

# Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso

J.T. Yaméogo<sup>1\*</sup>, A.N. Somé<sup>1</sup>, A. Mette Lykke<sup>2</sup>, M. Hien<sup>1</sup> & H.B. Nacro<sup>3</sup>

Keywords : Zaï- Stone-rows- *Sorghum bicolor*- Fertility- Infiltration- Burkina Faso

## Résumé

La zone sud-soudanienne du Burkina Faso est soumise comme l'ensemble du pays à une péjoration du climat et une dégradation accélérée de ses ressources naturelles, surtout du sol et de la végétation. Des technologies de conservation des eaux et des sols comme le zaï et les cordons pierreux ont été éprouvées et adoptées dans les zones plus sèches du Nord. Dans cette étude, il s'est agi de tester les dispositifs expérimentés en vue de restaurer les potentialités d'un sol ferrugineux tropical lessivé induré situé entre les isohyètes 900 mm et 1100 mm. Un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé a été installé. Les observations ont porté sur la croissance et l'évaluation du rendement du sorgho (*Sorghum bicolor*). Des échantillons de sol ont été prélevés, puis quelques paramètres chimiques ont été déterminés au laboratoire. Des mesures d'infiltration ont été faites à l'aide de l'infiltromètre à double anneaux. Les résultats montrent que les traitements « zaï » et « zaï plus cordons pierreux » sont transférables en zone sud-soudanienne. Ils ont permis un meilleur développement du sorgho et une augmentation des rendements en grains de 6 et 4 fois respectivement par rapport au témoin. Les propriétés chimiques du sol ont connu des améliorations sensibles et le pH a atteint une valeur avoisinant 6,5 dans les poquets de zaï. Les deux techniques ont contribué de manière significative à améliorer le coefficient d'infiltration de l'eau dans le sol.

## Summary

### Restoring Soil Potential Using Zaï and Stone-Rows in West-Burkina Faso

The South-Sudanian zone of Burkina Faso experienced as other agro-climatic zones of the country problems of environmental degradation, particularly soil and natural vegetation, due high climatic variability. Soil and water conservation techniques like zaï and stone-rows were tested and adopted in the driest zones of the North. The aim of this study is to investigate the possibilities of transferring these technologies in the South-Sudanian area, located between isohyets 900 and 1100 mm to restore a ferruginous degraded soil. A completely randomized Fisher block design was used. Growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor*) were measured. Soil samples were taken and analyzed. Infiltration rate was measured with a two double ring infiltrometer. The results show that "zaï" and "zaï combined with stone-rows" are transferable in the South-Sudanian zone. They allowed a better development of the sorghum and grain yield increased by 6 and 4, respectively, compared to the control. Chemical properties of the soil were significantly improved, and the pH reached a value of approximately 6.5 in the holes of zaï. "Zaï" and "zaï combined with stone-rows" contributed to significantly improve infiltration rate of water in the soil.

## Introduction

La zone sud soudanienne connaît une dégradation rapide de ses ressources naturelles. Cette dégradation s'accélère sous l'effet de diverses actions anthropiques telles que l'agriculture

itinérante, la coupe abusive du bois, les feux de brousse, l'élevage extensif, etc. Elle subit par ailleurs, les aléas climatiques qui se manifestent essentiellement par des pluies intensives et brèves; ce qui provoque le ruissellement et l'érosion du sol (6). A cela s'ajoutent les poches de sécheresse de

<sup>1</sup> Université polytechnique de Bobo- Dioulasso (UPB), Laboratoire des systèmes naturels, des agro-systèmes et de l'ingénierie de l'environnement (Sy.N.A.I.E), Institut du développement rural (IDR), Bobo- Dioulasso, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Aarhus University, Department of Bioscience, Silkeborg, Denmark.

<sup>3</sup> Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité des Sols (LERF), Bobo- Dioulasso, Burkina Faso.

\* Auteur correspondant : jerotega@yahoo.fr, [ansome30@hotmail.com](mailto:ansome30@hotmail.com)

Reçu le 01.06.12 et accepté pour publication le 03.04.13.

plus en plus fréquentes et l'élévation des températures (12). Dans une telle situation, la production agricole est aléatoire car la baisse de la fertilité des sols consécutive à la dégradation de leurs paramètres bio-physico-chimiques, affecte la productivité des terres (9, 15). Cette dégradation des ressources naturelles accentue l'état de pauvreté des populations rurales. Stopper la dégradation des ressources naturelles et inverser les tendances actuelles sont une nécessité vitale pour les populations de la zone sud soudanienne du Burkina Faso. Faiblement peuplée, cette zone a connu la pratique de la jachère. De nos jours, cette pratique n'est plus d'usage à cause de l'augmentation de la population (flux migratoires) et des superficies cultivées. Actuellement la gestion de la fertilité des terres repose essentiellement sur l'utilisation des engrais chimiques associée au travail du sol, principalement le labour en début de saison de pluie. Mais l'utilisation des engrais chimiques entraîne des problèmes environnementaux (11) et leur coût limite leur accessibilité par les producteurs. Sur les terrains fortement dégradés, les engrais seuls ne sont pas la solution. Aussi, l'introduction et l'adoption d'autres méthodes et techniques biologiques ou physiques comme le zaï, les cordons pierreux et leur association paraissent nécessaire pour restaurer les terres et relever leur productivité. Il a été montré que ces technologies sont efficaces dans la zone nord du pays (16). Mais du fait de la péjoration climatique observée ces dernières années dans la zone sud soudanienne, et la dégradation continue des ressources naturelles, il est nécessaire d'y tester l'efficacité de ces technologies en vue de leur transfert. C'est dans ce

cadre que s'inscrit la présente étude.

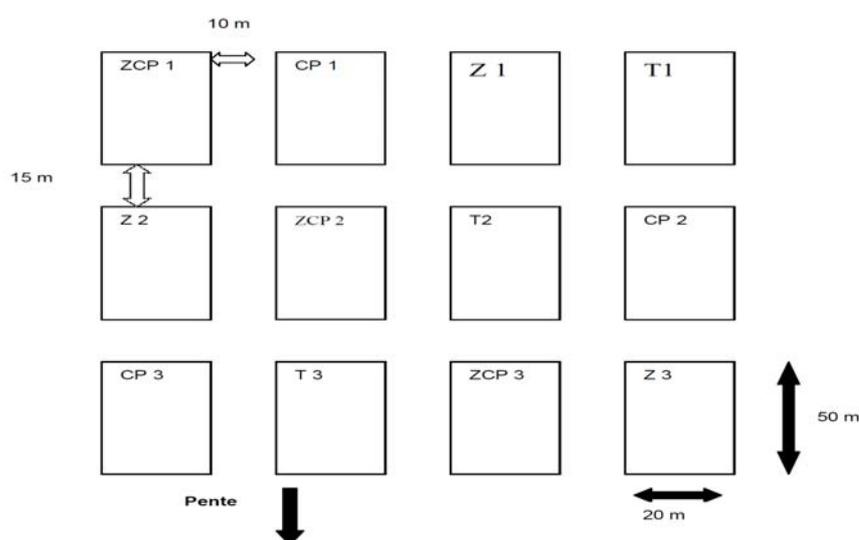
## Matériel et méthode

### Milieu d'étude

Le site de l'étude est implanté à Kuinima au sud de la ville de Bobo Dioulasso au Burkina Faso, entre 11° 03' et 11° 07' de latitude nord et 04° 19' et 04° 36' de longitude ouest. Le milieu d'étude appartient au domaine sud soudanien (4). La zone est située entre les isohyètes 900 mm et 1100 mm. La pluviométrie est irrégulièrement répartie dans le temps, et des poches de sécheresse sont souvent observées.

### Dispositif expérimental

Le dispositif a été installé sur un sol ferrugineux tropical lessivé induré avec une forte représentation des surfaces érodées et une pente comprise entre 3 et 4%. L'une des spécificités de ce sol est qu'il est pratiquement dénudé et encroûté en surface. C'est un dispositif en bloc Fisher à trois blocs et quatre traitements complètement randomisé (Figure 1). Les traitements sont composés de cordons pierreux (CP), de zaï (Z), d'une combinaison de zaï et de cordons pierreux (ZCP) et d'un témoin (T). Les cordons pierreux sont des ouvrages anti-érosifs constitués par un arrangement judicieux de pierres sur les courbes de niveau. Les zaï sont des poquets de 15 cm de profondeur en moyenne et un diamètre d'environ 20 cm. Ces poquets ont reçu environ 160 grammes de matière organique (fumure, compost). Le sorgho, *Sorghum bicolor* L. (Sariasso 01) a été utilisé à la densité de 80 cm x 40 cm pour évaluer l'efficacité des traitements sur les rendements.



CP= cordons pierreux, T= témoin, ZCP= zaï + cordons pierreux, Z= zaï

Figure 1: Schéma du dispositif expérimental.

## Collecte de données

Pour le suivi des composantes du rendement du sorgho, des carrés de rendement de 1 m<sup>2</sup> ont été piquetés à raison de cinq par parcelle élémentaire. La récolte a été effectuée sur l'ensemble des épis de chaque carré de rendement. Des échantillons de sol ont été prélevés dans la profondeur 0 à 20 cm, à l'intérieur des carrés de rendement, après la récolte. Pour les parcelles de zaï et de zaï + cordons pierreux, les prélèvements ont été faits dans les poquets et dans les inter-poquets. Les échantillons ont été analysés au laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS) au Burkina Faso en 2007 et 2009. Les analyses ont porté sur le pH eau, la matière organique (MO), l'azote total (N), la capacité d'échange cationique (CEC), le phosphore assimilable (Pa), le potassium disponible (Kd) et les bases échangeables (BE). La perméabilité du sol au niveau des différents traitements a été évaluée avec un infiltromètre double anneau (1). Cet appareil donne directement une lecture de la hauteur d'eau (H) dans la cellule de mesure en fonction du temps (T). Le coefficient d'infiltration verticale (Kv), est obtenu comme suit :

$$Kv = (\Delta H \text{ final} - \Delta H \text{ initial}) / \Delta T$$

avec  $\Delta H$  exprimé en millimètres et  $\Delta T$  en seconde le résultat s'exprime en 10<sup>-3</sup> m/s

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel XLSTAT. Nous avons effectué une analyse de variance (ANOVA) suivi du post hoc tests de Fisher au seuil de 5%. Le test de Spearman (14), a été utilisé pour l'étude de corrélation des rangs et les résultats significatifs (P<5%) ont été illustrés.

## Résultats

### Paramètres de fertilité du sol

Les caractéristiques chimiques des échantillons de sol analysés avant l'aménagement du site et deux ans après aménagement sont consignées dans le tableau 1. Le pH du sol au départ variait entre 4,29 et 4,82 et les paramètres chimiques comme la MO, le N, le Pa et le Kd avaient des valeurs variant respectivement entre 1,38 et 1,64%; 0,07 et 0,08%; 1,69 et 1,89 ppm, 13,70 et 17,80 ppm. Avec l'aménagement, notamment avec l'apport du fumier dans les poquets de Z, les teneurs des différents éléments chimiques ont connu des hausses significatives. Par rapport au T (1,38%), la MO est significativement différente dans les poquets de Z (1,7%) et du ZCP (1,62%), et au niveau des CP (1,55%). Le Pa est significativement élevé dans les poquets de Z et de ZCP. Comparativement au T, la teneur du Pa est 3 à 4 fois plus élevée dans les poquets de Z. Les améliorations du Kd sont de 5 ppm, 5,93 ppm, 145,60 ppm, 11 ppm et 85,33 ppm pour respectivement le CP, le ZCP-HP, le ZCP-P, le Z-HP et le Z-P par rapport au T. Les traitements ont permis des hausses significatives de la CEC de 0,95 méq/100g (CP), 2,99 méq/100g (ZCP-P), 1,05 méq/100g (ZCP-HP), 5,2 méq/100g (Z-P) par rapport au T. Il est observé également un relèvement du pH dans tous les traitements. Particulièrement dans les poquets des traitements Z et ZCP, les valeurs du pH varient entre 6,52 et 6,58. Il en résulte une amélioration nette des paramètres de fertilité dans tous les traitements à Z.

**Tableau 1**  
Les résultats des analyses des échantillons de sol.

Traitements	MO (%)		N (%)		C/N		Pa (ppm)		Kd (ppm)		CEC (méq/C)		BE (méq/C)		pH eau	
	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009
CP	1,45	1,55 <sup>a</sup>	0,08	0,08 <sup>a</sup>	13	11,67 <sup>b</sup>	1,73	3,82 <sup>b</sup>	16,63	52,7 <sup>b</sup>	3,28	5,49 <sup>b</sup>	1,96	3,2 <sup>b</sup>	4,82	5,45 <sup>b</sup>
T	1,38	1,09 <sup>b</sup>	0,07	0,06 <sup>b</sup>	12	13,67 <sup>ba</sup>	1,84	4,08 <sup>b</sup>	14,33	47,7 <sup>b</sup>	4,17	4,54 <sup>bc</sup>	2,16	2,94 <sup>b</sup>	4,31	5,42 <sup>b</sup>
ZCP-HP		1,08 <sup>b</sup>		0,05 <sup>c</sup>		12,67 <sup>ab</sup>		3,56 <sup>b</sup>		53,63 <sup>b</sup>		3,24 <sup>c</sup>		2,48 <sup>b</sup>		5,59 <sup>b</sup>
ZCP-P	1,64	1,62 <sup>a</sup>	0,08	0,08 <sup>a</sup>	13	12 <sup>ab</sup>	1,89	12,03 <sup>a</sup>	17,8	193,3 <sup>a</sup>	3,22	7,53 <sup>a</sup>	1,69	5,07 <sup>a</sup>	4,79	6,58 <sup>a</sup>
Z-HP		1,54 <sup>a</sup>		0,07 <sup>ab</sup>		12 <sup>ab</sup>		3,52 <sup>b</sup>		58,7 <sup>b</sup>		5,59 <sup>b</sup>		3,48 <sup>b</sup>		5,69 <sup>b</sup>
Z-P	1,39	1,7 <sup>a</sup>	0,07	0,07 <sup>ab</sup>	12	14 <sup>a</sup>	1,69	15,1 <sup>a</sup>	13,7	133,03 <sup>a</sup>	3,16	9,74 <sup>a</sup>	1,57	6,2 <sup>a</sup>	4,29	6,52 <sup>a</sup>
Probabilité	0,37	0,00	0,11	0,00	0,12	0,01	0,91	0,00	0,35	0,04	0,22	0,00	0,19	0,00	0,14	0,00
Signification	NS	HS	NS	HS	NS	S	NS	HS	NS	S	NS	HS	NS	HS	NS	HS

MO= matière organique totale, N= teneur en azote totale, Pa= phosphore assimilable, Kd= potassium disponible, CE = capacité d'échange cationique, BE= somme des bases échangeables.

CP= cordons pierreux, T= témoin, ZCP-HP= espace inter poquet du traitement zaï + cordons pierreux, ZCP-P= poquet du traitement zaï + cordons pierreux, Z-HP= espace inter poquet du traitement zaï Z-P= poquets du traitement zaï. HS= hautement significatif (p<0,01), S= significatif (p<0,05), NS= non significatif (p>0,05).

Dans la même colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Newman Keuls.

## Croissance et développement du sorgho

Les plants sont restés chétifs dans les traitements CP et T, beaucoup sont morts sans boucler leur cycle de développement. Par contre dans les traitements Z et ZCP, les plants ont bouclé leur cycle (Figure 2). De la 5<sup>ème</sup> semaine après semis (SAS) jusqu'à la 15<sup>ème</sup> SAS, trois phases distinctes se différencient dans le cycle de développement du sorgho à des vitesses différentes dans les traitements :

-la 1<sup>ère</sup> phase va de la 5<sup>ème</sup> SAS à la 10<sup>ème</sup> SAS pendant laquelle, les plantes ont une croissance lente. Au cours de cette phase, la vitesse moyenne de croissance en hauteur est de 0,69 cm/jour; 0,59 cm/jour; 1,51 cm/jour et de 1,67 cm/jour respectivement pour les plants des traitements T, CP, Z et ZCP.

-la 2<sup>ème</sup> phase va de la 10<sup>ème</sup> SAS à la 14<sup>ème</sup> SAS. Pendant cette phase, la croissance des plantes est accélérée. Pour cette 2<sup>ème</sup> phase, les plants ont une

vitesse de croissance de 2,27 cm/jour; 1,65 cm/jour; 3,74 cm/jour; 3,36 cm/jour respectivement sur les parcelles T, CP, Z et ZCP. Cette croissance accélérée se traduit par un développement végétatif intense et une élongation maximale. Cette phase se termine avec la floraison. Les plants à la fin de ce stade atteignent leur hauteur maximale.

-la troisième phase commence à partir de la 14<sup>ème</sup> SAS jusqu'à la récolte. Durant cette phase, les plantes ne croissent plus et ont tendance à se courber sous le poids des grains qui se remplissent.

## Composantes du rendement du sorgho

Tous les paramètres des composantes du rendement varient significativement des parcelles traitées par rapport au T et d'un traitement à l'autre (Tableau 2). Pour le nombre de plants à l'hectare, le Z et le ZCP ont permis de l'améliorer significativement de 6510 plants et de 4123 de plants par rapport au T. Après la phase d'épiaison,

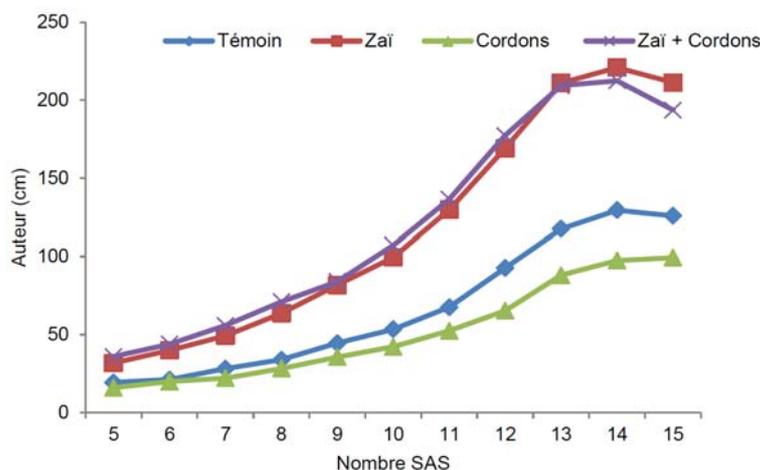


Figure 2: Développement du sorgho.

Tableau 2  
L'évaluation des composantes du rendement.

Traitements	Nombre de plants/ha	Nombre d'épis totale/ha	Nombre d'épis utiles/ha	Nombre de grains/épi	Poids de 1000 grains (g)
Z	85069 <sup>a</sup>	75347 <sup>a</sup>	70833 <sup>a</sup>	917 <sup>a</sup>	26,19 <sup>a</sup>
ZCP	82682 <sup>a</sup>	63585 <sup>a</sup>	59244 <sup>a</sup>	689 <sup>a</sup>	26,18 <sup>a</sup>
CP	78038 <sup>b</sup>	17578 <sup>c</sup>	10850 <sup>b</sup>	205 <sup>b</sup>	6,28 <sup>c</sup>
T	78559 <sup>b</sup>	42447 <sup>b</sup>	18229 <sup>b</sup>	228 <sup>b</sup>	8,89 <sup>b</sup>
Probabilités	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
Signification	S	HS	HS	S	HS

HS= hautement significatif ( $p < 0,01$ ), S= significatif ( $p < 0,05$ ), NS= non significatif ( $p > 0,05$ ). 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.  
CP= cordons pierreux, T= témoin, ZCP= zaï + cordons pierreux, Z= zaï

le nombre d'épis dénombrés sur le Z et le ZCP sont de 32900 et de 21138 supérieur à celui du T. Le nombre d'épis ayant porté de grains est aussi plus important dans le Z et le ZCP. Ils enregistrent 52604 et 41015 épis utiles de plus que le T. On constate par ailleurs que, 20833 épis ne se sont pas remplis dans le T. Les épis du Z et du ZCP sont ceux qui contiennent le plus de grains. Le nombre moyen de grains par épis est de 689 et 460 plus élevé respectivement dans le Z et le ZCP par rapport au T. Et il en est de même pour le poids de 1000g du Z et du ZCP qui est 3 fois supérieur à celui du T. Pour tous les paramètres des composantes du rendement, le CP a eu des valeurs inférieures à celles du T et les Z et ZCP des valeurs supérieures.

### Evolution du rendement grains en fonction des traitements entre 2008, 2009 et 2010

Le tableau 3 présente les rendements en grains du sorgho au cours des trois campagnes agricoles. Comme on peut le remarquer, les rendements du sorgho ont été largement influencés par les différents traitements. Dès la première année de test en 2008, les traitements Z et ZCP ont eu des rendements 5 et 4 fois plus élevés que le T. A la deuxième année (2009), l'impact des mêmes traitements sur la production a été plus significatif ( $p < 0,000$ ). En effet, les rendements ont été 6 fois supérieurs pour le Z et 4 fois pour le ZCP. En troisième année, on observe une légère baisse des rendements dans tous les traitements par rapport à la deuxième année. Les rendements sont passés de 2316,77 kg/ha à 2126,78 kg/ha pour le Z. Les pertes ont été de 16,67 kg et 123,71 kg

respectivement pour le CP et le ZCP. Toutefois, les valeurs sont restées supérieures à celles de la première année. Le T seul a eu un gain de 3,13 kg. Durant ces trois ans, à l'instar des composantes du rendement, le traitement CP a eu des rendements en grains inférieurs au T. Le rendement en grains et la teneur du sol en Pa sont significativement corrélés ( $P=0,01$  et  $r=0,68$ ).

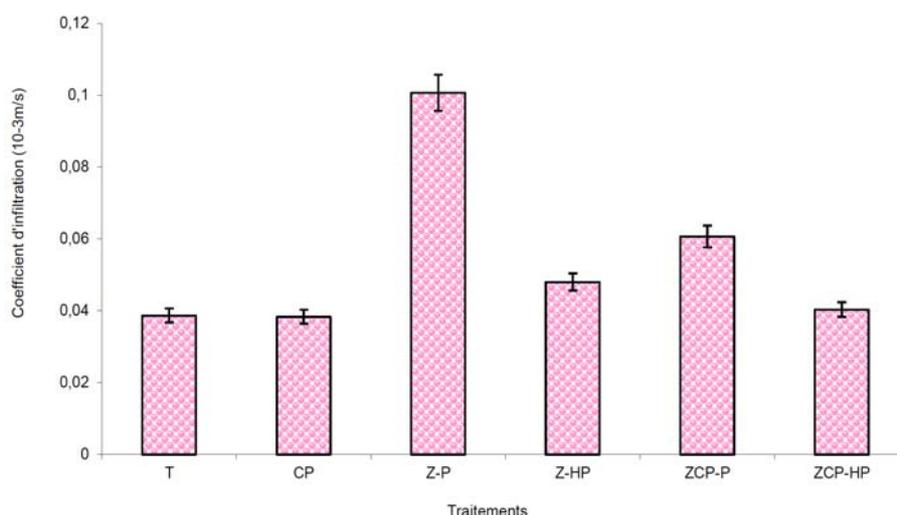
### Perméabilité des sols

L'évolution du coefficient d'infiltration est représentée par la figure 3. On remarque que les traitements ont impacté le coefficient d'infiltration de l'eau dans le sol. Les plus grandes valeurs ont été obtenues avec respectivement le Z-P ( $0,1 \cdot 10^{-3}$  m/s) et le ZCP-P ( $0,06 \cdot 10^{-3}$  m/s). Le Z-HP et le ZCP-HP conservent néanmoins des coefficients d'infiltration plus élevés que le T et le CP. Par rapport au T, le Z-

**Tableau 3**  
Variation de la production (kg/ha) de 2008 à 2010.

Traitements	Période		
	2008	2009	2010
T	209,45 <sup>b</sup>	360,30 <sup>b</sup>	363,43 <sup>b</sup>
CP	175,54 <sup>b</sup>	231,01 <sup>b</sup>	214,34 <sup>b</sup>
ZCP	864,65 <sup>a</sup>	1511,73 <sup>a</sup>	1388,02 <sup>a</sup>
Z	1035,22 <sup>a</sup>	2316,77 <sup>a</sup>	2126,78 <sup>a</sup>
Probabilité	0,001	0,000	0,000
Signification	HS	HS	HS

HS= hautement significatif ( $p < 0,01$ ), S= significatif ( $p < 0,05$ ).  
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.  
CP= cordons pierreux, T= témoin, ZCP= zaï + cordons pierreux, Z= zaï



CP= cordons pierreux, T= témoin, ZCP-HP= espace inter poquet du traitement zaï + cordons pierreux, ZCP-P= poquet du traitement zaï + cordons pierreux, Z-HP= espace inter poquet du traitement zaï, Z-P= poquets du traitement zaï.

**Figure 3** : Evolution du coefficient d'infiltration en fonction des traitements.

P et le ZCP-P ont permis une hausse de l'infiltration de 156,41% ( $0,06 \cdot 10^{-3}$  m/s) et de 53,85% ( $0,02 \cdot 10^{-3}$  m/s). L'analyse de variance montre que le Z-P a permis une amélioration significative de la perméabilité du sol par rapport au T ( $p=0,03$ ), CP ( $p=0,03$ ) et au ZCP-HP ( $p=0,04$ ).

## Discussion

Par rapport au T (1,09%), la MO est significativement différente dans les poquets de Z (1,7%) et de ZCP (1,62%), et au niveau des CP (1,55%). Selon Zougmoré (16), la sédimentation des particules solides contenues dans l'eau de ruissellement explique dans une large mesure cette augmentation. Pour les traitements Z et ZCP, la teneur en MO serait liée aussi à l'apport du fumier dans les poquets (12). La teneur en N a varié dans le même sens que la MO. L'augmentation de MO entraîne aussi celle de N puisque la MO constitue le stock de l'azote. D'où les valeurs plus élevées de N, par rapport au T, au niveau des poquets du Z, ZCP dans le CP. La MO favorise la formation du complexe absorbant, capable de fixer des cations du sol. Ce qui permettrait d'augmenter la CEC. L'apport du fumier a permis l'augmentation de Pa, de Kd et des BE dans les poquets de Z (10). L'apport de la fumure organique est une source d'énergie et d'aliments pour les communautés microbiennes du sol; ce qui favorise la disponibilité en éléments nutritifs. En outre, pour Lahmar et Ruellan (8) l'agrégation des éléments du sol, la décomposition et la stabilisation de la matière organique du sol et l'activité biologique du sol sont liées. Le Z et le ZCP ont entraîné un relèvement du pH par rapport au T. Cette élévation est beaucoup plus importante dans les poquets puisque le pH varie en fonction de la somme des BE. Le Z et le ZCP ont permis d'améliorer les propriétés chimiques du sol, surtout dans les poquets. Pour les espaces inter poquets, cette amélioration résulterait de la décomposition des végétaux (herbes, résidu de récolte) et de l'effet résiduel de la fumure organique appliquée pendant la campagne précédente (5).

Les mesures antiérosives ont eu un impact très positif sur le développement du sorgho. Les courbes de croissance sont sigmoïdales (Figure 3) pour les traitements Z et ZCP où la croissance a été plus rapide par rapport au T. Cette différence de croissance s'explique par les valeurs plus élevées des différents paramètres chimiques pour ces traitements; notamment le Pa et le Kd dont les valeurs dans les poquets sont respectivement de 15,10 et 133,03 ppm pour le Z et 12,03 et 193,30 ppm pour le ZCP. Selon Compaoré et al. (2), le phosphore est l'un des éléments nutritif essentiel

pour la croissance et le développement des végétaux. Et des plantes déficientes en phosphore montrent un retard de croissance. Ainsi, pour que les plantes absorbent les quantités de phosphore nécessaires afin de donner de bons rendements, la concentration en phosphore de la solution du sol en contact avec les racines doit être maintenue pendant tout le cycle de croissance. 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 avec l'apport localisé de fumure organique (13). Les apports organiques améliorent la structure et la porosité du sol, ce qui favorise l'infiltration (6).

L'apport du fumier a induit une augmentation du rendement en grains 6 à 4 fois plus élevés dans les traitements Z et ZCP par rapport au T. Le principal élément chimique qui explique ces performances serait le Pa. En effet, le rendement en grains et la teneur du sol en Pa sont significativement corrélés ( $P=0,01$  et  $r=0,68$ ). Koulibaly *et al.* (7) indiquent que l'apport de MO entraîne une amélioration du nombre d'épis total à l'hectare et l'augmentation du poids de 1000 grains. Sawadogo *et al.* (13) dans le nord, ont obtenu dans leur expérimentation un rendement 9 fois supérieurs avec le Z. Les écarts de gain avec nos résultats sont probablement liés au fait que le déficit hydrique n'est pas le même dans les deux zones climatiques. Comparativement au T, le CP ne s'est pas distingué positivement et a eu parfois des valeurs inférieures au T. Dans les deux traitements un grand nombre de plans sont morts sans avoir bouclé leur cycle de développement. Ceci est en accord avec les résultats de Zougmoré (16) obtenus dans la zone sahéenne semi-aride. Ceci a également été mentionné par Doamba *et al.* (3) qui disaient que le CP pourrait entraîner un appauvrissement du sol en composés organiques, si la technique n'est pas accompagnée d'un apport de fumier ou de compost.

L'eau de la pluie n'est utile à la plante que lorsqu'elle est disponible dans la rhizosphère. Cependant l'étude des états de surface avait révélé que seulement 40,7% des surfaces du site étaient favorables à l'infiltration (17). Après trois années d'aménagements, les résultats sur le coefficient d'infiltration montrent que le zaï permet de lever les contraintes liées à l'infiltration de l'eau dans le sol. La technique du zaï permettrait donc l'amélioration de la porosité du sol. Or, la porosité d'un horizon est une notion essentielle pour tout ce qui concerne la réserve en eau, la circulation des fluides (eau et air) et les possibilités d'enracinement.

## Conclusion

Cette étude à l'Ouest du Burkina Faso a prouvé que le zaï et les cordons pierreux déjà expérimentés en zone aride et semi-aride sont transférables en zone sud soudanienne où la pluviosité moyenne est de 1000 mm par an. Cependant, l'apport de la fumure organique est la clef déterminante du succès de ces mesures de conservation des eaux et des sols. Sur le plan de la fertilité, le Z et le ZCP ont contribué de manière significative à rehausser les teneurs de la MO, de l'azote, du phosphore assimilable, du potassium disponible et à relever le niveau du pH du sol. Sur le plan de la production, les deux traitements (Z, ZCP) ont permis un développement plus rapide du sorgho et des augmentations des rendements grains 6 fois (Z) et 4 fois (ZCP) supérieurs au T. Ces résultats démontrent qu'un apport localisé de

la fumure organique avec la technique du Z peut être un instrument d'intensification de la production agricole à l'Ouest du Burkina Faso. La fertilité du sol a donc été déterminante pour la production du sorgho. Les deux techniques (Z et ZCP) ont contribué de manière significative à améliorer la porosité du sol et par conséquent à lever les contraintes liées à l'infiltration de l'eau dans le sol. Dans un bref avenir, il serait intéressant d'investiguer sur l'impact de ces différents traitements sur l'activité biologique du sol.

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent au projet SUN (FP6 INCO-dev 031685) qui a entièrement financé ces travaux et à M.K.S. Diane pour sa contribution à la collecte des données.

## Références bibliographiques

1. Cerdan O., Desprats J.F., Bourguignon A. & Isac J.L., 2004, Modélisation hydrologique du bassin versant de la Boyne (Hérault). *Apport de la très haute résolution pour la gestion du risque inondation*. Rapport final, Bureau de Recherche Géographique et Minière (RGM), 49 p.
2. Compaoré E., Fardeau C.F., Morel J.L. & Sédogo M.P., 2001, Le phosphore biodisponible des sols : une des clés de l'agriculture durable en Afrique de l'Ouest. *Cah. Agric.*, **10**, 81-85.
3. Doamba S.M.F., Nacro H.B., Sanon A. & Sedogo P.M., 2011, Effet des cordons pierreux sur l'activité biologique d'un sol ferrugineux tropical lessivé (Province du Kouritenga au Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem.* **5**(1) 304-313.
4. Fontès J. & Guinko S., 1995, *Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso/Notice explicative*. Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Institut de la Carte Internationale de la Végétation. Université de Toulouse III (France)/Institut du Développement Rural, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou (Burkina Faso), 67 p.
5. Fosu M., Kühne R.F. & Vlek P.L.G., 2003, Recovery of cover-crop-N in the soil-plant system in the Guinea savannah zone of Ghana. *Biol. Fertil. Soils*, **39**, 117-122.
6. Kiema A., Nianogo A.J. & Ouedraogo T., 2008, Effets des cordons pierreux sur la régénération d'un pâturage naturel de glaciis au Sahel. *Cah. Agric.*, **17**, 281-288.
7. 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.
8. Lahmar R. & Ruellan A., 2007, Dégradation des sols et stratégies coopératives en Méditerranée: la pression sur les ressources naturelles et les stratégies de développement durable. *Cah. Agric.*, **16**, 318-323.
9. Olina Bassala J.-P., M'Biandoun M., Ekorong J.A. & Asfom P., 2008, Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier-céréales au Nord Cameroun: diagnostic et perspectives. *Tropicultura*, **26**(4) 240-245.
10. Pallo F.J.P., Sawadogo N., Sawadogo L. et al., 2008, Statut de la matière organique des sols dans la zone sudsoudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **12**, 291-301.
11. Pichot J., Sédogo M.P., Poulain J.F. & Arrivets J., 1981, Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. *Agro. Trop.*, **36**, 122-33.
12. 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.
13. 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.
14. Spearman C., 1904, The proof and measurement of association between two things. *Am. J. psych.* **15**, 72-101.
15. Traoré M., Belo H., Barry O., Tamani S. & Ouattara T.G., 2012, Community soil resources management for Sub-Saharan West Africa: case study of the gourma region in Burkina Faso. *J. Agric. Sci. Technol.*, **2**, 24-39.
16. Zougmore 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.
17. Yaméogo T.J., Somé N.A. & Hien M., 2009, Etude préliminaire à une restauration de sols dégradés en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, **20**(1), 32-8.

J.T. Yaméogo, Burkinabè, titulaire d'un Doctorat unique en développement rural.

A.N. Somé, Burkinabè, Maître de Conférences, Directeur Général de l'Institut du Sahel.

A. Mette Lykke, Danoise, Doctoresse (PhD), Chercheuse à NERI (National Environmental Research Institute).

M. Hien, Burkinabè, Maître assistant, Enseignant-chercheur à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.

H.B. Nacro, Burkinabè, Maître de Conférences, Vice-président de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.