost.

Au plan de la production, des gains de rendements de 300 à 500  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grains de sorgho ont été observés suivant les saisons agricoles à Somyaga comme à Ziga. Les rendements de plus de 1000  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  observés à Somyaga avec l'application des composts de 10 et 5  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  indiquent qu'il existe des possibilités intéressantes d'augmenter les productions agricoles dans les exploitations familiales. L'utilisation des

intrants à la portée des producteurs comme la fumure organique ou le compost demeure un élément central dans le dispositif de l'intensification des systèmes culturaux en zone sahélienne.

La régénération des espèces ligneuses et herbacées a été constatée dans les parcelles de zaï avec compost à Somyaga. Les espèces ligneuses doivent être protégées du passage des animaux pour favoriser leur développement, ce qui nécessite une approche plus globale de la gestion des terres pour déterminer les zones de parcours et les zones de culture. Dans le futur, il serait intéressant de poursuivre la recherche variétale pour identifier des variétés améliorées qui valorisent la technique du zaï et d'étudier l'impact du zaï sur la biomasse microbienne.

## Bibliographie

- Ambouta J.M.K. & Bouzou M.I., 2004. Expériences de récupération des sols sahéliens dégradés grâce à l'incorporation de doses variables de fumier et d'un hydrorétenteur fertilisant. *Sécheresse*, **15**(1), 49-55.
- Arriaga F.J. & Lowery B., 2003. Soil physical properties and crop productivity of an eroded soil amended with cattle manure. *Soil Sci.*, **168**(12), 888-899.
- Bado V.B. & Hien V., 1998. Efficacité des phosphates naturels sur le riz pluvial en sol ferrallitique. *Cah. Agric.*, **7**, 236-238.
- Biielders C.L., Michels K. & Bationo A., 2002. On farm evaluation of ridging and residue management options in a sahelian millet-cowpea intercrop. I. Soil quality change. *Soil Use Manage.*, **18**, 216-222.
- Bock L., 1996. Le sol dans tous ses états. Arguments de pédologie opérationnelle. In : Nicolas J., ed. *Séminaire "Échantillonnage et Environnement"*, 26-27 fév., FUL, Arlon, Belgique. Liège, Belgique : Cebedoc, 11-37.
- Bologo E., 1998. *Contribution à l'étude du zaï : la logique de la diffusion de la technique*. Mémoire de maîtrise de sociologie : Faculté de Lettres, Langues, Arts et Sciences humaines (FLASH), Université de Ouagadougou (Burkina Faso).
- CILSS, 1992. *Les stratégies sahéliennes de lutte contre la sécheresse et de développement*. Ouagadougou : CILSS.
- Doro T., 1991. *La conservation des eaux et des sols au Sahel. L'expérience de la province du Yatenga (Burkina Faso)*. Ouagadougou : CILSS.
- Duchaufour P., 1995. *Abrégés de pédologie. Sol, végétation, environnement*. 4<sup>e</sup> édition. Paris : Masson.
- Dugué P., 1989. *Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de culture vivriers en zone soudano-sahélienne : le cas du Yatenga (Burkina Faso)*. Thèse de doctorat : École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Montpellier (France).
- Eghball B., 2000. Nitrogen mineralisation from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **64**, 2024-2030.

- GERES, 1965. *Livret de la carte morphopédologique. Secteur de restauration des sols de Ouahigouya. Annexes. République de Haute-Volta*. Ouagadougou : GERES.
- Kaboré V., 1995. *Amélioration de la production végétale des sols dégradés (zipella) du Burkina Faso par la technique des poquets (zaï)*. Thèse de doctorat : École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse).
- Landers J.N. et al., 2001. Environmental benefits of zero-tillage in Brazil: a first approximation. In: Garcia Torres L., Benites J. & Martinez Vilela A., eds. *Conservation agriculture. A worldwide challenge, Vol. 1*. Cordoba, Spain: XUL.
- Lompo F., 1993. *Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso. Étude des effets de l'interaction phosphates naturels - matières organiques*. Thèse de doctorat : Université Nationale de Côte d'Ivoire.
- Power A.G. & Kenmore P., 2002. Exploiting interactions between planned and unplanned diversity in agroecosystems: what do we need to know? In: Uphoff N., ed. *Agroecological innovations*. London: Earthscan, 233-242.
- Pretty J.N., Morison J.I.L. & Hine R.E., 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agric. Ecosystems Environ.*, **95**(1), 217-234.
- Rajot J.L., Ribolzi O. & Thiebaut J.P., 2002. Wind erosion in a small catchment of grazing area in northern Burkina Faso: influence of surface features. In: Lee J.A. & Zobeck T.M., eds. *Proceedings of the ICAR5/GCTE-SEN joint meeting, 22-25 July, Lubbock, Texas, USA*. Lubbock, Texas: International center for arid and semi arid lands studies, 185-190.
- Rochette R.M., 1989. *Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences*. Ouagadougou : CILSS/PAC/GTZ.
- Roose E., 1989. Méthodes traditionnelles de gestion de l'eau et des sols en Afrique occidentale soudano-sahélienne. Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles. *Érosion*, **10**, 98-107.
- Roose E., 2004. La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols : une stratégie nouvelle de la lutte anti-érosive pour le développement durable. *Sécheresse*, **15**(1), 5-7.
- Sawadogo H., 2001. *Gestion de la matière organique et récupération des potentialités de sols dégradés en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso*. Mémoire : Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Sawadogo H., 2006. *Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso*. Thèse de doctorat : Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique).
- Scholter M., Dilly O. & Munch J.C., 2003. Indicators for evaluating soil quality. *Agric. Ecosystems Environ.*, **98**(1-3), 255-262.
- Totté M., 1998. La géomatique : intérêt et conditions d'appropriation pour les projets de développement. Partie 2 : Mesures d'impact des aménagements et des changements d'occupation du sol. Exemples au Yatenga (Burkina Faso). *Échos Cota*, **78**(4), 3-9
- Zombré N.P., 2003. *Les sols très dégradés (Zipella) du Centre Nord du Burkina Faso : dynamique, caractéristiques morpho-bio-pédologiques et impacts des techniques de restauration*. Thèse de doctorat : Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

(26 réf.)