**Contribution à la restauration des potentialités de sols dégra- dés à l’aide du zaï et du compost dans le Yatenga**

### H. SAWADOGO1\*, L. BOCK2, D. LACROIX2, N. P. ZOMBRE3

**Résumé**

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) en vue de connaître les possibilités de récupération des potentialités de sols dégradés à l’aide de la technique du zaï et du compost amélioré au Burkina phosphate.

Ces études ont consisté à tester plusieurs doses de compost amélioré au « Burkina phosphate » et à étu- dier les effets sur les paramètres physico-chimiques des sols et sur les rendements du sorgho. Les para- mètres comme les pH eau et KCl, le carbone organique total, l’azote total et le phosphore connaissent une amélioration sensible 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. Les ren- dements du sorgho ont été de 0 kg/ha dans les témoins à Somyaga contre une moyenne de 1000 kg/ha dans les traitements avec du compost associé au Burkina phosphate et à l’engrais minéral. Des gains de rende- ment de 300 à 500 kg/ha par rapport aux témoins ont été observés en 2002 et 2003.

La régénération d’espèces herbacées et ligneuses a été constatée dans les poquets de traitement zaï avec compost, d’où une amélioration de la couverture végétale.

De diffusion facile, le zaï avec compost permet d’augmenter la sécurité alimentaire des populations en même temps qu’il facilite la réhabilitation de l’environnement.

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

# Contribution of restoring potentialities of degraded soil using zaï and compost in Yatenga Province

## Abstract

Land degradation is a serious problem in the soudano-sahelian zone of Burkina Faso. Studies were carried out between 2002 and 2004 at Somyaga located in the Yatenga Province. The main objective was to assess the possibilities of restoring degraded soils by implementing the zaï technique and incorporating compos- ted manure with natural phosphorus.

Experiments with the zaï technique and composted manure enriched with Burkina phosphorus (BP) conducted over three years markedly improved the above mentioned soil parameters and sorghum yields. Parameter like pH, carbon and nitrogen were increased. Yields obtained from treated « zipelle » can reach

1. Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles 04 BP 8645, Ouagadougou (Burkina Faso).

\* Auteur correspondant [sawahamado@yahoo.fr](mailto:sawahamado@yahoo.fr)

1. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux , 5030 Gembloux (Belgique).
2. UFR Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou BP 7021 (Burkina Faso).

1000 kg/ha at Somyaga. In general, the increased yields varied from 300 to 500 kg/ha according to the vil- lage 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 of the microbiomass.

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

# Introduction

Après la pluviométrie qui détermine en grande partie la production végétale, les problèmes de fertilité constituent la deuxième grande contrainte qui entrave le développement de la pro- duction agricole au Burkina Faso. Dans les zones à forte densité de population, comme le Nord Ouest du Burkina Faso, la pression est devenue trop importante sur les ressources natu- relles et particulièrement sur le foncier (ZOMBRÉ, 2003 ; SAWADOGO, 2006). Il était alors impératif de trouver des techniques de production capables de régénérer l’environnement de façon générale et surtout d’accroître les productions végétales tout en préservant la fertilité des terres. La culture continue sans un apport conséquent de restitutions organiques et miné- rales et les surpâturages accentuent la baisse de la fertilité et exposent les sols à la dégrada- tion (SEDOGO, 1981 ; ROOSE, 1989 ; PALLO, 1995). Une des voies choisies par les pay- sans dans le Yatenga, les développeurs et les chercheurs a été de

« réveiller » la technique du zaï (BOLOGO, 1998) une ancienne technique utilisée lors des périodes de sécheresse dans la région. Le zaï est une technique traditionnelle de récupération des terres dégradées. Il consiste à creuser des poquets dans le sol, à y introduire de la matiè- re organique (fumier, compost) et à y semer les cultures.

A la lumière des constats ci-dessus, il est apparu intéressant d’étudier la contribution d’une tech- nique comme le zaï amélioré sur trois aspects essentiels à savoir l’impact de la technique sur la fertilité des terres, l’impact sur les rendements des cultures et l’impact sur la régénération des espèces herbeuses et ligneuses.

L’objectif général est d’évaluer la possibilité de récupération de terres dégradées par la tech- nique du zaï et de compost amélioré aux phosphates naturels.Les objectifs spécifiques sont d’étudier les effets de la technique du zaï amélioré sur les paramètres de fertilité des sols dégradés ; d’évaluer les effets de la technique du zaï amélioré sur les rendements du sorgho, d’étudier les impacts de la technique du zaï amélioré sur la régénération de la couverture végétale des espaces dégradés.

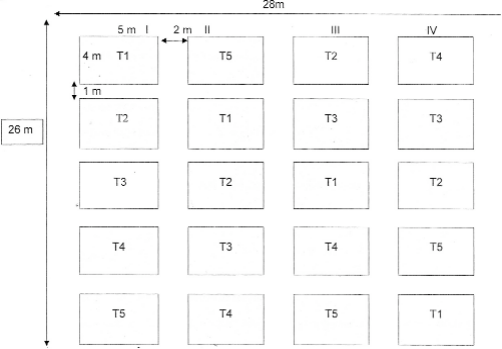
# Matériel et Méthodes

## Site expérimental

L’expérimentation a été menée dans la localité de Somyaga. Le site expérimental est un sol fer- rugineux tropical lessivé moyennement profond appelé zipellé en langue locale. Il est localisé sur un glacis de pente moyenne. La profondeur du sol est de 60 cm. La texture de l’horizon de surface est limono-sableuse.

## Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en blocs de Fischer complètement randomisés comprenant cinq traitements et quatre répétitions, soit 20 parcelles élémentaires (figure 1). Les dimensions du dis- positif expérimental étaient de 28 m sur 26 m soit 728 m2 de superficie totale. Les blocs étaient séparés entre eux par une allée de 2 m tandis qu’une allée d’un mètre séparait les parcelles élé- mentaires d’un même bloc. La parcelle élémentaire avait une superficie de 20 m2 soit 5 m x 4 m. La répartition des traitements dans chaque bloc a été réalisée de façon aléatoire à l’ai- de du logiciel STATITCF.



**Figure 1.** Dispositif expérimental

## Traitements

Cinq traitements ont été définis.

T1 = témoin absolu, semis direct sans zaï et sans apport de compost. C’est la pratique habituel- le sur une terre cultivable ordinaire. Ce traitement sert à évaluer les effets des autres traitements.

T2 = poquets de Zaï, sans apport de compost (semis dans le trou de zaï sans ajout de compost). C’est l’aspect amélioration de la disponibilité de l’eau pour les plantes qui est expérimenté.

T3 = Zaï + Dose de compost de 10 T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels appliquée une fois en première année.

T4 = Zaï + Dose de compost de 5 T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels appliquée en première année.

T5 = Zaï + Dose de compost de 5T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels + 75 kg NPKSB + 50 kg urée/ha appliquée fractionnée sur deux ans dont une moitié appliquée en première année et l’autre moitié en deuxième année d’expérimentation

Les dimensions des poquets de zaï sont 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 ont été le creusage des poquets de zaï, l’application de la fumure orga- nique, les semis dans les poquets de zaï, le repiquage, les sarclages, l’apport d’engrais et la récol- te.

L’état de fertilité du sol avant expérimentation a été obtenu par des prélèvements à la tarière d’échantillons composites en début juin 2002 sur l’horizon 0 - 15 cm. Les autres prélèvements ont été réalisés en début de saison agricole lors des semis (juin) et à la récolte (octobre). Les échantillons ont été ensuite analysés au Laboratoire de Géopédologie de Gembloux (Belgique) suivant les méthodes décrites par BOCK (1994). Les principales analyses ont porté sur le pH mesuré dans une suspension d’eau (Rapport sol/solution de 2/5), le carbone organique total obte- nu par oxydation de la matière organique de l’échantillon de sol par le bichromate de potassium, porté à ébullition puis titrage par le sel de Mohr ; l’azote déterminé par minéralisation de la matière organique par l’acide sulfurique concentré, neutralisé par la soude puis distillation à vapeur et titrage par l’acide chlorhydrique. La Capacité d’échange cationique (CEC) et les bases échangeables sont obtenues selon la méthode d’extraction à l’acétate ammonique et à pH 7.

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

L’inventaire des espèces herbacées a été fait lors des sarclages et à la récolte dans chaque par- celle élémentaire comme suit.

N = espèce non observée, 0 pied

+ = espèce peu représentée, 1 à 2 pieds au m2 dans la parcelle

++ = espèce assez bien représentée, 2 à 5 pieds au m2 dans la parcelle

+++ = espèce bien représentée, > 5 pieds au m2 dans la parcelle

# Résultats

## Effets du zaï sur les paramètres de fertilité

Le tableau I indique les résultats des analyses de laboratoire pour quelques éléments. Le pre- mier constat est que le sol expérimental est très acide. Le pH eau pour l’échantillon initial (Ei) est de 5,1 avec des traces d’aluminium échangeable de 1,5 cmol+/kg. Les traitements ne recevant pas de compost (T1 et T2) ont des pH eau du même ordre de grandeur. Il est obser- vé un relèvement sensible des pH lorsqu’on applique le compost. Les traitements T3, T4 et T5 ont des pH eau respectifs de 5,8 ; 5,6 et 5,5. On constate que le compost permet d’élimi- ner les risques de toxicité aluminique. En effet, il n’est pas observé de traces d’aluminium

échangeable dans tous les traitements recevant le compost. Les traitements avec application de compost possèdent des teneurs en carbone et en azote nettement plus élevées que celles de l’échantillon initial. Les rapports C/N sont de 11 ou 12 dans les traitements avec compost. La capacité d’échange cationique est plus importante dans les traitements avec compost, com- parativement à l’échantillon initial Ei. La teneur en calcium est quatre fois plus élevée dans les traitements T3 que dans l’échantillon initial. Globalement, il a été observé une nette amé- lioration des principaux paramètres de fertilité étudiés dans les traitements de zaï avec com- post.

Un élément très important dans la nutrition des plantes est le phosphore. Les sols ferrugineux lessivés sont généralement pauvres en phosphore. La préparation du compost avec les phos- phates naturels (burkina phosphate) a permis de relever considérablement la teneur du phos- phore dans le sol durant l’expérimentation. La figure 2 montre des teneurs plus importantes pour les traitements avec compost comparativement aux traitements sans compost.

**Tableau I.** Teneur en éléments nutritifs par traitement selon la date de prélèvement à Somyaga.

Trait/date Acidité Paramètres agronomiques Paramètres nutritionnels (cmol+ /kg)

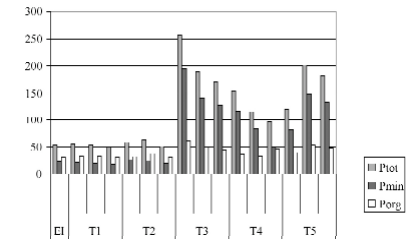
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| prélèvement pHeau pHKCl | | | Ac éch. | Al éch. | C(%) | N(%) | C/N | CEC | Ca | Mg | K | Na | V(%) |
| Ei /jui,02 | 5,1 | 4,2 | 2,9 | 1,52 | 0,7 | 0,04 | 19 | 6,7 | 1,58 | 1,02 | 0,51 | 0,14 | 49 |
| T1/0ct,02 | 5,1 | 4,1 | 2,9 | 1,59 | 0,6 | 0,04 | 18 | 6,8 | 1,60 | 1,00 | 0,54 | 0,14 | 48 |
| T2/oct,02 | 5,2 | 4,2 | 2,7 | 1,53 | 0,8 | 0,05 | 17 | 7,9 | 1,92 | 1,3 | 0,72 | 0,16 | 52 |
| T3/oct,02 | 5,8 | 4,8 |  |  | 1,3 | 0,11 | 12 | 14,1 | 6,36 | 2,91 | 1,27 | 0,51 | 78 |
| T4/oct,02 | 5,6 | 4,6 |  |  | 1,1 | 0,10 | 11 | 9,6 | 3,24 | 2,02 | 1,10 | 0,44 | 71 |
| T5/0ct,02 | 5,5 | 4,5 |  |  | 0,9 | 0,08 | 11 | 9 | 3,08 | 1,92 | 0,85 | 0,31 | 68 |
| T1/jui,03 | 5,1 | 4,0 | 2,9 | 1,64 | 0,5 | 0,03 | 19 | 5,92 | 1,31 | 0,91 | 0,45 | 0,17 | 48 |
| T2/jui,03 | 5,2 | 4,2 | 2,6 | 1,48 | 0,7 | 0,04 | 17 | 8,02 | 2,14 | 1,76 | 0,84 | 0,21 | 62 |
| T3/jui,03 | 5,7 | 4,6 |  |  | 1,2 | 0,11 | 11 | 13,21 | 4,99 | 2,32 | 1,13 | 0,42 | 67 |
| T4/jui,03 | 5,5 | 4,6 |  |  | 1,0 | 0,08 | 13 | 9,08 | 3,41 | 1,96 | 0,91 | 0,37 | 73 |
| T5/jui,03 | 5,8 | 4,6 |  |  | 1,3 | 0,10 | 13 | 13,6 | 5,49 | 2,48 | 1,09 | 0,40 | 70 |
| T1/0ct,03 | 4,8 | 4,0 | 2,8 | 1,75 | 0,4 | 0,02 | 29 | 5,27 | 1,11 | 0,79 | 0,36 | 0,16 | 46 |
| T2/oct,03 | 5,2 | 4,4 | 2,3 | 1,43 | 0,8 | 0,03 | 24 | 8,1 | 2,00 | 1,82 | 0,95 | 0,23 | 62 |
| T3/oct,03 | 5,7 | 5,1 |  |  | 1,1 | 0,10 | 11 | 12,1 | 4,89 | 2,27 | 1,05 | 0,39 | 71 |
| T4/oct,03 | 5,5 | 4,9 |  |  | 1,0 | 0,08 | 12 | 8,94 | 3,20 | 1,85 | 0,92 | 0,35 | 71 |
| T5/0ct,03 | 5,9 | 5,2 |  |  | 1,3 | 0,11 | 12 | 13,4 | 5,21 | 2,42 | 1,14 | 0,36 | 68 |
| Moyenne | 5,4 | 4,5 |  |  | 0,9 | 0,06 | 15 | 8,6 | 3,2 | 2,51 | 0,86 | 0,33 | 61 |
| CV (%) | 8,0 | 5,2 |  |  | 3,2 | 6,4 | 13,6 | 7,1 | 2,6 | 4,8 | 9,0 | 7,8 | 10,4 |

Ei = Echantillon initial prélevé avant le début de l’expérimentation en juin 2002. T1 = témoin absolu, semis direct sans préparation de sol et sans apport de compost T2 = poquets de zaï sans apport de compost

T3 = Zaï + Dose de compost de 10 T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels T4 = Zaï + Dose de compost de 5 T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels

T5 = Zaï + Dose de compost de 5 T/ha plus 400 kg/ha de phosphates naturels, fractionnée sur 2 années + 75 kg/ha de NPKSB + 50 kg d’urée

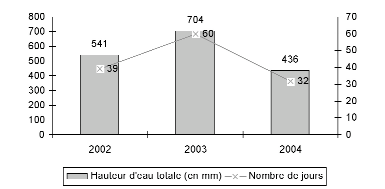
**Figure 2.** Evolution des teneurs en phosphore total minéral et organique selon le traitement à Somyaga.



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

La finalité de la pratique du zaï pour le producteur est d’assurer et de sécuriser la production agri- cole afin de subvenir aux besoins alimentaires des exploitations dans un contexte de vicissitude climatique. Les rendements en grains et en paille du sorgho (tableau II) ont été largement influencés par la pluviométrie au cours des trois années d’expérimentation (figure 3).

**Figure 3.** Hauteur d’eau annuelle (mm) et nombre de jours de pluie/an au cours des trois saisons à Somyaga.



Le rendement moyen global à Somyaga a été de 546 kg/ha tous traitements confondus pour la saison 2002 avec un coefficient de variation de 18 % (tableau III).

**Tableau II.** Rendements en grains et en paille du sorgho (en kg/ha) à Somyaga.

Traitements Année 2002 Année 2003 Année 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 |
| Moyenne générale | 546 | 2053 | 615 | 3121 | 79 | 323 |
| C.V.(%) | 18 | 24 | 24 | 23 | 16 | 19 |
| Probabilité | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |

Les moyennes dans la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement selon le test de Newman Keuls.

Il a été observé pour les rendements grain du sorgho pour la même saison des différences haute- ment significatives entre les traitements. On peut remarquer que le traitement à forte dose de compost (T3) a produit le meilleur rendement en grains qui est de 1 283 kg/ha pour Somyaga. Ce rendement est appréciable au regard du niveau général des rendements pour la région qui ne dépasse guère 1 000 kg/ha même pour les terres de bas-fonds jugées fertiles. Aucun autre traite- ment n’a atteint 1a tonne/ha en première année. Le traitement témoin qui est le semis direct sans préparation de sol n’a rien donné sur le *zipellé*. En effet, le pourcentage de levée a été très bas (moins de 5 %) pour le traitement T1. Les plants n’ont guère atteint 20 cm de hauteur et sont morts avant le stade de maturité. On peut dire que le semis direct sur *zipellé* n’aboutit à rien (photo 1). Cela se confirme d’ailleurs sur l’ensemble des trois années où une production nulle de grains et de paille a été observée au moment de la récolte.

Les poquets de zaï sans adjonction de compost (T2) ont donné un rendement grain moyen de 156 kg/ha. Le simple fait de casser la croûte de battance conduit à une meilleure infiltration de l’eau dans le sol et à une meilleure alimentation hydrique permettant une possibilité de récolte.

Le traitement T4 qui a reçu 5 tonnes de compost a donné un rendement de 575 kg/ha soit à peu près la moitié du rendement du traitement T3. Le traitement T5 qui a reçu 2,5 tonnes en première année et un complément minéral de 37,5 kg/ha d’engrais minéral NPKSB et 25 kg/ha d’urée a donné 719 kg/ha. On peut conclure qu’il y a une réponse forte à la fertilisation organique et minérale sur le *zipellé*. La réponse positive à la récupération du *zipellé*, sur le plan du rendement, explique l’intérêt grandissant des producteurs pour la réhabilitation des terres dégradées. Le ren- dement en paille suit la même tendance que le rendement en grains. La production moyenne de paille tous traitements confondus est de 2 053 kg/ha. Une production en paille de 4 028 kg/ha a été observée pour le traitement T3. Le traitement T2 a produit moins d’une tonne à l’hectare (982 kg/ha). Il n’y a pas de différence significative pour la paille entre les traitements T4 et T5 qui enregistrent respectivement 2 547 kg/ha et 2 708 kg/ha.



**Photo 1.** Vue partielle de la croissance du sorgho dans un bloc de l’expérimentation zaï à Somyaga : (1) parcelle T3, (2) parcelle T2, (3) parcelle témoin (T1) et (4) parcelle T4, Juillet 2002.

En deuxième année d’expérimentation (saison 2003), le niveau général des rendements s’est amélioré à l’exception du traitement T3. La légère tendance à la hausse est sans doute liée à la bonne pluviométrie de la saison ; car dans le même temps, il est noté une légère baisse des prin- cipaux paramètres de la fertilité (carbone, azote et bases échangeables). Ainsi, le traitement T2 enregistre 206 kg/ha de sorgho grain. Le rendement du traitement T5 est en hausse par rapport à la première campagne de près de 350 kg/ha soit 1 077 kg/ha. Il a le même niveau de rendement que le traitement T3 qui a produit 1 068 kg/ha. Ce dernier traitement enregistre 200 kg/ha de moins qu’en première année.

La forte augmentation de rendement du traitement T5 s’explique par l’application de la deuxiè- me moitié de la dose de compost et de fumure minérale. A 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 dans les traitements T5 et T3 est très appréciable (5 822 kg/ha et 5 683 kg/ha) ; ce qui est intéressant 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 sont les plus mauvais. Des différences hautement signifi- catives sont toujours observées entre les différents traitements en particulier entre les traitements avec application de compost et les traitements sans compost. Bien que les caractéristiques chi- miques aient enregistré une baisse dès la deuxième campagne d’expérimentation, c’est surtout l’insuffisance des pluies qui est la cause principale de la chute des rendements au cours de la sai- son 2004.

## Effets du zaï amélioré sur la régénération de la végétation

Un des objectifs recherchés dans l’adoption des techniques CES dans la région du Yatenga était la reconstitution du couvert végétal sur les espaces dégradés et incultes. Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à la question pour comprendre l’ordre d’apparition des herbacées et des ligneux dans les différents traitements.

### La végétation herbacée

Dès la première année, nous avons observé une couverture herbeuse dans les parcelles avec application de compost mais aussi dans les parcelles de zaï sans compost. Les premières espèces observées sont d’abord des graminées à faible valeur fourragère telles que *Loudetia togoensis* et *Eragrostis tremula* qui caractérisent les milieux pauvres. D’autres espèces telles que *Dactylotenium aegyptium, Echinochloa colona, Schoenefeldia gracilis* et une légumi- neuse *Zornia glochidiata* sont aussi observées dans les parcelles de zaï. Ces espèces ont été observées indifféremment dans toutes les parcelles de zaï. Suivent les espèces telles que *Pennisetum pedicellatum, Andropogon gayanus, Cymbopogon schoenanthus, Digitaria hori - zontalis* et *Cassia tora* présentes seulement dans les parcelles de zaï avec compost. Leur ori- gine est probablement le compost. Cependant, des espèces comme *Andropogon gayanus* et *Cymbopogon schoenanthus* sont aussi pérennes. Ces espèces pouvaient exister dans le milieu. Les conditions favorables que sont l’amélioration de l’humidité du sol et de la fertilité peu- vent avoir contribué à leur régénération. A partir de la deuxième année, une plus grande diversité d’herbacées s’est ajoutée aux espèces citées ci-dessus. Ce sont *Brachiaria lata, Panicum laetum, Commelina bengalensis, Chloris pilosa, Cassia nigricans, Indigofera tinc - torium, Sesbania sesban, Corchorus tridens, Elionurus elegans, Cenchrus biflorus, Hibiscus sabdariffa, Leptadenia hastrata*, etc. Nous avons observé un accroissement du nombre des légumineuses herbacées en 2e et 3e année bien que moins important que les graminées annuelles en année 1.

La répartition des espèces herbacées par traitement nous indique une plus grande diversité des espèces et une plus grande abondance dans les traitements avec compost, particulière- ment dans les traitements T3 et T5 comparativement aux témoins et au zaï sans fumure (tableau III). Seules quelques touffes de *Loudetia togoensis* et *Eragrostis tremula* ont été observées dans une parcelle de T1 en 2003. Les légumineuses ne sont pas représentées dans les parcelles témoins.

La régénération des espèces comme *Andropogon gayanus* est particulièrement appréciée par les paysans en raison de leurs multiples usages économiques tels que la confection des seccos (paille tressée) pour les greniers, les hangars et les toitures des cases.

**Tableau III.** Représentation de quelques espèces (graminées et légumineuses) dans les traite- ments en juillet 2003 à Somyaga.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espèce végétale | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| *Loudetia togoensis* (Pilg.) Hubb. | + | ++ | ++ | ++ | ++ |
| *Eragrostis tremula* Hochst. Ex Steud. | + | N | + | + | N |
| *Andropogon gayanus* kunth | N | N | ++ | N | + |
| *Andropogon ascinodis* C.B. Cl. | N | N | + | + | N |
| *Brachiaria lata* (Schum.) Hubb. | N | N | ++ | ++ | ++ |
| *Pennisetum pedicellatum* Trin. | N | N | +++ | ++ | +++ |
| *Panicum laetum* Kunth | N | + | ++ | + | + |
| *Cassia tora* L. | N | N | +++ | +++ | +++ |
| *Commelina bangalensis* L. | N | N | + | + | + |
| *Zornia glochidiata* Reichb. Ex DC. | N | N | ++ | ++ | ++ |
| *Echinochloa colona* (L.) Link | N | N | + | + | + |
| *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. de B. | N | ++ | ++ | ++ | ++ |
| *Hibiscus sabdariffa* L. | N | N | + | + | + |
| *Cymbopogon schoenanthus* Spreng | N | N | + | N | + |
| *Cenchrus biflorus* Roxb | N | N | + | + | + |
| *Sesbania sesban* (L) Merrill | N | N | + | + | + |

### La végétation ligneuse

La végétation ligneuse a été également observée dans les parcelles dès la première année. Les espèces ligneuses qui ont été dénombrées appartiennent au genre *Acacia* et *Piliostigma*.

A la différence des herbacées, tous les arbustes étaient localisés dans les parcelles avec compost. A partir de 2003, le nombre de plants régénérés s’est accru mais c’est véritablement en 2004 qu’une plus grande diversité d’arbres a été observée. Le compost a été la source d’origine de la majorité des espèces.

C’est ainsi que l’on a retrouvé des espèces telles que *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., *Balanites aegyptiaca* (L.) 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.

L’analyse statistique révèle des différences significatives entre les traitements (tableau IV).

**Tableau IV.** Nombre moyen de plantes arbustives selon le traitement à Somyaga, 2004.

Traitements Nombre moyen de pieds d’arbustes T3 9a

T4 5b

T5 5b

T2 1c

T1 0c

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.



**Photo 2.** Jeune pousse de *Piliostigma reticulatum* entre les tiges de sorgho à Somyaga (août 2004).

Comme pour les herbacées, le traitement à forte dose de compost (T3) a enregistré le plus grand nombre de pieds. Suivent les traitements T4 et T5. Le constat a été que le nombre d’arbres régé- nérés et leur diversité sont liés à la quantité de compost incorporé dans le poquet de zaï. Toutefois, quelques pieds ont été observés dans les parcelles de zaï sans compost (T2). Les graines de ces pieds proviennent vraisemblablement du ruissellement des eaux ou du vent. Dans les parcelles témoins, aucun pied d’arbuste n’a été observé durant toute la durée de l’expéri- mentation.

Les possibilités de régénération des ligneux par les zaï sont donc réelles. Mais ces plantes arbus- tives étant encore au stade de plantules, elles doivent être protégées pour assurer leur dévelop- pement ; autrement, le passage des animaux en divagation en saison sèche dans les champs risque de les détruire. Une plantation d’arbres épineux tout autour pourrait protéger les arbres régénérés en remplacement des grillages en fer trop coûteux.

On peut aussi améliorer la régénération des arbustes à travers un choix des espèces à faire pous- ser. Les plantes telles que le henné (*Lawsonia inermis*), bien appréciées par les femmes, ont une grande valeur économique au plan local ; de ce fait, elles paraissent plus intéressantes pour la récupération des *zipella* ou pour consolider les lignes des cordons pierreux dans les champs.

# Discussion

Les voies possibles d’augmentation de la production agricole dans les pays sahéliens à risque cli- matique sont l’accroissement des rendements par unité de surface et l’amélioration de la pro- ductivité 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. La présente étude a permis d’atteindre sur un *zipellé* en première année, des rendements de 1 200 kg/ha pour le sorgho en utilisant le zaï et le com- post amélioré au Burkina phosphate dans une région où habituellement les terres les plus fertiles produisent à peine 800 kg/ha en conditions de pluviométrie normale. 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 1 283 kg/ha de grains à Somyaga au cours de la saison 2002 pour retomber à 100 kg/ha en 2004. Ces variations sont attribuables à l’irrégularité des pluies. En dépit de ces aléas climatiques, des acquis importants ont été obtenus en matière d’amélioration des rendements grâce à la technique du zaï amélioré.

L’augmentation de rendement entre les traitements en poquets de zaï sans compost et les témoins absolus dépasse 100 % quelle que soit la localité. D’une production nulle en grains sur semis direct, on observe un rendement de 150 kg/ha sur le *zipellé* en creusant uniquement des poquets pour améliorer l’humidité du sol. Cela démontre l’intérêt de la technique du zaï comme un ouvrage de conservation des eaux et des sols efficace dans la gestion du ruissellement. Ces résul- tats sont comparables à ceux de nombreux auteurs notamment KABORÉ (1995) et ZOUGMORÉ *et al.* (2004) qui ont trouvé des résultats similaires dans la même région. Ils sont par contre en contradiction avec ceux de VLAAR (1992) qui avait trouvé que les rendements obtenus avec les zaï sont souvent inférieurs à ceux des champs ordinaires. On peut tout de même faire remarquer que les champs ordinaires en question sont certainement de meilleure fertilité.

La gestion du risque est un des aspects les plus importants de la pratique du zaï ; c’est donc une technique anti-aléatoire à la portée des petits producteurs (DUGUÉ, 1989 ; MAATMAN *et al.*, 1998). Le zaï favorise une meilleure germination et une bonne croissance des cultures. De nombreuses enquêtes menées en milieu paysan dont celles de ROBINS et SORGHO (1994), SAWADOGO et OUÉDRAOGO (1996) ont abouti aux mêmes conclusions.

Les résultats montrent que pour une meilleure valorisation de la pratique du zaï, il est nécessai- re de disposer d’une fumure organique de qualité. En effet, le compost a permis d’améliorer significativement le niveau des rendements en le multipliant par un rapport de 3 à 9 selon la dose apportée. Les composts améliorés au Burkina phosphate assurent une production plus importan- te pour peu que les déficits hydriques ne soient pas trop importants au cours de la saison agri- cole. LOMPO (1993), BADO et HIEN (1998) puis BIELDERS *et al.* (2002) ont constaté des augmentations de rendements sur des cultures diverses comme le sorgho et le riz grâce à l’utili- sation des phosphates naturels et de la matière organique. La sécurisation et l’amélioration des rendements peuvent aussi être réalisés grâce à l’utilisation combinée de l’engrais minéral avec les matières organiques (LANDERS *et al.*, 2001 ; EGHBALL, 2000 ; ARRIAGA et LOWERY, 2003). A Somyaga, l’effet de l’engrais complexe NPKSB et de l’urée en combinaison avec 5 t de compost assure des rendements équivalents à l’utilisation de 10 t de compost pour les deux dernières années de l’expérimentation. Le constat est que même les faibles doses d’engrais miné- ral ont un impact positif sur les rendements.

La durabilité des systèmes de production dans les pays sahéliens ne peut être une réalité sans la présence des arbres dans les écosystèmes. En effet, la végétation active assure le renouvellement du stock organique par les feuilles qui tombent et par l’activité racinaire. Nous avons pu mon- trer à travers les trois années d’expérimentation que le zaï favorisait la régénération des espèces

herbeuses et ligneuses dans le milieu. KENI (1999) avait répertorié 45 espèces herbeuses dans le terroir de Somyaga dans les différentes unités morphopédologiques en évaluant les ressources agrobiologiques nécessaires au zaï. Une quarantaine d’espèces herbeuses et ligneuses ont été identifiées en trois années dans les parcelles traitées avec le zaï sur des terres auparavant dénu- dées.

# Conclusion

Dans les conditions de réalisation de cette étude, les résultats ont montré que le zaï était une technique intéressante au triple plan de l’amélioration de la fertilité, de l’amélioration et de la sécurisation des rendements et de la régénération de la couverture végétale. Le compost amé- liore les rendements du sorgho. Des gains de rendements importants ont été observés suivant les saisons agricoles. Les traitements avec 10 tonnes de compost et de 5 tonnes de compost plus complément minéral se sont révélés plus intéressants tant du point de vue du rendement que dans l’amélioration de la fertilité. La régénération des espèces ligneuses et herbacées a été constatée dans les parcelles de zaï avec compost. 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 cul- ture. Dans le futur, il serait intéressant de poursuivre la recherche variétale pour identifier des variétés améliorées qui valorisent la technique du zaï et étudier l’impact du zaï sur la biomas- se microbienne.

# Références citées

**ARRIAGA F. J. et LOWERY B., 2003.** Soil physical proprieties and crop productivity of an eroded soil amended with cattle manure. Soil Sci. 168 (12) : 888-899.

**BADO V. B. et HIEN V., 1998.** Efficacité des phosphates naturels sur le riz pluvial en sol ferrallitique. Cah. Agric, (7): 236-8.

**BIELDERS CL., MICHEL S. 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) : 216-22.

**BOCK L., 1994.** Analyses des sols et gestion de l’espace. Plaidoyer pour leur cadrage géomorphopédologique dans les projets, expertises et services de conseil. Etude et Gestion des sols (1) : 23-33.

**BOLOGO E., 1998.** Contribution à l’étude du zaï : la logique de la diffusion de la technique. Mémoire de Maîtrise de Sociologie. FLASH, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 91 p.

**DUGUÉ P., 1989.** Possibilités et limites de l’intensification des systèmes de cultures en soudano-sahélienne : le cas du Yatenga. Thèse de doctorat. Montpellier, DSA/CIRAD N° 9. 350 p.

**EGHBALL B., 2000.** Nitrogen mineralisation from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. Soil Sci. Soc. Am. J. (64) : 2024-2030.

**KABORÉ V., 1995.** Amélioration de la production végétale des sols dégradés (zipella) du Burkina Faso par la tech- nique des poquets (zaï). Thèse doctorat, EPFL, Lausanne, 201 p.

**KENI L., 1999.** Contribution à l’analyse des critères de durabilité du zaï dans le Yatenga : Evaluation des ressources agro-biologiques à l’échelle du terroir et de l’exploitation. Mémoire IDR, UPB, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 89 p.

**LANDERS J. N., DE BARROS G. S. A., MANFRINATO W. A., ROCHA M. T., WEISS J. S., 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, Spain,Vol. (1): 108-124.

**LOMPO F., 1993.** Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso : Etude des effets de l’in- teraction phosphates naturels - matières organiques. Thèse de docteur-ingénieur, Univ. Nationale de Côte d’Ivoire, 247 p.

**MAATMAN A., SAWADOGO H., SCHEIGMAN C. and OUÉDRAOGO A., 1998.** Application of zaï and rock bunds in the northwest of Burkina Faso: study of its impact on household level by using a stochastic linear program- ming model. Netherlands Journal of Agricultural Science, (46): 123-136.

**PALLO F. J. P., 1995.** Le rôle de la matière organique dans la pédogenèse et la fertilité des sols au Burkina Faso. Séminaire BUNASOLS/AB-DLO/INERA, Ouagadougou, 14-16 mars 1995. Interprétation agronomique des données des sols : outil pour la gestion des sols et le développement agricole. AB-DLO Thema’s 2, Haren, pp. 29-36.

**ROBINS E. et SORGHO M. C., 1994.** Survey: farmer evaluation of zaï in Donsin. In Lowenberg-DeBoer *et al.*

(Eds.), 56-68.

**ROOSE E., 1989.** Méthodes traditionnelles de gestion de l’eau et des sols en Afrique occidentale soudano-sahélien- ne. Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles In Erosion, (10) : 98-107.

**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, 242 p.

**SAWADOGO H. et OUÉDRAOGO M., 1996.** Une technologie paysanne pour une agriculture durable : le zaï. INERA/RSP/Nord Ouest, Burkina Faso. projet ASP/SADAOC. Université de Ouagadougou, Université de Groningen, Pays Bas, 13 p.

**SEDOGO M. P., 1981.** Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique et nutrition azotée des cultures. Thèse de docteur-Ingénieur, INPL, Nancy, 198 p.

**VLAAR J. C. J., 1992.** Les Techniques de Conservation des Eaux et des Sols dans les Pays du Sahel. CIEH/EIER, Ouagadougou, Burkina Faso, 99 p.

**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 ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, 374 p.

**ZOUGMORÉ R., OUATTARA K., MANDO A., OUATTARA B., 2004.** Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. Sécheresse, 15 (1) : 41-8.