



# Effets comparés du tourteau de neem [*Azadirachta indica* (A. Juss)] et du compost sur le rendement du sorgho [*Sorghum bicolor* (L. Moench)] en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso

Adama TRAORE<sup>1\*</sup>, Louis P. YAMEOGO<sup>1</sup>, Olivier DJINDIERE<sup>2</sup>, Karim TRAORE<sup>1</sup>, Pascal BAZONGO<sup>1</sup>, Ouola TRAORE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut 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

<sup>2</sup> Université Nazi BONY/ Institut du Développement Rural. 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

\*Auteur correspondant : [tr\\_adama@yahoo.fr](mailto:tr_adama@yahoo.fr) Tel :(+226) 70 32 79 78

Submitted on 23<sup>rd</sup> April 2021. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 31<sup>st</sup> July 2021

<https://doi.org/10.35759/JABs.163.3>

## RESUME

*Objectif* : Cette étude a été effectuée pour évaluer les effets comparés du tourteau de neem et du compost comme sources d'amendement du sol et de nutriments dans le but d'améliorer les rendements du sorgho.

*Méthodologie et résultats* : Un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé en sept (07) traitements et quatre (04) répétitions a été mis en place. Les traitements étaient constitués de : T0 : NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha) ; T1 : T0+Compost (2 t/ha) ; T2 : T0+TDN (2 t/ha) ; T3 : T0+Compost (4 t/ha) ; T4 : T0+TDN (4 t/ha) ; T5 : T0+Compost (6 t/ha) et T6 : T0+TDN (6 t/ha). Il ressort de cette étude que les fortes teneurs en carbone organique (0,50%), en azote total (0,041%) et la valeur de pH au sol la plus élevée (5,43) ont été enregistrées avec le traitement T4. Cette performance du TDN s'est également traduite par les meilleurs rendements en grains du sorgho enregistré avec le traitement T6 (2293 kg/ha), suivis du traitement T2 (1783 kg/ha). Le traitement T6 a également permis d'avoir le rendement en paille le plus élevé avec 7063 kg/ha.

*Conclusion et application des résultats* : le tourteau de neem a permis d'obtenir des meilleurs rendements en grain et en biomasse du sorgho. En plus d'être utilisé comme amendement des sols, le tourteau de neem contient des éléments minéraux essentiels disponibles pour la nutrition des cultures. Le TDN disponible auprès des unités d'extraction d'huile de neem au Burkina pourrait être utilisés à la dose moyenne de 2t/ha soit 150000 FCFA/ha au moment de l'étude. Il pourrait de ce fait être utilisé comme un moyen d'accroître durablement et efficacement la productivité des sols au Burkina Faso.

**Mots clé** : amendement, Tourteau de neem, sorgho, rendement, Burkina Faso

## Comparative effects of neem cake [*Azadirachta indica* (A. Juss)] and compost on sorghum [*Sorghum bicolor* (L. Moench)] yield in the South Sudan zone of Burkina Faso

### ABSTRACT

**Objective:** This study was conducted to evaluate the comparative effects of neem seed cake and compost as sources of soil amendment and nutrients to improve sorghum yields.

**Methodology and results:** A completely randomized Fisher block design with seven (07) treatments and four (04) replications was set up. The treatments are : T0 : NPK (100 kg/ha) + urea (50 kg/ha); T1: T0+Compost (2 t/ha); T2: T0+TDN (2 t/ha); T3: T0+Compost (4 t/ha); T4: T0+TDN (4 t/ha); T5: T0+Compost (6 t/ha) and T6: T0+TDN (6 t/ha). The study showed that the highest organic carbon content (0.50%), total nitrogen content (0.041%) and the highest pH water value (5.43) were recorded with the T4 treatment. This TDN performance was also reflected in the highest grain yields of sorghum recorded with treatment T6 (2293 kg/ha), followed by treatment T2 (1783 kg/ha). Treatment T6 also obtained the highest biomass yield with 7063 kg/ha.

**Conclusion and application of findings:** neem seed cake resulted in higher grain and biomass yields of sorghum. In addition to being used as a soil amendment, neem cake contains essential mineral elements available for crop nutrition. The TDN available from neem oil extraction units in Burkina could be used at an average dose of 2 t/ha, i.e. 150,000 FCFA/ha at the time of the study. It could therefore be used as a means to sustainably and effectively increase soil productivity in Burkina Faso.

**Key words:** soil amendment, neem cake, sorghum, yield, Burkina Faso

### INTRODUCTION

Parmi les céréales produites au Burkina Faso, le sorgho occupe la première place en termes de superficie et de consommation avec 1 907 650 hectares soit 39,25% de la superficie céréalière et 37,25% de la production céréalière totale en 2019 (INSD, 2019). Malheureusement, la culture du sorgho à l'image des autres céréales cultivées au Burkina Faso, fait face à de nombreuses contraintes qui ont pour conséquences la baisse continue des rendements agricoles. Parmi ces contraintes, on peut citer la faible fertilité des sols et les conditions pluviométriques de plus en plus défavorables (Ouédraogo, 2014). En effet, les études réalisées par Koulibaly *et al.*, (2014) et Somda *et al.*, (2017) ont révélés que 70% des sols sous culture au Burkina Faso présentent une teneur en azote total inférieure à 0,06%, près de 93% ont une teneur en phosphore total inférieure à 0,06% et 60% renferment une teneur en matière organique inférieure à 1% avec une faible teneur en phosphore assimilable. A cette pauvreté

originelle des sols s'ajoutent le faible recyclage des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels dans les systèmes de production agricole, ce qui entraîne une forte dégradation de la fertilité des sols sous culture au Burkina Faso (Kiendrébéogo *et al.*, 2013). Trouver des solutions pour freiner cette dégradation reste l'un des défis à relever pour atteindre l'autosuffisance alimentaire au Burkina Faso (Zoundi *et al.*, 2006). A cet effet, de nombreuses études ont révélé le rôle indéniable de la fumure organique sur le maintien de la fertilité des sols et l'amélioration de la production agricole (Zeinabou *et al.*, 2014 ; Cardinael, 2016). Segda *et al.*, (2014), indiquent que les apports de matière organique permettent de maintenir ou de reconstituer la réserve en matière organique du sol. La matière organique améliore également les propriétés physico-chimiques des sols ce qui induit des effets directs et indirects sur la croissance et le rendement des cultures (Faisal *et al.*, 2017).

Cependant, les quantités de fumures organiques produites par les paysans au Burkina Faso restent largement insuffisantes pour compenser les pertes annuelles de matière organique du sol par minéralisation (Blanchard et al., 2014). Seulement 21,6% des terres cultivées en 2010 bénéficiaient de la fumure organique à de très faibles quantités (MAFAP, 2013). Or, le coût élevé des engrains minéraux, la faible disponibilité de la matière organique et la nécessité de compenser les exportations minérales rendent incontournables la valorisation d'autres substrats organiques disponibles et accessibles à l'échelle locale (Segda et al., 2001). Le Tourteau de neem est le sous-produit solide laissé après extraction de l'huile de neem (Faye, 2010). Dans le cadre de la gestion de la fertilité des sols, plusieurs sources de matière organique ont été étudiées au Burkina Faso cependant, très peu de travaux se sont intéressés à l'utilisation du tourteau de

neem (*Azadirachta indica* A. Juss) (Traoré et al., 2019). De nombreuses études ont pourtant révélé que le tourteau de neem est une excellente source de nutriments, notamment en azote (2-5%), en phosphore (0,5-1%), en potassium (1-2%), en calcium (0,5-3%) et en magnésium (0,3-1%) susceptibles d'améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol et les rendements des cultures (Garba et Oyinlola, 2014 ; Oyinlola et al., 2014). Au vu des teneurs élevées du tourteau de neem en éléments minéraux, son association à la fumure minérale pourrait influencer positivement la productivité des sols dégradés au Burkina Faso et booster l'ensemble de la production agricole. La présente étude a été donc initiée dans le but d'évaluer et comparer l'efficacité du TDN et du compost sur les rendements du sorgho dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso.

## MATERIEL ET METHODES

**Site d'étude :** L'étude a été conduite dans la zone Ouest du Burkina Faso, à la station de recherche de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) de Farako-Bâ. Ses coordonnées géographiques sont de 4°20' Ouest de longitude, 11°06' Nord de latitude avec une altitude de 405 m. Selon Fontes et Guinko (1995), le climat de Farako-Bâ est de type sud-soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse. La pluviosité annuelle de la zone est comprise entre 800 et 1100 mm répartie sur 75 à 85 jours. Les sols du site sont de types ferrugineux tropicaux avec des textures limoneux-sableux sur les horizons 0-40 cm et limono-argileuses sur les horizons 40-60 cm (Ilboudo, 2019).

**Matériel végétal :** Le matériel végétal utilisé pour l'étude était le sorgho (*Sorghum bicolor*

L. Moench), variété Kapelga (sorgho à grains blancs). C'est une variété généralement cultivée entre les isohyètes 500-850 mm avec un cycle semis-maturité de 90-100 jours. Son rendement potentiel est de 2 800 kg/ha et de 1 200 kg/ha en milieu paysan.

**Fumure minérale :** La fumure minérale était constituée par l'engrais complexe NPK de formulation 14-23-14 et l'urée (46% N). Ces engrains sont les plus rencontrés sur les marchés locaux et utilisés au Burkina Faso.

**Fumures organiques :** Le tourteau de neem (TDN) et le compost ont été utilisés en fumure de fond. Le compost a été produit à base de résidus de récolte et de déjection de bovins par la technique du compostage en tas au sein de la station de recherche. L'analyse chimique de ces deux substrats est indiquée dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Composition chimique du tourteau de neem (TDN) et du compost

	pHeau	C %	M.O (%)	N (%)	C/N	P total (%)	K total (%)
<b>TDN</b>	5,05	44,59	76,87	2,65	16,82	2373,10	20977,05
<b>Compost</b>	6,54	19,7	33,9	1,4	14,07	1674,3	1012, 8

M.O : Matière organique ; N : Azote ; C : Carbone ; P : Phosphore ; K : Potassium

### Méthodes

**Dispositif expérimental :** Le dispositif expérimental utilisé était en blocs de Fisher complètement randomisés, comportant sept (07) traitements et quatre (04) répétitions ou blocs, soit 28 parcelles élémentaires (PE) au total.

**Semis et application des fumures :** Le sorgho a été semé manuellement et deux (02) plants/poquet ont été laissés après démarriage. Les écartements de semis étaient de 0,80 m entre les lignes et 0,40 m entre les poquets. Le TDN et le compost ont été apportés à des doses croissantes de 2t/ha ; 4t/ha et 6 t/ha suivant les traitements. L'application du NPK (14-23-14) a été effectuée au 15<sup>ème</sup> jour après semis (JAS) à la dose de 100 kg/ha, suivi de celle de l'urée (46% N) au 40<sup>ème</sup> JAS à la dose de 50 kg/ha.

## RESULTATS

**Caractéristiques chimiques des sols du site d'étude :** Le Tableau 2 nous présente les résultats de l'analyse chimique des échantillons de sols prélevés avant (sol de départ) et après la mise en culture. Ces résultats révèlent un pHeau très acide (4,98) des sols du site avant la mise en culture. Cette acidité a perduré après la mise en culture. Cependant une tendance à la hausse du pHeau a été constatée sur l'ensemble des traitements après la mise en culture et cette tendance était beaucoup plus marquée avec le traitement T4 qui a enregistré un pHeau de 5,48. Les résultats montrent également une augmentation des teneurs en carbone organique, azote total,

Ces doses sont les recommandations de la fertilisation minérale au Burkina Faso.

Les traitements testés étaient constitués de :

- **T0** : NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha) (fertilisation minérale recommandée)
- **T1** : compost (2 t/ha) + T0
- **T2** : TDN (2 t/ha) + T0
- **T3** : compost (4 t/ha) + T0
- **T4** : TDN (4 t/ha) + T0
- **T5** : compost (6 t/ha) + T0
- **T6** : TDN (6 t/ha) + T0

**Analyses statistiques et traitements des données :** Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2016. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Newman-Keuls au seuil de confiance de 95%.

phosphore assimilable et en potassium disponible après la mise en culture. Par contre, les teneurs en phosphore total et en potassium total ont fortement baissé. Le traitement T4 a enregistré le taux de carbone organique et d'azote total les plus élevés par rapport aux autres traitements, avec respectivement 0,50%, 0,041%. Concernant le phosphore assimilable, le traitement T2 avec 4,30 mg/kg a permis d'avoir la plus forte teneur. Il est suivi du traitement T6 qui a enregistré 3,72 mg/kg. Le traitement T6 a également enregistré la plus forte valeur en potassium disponible avec 93,71 mg/kg.

**Tableau 2 :** Effets des fumures sur les paramètres chimiques du sol

Traitements	pHeau	CO (%)	N-total (%)	C/N	P-total (mg/kg)	P-ass (mg/kg)	K-total (mg/kg)	K-dispo (mg/kg)
<b>Sol de départ</b>	4,98±0,06	0,33 <sup>d</sup> ±0,01	0,032 <sup>b</sup> ±0,00	10,24 <sup>c</sup> ±0,12	117,87 <sup>a</sup> ±1,00	2,185 <sup>c</sup> ±0,33	1179,05 <sup>a</sup> ±34,75	58,21 <sup>c</sup> ±4,69
<b>T0</b>	5,07±0,16	0,34 <sup>cd</sup> ±0,02	0,031 <sup>b</sup> ±0,00	10,94 <sup>bc</sup> ±0,42	60,34 <sup>b</sup> ±6,53	2,48 <sup>bc</sup> ±0,39	780,53 <sup>b</sup> ±236,76	65,19 <sup>bc</sup> ±4,75
<b>T1</b>	5,22±0,11	0,46 <sup>ab</sup> ±0,07	0,039 <sup>ab</sup> ±0,00	11,66 <sup>ab</sup> ±0,24	69,12 <sup>b</sup> ±1,63	2,93 <sup>abc</sup> ±0,11	659,70 <sup>b</sup> ±115,20	82,74 <sup>ab</sup> ±7,07
<b>T2</b>	5,13±0,11	0,43 <sup>abc</sup> ±0,04	0,039 <sup>ab</sup> ±0,00	11,05 <sup>abc</sup> ±0,75	66,12 <sup>b</sup> ±3,46	4,30 <sup>a</sup> ±0,77	647,55 <sup>b</sup> ±125,16	72,26 <sup>abc</sup> ±13,16
<b>T3</b>	5,14±0,19	0,43 <sup>abc</sup> ±0,04	0,038 <sup>ab</sup> ±0,00	11,23 <sup>abc</sup> ±0,39	65,57 <sup>b</sup> ±9,93	3,27 <sup>abc</sup> ±0,65	677,23 <sup>b</sup> ±194,30	79,08 <sup>abc</sup> ±6,34
<b>T4</b>	5,46±0,25	0,50 <sup>a</sup> ±0,04	0,041 <sup>a</sup> ±0,00	12,19 <sup>a</sup> ±0,17	64,35 <sup>b</sup> ±7,02	3,36 <sup>abc</sup> ±0,09	628,67 <sup>b</sup> ±97,98	82,74 <sup>ab</sup> ±9,51
<b>T5</b>	5,31±0,14	0,41 <sup>abcd</sup> ±0,01	0,038 <sup>ab</sup> ±0,00	10,89 <sup>bc</sup> ±0,15	80,02 <sup>b</sup> ±15,70	2,87 <sup>abc</sup> ±0,27	676,21 <sup>b</sup> ±158,11	75,18 <sup>abc</sup> ±9,75
<b>T6</b>	5,15±0,10	0,40 <sup>bcd</sup> ±0,04	0,037 <sup>ab</sup> ±0,00	10,84 <sup>bc</sup> ±0,59	69,09 <sup>b</sup> ±8,04	3,72 <sup>ab</sup> ±0,74	681,87 <sup>b</sup> ±179,02	93,71 <sup>a</sup> ±3,41)
<b>Pr &gt; F</b>	0,056	0,000	0,004	0,006	0,000	0,004	0,014	0,003
<b>Significativité</b>	NS	THS	HS	HS	THS	HS	S	HS

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

**Effets des fumures sur les rendements en grain du sorgho :** Les résultats des analyses statistiques montrent des différences hautement significatives entre les fumures apportées sur les rendements en grains du sorgho (Tableau 3). Les rendements en grains les plus élevés (2293 kg/ha) ont été obtenus avec le traitement T6 avec la forte dose de 6t/ha de TDN. Il est suivi du traitement T2 avec la dose de 2 t/ha de TDN (1783 kg/ha). De façon comparative le traitement T2 ayant reçu la dose de 2t/ha de TDN a enregistré un rendement moyen de 347 kg/ha de plus que le

traitement T1 ayant reçu la même dose en compost (2t/ha). Il en était de même pour le traitement T6 (6t/ha de TDN) qui a enregistré un rendement moyen de 654 kg/ha de plus que le T5 (6 t/ha de compost). Cependant, les doses intermédiaires à 4 t/ha de TDN et de compost apportées respectivement en T4 et T3 ont enregistré des rendements statistiquement identiques. Sans apport de fumure organique, la fertilisation minérale recommandée enregistrait les rendements moyens les plus faibles avec 1039 kg/ha.

**Tableau 3 :** Effets des fumures sur les rendements en grains du sorgho

Traitements	Rendements en grains (kg/ha)
T0 : NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1039 <sup>c</sup> ±99
T1 : Compost (2 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1436 <sup>bc</sup> ±215
T2 : TDN (2 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1783 <sup>b</sup> ±501
T3 : Compost (4 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1475 <sup>bc</sup> ±86
T4 TDN (4 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1630 <sup>bc</sup> ±402
T5 : Compost (6 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	1639 <sup>bc</sup> ±283
T6 TDN (6 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	2293 <sup>a</sup> ±399
<b>Pr &gt; F</b>	0,001
<b>Significativité</b>	HS

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

**Effets des traitements sur les rendements en paille du sorgho :** En ce qui concerne les rendements en pailles, les analyses statistiques ont également révélé des différences hautement significatives entre les traitements (Tableau 4). Le traitement T6 à base de 6t/ha de TDN s'est distingué des autres en enregistrant le rendement moyen en paille le plus élevé avec 7063 kg/ha. Par contre, le traitement T0 (fumure minérale uniquement) a

enregistré le plus faible rendement en pailles avec 2528 kg/ha. Il ressort également des résultats d'analyse que le traitement T2 (2 t/ha de TDN) a permis d'avoir un rendement moyen de 887 kg/ha de plus que le traitement T1 (2 t/ha de compost). Le même constat est fait avec T6 (6 t/ha de TDN) qui a enregistré un rendement moyen de 930 kg/ha de plus que T5 (6 t/ha de compost).

**Tableau 4:** Effets des fumures sur les rendements en pailles du sorgho

Traitements	Rendements en pailles (kg/ha)
T0 : NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	2528 <sup>c</sup> ±367
T1 : Compost (2 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	4345 <sup>b</sup> ±976
T2 : TDN (2 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	5232 <sup>ab</sup> ±1130
T3 : Compost (4 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	5791 <sup>ab</sup> ±1399
T4 TDN (4 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	5227 <sup>ab</sup> ±1406
T5 : Compost (6 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	6133 <sup>ab</sup> ±1199
T6 TDN (6 t/ha) + NPK (100 kg/ha) + urée (50 kg/ha)	7063 <sup>a</sup> ±1193
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,001</b>
<b>Significativité</b>	<b>HS</b>

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

## DISCUSSION

Les sols du site présentent un pH au très acide avec des teneurs en carbone organique, en azote et en phosphore total faibles et celle en phosphore assimilable très faible. Par contre, les teneurs en potassium total et assimilable sont qualifiées de moyennes lorsqu'on se réfère aux normes d'interprétation des paramètres chimiques du sol établi par BUNASOLS (1990). Ces résultats pourraient être les retombées d'une agriculture extensive caractérisée par de faibles apports extérieurs d'éléments minéraux et une non-restitution organique des résidus après les récoltes. Nos résultats confirment ceux de Traoré *et al.* (2019), qui ont montré qu'à l'instar de la majorité des sols sous cultures au Burkina Faso, la plupart des sols de la zone Ouest du Burkina Faso sont mises en culture depuis de nombreuses années sans une véritable stratégie de maintien ou d'amélioration de leur fertilité. D'autres études récemment réalisées sur le même site par Ilboudo (2019), confirment le caractère acide et le faible niveau de fertilité de ses sols. Par ailleurs, Palle *et al.* (2009), ont montré le caractère acide ou légèrement acide des sols ferrugineux tropicaux rencontrés au Burkina Faso. L'état de fertilité des sols de la zone Ouest du Burkina Faso pourrait influencer négativement sur l'ensemble de la production agricole de cette zone et en

particulier sur celle du sorgho dont les limites de tolérance des valeurs de pH au se situent entre 5 et 8,5 (Ouédraogo, 2014). Au vu de ses résultats, une nécessité d'améliorer le niveau de fertilité des sols s'impose pour assurer une bonne productivité et une viabilité des systèmes de productions dans cette région du Burkina Faso. À cet effet, les fumures apportées ont montré des résultats satisfaisants sur les propriétés initiales des sols du site. En effet, les teneurs en carbone organique, en azote totale, en phosphore assimilable, en potassium disponible de même que le pH au du sol ont connu une importante amélioration après la mise en culture. Cette amélioration était plus significative avec les fumures à bases de TDN (T2, T4 et T6) comparativement au compost (T1, T3 et T5) et à la fertilisation minérale vulgarisée minérale (T0). La performance du TDN sur les propriétés du sol s'est traduite par les fortes teneurs en carbone organique, en azote totale et la valeur élevée du pH au enregistré avec le traitement T4 après la mise en culture. Ces résultats s'expliqueraient par la forte teneur du TDN en matière organique et en éléments minéraux par rapport au compost. Apporté comme amendement, il aurait donc enrichi le pool minéral du sol par minéralisation progressive. Nos résultats corroborent ceux de Yusuf *et al.* (2011), qui

ont montré la capacité du TDN associé à la fumure minérale à atténuer significativement l'acidité des sols sous culture. Selon ces auteurs, le TDN est riche en carbone organique susceptible d'améliorer la capacité d'échange cationique du sol, qui a une influence sur l'acidité et la disponibilité des nutriments du sol. Son impact sur l'augmentation de l'azote et le carbone du sol ont également été mentionnés par Oyinlola *et al.* (2017). Dans la même lancée, Mohammed *et al.* (2014) au Nigeria ont observé une augmentation significative, du potassium assimilable, du phosphore assimilable, des bases échangeables du sol avec l'apport du tourteau de neem associé à la fumure minérale. L'augmentation de la teneur en phosphore et en potassium constaté après la mise en culture pourrait être attribuée à la légère amélioration de l'acidité du sol après la mise en culture. En effet, Ouattara *et al.* (2017), ont montré en Côte d'Ivoire l'installation d'une toxicité accrue en aluminium à partir de pHeau du sol inférieur à 5. Cette toxicité conduit à une fixation plus ou moins rapide et intense du phosphore sur les constituants minéraux et organiques. La légère hausse du pHeau des sols de notre site qui est passé de 4,98 à des valeurs supérieures au seuil fixé par ces auteurs, aurait donc favorisé la solubilisation d'une grande partie du phosphore et du potassium fortement retenu par les colloïdes du sol. Ce qui expliquerait du même coup la baisse significative du potassium total et du phosphore total du sol après la mise en culture. Ces résultats témoignent de la capacité du TDN à assurer une bonne nutrition des cultures et une meilleure productivité des sols de la zone Ouest du Burkina. En ce qui concerne les rendements en grains et en pailles du sorgho, les analyses statistiques ont permis de déceler des différences hautement significatives entre les traitements. Les rendements en grains du sorgho ont varié de 1039 kg/ha (T0) à 2293 kg/ha (T6) et de 2528 kg/ha (T0) à 7063 kg/ha (T6) pour les rendements en pailles. Ces

rendements obtenus (excepté T0) sont largement supérieurs aux rendements moyens en grains de sorgho au niveau national qui étaient de 1012 kg/ha en 2019 (INSD, 2019) et aux rendements moyens en grains de la variété Kapelga en milieu paysan qui est de 1200 kg/ha (INERA/CIRAD, 2001). Globalement, les rendements en grains et en pailles obtenus avec le traitement T0 (Fumure minérale exclusivement) ont été inférieurs à ceux des traitements associant le compost à la dose vulgarisée de fumure minérale (T1, T3 et T5). Ceux-ci, à leur tour, ont donné des rendements plus faibles que le tourteau de neem associé à la dose vulgarisée de fumure minérale (T2, T4 et T6). La performance du TDN pourrait être attribuée à l'amélioration significative des propriétés chimiques du sol constaté avec l'apport du TDN comparativement au compost. Laquelle amélioration aurait également favorisé l'assimilation des engrains minéraux qui en étaient associés. Nos résultats corroborent avec ceux de Traoré *et al.* (2018) et Traoré *et al.* (2019) qui ont constaté dans la zone Ouest du Burkina Faso une augmentation significative des rendements en grains et en pailles respectivement du riz et du maïs avec l'utilisation du TDN associé au NPK et à l'urée en micro-dose. Ils ont expliqué cette situation par le fait que le TDN favorise non seulement l'assimilation des engrains minéraux mais aussi la libération des éléments nutritifs qu'il contient pour la nutrition de la culture associée. Par ailleurs, Oyinlola *et al.* (2017) et Eifediyi *et al.* (2017) au Nigeria ont obtenu les mêmes effets du TDN sur la tomate et le sésame, également sur le riz par Lokanadhan *et al.* (2012) et Shah et Kumar (2014) en Inde. Selon ces auteurs, le TDN enrichit non seulement le sol en matière organique mais diminue les pertes d'azote en inhibant la nitrification. Il améliore également l'efficacité des engrains minéraux en prolongeant la disponibilité de l'azote pour la plante. En effet, l'azote est considéré selon Chantereau *et al.* (2013) comme étant le pivot de la fertilisation du

sorgho. Ainsi, les teneurs en azote ayant été améliorées ainsi que le phosphore par le TDN qui est considéré, après l'azote, comme l'élément nutritif le plus limitant des rendements agricoles dans la majorité des sols tropicaux d'Afrique (Nwoke *et al.*, 2003), l'amélioration des rendements du sorgho est tout à fait justifiée. Nos résultats confirment ceux de plusieurs auteurs (Yan et Gong, 2010 ; Rao *et al.*, 2014) qui ont montré que le TDN renferme des teneurs élevées en azote et en phosphore et, apporté au sol comme amendement améliorent ses propriétés chimiques et augmentent les rendements des cultures tout en réduisant leur variabilité. Shah et Kumar (2014), ont montré aussi en Inde que le TDN favorise une meilleure croissance et développement des cultures par l'augmentation et à la disponibilité de micro et macronutriments qu'il contient et qui permettent la production de nouveaux tissus de méristème. Cette propriété du TDN aurait

également favorisé une bonne croissance végétative du sorgho qui serait à l'origine des rendements élevés obtenus avec les traitements à base de TDN. Bambara *et al.* (2019), ont établi une corrélation positive entre les rendements en grains et en pailles du sorgho et sa croissance végétative à maturité. Selon ces auteurs, les variations de hauteurs expliquent 21% des variations des rendements en grains et 27% des variations des rendements en pailles du sorgho. Les faibles rendements en grains et en pailles observés avec la fertilisation uniquement minérale s'attribueraient à une faible disponible en éléments nutritifs sur des sols déjà pauvres en matière organique. Ces résultats confirment le rôle incontournable de l'utilisation combinée de la fumure minérale et organique pour permettre l'utilisation efficiente des nutriments apportés sous forme d'engrais dans les agrosystèmes au Burkina Faso, comme l'ont rapporté Zeinabou *et al.* (2014).

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Les résultats de cette étude permettent de retenir d'une part que le TDN est une excellente source de matière organique et de nutriments comparativement au compost. D'autres parts, son association à la fumure minérale permet d'améliorer les propriétés chimiques du sol et les rendements du sorgho par rapport au compost associé à la même dose de fumure minérale. Les rendements moyens du sorgho les plus élevés ont été obtenu avec la forte dose à 6 t/ha de TDN combiné à la dose de 100 kg/ha de NPK et 50 kg/ha d'urée (dose minérale recommandée sur le sorgho au Burkina Faso). Il est suivi de la faible dose à 2 t/ha de TDN + 100 kg/ha (NPK) + 50 kg/ha (urée). Ces traitements ont enregistré respectivement des rendements moyens en grains de 2293 kg/ha et 1783 kg/ha, qui sont

largement supérieurs aux rendements moyens du sorgho au niveau national qui est estimé à 1012 kg/ha. Dans un contexte de faible disponibilité de la matière organique qui le plus souvent est de faible qualité, le tourteau de neem offre la possibilité d'améliorer la productivité des sols dégradés au Burkina Faso, avec la possibilité de réduire les doses de fumures organiques et/ou minérale à apportées. Ces résultats révèlent donc le rôle socioéconomique et agro-écologique qu'aurait le tourteau de neem dans les zones rurales du Burkina Faso. Le TDN disponible auprès des unités d'extraction d'huile de neem au Burkina pourrait être utilisés à la dose moyenne de 2t/ha soit 150000 FCFA/ha au moment de l'étude.

## RÉFÉRENCES

Bambara D., Compaore H., Soulama S., Samandoulgou Y. et Bilgo A., 2019. Fertilisation des sols avec la litière foliaire en zone subsaharienne du Burkina Faso : diversité des espèces, effets sur les rendements du sorgho. *African Crop Science Journal*, Vol. 27, No. 2, pp. 133 – 145

Blanchard M., Coulibaly K., Bognini S., Dugué P. et Vall E., 2014. Diversité de la qualité des engrains organiques produits par les paysans d'Afrique de l'Ouest : quelles conséquences sur les recommandations de fumure ? *Biotech. Agron. Soc. Environ.* 2014 18(4), 512-523

BUNASOLS, 1990 : Manuel technique pour l'évaluation des terres, document techniques n°6, Ouagadougou ; 181p.

Cardinael R., 2016. Stockage de carbone et dynamique des matières organiques des sols en agroforesterie sous climat méditerranéen et tempéré. Thèse de doctorat. Spécialité : Sciences Agronomiques. Université Paris-Saclay. Soutenue à Montpellier, 245p.

Chantereau J., Cruz J.F., Ratnadass A., Trouche G. et Fliedel G., 2013. Agricultures tropicales en poche : Le sorgho. Centre technique de Coopération agricole et rurale (CTA), 20p.

Eifediyi E.K., Ahamefule H.E., Remison S.U., Aliyu T.H. et Akanbi N., 2017. Effects of neem seed cake and NPK fertilizer on the growth and yield of sesame (*Sesamum indicum l.*). *Cercetări Agronomice in Moldova* Vol. L, No. 2 (170) / 2017: 57-72.

Faisal M., Imran K., Umair A., Tanvir S., Sabir H., Muhammad S., Muhammad A., Sami U. 2017. Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2017, 17(1): 22-32. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-95162017005000002>.

Faye M., 2010. Nouveau procédé de fractionnement de la graine de neem (*Azadirachta indica A. Juss*) sénégalais : production d'un bio-pesticide d'huile et de tourteau. Thèse de doctorat, spécialité : Sciences des agroressources. Université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse, 227p.

Fontes J. et Guinko S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative. Toulouse : Ministère de la coopération française, 53 p.

Garba, J and Oyinlola, E.Y., 2014. Neem seed cake and inorganic fertilizer amendments for sustained productivity of maize (*Zea mays*) on Nigerian savanna Alfisols. *Journal of Agricultural Economics, Extension and Rural Development*. 2 (8) :146-155

Ilboudo A., 2019. Effet de la pratique de l'agriculture de conservation sur les paramètres physiques du sol en station : cas de Farako-Bâ. Master en Ingénierie de Génie Civil et Hydraulique (GCH). Option Infrastructures et Réseaux Hydrauliques (IRH). Institut International d'Ingénierie, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 31p.

INERA/CIRAD, 2001. Fiche technique de sorgho kapelga. Ouagadougou, Burkina Faso, 2p.

INSD, 2019. Annuaire statistique 2019. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle au Burkina Faso. Base de données. Disponible sur <http://www.Insd.bf> (Consulté le 26/06/2020).

Kiendrébéogo T., Mopate Y. et Zoungrana C.Y., 2013. Production d'aliments non conventionnels pour porcs à base de déchets de mangues et détermination de leurs valeurs alimentaires. *Journal of Applied Biosciences* 67 : 5261-5270.

Koulibaly B., Traore O., Dakuo D., Lalsaga R., Lombo F. et Zombré P.N., 2014. Acidification des sols ferrugineux et ferralitiques dans les systèmes de production cotonnière au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6) : 2879-2890.

Lokanadhan S., Muthukrishnan P., et Jeyaraman S., 2012. Neem products and their agricultural applications. *JBiopest*, 5 (Supplementary) : 72-76.

MAFAP, 2013. Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso, Monitoring African Food and Agricultural Policies, Rome (Italie), 234p.

Mohammed K.O., Oyinlola E. Y. and Odunze A.C., 2014. Assessment of neem seed cake amendment on soil properties by factor analysis. *I.J.S.N.*, VOL.5 (4) 2014: 608-615.

Nwoke O.C., Vanlauwe B., Diels J., Sanginga N., Osonubi O., Merckx R., 2003. Assesment of labile phosphorus fractions and adsorption characteristics in relation to soil properties of West African savanna soils. *Agriculture Ecosystems and Environment* 100, 285 – 294

Ouattara T.V., Kassin K.E., Koko L.J., Tahi G.N., Assi M.E., Amari G., Dick E. et Camara M., 2017. Effets de la fertilisation organo-phosphatée sur la biodisponibilité du phosphore, la teneur en aluminium et le ph des sols sous cacaoyers dans la région de Divo en Côte d'ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 118 : 11754-11767

Ouédraogo M., 2014 : Etude de la diversité agro-morphologique du sorgho et identification de cultivars tolérants au stress hydrique post-floral. Mémoire de fin de cycle, Diplôme d'ingénieur d'Agriculture. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 77p.

Oyinlola E.Y., Magaji E.A., Garba J. and Mohammed K.O., 2014. Effect of neem seed cake and inorganic fertilizer application on soil properties, and on growth, nutrient concentration and uptake of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Nigeria Journal of Soil and Environmental Research*. 12:91-100.

Oyinlola E.Y., Paul O. O., Uyovbisere E. O., 2017. Effect of neem seed cake and inorganic fertilizer on yield of tomato and soil properties in northern guinea savanna of Nigeria. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*, 5(4): 1-15.

Pallo F.J.P., Sawadogo N., Sawadogo L., Zombré N.P. et Sédogo M.P., 2009. Statut de la matière organique des sols de la zone nord-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13(1) : 139-142.

Rao U. A., Murthy K.M. D., Sridhar T. V., Krishnam Raju S. et Lakshmi D. A., 2014. Studies on performance of organic farming and chemical farming in rainy season rice. *International journal of plant, animal and environmental sciences*. Volume - 4. Pp 202-206.

Segda Z., Lombo F., Wopereis M.C.S. et Sedogo M.P., 2001. Amélioration de la fertilité du sol par utilisation du compost en riziculture irriguée dans la vallée du Kou au Burkina Faso. *Agronomie Africaine* 13(2) :45-58.

Segda Z., Bonzi M., Gnankambaré Z., Lombo F., Sedogo P.S. 2014. Influence of soil fertility management on organic carbon

mineralization in irrigated rice. *J. Agric. Crop Res.*, 2(2): 32-43.

Shah A.R. and Kumar S., 2014. Integrated nutrient management in transplanted hybrid rice (*Oryza sativa* L.) & its effects on succeeding wheat (*Triticum aestivum*) crop. *Haryana J. Agron.* 30 (1): 37-43.

Somda B., Ouattara B., Sermé I., Pouya M., Lombo F., Taonda J.B. et Sedogo M., 2017. Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en micro-dose dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(2): 670-683.

Traoré A., Traoré K., Yaméogo P.L., Traoré O., Hebié A.K. and Pooda I., 2018. "Use of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to improve lowland rice production", *International Journal of Development Research*, 8, (0 9), 22842-22845.

Traoré A., Yaméogo P.L., Traoré K., Bazongo P. et Traoré O., 2019. Utilisation du tourteau de neem (*Azadirachta indica*) et de la micro-dose d'engrais minéraux pour la production du maïs en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(6): 2618-2626

Yan X. et Gong W., 2010. The role of chemical and organic fertilizers on yield, yield variability and carbon sequestration- results of a 19-year experiment. *Plant and Soil.* 331 (1-2), 471-480.

Yusuf AA, Iwuafio, ENO, Ladan Z, Agbaji AS, Abdusalam Z, Yusuf HA. 2011. Evaluation of neem based compound fertilizer for crop production in Samaru, moist savanna of Nigeria. *Journal of Agricultural Science & Technology*, 1(2): 235-245.

Zeinabou H., Sabiou M., Nacro H.B., Bado B.V., Lombo F. et André Bationo A., 2014. Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(4) : 1620-16321.

Zoundi J. S., Butare I. et Adomefa J. N. K., 2006. Intégration agriculture-élevage : Alternative pour une gestion durable des ressources naturelles et une amélioration de l'économie familiale en Afrique de l'Ouest et du Centre Ouagadougou, INERA (Burkina Faso) ,374p.