

Effets du dimensionnement des trous de zaï sur le rendement du maïs en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso

[Effects of zaï hole sizing on maize yield in the South Sudan zone of Burkina Faso]

Adama Traore¹, Alimata Bandaogo¹, P. Louis Yameogo¹, K. Rodrigue Anadi², Karim Traore¹, Pascal Bazongo¹, and Ouola Traore¹

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN, SP), INERA-Farako-Bâ, Laboratoire Sol-Eau-Plante (SEP), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

²Université Nazi Boni (UNB), Institut du Développement Rural (IDR), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01 Burkina Faso

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Given the climatic variability of recent years, characterized by numerous pockets of drought in the western zone of Burkina Faso, the application of zaï technology could be an alternative to cope with rainfall deficits. With this in mind, a zaï trial was set up at the INERA station in Farako-Bâ in a completely randomized Fisher block design with seven (7) treatments, including T0 (no zaï+compost+MD), T1 (zaï 15 cm+compost), T2 (20 cm+ compost), T3 (zaï 30 cm+ compost), T4 (zaï 15 cm + compost +MD), T5 (zaï 20 cm + compost +MD), T6 (zaï 30 cm + compost +MD). The parameters observed were the size of the zaï holes and the maize yield. The results show that treatments T5 (zaï 20 cm + compost +MD) and T6 (zaï 30 cm + compost +MD) have respectively the best performances in terms of grain yield (2.69 t/ha and 2.68 t/ha) and straw yield (4.1 t/ha and 3.6 t/ha). The results of this study show that zaï technology associated with micro-dosing of fertilizer can be adapted in the South Sudanian zone of Burkina Faso and can be a means of adaptation to increasingly difficult rainfall conditions marked by pockets of drought. zaï holes with diameters of 20 and 30 cm increase maize crop yields.

KEYWORDS: zaï, hole sizing, maize, yield, Burkina Faso.

RESUME: Face à la variabilité climatique de ces dernières années caractérisée par de nombreuses poches de sécheresse dans la zone Ouest du Burkina Faso, l'application de la technologie zaï pourrait être une alternative pour faire face aux déficits pluviométriques. C'est dans cette optique qu'un essai zaï a été mis en place sur la station de l'INERA à Farako-Bâ dans un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé avec sept (7) traitements dont T0 (sans zaï+compost+MD), T1 (zaï 15 cm+compost), T2 (20 cm+ compost), T3 (zaï 30 cm+ compost), T4 (zaï 15 cm + compost+MD), T5 (zaï 20 cm + compost +MD), T6 (zaï 30 cm + compost +MD). Les paramètres observés ont été le dimensionnement des trous de zaï et le rendement du maïs. Les résultats montrent que les traitements T5 (zaï 20 cm + compost +MD) et T6 (zaï 30 cm + compost+MD) ont respectivement les meilleures performances en termes de rendements grains (2,69 t /ha et 2,68 t/ha) et pailles (4,1 t/ha et 3,6 t/ha). Les résultats de cette étude montrent que la technologie du zaï associée à la micro-dose d'engrais peut être adaptée dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso et peut être un moyen de d'adaptation aux conditions pluviométriques de plus en plus difficiles marquées par des poches de sécheresse. Les trous de zaï de diamètre 20 et 30 cm permettent d'accroître les rendements de la culture du maïs.

MOTS-CLEFS: zaï, dimensionnement trous, maïs, rendement, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Les sols du Burkina Faso sont caractérisés par une pauvreté en matière organique et en éléments nutritifs majeurs compromettant les rendements des cultures. Une des causes de cette dégradation des sols est la mauvaise pratique culturale pratiquée par une grande majorité avec une très faible utilisation d'intrants sans apport de matières organiques et sans restitution. Cette majorité est constituée de petits producteurs à très faibles revenus utilise et les grains et aussi les résidus des récoltes comme aliment bétail, bois de chauffe etc. Les bilans minéraux des sols sont donc négatifs où les inputs sont de loin inférieurs aux outputs. Ces pratiques agricoles inadaptées conjuguées aux aléas climatiques ont accentué une pression sur les ressources naturelles accélérant leur dégradation. A la recherche de solutions suite à cet épuisement des ressources, des pratiques endogènes ont été développées par les populations pour continuer à assurer la production agricole. Une des options choisies par les paysans dans le Yatenga au Nord du Burkina Faso, puis développée par les chercheurs, a été de "réveiller" une ancienne technique utilisée lors des périodes de sécheresse dans la région qu'est la technique du zaï [1]. Le zaï est défini comme une technique de réhabilitation des terres dégradées, notamment des *zipella* [2,3]. Étymologiquement, le mot zaï vient de *zaïbo* en langue locale *mooré* qui signifie généralement se dépêcher de faire quelque chose, prendre de l'avance [1]. 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, où on y met ensuite le fumier juste avant l'arrivée des premières pluies puis on y sème lorsqu'une pluie suffisante tombe. La technique du zaï est plus développée dans la partie Nord du Burkina Faso où il est initialement recommandé c'est-à-dire pour des zones dont la pluviométrie est comprise entre 300 et 800 mm/an. Cependant avec un contexte de changement climatique, la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso relativement plus arrosée que le Nord, enregistrant entre 900 et 1100 mm/an de pluie connaît de plus en plus des déficits pluviométriques et surtout une installation tardive des cultures et des poches de sécheresse compromettant la bonne alimentation hydrique des cultures.

Au regard de ces difficultés pluviométriques et de ces nombreux avantages en matière de gestion de l'eau sur la parcelle, le zaï jadis recommandé à la zone Nord du pays pourrait être une solution aux difficultés pluviométriques de plus en plus récurrentes dans cette partie Sud du pays. Si dans sa conception le zaï est réalisé avec des trous de 20 à 40 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur, un ajustement de ces dimensions pourrait l'adapter dans les zones à pluviosité relativement supérieure mais marquées de plus en plus par des déficits pluviométriques. Cette étude a donc pour objectif général d'améliorer les rendements du maïs par la technique du zaï face aux déficits pluviométriques actuels. De façon spécifique, il s'agit de:

- Evaluer l'effet des dimensions des trous de zaï sur la productivité du maïs;
- Evaluer l'effet de la fertilisation organique et minérale et du dimensionnement du trou du zaï sur la productivité du maïs.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

2.1.1 SITE D'ÉTUDE

Les travaux ont été conduits durant les saisons de pluies de 2017 et 2018 à la station de recherche agricole de Farako-Bâ de coordonnées; longitude 4° 20' Ouest, latitude de 11° 6' Nord et altitude 405 m dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Cette zone est caractérisée par deux saisons bien distinctes dont une courte saison des pluies ou hivernage de juin à septembre et une longue saison sèche d'octobre à mai. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 800 et 1100 mm [4] avec une mauvaise répartition spatio-temporelle. Les quantités d'eau tombées au niveau de la station de Farako-Bâ en 2017 et 2018 ont été respectivement 734 en 51 jours de pluie et 1303,7 mm en 70 jours de pluie. Les températures varient entre 17°C et 37°C durant la saison sèche et 10°C à 32°C durant la saison des pluies. Les sols de type ferrugineux tropicaux lessivés à texture sablo-limoneuse sont pauvres en matière organique et en éléments nutritifs majeurs (N, P, K) [5].

2.1.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est la variété de maïs Barka mise au point par l'Institut de recherche INERA/Burkina Faso. Elle est de couleur blanche avec un cycle semi-maturité moyen de 84 jours. Elle est relativement plus résistante à la sécheresse avec un rendement potentiel de 5,5 t/ha.

2.1.3 FUMURE MINÉRALE

La fumure minérale utilisée est l'engrais composé NPK de la formulation 14-23-14+6S+1B et de l'urée dosant 46% N. Ce sont des engrais recommandés et couramment utilisés au Burkina Faso pour la production de maïs.

2.1.4 FUMURE ORGANIQUE

La fumure organique utilisée a été le compost issu d'un procédé de compostage en tas au sein de la station de recherche de Farako-Bâ avec les résidus de récolte et du fumier comme activateur.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 CONFECTION DES TROUS DE ZAÏ

Les différents diamètres de trous de zaï ont été confectionnés bien avant l'installation des pluies. Ils ont été réalisés en quinconce à la main. La terre de déblai est déposée en aval des trous suivant le sens de la pente du terrain et ce conformément à la technologie zaï.

2.2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher totalement randomisé. Il est constitué de quatre (4) blocs ou répétitions comportant chacun sept (07) traitements. Chaque traitement est représenté par des parcelles élémentaires de 6 m x 5 m soit 30 m². A l'intérieur de chaque parcelle élémentaire est creusée des trous de zaï de 15 cm, 20 cm et 30 cm de diamètre selon le traitement, à une profondeur standard de 15 cm. Les traitements sont les suivants:

- T0: Sans zaï + Micro-dose (MD) soit NPK 4g/poquet + urée 2g/poquet);
- T1: zaï 15 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T2: zaï 20 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T3: zaï 30 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T4: zaï 15 cm de diamètre + compost + MD;
- T5: zaï 20 cm de diamètre + compost + MD;
- T6: zaï 30 cm de diamètre + compost + MD.

2.2.3 LA TECHNOLOGIE MICRO-DOSE D'ENGRAIS

La technologie micro-dose d'engrais minérale (MD), consiste à ouvrir un trou sous le pied de la plante et y placer l'engrais en petite dose et ensuite recouvrir l'engrais par la terre de déblai. Pour ce qui est de la dose recommandée en MD pour le maïs, elle de 4 g/poquet pour le NPK et 2 g/poquet pour l'urée. Les doses à l'hectare pour la MD a été 110,25 kg/ha pour le NPK et 55,12 kg/ha pour l'urée avec des écartements de trous de 60 cm x 60 cm. Ces doses en fertilisation recommandée sur sol labouré sont de 200 kg/ha pour le NPK et 100 kg/ha pour l'urée.

2.2.4 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLON POUR ANALYSE CHIMIQUE DU SOL

Le zaï est recommandé sur des sols fortement dégradés. Le choix du terrain a pris en compte ce critère en choisissant un terrain délaissé à cause de sa forte dégradation empêchant même la pousse des mauvaises herbes. Cinq (05) prélèvements sur les diagonales ont été réalisés afin de faire une caractérisation chimique du sol avant la mise en place de l'essai qui occupe une superficie de 1035 m².

2.2.5 SEMIS DU MAÏS ET APPLICATION DES FERTILISANTS

Le maïs a été semé dans les trous des zaï dès que l'humidité a été jugée suffisante pour la germination des graines. Le compost a été préalablement déposé dans chaque trou à la dose de 100 g/poquet soit 2,7 t/ha. Deux (02) plants ont été laissés par poquet après démariage.

LES FUMURES MINÉRALES: L'engrais minéral NPK (14 -23 -14+6S+1B) a été appliqué 15 jours après semis (JAS) à la dose de 4 g/poquet et l'urée a été appliquée au 45^{ème} JAS à raison de 2 g/poquet dans les traitements ayant les trous de zaï. Au niveau du témoin (T0) avec labour seul, le NPK et l'urée ont été respectivement apportés en surface au 15^{ème} et 45^{ème} JAS.

2.2.6 ANALYSE DES DONNÉES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2014.5.03. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Newman-Keuls au seuil de confiance de 95 %.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS

Le Tableau 1 donne quelques caractéristiques des échantillons de sol avant la mise en place du dispositif. Les sols du site ont de très faibles teneurs en pH, azote, carbone et en matière organique avec cependant une activité biologique importante avec un rapport C/N de 13,40. Les teneurs aux éléments totaux du potassium total et assimilable sont moyennes; par contre ceux du phosphore sont extrêmement faibles se trouvant en dessous du seuil de déficience.

Tableau 1. Caractéristiques chimiques du sol avant la mise en place du maïs

Echantillon	pHeau	C (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P_tot (mg/kg)	P_assi (mg/kg)	K_tot (mg/kg)	K_dispo (mg/kg)
P1	4,98	0,34	0,59	0,027	13	52	6,2	1174	62,41
P2	5	0,34	0,59	0,026	13	71	4,11	1272	48,76
P3	5,07	0,35	0,61	0,026	13	56	6,28	1077	55,58
P4	4,81	0,37	0,63	0,026	14	44	3,72	979	46,81
P5	4,92	0,4	0,69	0,029	14	59	3,72	1223	53,63
Moy	4,96	0,36	0,62	0,03	13,40	56,40	4,81	1145,00	53,44

Légende: P: Points de Prélèvement, C: Carbone organique, MO: Matière Organique, P_tot: Phosphore total, P_assi: Phosphore assimilable; K_tot: Potassium total; K_dispo: Potassium disponible.

3.2 EFFET DU ZAÏ SUR LA HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS

Le Tableau 2 nous renseigne sur l'évolution en hauteur des plants maïs en fonction des traitements. Les résultats montrent une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les traitements quelle que soit la date d'observation. On constate que les meilleures hauteurs à la dernière date d'observation, soit au 44^{ème} jours après semis (JAS) sont enregistrées dans les traitements avec zaï de 30 et 20 cm respectivement au niveau des traitements T6 (111,23 cm) et T5 (108,94 cm). Les traitements T4, T0 et T1 statistiquement équivalents viennent après ces deux premiers traitements. Les plus faibles hauteurs sont obtenues au niveau des traitements zaï sans apport de fertilisants minéraux T3 et T2.

Tableau 2. Hauteurs des plants en fonction des dimensions des trous de zaï

Traitements	Hauteur (cm)				
	16 JAS	23 JAS	30 JAS	37 JAS	44 JAS
T0	24,75 ^a ± 5,25	37,93 ^a ± 8,48	50,25 ^{ab} ± 10,40	72,34 ^b ± 11,78	94,73 ^b ± 13,58
T1	16,95 ^b ± 6,08	30,72 ^c ± 8,06	38,64 ^d ± 12,15	57,02 ^c ± 16,63	68,00 ^b ± 14,37
T2	18,67 ^b ± 6,32	32,52 ^{bc} ± 10,18	42,74 ^{cd} ± 11,66	65,22 ^b ± 14,41	82,72 ^c ± 14,55
T3	18,77 ^b ± 5,43	32,75 ^{bc} ± 8,98	45,91 ^{bc} ± 10,69	68,35 ^b ± 15,00	84,02 ^c ± 19,06
T4	17,78 ^b ± 6,57	34,77 ^{abc} ± 10,43	45,73 ^{bc} ± 15,31	72,84 ^b ± 18,15	99,45 ^b ± 22,69
T5	17,19 ^b ± 6,66	39,70 ^a ± 12,15	53,66 ^a ± 13,33	81,43 ^a ± 21,20	108,94 ^a ± 19,14
T6	17,66 ^b ± 5,25	36,92 ^{ab} ± 11,09	52,88 ^a ± 10,87	83,20 ^a ± 14,26	111,23 ^a ± 16,34
Probabilité	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Significativité	HS	HS	HS	HS	HS

T0: Sans zaï + MD; T1: zaï 15 cm + FO; T2: zaï 20 cm + FO; T3: zaï 30 cm + FO; T4: zaï 15 cm + FO + MD; T5: zaï 20 cm + FO + MD; T6: zaï 30 cm + FO + MD

3.3 EFFET DU ZAÏ SUR LE DIAMÈTRE DES PLANTS DE MAÏS

Le Tableau 3 nous renseigne sur l'évolution du diamètre des plants de maïs en fonction des traitements. L'analyse de la variance nous révèle une variation hautement significative ($p < 0,001$) entre les différents traitements à toutes les dates d'observation. Les diamètres les plus élevés sont enregistrés dans les traitements avec *zaï* et micro-dose d'engrais T6, T5 et T4. Les faibles diamètres sont observés au niveau des traitements *zaï* sans apport d'engrais minéraux et le traitement T0 (sans *zaï*). Toutefois on constate une tendance à l'augmentation du diamètre des plants au niveau du traitement T5.

Tableau 3. Diamètre des plants de maïs en fonction des dimensions des trous de *zaï*

Traitement	Diamètre (mm)			
	45 JAS	52 JAS	59 JAS	66 JAS
T0	9,8 ^b ± 2,51	13,45 ^b ± 2,53	16,57 ^b ± 2,20	18,23 ^b ± 2,61
T1	8,07 ^c ± 3,19	11,27 ^c ± 3,19	15,86 ^b ± 3,37	17,05 ^b ± 3,23
T2	9,93 ^b ± 4,06	12,7 ^{bc} ± 3,11	16,84 ^b ± 3,41	18,48 ^b ± 3,71
T3	8,23 ^c ± 3,34	12,11 ^{bc} ± 3,59	16,07 ^b ± 4,03	17,66 ^b ± 4,04
T4	11,11 ^{ab} ± 2,90	15,27 ^a ± 3,78	18,84 ^a ± 2,88	20,39 ^a ± 2,78
T5	12,68 ^a ± 3,36	16,14 ^a ± 3,17	19,16 ^a ± 3,10	21,57 ^a ± 3,21
T6	12,45 ^a ± 3,33	16,64 ^a ± 3,02	18,86 ^a ± 3,02	20,8 ^a ± 3,17
Probabilité	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Significativité	HS	HS	HS	HS

T0: Sans *zaï* + MD, T1: *zaï* 15 cm + FO, T2: *zaï* 20 cm + FO; T3: *zaï* 30 cm + FO; T4: *zaï* 15 cm + FO + MD; T5: *zaï* 20 cm + FO + MD; T6: *zaï* 30 cm + FO + MD

3.4 EFFET DU ZAÏ SUR LES COMPOSANTES DU RENDEMENT

Le Tableau IV nous renseigne sur les paramètres composantes de rendements. On constate qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements en ce qui concerne le nombre de plants. On observe tout de même une tendance à l'augmentation du nombre de plants au niveau du traitement T0 sans *zaï* (57916 plants/ha).

Pour ce qui concerne le nombre d'épis, il est ressort une différence significative entre les traitements. Nous remarquons que le nombre d'épis le plus élevé se situe au niveau des traitements T0 et T6. Le plus faible nombre d'épis est enregistré au niveau du traitement T1 correspondant aux parcelles sous *zaï* de 15 cm de diamètre sans fumure minérale.

Pour ce qui concerne le rendement grains, il y a une différence hautement significative entre les traitements. Les rendements les plus élevés sont obtenus avec les traitements avec *zaï* T5 (2693 kg/ha), T6 et la parcelle sans *zaï* T0. Par ailleurs, le plus faible rendement a été enregistré au niveau du traitement T1 (859 kg/ha).

L'analyse de variance du rendement paille montre qu'il y a une différence hautement significative entre les traitements. Les meilleurs rendements sont obtenus par le traitement T5 (4083 kg/ha). Ensuite suivent les traitements T0 et T6 statistiquement équivalents. Le plus faible rendement est enregistré au niveau du traitement T1 (1417 kg/ha).

En ce qui concerne le poids de 1000 grains, les poids les plus élevés ont été enregistrés par les traitements T5 (238g) et T6 (236g) et le plus faible poids a été enregistré par le traitement T3 (171g).

Tableau 4. Composantes du rendement en fonction des dimensions des trous de zaï

Traitements	Rendement grain (kg/ha)	Rendement paille (kg/ha)	Poids 1000 grains (g)
T0	2347,63 ^a ± 546,03	3750 ^{ab} ± 1004,62	210,8 ^{ab} ± 15,48
T1	859,33 ^b ± 673,39	1416,67 ^c ± 907,79	202,025 ^c ± 39,86
T2	1157,67 ^b ± 471,02	1958,33 ^{bc} ± 885,85	211,725 ^{bc} ± 12,60
T3	1063,04 ^b ± 501,66	2041,61 ^{bc} ± 906,51	171,4 ^{bc} ± 30,01
T4	1579 ^{ab} ± 557,81	229,17 ^{bc} ± 458,96	204,15 ^{bc} ± 12,58
T5	2693,04 ^a ± 680,41	4083,33 ^a ± 1838,38	238,375 ^a ± 18,62
T6	2680,45 ^a ± 746,85	3625 ^{ab} ± 643,70	235,6 ^{ab} ± 36,00
Probabilité	< 0,001	< 0,001	0,018
Significativité	HS	HS	S

T0: Sans zaï + MD, T1: zaï 15 cm + FO, T2: zaï 20 cm + FO; T3: zaï 30 cm + FO; T4: zaï 15 cm + FO + MD; T5: zaï 20 cm + FO + MD; T6: zaï 30 cm + FO + MD

4 DISCUSSION

Les caractéristiques chimiques du site d'étude selon les normes de [6], montrent un sol acide, pauvre en matière organique et en éléments minéraux N, P et K. En effet, les sols au niveau de la station de recherche sont sous culture depuis plusieurs décennies traduisant ainsi une longue période de mise en valeur répondant aux besoins de la recherche en étant le plus proche des réalités paysannes. Le sol d'étude révèle la nature réelle de la majorité des sols de la zone d'étude qui sont dans la plupart des cas très pauvres en matière organiques et en éléments minéraux dont les valeurs se situent en dessous du seuil de déficience. Les résultats obtenus sont similaires à ceux d'autres auteurs sur le même site [7, 8, 5] qui ont signalé des sols ferrugineux tropicaux désaturés de nature sablo-limoneuse moyennement acides pauvres en azote, en phosphore et en potassium. Ces caractéristiques chimiques en dépit d'un encroustement moins prononcé rappellent celles des *zippelés*, sols encroustés très pauvres en matière organique et en éléments nutritifs sur lesquels le zaï est fortement recommandé et pratiqué au Burkina Faso.

Les résultats agro-morphologiques des plants de maïs au cours de l'étude ont montré des différences significatives en fonction des traitements. Les traitements T4, T5 et T6 associant (zaï + FO-fumier +NPK + urée) ont été plus performants pour la hauteur et le diamètre des plants de maïs. Par contre, les mêmes parcelles avec la fumure minérale seule (T1, T2, T3) donnent comparativement de très faibles résultats sur les mêmes paramètres observés. Ces différences constatées montrent l'importance de la fumure organo-minérale sur le développement des cultures. La fumure organique en tant qu'amendement, améliore la structure du sol, augmente l'activité biologique et contribue à maintenir l'humus du sol. Elle confère de ce fait au sol des propriétés physico-chimiques favorisant le fonctionnement en termes de rétention d'eau, de réservoir-tampon d'azote et autres nutriments assurant une meilleure alimentation des cultures [9, 10, 11]. L'apport du fumier aurait donc créé un environnement propice à la réponse des engrais minéraux apportés. En effet, la disponibilité et l'assimilation de ces éléments minéraux dans le sol dépendent de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques [12] (Traoré, 2016). La matière organique joue un rôle très important à cet effet les propriétés du sol et en conférant un pouvoir tampon du sol, l'amélioration de sa capacité d'échange cationique (CEC), d'où une meilleure régulation du stockage et de la fourniture des ions nutritifs pour les plantes [13, 14, 15, 16]. Ainsi, les engrais minéraux NPK et urée apportés dans notre étude se solubiliseront et libéreront les éléments N, P et K plus facilement assimilables directement par les cultures pour satisfaire leurs besoins [7]. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par [17], qui ont montré que le zaï + compost en culture du sorgho permettaient d'augmenter 3 fois le rendement par rapport au témoin en semis direct.

Il est couramment admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé plus ce dernier se dégrade lentement dans le sol et fournit de l'humus stable [18, 19]. Des résultats obtenus par [20] indiquent que le rapport C/N des bovins de 18,12 a une minéralisation moyenne à celui de la volaille ou des porcins respectivement de 13,5 et 12. Il n'est donc pas si évident que la décomposition moyenne du fumier de bovins donnerait aux périodes critiques de la plante les éléments minéraux nécessaires en quantité suffisante. C'est pour cela que dans les zones initiales d'application du zaï, il est indispensable pour obtenir des rendements agricoles conséquents, d'associer à la fertilisation organique un apport minéral aux périodes indiquées pour assurer une nutrition adéquate des plantes. C'est ce qui explique les faibles rendements obtenus avec les traitements zaï avec le fumier uniquement par rapport au zaï+fumier+engrais minéral.

La fertilisation organique et minérale demeure donc plus efficace pour les plants de maïs que dans le cas d'un apport uniquement organique. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par [21] au Burkina Faso, au Sénégal et au Mali qui

montrent que le *zaï* combiné à de la micro-dose de fumure minérale induit des rendements 2 à 4 fois plus élevés que ceux des pratiques traditionnelles.

Il ressort également des différences entre les dimensions des trous de *zaï* sur la croissance et le développement des plants de maïs ainsi que le rendement du maïs. On constate un impact significatif des trous de diamètre 30 et de 20 cm par rapport à ceux de 15 cm sur les paramètres physiologiques observés. Les trous de 15 cm de diamètre ont été moins performants dans notre étude. En effet, les trous de 15 cm de diamètre nettement plus petits se sont vite comblés plus après les premières pluies sous l'effet des eaux de ruissellement. Ces trous sur les parcelles T1 et T4 à 45 jours après semis, n'étaient pratiquement plus visibles, d'où une confusion entre celles-ci et les parcelles sans *zaï* (T0). Ce qui expliquerait les résultats similaires observés sur les parcelles sans *zaï* et celles avec *zaï* de 15 cm + MD. Cette fermeture des trous de *zaï* ne jouerait plus le rôle de stockage d'eau après les pluies d'où n'amélioreraient plus le bilan hydrique recherché par le *zaï* et certains avantages de la technologie. Il faut rappeler que le *zai* en plus d'améliorer les teneurs en carbone et l'azote du sol [22], il donne un meilleur bilan hydrique. Les eaux de pluies sont directement collectées et stockées dans les trous de *zaï* se maintiennent et s'infiltrent lentement et améliorent l'alimentation en eau de la plante sur une période beaucoup plus longue que dans le cas d'un semis sans *zaï*. En effet, [23] dans ses travaux sur le *zaï*, a obtenu des teneurs moyennes en eau sous *zaï* supérieures de 50% par rapport au traitement témoin (sans *zaï*) ainsi qu'une meilleure redistribution de l'eau suivant les profondeurs dans le *zaï*. Le *zaï* permet donc une meilleure rétention de l'eau dans les trous de *zaï* en augmentant par surcroît l'humidité du sol.

5 CONCLUSION

Cette étude sur le dimensionnement des trous de *zaï* et le rendement du maïs en zone sud soudanienne du Burkina Faso, a permis de montrer la performance de cette technologie par rapport au travail du sol en labour simple. Les trous de *zaï* de dimension 15 cm sont moins efficaces et sont similaires au labour simple. Cependant les trous de *zaï* de diamètre 20 et 30 cm permettent d'obtenir respectivement les meilleurs rendements grains (2,69 t /ha et 2,68 t/ha) et pailles (4,1t /ha et 3,6t/ha) de maïs. En ces temps de changement climatique ponctués par une mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies dans la zone, le *zaï* serait un moyen d'adaptation pour en assurer des récoltes.

REFERENCES

- [1] H. Sawadogo, Bock L., Lacroix D. & Zombré N.P. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du *zaï* et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008, 12 (3), 279-290.
- [2] E. Roose. Méthodes traditionnelles de gestion de l'eau et des sols en Afrique occidentale soudano-sahélienne. Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles. *Érosion*, 1989, 10, 98-107.
- [3] N.P. Zombré. 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), 2003.
- [4] S. Guinko. Végétation de la HauteVolta.T1etT2. Thèse Doct.Es-scNat. Université de Bordeaux III, 318p+annexes, 1984.
- [5] I.A.N. Da, K. Traoré, A. Traoré, P. Bazongo, O. Traoré et H.B. Nacro. Évolution des propriétés d'un sol ferrugineux tropical soumis à différentes options de fertilisations dans un système de culture à base de coton dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *Afrique SCIENCE*, 2019, 15 (1) 391-402.
- [6] BUNASOLS. Manuel technique pour l'évaluation des terres, document techniques n°6, Ouagadougou; 181p. 1990.
- [7] A. Traoré, K. Traore, B.V. Bado, O. Traore, H.B. Nacro, P.M. Sedogo. Effet des précédents culturels et de différents niveaux d'azote sur la productivité du riz pluvial strict sur sols ferrugineux tropicaux de la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 2015, (9), 6. 2847-2858.
- [8] A. TRAORE, L.P. YAMEOGO, I.A.N. DA, K. TRAORE, P. BAZONGO, O. TRAORE. Effet de la formule unique d'engrais 23-10-05 +3,6S+2,6Mg+0,3Zn sur le rendement du maïs Barka dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso, *Afrique SCIENCE*, 2019, 16 (1) 260 – 270.
- [9] P.L. Woormer, C.A. Palm, J.N. Quresri Kotto-Same J. Carbon sequestration and organic resource management in African smallholder agriculture. In "Lal R, Kimble JM, Folett RF, Stewart BA (eds). Management of carbon sequestration in soil. CRC press Inc, Boca Raton, 1998, pp 153-173.
- [10] J.L. Chotte, R. Duponnois, P. Cadet, A. Adiko, C. Vilenave, C.A. Agboba. A. Brauman. « Jachère et biologie du sol », in Floret & Pontanier, Bd., 2001: vol. II, pp. 123-168.
- [11] G. Serpantie et B. Ouattara. « Fertilité et Jachères ». In De la jachère naturelle à la jachère améliorée en Afrique tropicale, Le point des connaissances, vol II, Floret C. et Pontanier R. Cd, Paris, John Libbey, pp 2 1: 83, 2001.

- [12] A. Traoré. Effets des rotations et de la fertilisation sur le rendement du riz pluvial strict en zone Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat d'Etat, Option: Systèmes de Productions Végétales, Spécialité: Science du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 114p.
- [13] J.D. Bever. Soil community feedback and the coexistence of competitors: conceptual frameworks and empirical tests. *New Phytologist*, 157: 465-473. 2003.
- [14] S.Y. Useni, L.L. Baboy, L.A. Kanyenga, B.L. Assani, K. M. Mbuyi, M.N. Kasanda, K.L. Kyongo, K.L.J. Mbayo, M.M. Mpudu et K.L. Nyembo. Problématique de la valorisation agricole des biodéchets dans la ville de Lubumbashi: identification des acteurs, pratiques et caractérisation des déchets utilisés en maraîchage. *Journal of Applied Biosciences*, 76: 6326- 6337. 2014.
- [15] N.K.L. Nyembo, S.Y. Useni, K.M.D. Chinawej, Y. Kaboza, M.M. Mpundu et L.L. Baboy. Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (*Zea mays* L. variété Unilu). *Journal of Applied Biosciences*, 74: 6121-6130. 2014.
- [16] P. Bazongo, K. Traoré, O. Traoré, B. Yelemou, K.B. Sanon, S. Kabore, V. Hien et B.H. Nacro. Influence des haies de *Jatropha* sur le rendement d'une culture de sorgho (*Sorghum vulgare*) dans la zone Ouest du Burkina Faso: cas du terroir de Torokoro. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (6): 2595-2607, 2015.
- [17] X.N. Gnoumou, J.T. Yaméogo, M. Traoré, G. Bazongo et P. Bazongo. Adaptation au changement climatique en Afrique subsaharienne: impact du zaï et des semences améliorées sur le rendement du sorgho dans les villages de Loaga et Sika (Province du Bam), Burkina Faso, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2017, 19, 1, pp. 166-174.
- [18] D. Chevalier, C. Aubert, M. Leveque et C. Gadais. Caractérisation de fumiers issus de poulets de labels et estimation de rejets en azote, phosphore, potassium, zinc et cuivre. *Sciences et Techniques Avicoles*, 52: 16-20. 2005.
- [19] K. Bouajila, F. Ben Jeddi, H. Taamallah, N. Jedidi et M. Sanaa. Effets de la composition chimique et biochimique des résidus de cultures sur leur décomposition dans un sol Limono-Argileux du semi-aride. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1): 159-166. 2014.
- [20] A.P.K. Gomgnimbou. Valorisation agronomique des substrats organiques d'origine animale dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Thèse de doctorat en développement rural, système de production végétale, Science du sol. IDR/UPB/ Burkina Faso. 236p, 2015.
- [21] CORAF. Coraf-action, lettre d'information pour la recherche et le développement agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre, N° 54. 28 p. 2010.
- [22] A. Dabre, E. Hien, D. Some, J.J. Drevon. Effets d'amendements organiques et phosphatés sous zaï sur les propriétés chimiques et biologiques du sol et la qualité de la matière organique en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2017, 11 (1): 473-487. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.38>.
- [23] R.A. Todjibe. Etude des transferts d'eau sous les techniques de réhabilitation des sols dégradés au sahel burkinabè: cas du zaï. Mémoire de Master en Ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso, 47p. 2015.