



## Effets des fertilisants biologiques sur la productivité de la tomate en zone semi-aride du Burkina Faso

Jacques SAWADOGO<sup>1\*</sup>, Pane Jeanne d'Arc COULIBALY<sup>1</sup>, Boubacar TRAORE<sup>1</sup>, Marthe Sandrine Doignet BASSOLE<sup>2</sup>, Claude Arsène SAVADOGO<sup>3</sup>, Jean Boukari LEGMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Département de Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Productions, laboratoire Sol-Eau-Plante, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso,

<sup>2</sup>Université Joseph KI-ZERBO, UFR – Sciences de la Vie et de la Terre (UFR-SVT), Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement (LSME), 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>3</sup>BioProtect-Burkina, S/C ARFA 15 BP 15 Fada N'Gourma, Burkina Faso

<sup>4</sup>Université Saint – Thomas - d'Aquin (USTA), Faculté des Sciences et Technologies, 06 BP 10212 Ouagadougou 06, Burkina Faso.

\*Auteur correspondant : [jacquischimie@gmail.com](mailto:jacquischimie@gmail.com); +226 70 66 21 17

Submitted on 8<sup>th</sup> September 2021. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 30<sup>th</sup> November 2021  
<https://doi.org/10.35759/JABs.167.8>

### RESUME

**Objectifs :** cette étude vise à déterminer l'effet des fertilisants biologiques sur les paramètres physico-chimiques des sols et sur la productivité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en zone sub-saharienne du Burkina Faso.

**Méthodologie et résultats :** un dispositif en bloc de Fisher complètement randomisé constitué de 6 traitements avec 3 répétitions. Les traitements comparés étaient : T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée, T2 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T4 : *Bokashi* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T5 : compost *Bokashi*. Par rapport au témoin absolu, les résultats montrent que T2 et T5 entraînent une augmentation significative du rendement de 170% et 76% respectivement.

**Conclusion et application des résultats :** ces résultats ont montré que les deux composts biologiques ont eu un effet bénéfique sur la production de la tomate et sur les paramètres physico-chimiques du sol. Le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* se révèle être le plus rentable et la plus efficace sur le rendement comparativement au compost *Bokashi*. Ce dernier (*Bokashi*) n'est efficace qu'en association avec la fumure minérale vulgarisée (FMV). En effet, l'association compost *Bokashi* plus FMV a entraîné une hausse de rendement de 274,5% par rapport à T0. L'utilisation de ces composts en agriculture pourrait être une alternative pour la production durable de la tomate. Leur vulgarisation à la dose de 30 t. ha<sup>-1</sup> pourrait être recommandée pour un bon rendement de la tomate.

**Mots-clés :** *Bokashi*, *Trichoderma Harzianum*, rendement de tomate, Burkina Faso.

## ABSTRACT

**Objective:** This study aims to evaluate the effect of organic fertilizers on soil physico-chemical properties and on tomato productivity (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Sub-Saharan Africa.

**Methodology and results:** used of a completely randomized Fisher block design with 6 treatments in 3 replications. The applied treatments were: T0: control; T1: Compost enriched with *Trichoderma harzianum* + 175 kg ha<sup>-1</sup> NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> urea; T2: Compost enriched with *Trichoderma harzianum*; T3: 350 kg ha<sup>-1</sup> NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> urea; T4: *Bokashi* + 175 kg ha<sup>-1</sup> NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> urea; T5: *Bokashi* compost. Compared to the control, results show that T2 and T5 significantly increased yield by 170% and 76% respectively.

**Conclusion and application of results:** These results showed that both composts are benefic in tomato production and soil physico-chemical properties improvement. Compost enriched with *Trichoderma harzianum* was the most cost-effective and efficient than *Bokashi* compost, which is only effective when combined with mineral fertilizer (FMV). *Bokashi* compost combined with FMV contributed to improve yield up to 274.5% compared to T0. Using these composts in agriculture could be an economic alternative for sustainable tomato production. The rate of 0.5 t/ha could be recommended and disseminated for better yields.

**Key words:** *Bokashi*, *Trichoderma Harzianum*, Tomato yield, Burkina Faso

## INTRODUCTION

Les produits de la maraîcher culture occupent une place importance dans l'alimentation des êtres humains en générale. La consommation de ces produits maraîchers contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations à travers leur association à la préparation des repas (Soma, 2020). Parmi ces produits, la tomate occupe une place de choix. Elle peut être consommée comme une salade de légumes frais, transformée, cuit à l'étouffée, frit, cuit au four et peut également être utilisée pour produire de la soupe, du jus ou du ketchup (Dube *et al.*, 2020). En effet, la consommation régulière de tomate ou de produits à base de tomate réduit les risques de cancers, mais également de maladies cardiovasculaires, de diabète et d'ostéoporose (van Breemen *et al.*, 2008, Chung *et al.*, 2008). Au Burkina Faso notamment, la tomate constitue une culture importante pour accroître la résilience et la nutrition des ménages. Elle est la deuxième culture maraîchère la plus importante après l'oignon (Son *et al.*, 2017) et l'une des cultures maraîchères cultivées dans tout le pays. Selon la FAO, la production nationale de tomate en 2019 s'élève à 19539 tonnes (FAOSTAT, 2021) avec des rendements estimés à 10861

kg/ha. Les données récentes de la FAO montrent une baisse des rendements de 11,3 t/ha en 2010 à 9,7 t/ha en 2014 (FAOSTAT, 2016). En effet, plusieurs facteurs d'ordre biotiques et abiotiques se conjuguent pour expliquer cette baisse des rendements. Selon certains auteurs (Son *et al.*, 2018), la baisse des rendements de la tomate est due à l'augmentation de la pression des ravageurs, à l'intensification des traitements chimiques et les pertes post-récolte élevées. Par ailleurs, la pauvreté des sols en matière organique et en phosphore sont principalement des contraintes à l'intensification de la production des cultures au Burkina Faso (Lompo, 2009). Bien que les fertilisants chimiques soient efficaces sur le rendement des cultures, ils ne sont pas sans effet sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols. En effet, la culture successive avec ou sans fumure minérale contribue à l'acidification et à l'appauvrissement des sols en matière organique (Bado *et al.*, 1997). L'application exclusive des engrais minéraux est néfaste pour la qualité des sols, elle n'est généralement efficace que pendant les premières années d'apports continus (Yannick *et al.*, 2012). On

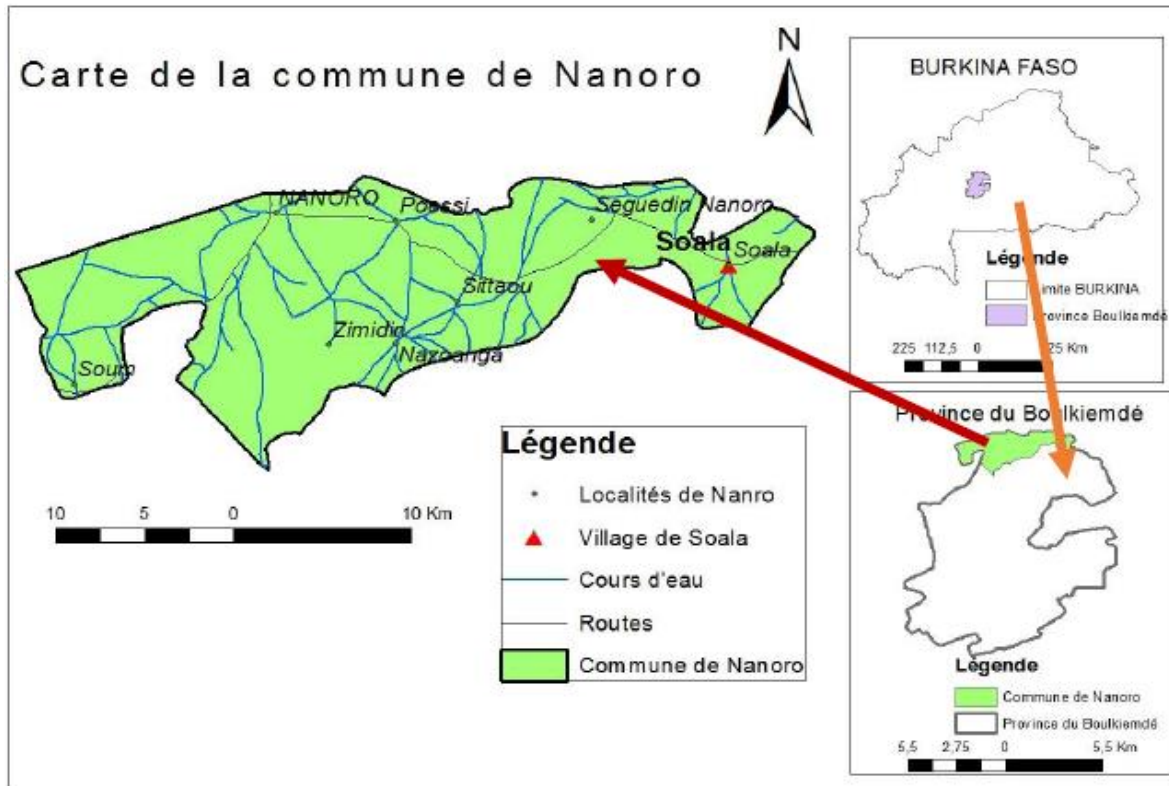
assiste ensuite à une baisse de rendement après quelques années à cause de la dégradation des propriétés physico-chimiques des sols (Yannick *et al.*, 2012). Face à cette situation, les fertilisants organiques offrent une opportunité pour réduire l'utilisation des engrais chimiques dans la maraîcher culture où les superficies sont parfois restreintes. Plusieurs résultats de recherches ont démontré que les fertilisants biologiques contribuent à améliorer les rendements de plusieurs cultures, notamment la tomate et l'oignon (Konfe *et al.*, 2019 ; Kotaix *et al.*, 2019 ; Sawadogo *et al.*, 2019 ; Coulibaly *et al.*, 2021). Parmi ces fertilisants biologiques, le compost Bokashi et le compost enrichi au *Trichoderma* ont fait l'objet de plusieurs expérimentations. Ces composts ont montré leur efficacité dans la

production de la tomate. Cependant, aucune information n'existe sur le gain additionnel de rendement ainsi que le revenu que procurent ses composts. Ces deux paramètres sont pourtant indispensables pour inciter les producteurs à l'adoption du compost comme fertilisant. Cette étude vise donc à évaluer et à comparer le gain de rendement et la rentabilité économique de la culture de tomate avec deux fertilisants biologique. Nous formulons l'hypothèse que les composts biologiques associés ou non aux engrais chimiques peuvent contribuer à l'obtention d'un gain supplémentaire de rendement dans la culture de la tomate. Ces fertilisants pourraient être rentables dans les systèmes de cultures où les producteurs sont autonomes dans la fabrication du compost.

## MATERIELS ET METHODES

**Description du site d'étude :** l'étude a été réalisée sur un site maraîcher de la structure GIE-Bioprotect-B. Il est localisé dans le village de Soala situé dans le département de Nanoro, Province du Boulkiemdé, Région du Centre-Ouest et est situé entre 12°39' et 12°18

de latitude Nord et entre 1°57' et 1°37 de latitude Ouest. Ce site est à 62,8 km de la capitale Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Yako (Figure 1) le climat de la zone est de type nord-soudanien avec une pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm.



#### Matériel végétal et Fertilisants biologiques :

La variété F1 Mongal de tomate (*Lycopersicon esculentum*) a été utilisée dans le cadre de cette expérimentation. Elle a un cycle de maturité de 65 jours avec un rendement potentiel 30 t/ha. Deux fertilisants biologiques à raison de 30 t/ha chacun ont été utilisés. Il s'agit du Bokashi ainsi que le compost enrichi au *Trichoderma harzianum*. Les engrais minéraux utilisés sont le NPK (14-23-14) et l'urée (46 %). Le pesticide biologique Solsain a été utilisé au stade de la levée, le Piol à la levée pour lutter contre les ravageurs des feuilles de la tomate. Chaque pesticide a été utilisé selon la dose de 2 mL/ha.

**Analyse de la composition chimique des fertilisants biologiques :** Le fertilisant Bokashi est un engrais organique fermenté et mis au point par le professeur Higa (Ayidego, 2019). Il est issu de la dégradation aérobie ou anaérobie de matériaux d'origine végétale

et/ou animale. Il permet de ce fait l'augmentation de la teneur en microorganismes efficaces du sol ainsi que sa biodiversité microbienne et sa teneur en composés organiques (Sawadogo et al., 2020). Le compost simple enrichi au *Trichoderma harzianum* regroupe plusieurs champignons imparfaits saprophytes du sol. Il est efficace lorsqu'on l'apporte avant l'installation des champignons pathogènes. Il a une action préventive. En plus, il permet au niveau des racines de créer un manchon protecteur autour des plants et ainsi de contrer l'entrée des agents pathogènes à l'intérieur de ces racines. Une fois que le *Trichoderma* est appliqué, il peut avoir un effet stimulant pour la croissance plante en l'absence de champignons pathogènes (Abidet et al., 2018). Les deux fertilisants biologiques ont été caractérisés au Bureau National des Sols (Bunasols) du Burkina Faso (Tableau 1).

**Tableau 1** : composition chimique des fertilisants organiques utilisés dans l'étude

Type de fertilisant biologique	MO	Carbone	N <sub>total</sub>	K <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>	C/N	pH	T° (C)
	%	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>			
Compost enrichi au <i>Trichoderma harzianum</i>	1,99	11,56	1,08	11,42	10,44	11	7,9	27,5
Compost <i>Bokashi</i>	2,11	12,25	0,81	7,85	4,68	15	8,2	27,6

**Dispositif expérimental et pratique culturale** : Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher complètement randomisé à six traitements et trois répétitions. Les traitements étaient les suivants : T0 : sans fertilisant ; T1 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (14-23-14) + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée (46%) ; T2 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (14-23-14) + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée (46%) ; T4 : *Bokashi* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (14-23-14) + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée (46%) ; T5 : *Bokashi*. La parcelle élémentaire était une planche de 3.0 m de long sur 2.0 m de large soit une superficie de 6 m<sup>2</sup>. Trois répétitions ont été effectuées soient 18 parcelles élémentaires (6 x 3) au total. L'écartement était est de 1.0 m entre les parcelles et 1.0 m entre les blocs. La superficie totale était de 247 m<sup>2</sup> (19 m x 13 m) pour une superficie utile de 108 m<sup>2</sup> (6 m x 6 x 3m). Une pépinière a été mise en place pour la production des plantes dans des pots larges pendant 25 jours. Les plants de tomate ont été repiqués suivant les écartements de 80 cm entre les lignes et 40 cm entre les plants (80 cm x 40 cm) dans chaque parcelle élémentaire. Trois sarclages manuels ont été effectués respectivement à 3, 6 et 8 semaines après repiquage. Au début du repiquage, des arrosages étaient réalisés deux fois par jour ; par contre, le rythme d'arrosage a été réduit à un par jour à partir de 25 jours après le repiquage. Afin d'éviter le contact direct des fruits avec le sol, le tuteurage a été effectué au cinquantième jour après transplantation.

**Paramètres agronomiques collectés** : Les paramètres agronomiques tels que le diamètre au collet, la hauteur des plants de tomates et le rendement ont été collectés.

- **Hauteur (HAU) et diamètre des (Diam) plants de tomate** : La hauteur et le diamètre des plantes ont été collectés dans un carré de rendement posé dans chaque parcelle élémentaire et contenant six plants de tomates. La hauteur a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban depuis le collet jusqu'à l'extrémité du bourgeon terminal ; tandis que le diamètre au collet a été déterminé à 2 cm du dessus du sol à l'aide d'un pied à coulisse électronique (BT114900 150 mm). Toutes les mesures ont été effectuées manuellement au repiquage, à 20, 35, 50 et 65 jours après repiquage (JAR).
- **Longueur (Lfrt) et largeur (lfrt) des fruits de tomate** : Ces deux paramètres ont été mesurés sur cinq (05) fruits choisis de façon aléatoire dans chaque traitement après la récolte. La mesure a été faite longitudinalement et transversalement à l'aide d'un pied à coulisse numérique.

**Rendement** : Le rendement a été évalué dans la parcelle utile de chaque traitement à la récolte. L'estimation a été faite par pied de tomate avant toute extrapolation à l'hectare à l'aide de la formule suivante :



$$\text{Rdt (kg/ha)} = \frac{\text{Rdt (g/pied)} \times 31250}{1000}$$
 avec 31250: nombre de pied/ha et  $\frac{1}{1000}$  le facteur de conversion en kg.

**Gain de rendement :** Le gain de rendement correspond au gain additionnel de rendements dû à un fertilisant par rapport au témoin absolu. Elle a été déterminée comme suit :

$$\text{Gain de rendement} = \frac{X_2 - X_1}{X_1} \times 100 \text{ Avec } X_2 :$$

Rendement du traitement ;  $X_1$  : Rendement du traitement témoin

**Rentabilité économique :** Un ratio valeur coût (RVC) a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les cultivateurs. C'est le rapport entre le gain monétaire brut et les coûts totaux des fertilisants calculés suivant la formule suivante

$$\text{RVC} = \frac{X - Y}{Z} \text{ où } X : \text{Bénéfice net du}$$

traitement (FCFA/ha) ;  $Y$  : Bénéfice net du témoin absolu (FCFA/ha) et  $Z$  = Coûts variables Totaux. Ainsi, une technologie ne peut être facilement adoptée que si la valeur du RVC est égale ou supérieure à 2. L'adoption se fait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2 et en dessous de 1,5 il y a rejet (Delville, 1996).

**Retours sur investissement (RSI) :** permet de voir si les bénéfices obtenus après la vente de la tomate ont permis de combler les dépenses faites au cours de la production.

$$\text{RSI} = \frac{X - Z}{Z} \times 100 \text{ où } X : \text{Bénéfice net (FCFA)} \text{ et } Z : \text{Coût variables Totaux (FCFA)}$$

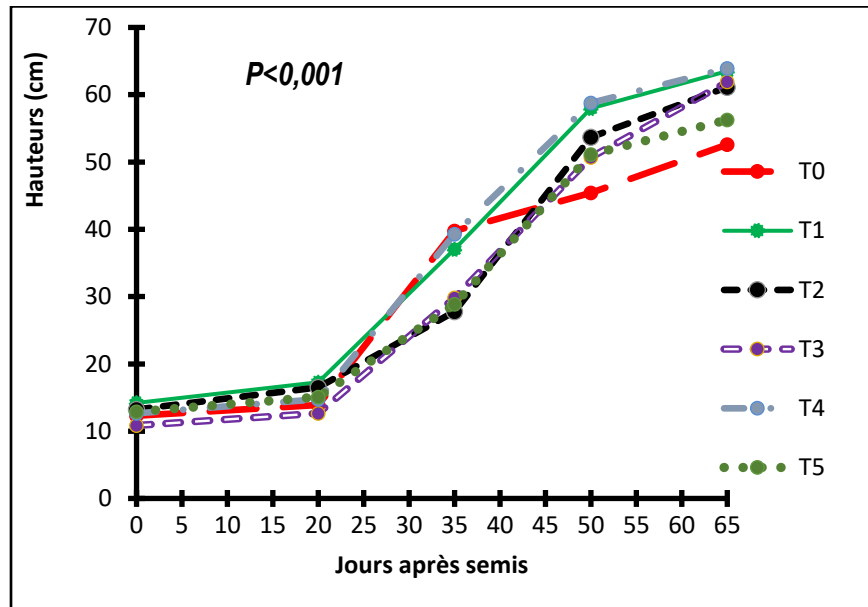
Pour l'évaluation des bénéfices, les charges suivantes ont été prises en considération : l'achat des fertilisants et pesticides biologiques, l'achat des semences, la récolte des fruits de tomate, le transport et l'incorporation dans le sol. Le coût du compost Bokashi et du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* est de 5000 FCFA/50 kg et 6000 FCFA/50 kg respectivement. Le prix moyen du kg de tomate dans le marché du Burkina Faso est d'environ 602 FCFA. Le bénéfice net a été obtenu avec une marge de 20% de perte.

## RESULTATS

**Efficacité des traitements fertilisants sur la croissance de la tomate :** Les effets des traitements sur la croissance de la tomate sont présentés sur la figure 1. Comparée au traitement témoin absolu, la croissance des plantes de tomates est très affectée ( $P < 0,001$ ) par les différents traitements. La hauteur de la tige principale a varié significativement en fonction des traitements de bio fertilisants

**Analyse statistique des données collectées :** les données collectées ont été soumises à des tests statistiques à l'aide du logiciel GenStat Release 12.1. Une analyse de variance de variance (ANOVA à un facteur) a permis d'évaluer les effets des traitements fertilisants sur les paramètres de rendement d'une part et ceux des paramètres de croissance d'autre part. En cas de différence significative entre les traitements, le test de comparaison multiple de Newman-Keuls au seuil de 5 % ( $p < 0,05$ ) a été utilisé pour les classer en groupes homogènes.

appliqués. Les fertilisants biologiques (T2 et T5) ont induit une croissance en hauteur des plants plus élevée que celle du témoin sans engrais (T0). Cependant, les traitements où les fertilisants biologiques sont combinés à la fumure minérale vulgarisée (T1 et T4) ont le plus stimulé la croissance en hauteur avec respectivement 63,93 cm pour T4 et 61,9 cm pour T1.

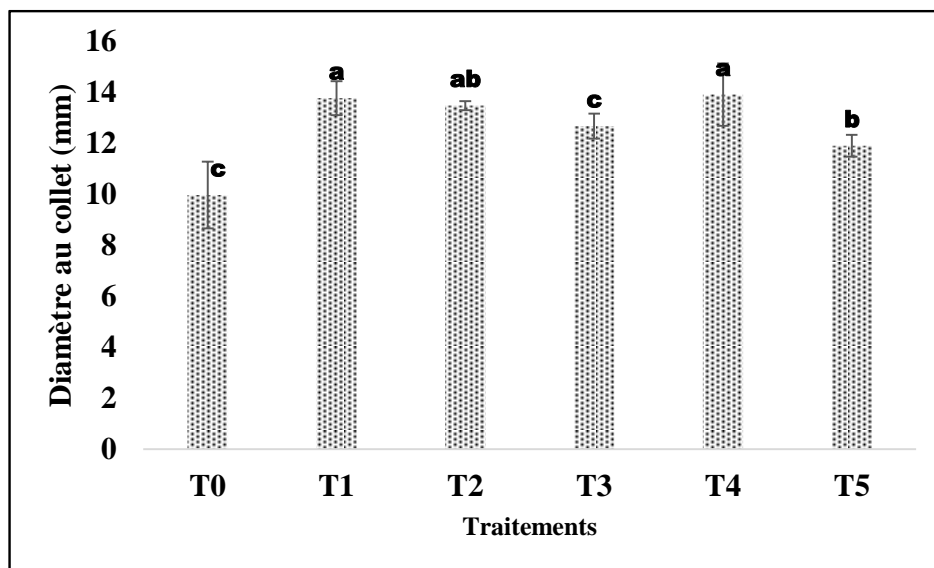


**Figure 1:** Variation de la hauteur en fonction des traitements à 0, 20, 35, 50 et 65 JAR.

**Légende :** T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T2 : Compost enrichi ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T4 : Bokashi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T5 : Bokashi

Aussi, les traitements T1 et T4 qui combinent les fertilisants biologiques aux engrais minéraux ont influé significativement sur le diamètre au collet des plants avec respectivement 13,77 mm et 13,91 mm. Le traitement T2 (compost enrichi au

*Trichoderma*) s'est distingué par l'induction des plus forts diamètres avec un résultat de 9,86 mm contre 8,37 mm pour le traitement T5 (compost *Bokashi*), alors que le témoin T0 a permis d'avoir les plus faibles valeurs (7,93 mm) (Figure 2).



**Figure 2 :** Variation de du diamètre au 65 JAR.

**Légende :** T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T2 : Compost enrichi ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T4 : Bokashi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T5 : Bokashi

L'effet des traitements fertilisants sur la ramification (Rmf) des plants de tomate est présenté sur la figure 3. L'analyse de variance (ANOVA) montre qu'il existe une différence hautement significative ( $p = 0,008$ ) entre les

différents traitements. Le plus grand nombre de ramifications a été obtenu avec le traitement T4 (68,33) suivi du traitement T1 (67,67) et le plus faible nombre de ramifications a été obtenu avec le traitement T0 (28,33).

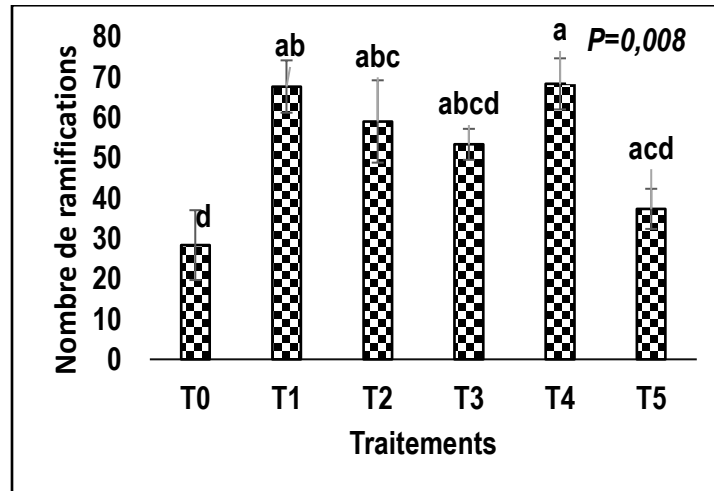


Figure 3 : Effets des traitements sur la ramification

**Légende** : T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T2 : Compost enrichi ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T4 : Bokashi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T5 : Bokashi

**Effets des traitements fertilisants sur la longueur et la largeur des fruits de tomate** : l'effet des traitements sur la longueur et largeur des fruits de tomate sont consigné dans le Tableau 2 ci-dessous. L'analyse de variance de ce tableau révèle une différence significative entre les longueurs et largeurs des traitements.

Les plus longs fruits et les plus larges ont été observés avec les traitements T1, T2 et T4 respectivement. Comparativement au compost *Bokashi* (T5), le traitement avec le compost enrichi au *Trichoderma* donne des valeurs de longueur et de largeur de fruits très élevées.

Tableau 2 : Variation (mm) de la longueur et la largeur des fruits en fonction des traitements

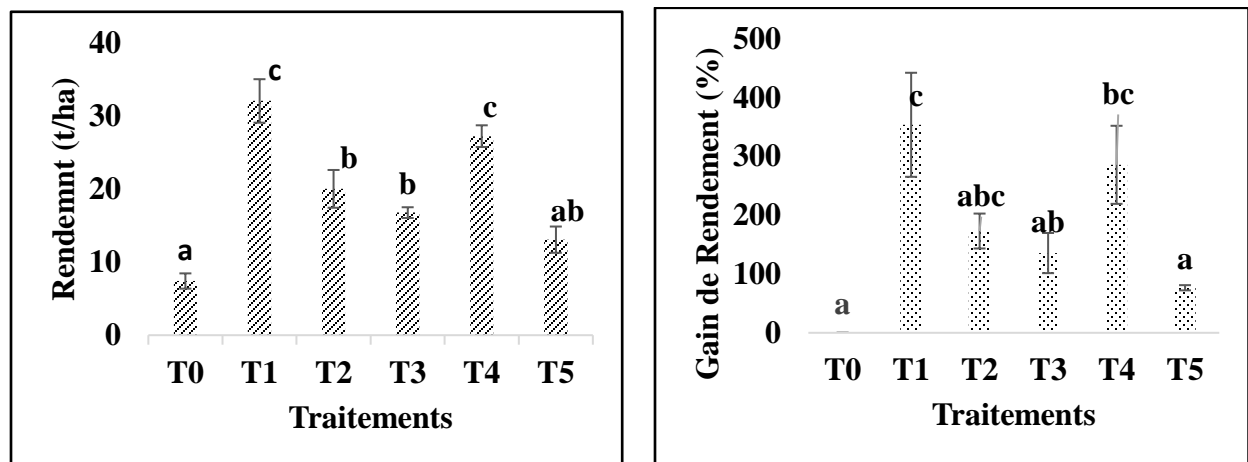
Traitements	Longueur (Lfrt)	Largeur (lfrt)
T0 : Témoin absolu	29,379 <sup>b</sup> ±5,28	37,301 <sup>b</sup> ±7,11
T1 : compost enrichi+ ½ FMV	44,468 <sup>a</sup> ±1,11	54,626 <sup>a</sup> ±6,15
T2 : Compost enrichi	44,321 <sup>a</sup> ±1,53	54,847 <sup>a</sup> ±2,37
T3 : FMV	30,610 <sup>b</sup> ±3,62	38,188 <sup>a</sup> ±4,67
T4 : Compost Bokashi + ½ FMV	43,553 <sup>a</sup> ±1,12	55,973 <sup>a</sup> ±1,77
T5 : compost Bokashi	33,532 <sup>b</sup> ±7,6	42,028 <sup>ab</sup> ±1,01
ddl	5	
Signification	HS	HS
Probabilité	0,001	0,004

**Légende** : les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Les résultats sont les moyennes de trois répétitions HS = hautement significatif ( $P < 0,004$ ). FMV : Fumure Minérale Vulgarisée. Lfrt : longueur des fruits. lfrt : largeur des fruits



**Efficacité des traitements fertilisants sur le gain rendement de la tomate :** L'effet des différents traitements sur le rendement en fruits de tomate et le gain de rendement induit par les fertilisants sont présentés dans la figure 4. Des différences hautement significatives ont été observées pour le rendement et le gain rendement à la fin de cette étude ( $p < 0,001$  et  $p = 0,002$  respectivement). Les rendements de même que le gain de rendement les plus élevés sont obtenus avec les traitements fertilisés avec  $175 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK et  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  d'urée

combinés au compost enrichi au Trichoderma (T1 :  $32,05 \text{ t. ha}^{-1}$  et  $353,8\%$ ) et au Bokashi (T4 :  $27,23 \text{ t. ha}^{-1}$  et  $285,7\%$ ). Le rendement ( $20,3 \text{ t. ha}^{-1}$ ) et le gain additionnel ( $173,1\%$ ) de rendement obtenu avec le compost enrichi au Trichoderma sont significativement supérieurs à ceux ( $13,07 \text{ t. ha}^{-1}$  et  $76,6\%$ ) du traitement Bokashi. A la fin de l'étude, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement est le suivant :  $T1 > T4 > T2 > T3 > T5 > T0$ .



**Figure 4 :** Effets des fertilisants sur le rendement et le gain de rendement

**Légende :** T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi +  $175 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK +  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  d'urée ; T2 : Compost enrichi ; T3 :  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK +  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  d'urée ; T4 : Bokashi +  $175 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK +  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  d'urée ; T5 : Bokashi

**Corrélation entre les différentes variables :**

Le test de Pearson (n) indique qu'il existe une corrélation entre les différentes variables étudiées. Les résultats de l'analyse sont consignés dans le tableau de la matrice de corrélation. Il ressort des résultats qu'il existe une forte corrélation positive entre le rendement et le diamètre au collet ( $R^2 = 0,830$ ), et entre le rendement et la hauteur des plants

( $R^2 = 0,804$ ). Il y a une corrélation entre le diamètre et la longueur des fruits ( $R^2 = 0,913$ ) d'une part, et entre le diamètre et la largeur ( $R^2 = 0,9$ ) des fruits d'autre part. Aussi, il existe une corrélation positive entre la longueur et la largeur du fruit ( $R^2 = 0,991$ ). Il en est de même entre la ramification et le rendement ( $R^2 = 0,897$ ).

**Tableau 3 :** Matrice de corrélation entre les différentes variables

Variables	Rmf	Rdt (t/ha)	Lfrt	lfrt	HAU	Diam
<b>Rmf</b>	1					
<b>Rdt (t/ha)</b>	0,897	1				
<b>Lfrt</b>	0,707	0,731	1			
<b>lfrt</b>	0,705	0,717	0,991	1		
<b>HAU</b>	0,955	0,804	0,526	0,521	1	
<b>Diam</b>	0,864	0,830	0,913	0,900	0,758	1

**Légende :** HAU : hauteur des plantes de tomates ; Diam : diamètre des plantes ; Rdt: rendement ; Lfrt: longueur des fruits ; lfrt : largeur des fruits ; Rmf : ramification. Les valeurs en gras indiquent de fortes corrélations entre les variables mesurées.

**Rentabilité économique des traitements fertilisants dans la culture de tomate :** les tableaux 4 et 5 présentent les coûts variables et les résultats de la rentabilité économique de l'étude. Les résultats du RVC présentés dans le tableau 5 montrent que le compost *Bokashi* et le compost enrichi ainsi que leur combinaison aux engrais chimiques ont eu un effet bénéfique, car les gains de production qu'ils occasionnent ont permis de couvrir les dépenses de production en culture de tomate. Cependant, au vu des résultats des effets de chaque traitement tel illustré dans le tableau 5,

il revient de noter que pour chaque compost, l'apport des engrais minéraux se traduit par une augmentation du bénéfice net. Autrement dit, l'utilisation des fertilisants biologiques seuls se révèle les traitements moins avantageux. Ainsi, tous les traitements peuvent être proposés aux producteurs maraîchers avec plus de chance d'adoption. Mais lorsqu'on connaît le pouvoir d'achat de la plupart des producteurs de la zone d'étude voire du pays, l'option T2 (0,5 t. ha<sup>-1</sup> du compost enrichi au *Trichoderma*) qui a le plus grand RVC le plus recommandable.

**Tableau 4 :** Coût des variables (FCFA) de 1 hectare de tomate selon les traitements fertilisants

Traitements	Coût des fertilisants chimiques (FCFA/ha)	Coût du compost Bokashi (FCFA/ha)	Coût du compost enrichi au <i>Trichoderma</i> (FCFA/ha)	Coûts variables totaux (FCFA/ha)
<b>T0 : témoin absolu</b>	0	0	0	710584
<b>T1 : Compost enrichi + ½ FMV</b>	78750	0	60000	2183046
<b>T2 : Compost enrichi</b>	0	0	60000	1455579
<b>T3 : FMV</b>	157500	0	0	1377822
<b>T4 : Compost Bokashi+ ½ FMV</b>	78750	50000	0	1913128
<b>T5 : Compost Bokashi</b>	0	50000	0	1124725

**Légende :** FMV= fumure Minérale Vulgarisée (350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée)

**Tableau 5** : Analyse économique de 1 ha de tomate selon les traitements fertilisants

Traitements	Coûts variables totaux (FCFA/ha)	Rendement (kg/ha)	Revenu Brut (FCFA/ha)	Bénéfice Brut (FCFA/ha)	Bénéfice net (FCFA/ha)	RVC	RSI
<b>T0</b>	710 584	7 410	4 460 820	3 750 236	2 858 072	0,00	3,02
<b>T1</b>	2 183 046	32 050	19 294 100	17 111 054	13 252 234	4,76	5,07
<b>T2</b>	1 455 579	20 020	12 052 040	10 596 462	8 186 054	3,66	4,62
<b>T3</b>	1 377 822	16 770	10 095 540	8 717 718	6 698 610	2,79	3,86
<b>T4</b>	1 913 128	27 230	16 392 460	14 479 332	11 200 840	4,36	4,85
<b>T5</b>	1 124 725	14 070	8 470 140	7 345 415	5 651 387	2,48	4,02

**Légende** : T0 : témoin absolu ; T1 : Compost enrichi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T2 : Compost enrichi ; T3 : 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 100 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T4 : Bokashi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée ; T5 : Bokashi ; RVC : ratio valeur coût ; RSI : retours sur investissement

## DISCUSSION

**Effet des traitements sur les paramètres agronomiques** : Sous l'effet des fertilisants biologiques combinés des traitements avec une demi-dose de la fumure minérale vulgarisée (T1 : compost enrichi au *Trichoderma* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée et *Bokashi* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée), la croissance des plants de tomate a été nettement améliorée. Ce résultat est en accord avec ceux de Nacro (Nacro, 2018) qui a rapporté les meilleures croissances de plante au niveau des fertilisants organiques associés à la fumure minérale vulgarisée (FMV). En effet, la matière organique pourrait constituer une source supplémentaire d'éléments nutritifs qui améliorerait l'efficacité des engrais minéraux. Elle rendrait les éléments nutritifs plus disponibles pour la croissance des plants. En comparant les deux fertilisants biologiques (*Bokashi* et compost enrichi au *Trichoderma*), le compost enrichi s'avère plus riche en éléments fertilisants et contribue à une meilleure croissance des plantes de tomate. Ces résultats sont similaires à ceux de l'étude menée par Mouria (Mouria *et al.*, 2007) sur l'effet de diverses souches de *Trichoderma* sur la croissance d'une culture de tomate en serre. Ces auteurs qui ont montré que la quasi-totalité des souches du *Trichoderma* est parvenue à stimuler les paramètres de croissance des plants de tomate à des degrés variables. De

même, ces résultats confirment également ceux de certains auteurs (Théodore *et al.*, 2018) qui ont rapporté que les applications des fumures organiques combinées sont plus efficaces sur la croissance des plants de solanacées que celles des engrais organiques uniquement. De façon générale, les différents composts organiques appliqués ont favorisé le développement des tiges de tomate. Les valeurs les plus significatives ont été celles notées au niveau du compost enrichi + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée et *Bokashi* + 175 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg ha<sup>-1</sup> d'urée. Ce résultat pourrait aussi s'expliquer par les teneurs élevées d'azote et des micros éléments (magnésium) contenus dans ces fertilisants. Au niveau des diamètres au collet également, le compost enrichi a favorisé le développement comparativement au compost *Bokashi*. Par ailleurs, à l'exception du témoin absolu, les mesures obtenues avec l'application de la FMV (T3) sont les plus faibles. Cela serait dû au fait que le compost améliorerait les qualités physicochimiques et biologiques du sol et que la matière organique est une source importante en éléments minéraux (N, P, K). De plus, la matière organique améliore la croissance en abaissant le pH de la rhizosphère, ce qui se traduit par une meilleure solubilisation des nutriments et une disponibilité élevée pour les

plantes (Choudhary *et al.*, 2004 ; Sawadogo *et al.*, 2020).

L'estimation de la longueur et du diamètre moyen des fruits ont présenté des variations significatives en fonction des traitements appliqués. Par rapport au témoin absolu et à l'engrais chimique, les amendements organiques avec du compost, plus particulièrement le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ont amélioré ces deux paramètres mesurés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la morphologie des fruits exprime la quantité des éléments nutritifs mise en réserve par la plante. En effet, les fertilisants biologiques utilisés dans cette étude sont très riches en potassium et en phosphore qui interviennent principalement dans la croissance des organes aériens chez la tomate (Hopkins, 2003 ; Medakhal *et al.*, 2020). Des différences significatives au niveau des rendements et les plus fortes moyennes avec les traitements qui sont des combinaisons entre biofertilisants et fumures minérales expliquent qu'il existe une synergie d'action avec l'apport de ces deux fertilisants biologiques. Nous retenons que l'ajout de la fumure minérale vulgarisée aurait augmenté la solubilité des minéraux contenus dans les matières organiques. Maints auteurs ont démontré que la combinaison des engrais organiques et minéraux crée de meilleures conditions de production par le fait que la matière organique améliore les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol (Zeinabou *et al.*, 2014) alors que les engrais minéraux apportent aux plantes les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires pour accroître l'efficacité agronomique des fertilisants organiques (Lompo *et al.*, 2008). Avec 500 kg. ha<sup>-1</sup> de fertilisant biologique, le gain de rendement moyen en fruit de tomate est de 173,1% (T2) et 76,6% (T5) pour les fertilisants à base *Trichoderma harzianum* et *Bokashi* apportés séparément. Par contre, ce gain de rendement moyen dans les parcelles fertilisées aux composts avec un ajout complémentaire des engrais chimiques est de

353,8% (compost enrichi au *Trichoderma Harzianum* + ½ FMV) et 285,7% (compost *Bokashi* + ½ FMV). Cela signifie que l'on peut produire de la tomate avec les composts *Bokashi* ou enrichi au *Trichoderma harzianum* sans apport de la fumure minérale. L'apport régulier serait un meilleur moyen de restaurer la fertilité des sols et d'accroître les rendements des plantes de tomates cultivées. Le compost enrichi incorporé dans le sol semble avoir une vitesse de décomposition rapide que le compost *Bokashi*. Cette hypothèse peut expliquer le fait que les paramètres de croissances, de rendement et le gain de rendement de tous les traitements contenant le compost enrichi au *Trichoderma* soient nettement supérieurs à ceux des traitements où figure le *Bokashi*. Par ailleurs, l'augmentation significative des rendements de tomate constatée avec le traitement (T2) impliquant l'apport du compost enrichi seul suggère les teneurs en nutriments y sont les plus élevées. Le faible rendement obtenu dans le traitement au *Bokashi* par rapport au traitement au compost enrichi serait également lié à la nature du compost. En effet, le rapport C/N était à 14 dans le *Bokashi* et 13 dans le compost enrichi. Ce rapport élevé au niveau du *Bokashi* indique de faibles minéralisation et libération des éléments nutritifs par ce compost (Houenou, 2019).

**Effet des traitements sur la rentabilité économique de la culture de tomate :** la présente étude révèle que la meilleure rentabilité est obtenue avec les traitements qui sont les combinaisons des fertilisants avec la demi dose de fumure minérale vulgarisée T1 (4,76) et T4 (4,36). Bien que tous les traitements aient été rentables, la rentabilité est sensiblement améliorée avec l'usage du compost enrichi au *Trichoderma* seul (T2 = 3,66) comparativement au compost *Bokashi* (T5 = 2,48). L'apport complémentaire de la fumure minérale vulgarisée s'est donc traduit par une augmentation de la marge bénéficiaire

aux différents composts (T2 et T5). Ces résultats s'expliqueraient par le fait que les charges supplémentaires d'achat des engrais minéraux sont compensées pour chaque traitement avec les différentes augmentations de rendements. Les résultats obtenus sont similaires à certains auteurs (Nzuki *et al.*,

## CONCLUSION

L'étude a montré que tous les fertilisants biologiques appliqués ont augmenté le potentiel agronomique de la variété de tomate. En effet, la croissance et les composantes du rendement ont été significativement améliorées par les traitements de biofertilisants. Toutefois, entre les deux fertilisants, le compost enrichi au *Trichoderma*, grâce à un effet synergique de la fumure minérale s'est révélée la plus efficace aussi bien pour la croissance végétative que pour la production. L'étude économique a montré que la production d'un hectare de tomate a été rentable pour l'ensemble des fertilisations étudiées. Le traitement de compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a induit la meilleure rentabilité financière tandis

## REMERCIEMENTS

Nous remercions GIE-Bioprotect - Burkina pour avoir mis à notre disposition le site

## BIBLIOGRPHIE

Abidet K, Djabil A, 2018. "L'effet de trichoderma sp et acide salicylique sur la réduction de l'incidence de la maladie et l'efficacité sur la croissance de la variété de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) contaminée par *Fusarium oxy*", Université Larbi Ben M'hidi Oum ElBouaghi, 120 pages

Alla TK, Bomisso LE, Seydou T, Dick EA, 2021. Effets de la fertilisation organique à base de pelure de banane plantain et de fiente de poulet sur les paramètres agronomiques et la rentabilité financière de l'aubergine

2011 ; Upite *et al.*, 2019 ; Alla *et al.*, 2021) qui ont montré que plus le coût de production était moindre, plus les traitements étaient rentables. Le ratio valeur /coût a été supérieur à 2 pour l'ensemble des traitements ; cela implique que la culture de la variété de tomate a été rentable selon les standards définis par (Delville, 1996).

que le traitement T5 (compost *Bokashi*) a enregistré le plus faible coût de production. Au regard des résultats obtenus, l'usage de l'engrais organique à base du *Trichoderma* pourrait être une alternative intéressante à l'utilisation des engrais conventionnels, notamment les engrais chimiques (NPK + urée). Cette alternative basée sur l'utilisation des ressources naturelles locales à moindre coût et écologiquement durables pourrait contribuer à réduire les dépenses du maraîcher, à préserver l'environnement, à gérer durablement la fertilité des sols et à garantir la qualité de sa récolte. Des études futures devraient permettre de dégager les effets de ces fertilisants sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols.

d'expérimentation et les différents fertilisants biologiques.

N'drowa (*Solanum aethiopicum* L.) en Côte d'Ivoire, Afrique SCIENCE 18 (6): 25-38

Ayidego CEH, 2019. "Etude de l'efficacité des bokashis, du compost et de la solution de biopesticide promus par le centre Songhaï pour améliorer la production de la laitue et de l'amarante au Sud du Bénin.", Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain, Université de Liège, 103 pages



- Bado BV, Sédogo MP, Cescas MP, Lompo F, Bationo A, 1997. Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso, *Cahiers agricultures* 6 (6): 571-575
- Choudhary O, Josan A, Bajwa M, Kapur M, 2004. Effect of sustained sodic and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions, *Field crops research* 87 (2-3): 103-116
- Chung AW, Yang HC, Radomski MW, Van Breemen C, 2008. Long-term doxycycline is more effective than atenolol to prevent thoracic aortic aneurysm in marfan syndrome through the inhibition of matrix metalloproteinase-2 and-9, *Circulation research* 102 (8): e73-e85
- Coulibaly PJdA, Sawadogo J, Bambara YA, Ouédraogo WB, Legma JB, Compaoré E, 2021. Effect of Bio-Fertilizers on Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Production and on Soil Physico-Chemical Properties in Sudan Area of Burkina Faso, *Current Agriculture Research Journal* 9 (1): 1 - 11
- Delville PL, 1996. Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel: Diagnostic et conseil aux paysans Collection "le point sur". 201 pages
- Dube J, Ddamulira G, Maphosa M, 2020. Tomato breeding in sub-Saharan Africa-Challenges and opportunities: A review, *African Crop Science Journal* 28 (1): 131-140
- FAOSTAT, 2016. Situation de la production de tomates au Burkina Faso. , <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC?> Consulté le 20/08/2021 à 16h 15
- FAOSTAT, 2021. [www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat), Consulté le 20/08/2021 à 15h 30
- Hopkins WG, 2003. *Physiologie végétale*, De Boeck Supérieur. Bruxelles Belgium, 532 pages
- Houenou ACE, 2019. "Etude de l'efficacité des bokashis, du compost et de la solution de biopesticide promus par le centre Songhaï pour améliorer la production de la laitue et de l'amarante au Sud du Bénin", Université de Liège (Bruxelles), 103 pages
- Konfe Z, Zonou B, Hien E, 2019. Influence d'intrants innovants sur les propriétés du sol et la production de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) et d'aubergine (*Solanum melongena* L.) sur un sol ferrugineux tropical en zone soudano-sahélienne au Burkina Faso, *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 13 (4): 2129-2146
- Kotaix A, Angui T, Bakayoko S, Kassin K, N'Goran K, Kouame N, Kone B, Pierre C, 2019. Effects of liquid organic (NPK 5-9-18) and mineral (NPK 12-11-18) fertilizers on soil organic matter of and tomato yield in the South and the Mid-west of Ivory Coast, *Journal of Animal and Plant Sciences (JAPS)* 41 (3): 7055-7067
- Lompo F, 2009. "Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso", Thèse de doctorat d'Etat, Laboratoire de Pédologie et de Géologie Appliquée, University of Cocody, Abidjan, Cote d'Ivoire (CI), 254 pages
- Lompo F, Bonzi M, Bado BV, Gnankambary Z, Ouandaogo N, Sedogo MP, Assa A, 2008. Effets à long terme des fumures minérales et organo-minérales sur la dynamique du phosphore dans un Lixisol du Burkina faso, *Agronomie Africaine* 20 (2): 165-178
- Medakhal K, Fathiza A, 2020. "Effet des amendements organiques sur la croissance végétative et la production de courgette (*Cucurbita pepo* L.) dans la région du Souf", Université Echahid



- Hamma Lakhdar -El OUED, , 101 pages
- Mouria B, Ouazzani-Touhami A, Douira A, 2007. Effet de diverses souches du *Trichoderma* sur la croissance d'une culture de tomate en serre et leur aptitude à coloniser les racines et le substrat, *Phytoprotection* 88 (3): 103-110
- Nacro SR, 2018. "Effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au Centre Nord du Burkina Faso", Mémoire de Fin de cycle option Agronomie, Institut de Développement Rural (IDR), Université Nazi-Boni/IDR, 56 pages
- Nzuki BF, Kinkwono E, Sekle B, 2011. Utilisation du guano comme substitut du Di-Ammonium Phosphate (DAP) dans la fertilisation du soja et de la tomate en République Démocratique du Congo, *TROPICULTURA* 29 (2): 114-120
- Sawadogo J, Coulibaly PJA, Bambara FJ, Savadogo AC, Compaore E, Legma JB, 2020. Effets des fertilisants biologiques sur les paramètres physico-chimiques du sol et sur la productivité de l'oignon (*Allium cepa* L.) dans la région du Centre Ouest du Burkina Faso, *Afrique SCIENCE* 17 (6): 44 - 57
- Sawadogo J, Mounasse OWB, Coulibaly PJdA, Savadogo CA, Kaboré A, Legma JB, 2019. Étude comparative de la qualité de trois amendements organo-biologiques sur la production de tomate à Soala dans le Centre-Ouest du Burkina Faso, *Science et technique, Sciences naturelles et appliquées* 38 (1): 35 - 50
- Soma A, 2020. Cultures maraîchères autour de la zone industrielle de Kossodo à Ouagadougou : pratiques, circuits de commercialisation et risques sur la santé des citoyens, *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 3 (5): 67 - 78
- Son D, Somda I, Legreve A, Schiffers B, 2018. Effect of plant diversification on pest abundance and tomato yields in two cropping systems in Burkina Faso: farmer practices and integrated pest management, *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12 (1): 101-119
- Son D, Somda I, Legreve A, Schiffers B, 2017. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement, *Cahiers Agricultures* 26 (2): 6
- Théodore AK, Lezin BE, Généfol O, Emmanuel DA, 2018. Effets de la fertilisation à base des sous-produits de la pelure de banane plantain sur les paramètres agromorphologiques de la variété d'Aubergine F1 kalenda (*Solanum melongena*) dans la localité de Bingerville en Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences* 38 (3): 6292-6306
- Upite JT, Misonga AK, Lenge EKM, Kimuni LN, 2019. Effets des composts ménagers sur les propriétés du sol et sur la productivité des cultures légumières: cas de la tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill), *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 13 (7): 3411-3428
- van Breemen RB, Pajkovic N, 2008. Multitargeted therapy of cancer by lycopene, *Cancer letters* 269 (2): 339-351
- Yannick US, Louis BL, Luciens NK, Mubemba M, 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi, *Journal of Applied Biosciences* 54 : 3935-3943

Zeinabou H, Mahamane S, Bismarck NH, Bado BV, Lompo F, 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, *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8 (4): 1620-1632