

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

Jacques SAWADOGO^{1*}, Pane Jeanne d'Arc COULIBALY¹, Fanny Jeannine BAMBARA²,
Arsène Claude SAVADOGO³, Emmanuel COMPAORE¹ et Jean Boukari LEGMA⁴

¹ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Département de Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production (GRN/SP), Laboratoire Sol - Eau - Plante, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

² Institut Polytechnique Privé Shalom (IPS) de Ouagadougou, 11 BP 1435 CMS Ouagadougou 11, Burkina Faso

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

⁴ Université Saint - Thomas - d'Aquin (USTA), Faculté des Sciences et Technologies, Laboratoire de Chimie Moléculaires et des Matériaux, 06 BP 10212 Ouagadougou 06, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : jacquischimie@gmail.com

Résumé

Dans le but de trouver une alternative à la baisse de la fertilité des sols et au coût élevé des engrais chimiques au Burkina Faso, deux (02) types de fertilisants biologiques à base de substrats locaux ont été testés afin de déterminer leur effet sur les paramètres physico-chimiques du sol et sur la productivité de l'oignon (*Allium cepa* L.). Le test a été conduit selon un dispositif expérimental en bloc de Fisher complètement randomisé comportant six traitements en trois répétitions. Les résultats ont montré que l'apport des différents traitements ont eu des effets très hautement significatifs ($p < 0,0001$) sur le pH ainsi que sur la teneur en éléments totaux tels que C, N, P et K et en bases échangeables comme le Ca^{2+} et Mg^{2+} . Le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a significativement contribué à augmenter le rendement bulbes d'oignon ($35,19 \pm 1,65$ t/ha) comparativement au compost *Bokashi* ($29,193 \pm 1,72$ t/ha). En effet, l'association compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + FMV a entraîné une hausse de rendement de plus de 200 % comparativement au Témoin absolu (T0). Ainsi, pour une agriculture durable et performante, l'utilisation des deux fertilisants biologiques se révélerait être une alternative satisfaisante aux problèmes de l'agriculture. Leur vulgarisation à dose de 0,5 t/ha pourrait être recommandée pour un bon rendement de l'oignon.

Mots-clés : fertilité des sols, *Trichoderma harzianum*, *Bokashi*, rendement.

Abstract

Effects of biological fertilizers on soil physico-chemical parameters and onion (*Allium cepa* L.) productivity in the Central West region of Burkina Faso

In order to find an alternative to soil fertility decline and the high cost of chemical fertilizers in Burkina Faso, two (02) types of organic fertilizers based on local substrates were tested to determine their effect on the physico-chemical properties of the soil and on the productivity of onions (*Allium cepa* L.). The test was

conducted according to a completely randomized Fisher block design with six treatments in three replications. The results showed that the contribution of the different treatments had very highly significant effects ($p < 0.0001$) on pH as well as on the content of total elements such as C, N, P and K and exchangeable bases such as Ca^{2+} and Mg^{2+} . Compost enriched with *Trichoderma harzianum* significantly contributed to increase onion bulb yield (35.19 ± 1.65 t/ha) compared to *Bokashi* compost (29.193 ± 1.72 t/ha). Indeed, the association of compost enriched with *Trichoderma harzianum* + FMV resulted in a yield increase of more than 200 % compared to the absolute control (T0). Thus, for a sustainable and efficient agriculture, the use of both organic fertilizers would prove to be a satisfactory alternative to the problems of agriculture. Their extension at a dose of 0.5 t/ha could be recommended for a high onion yield.

Keywords : *compost enriched with Trichoderma harzianum, Bokashi compost, Soil fertility, onion yield.*

1. Introduction

L'oignon est une culture très bénéfique à l'homme et à la nature, elle peut être utilisée sous plusieurs formes (entière, pelée, écrasée ou découpée) et intervient au quotidien dans l'alimentation des populations [1, 2]. Sa production est simple et peu coûteuse. Au Burkina Faso, parmi les cultures maraîchères, l'oignon est la quatrième culture la plus importante après la tomate et la région du Centre détient la plus grande production avec 39 639 tonnes, soit 25 % de la production totale d'oignon [3, 4]. En effet, les plus faibles productions sont enregistrées dans les régions des Cascades et du Nord, avec chacune moins de 1 % de la production totale d'oignon. La valeur totale des ventes de la oignon est estimée à 17 469 073 587 FCFA soit 21 % du chiffre d'affaires du maraîchage [5]. Cela implique que cette filière est confrontée à de nombreux problèmes qui limitent considérablement sa production. En effet, plusieurs facteurs d'ordre biotiques et abiotiques se conjuguent pour expliquer ce faible rendement ; il s'agit entre autres des ravageurs, des champignons, des virus et des bactéries qui constituent des contraintes biotiques majeures pour la production de l'oignon [6, 7]. La pauvreté du sol en matière organique et en phosphore est principalement des contraintes à l'intensification de la production des cultures [8, 9]. La forte pression sur les terres agricoles réduit également la disponibilité des éléments fertilisants et occasionne ainsi une baisse significative de la fertilité du sol et des rendements [10, 11]. De plus, des cultures successives avec ou sans fumure minérale contribuent à l'appauvrissement du sol en matière organique et en l'acidifiant [12, 13].

En outre, l'application exclusive des engrais minéraux n'est généralement efficace que pendant les premières années d'apports continus; on constate en effet une baisse de rendement après quelques années à cause de la dégradation des propriétés physico-chimiques des sols [14]. Ainsi, de nombreuses études ont montré les effets négatifs des engrais minéraux à long terme sur la fertilité du sol à travers notamment leur effet acidifiant sur le sol [15 - 18]. Face à cette situation, la culture maraîchère doit s'orienter vers la gestion intégrée de la fertilité des sols. Cette gestion peut s'effectuer à travers l'utilisation des ressources locales et des fertilisants organiques tels que le fumier et le compost. Ainsi, pour favoriser l'usage des matières organiques en guise de fumure de fond, certaines structures se sont lancées dans la production et la commercialisation de composts organo-biologiques. Parmi ces fertilisants biologiques, on distingue le compost *Bokashi* et le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* qui sont soumis à des expérimentations afin d'identifier le meilleur capable d'augmenter les rendements des cultures maraîchères. En effet, la connaissance de ces informations permettra de mettre à la disposition des maraîchers des formules de fertilisants biologiques en vue d'une production durable de l'oignon sur les sols ferrallitiques. Cette étude vise à évaluer l'effet de deux bio-fertilisants sur la fertilité du sol et sur le rendement en bulbes d'oignon frais au Centre Ouest du Burkina Faso.

2. Matériel et méthodes

2-1. Situation géographique du site de l'étude

La présente étude s'est déroulée sur le site maraîcher de Soala, village situé à 90 Km de la capitale Ouagadougou dans le Centre Ouest du Burkina Faso (**Figure 1**). Il est situé à 12°39'18" N et 1°57'37" O [5] dans la zone Soudano-sahélienne avec une pluviométrie comprise entre 600 et 1000 mm.

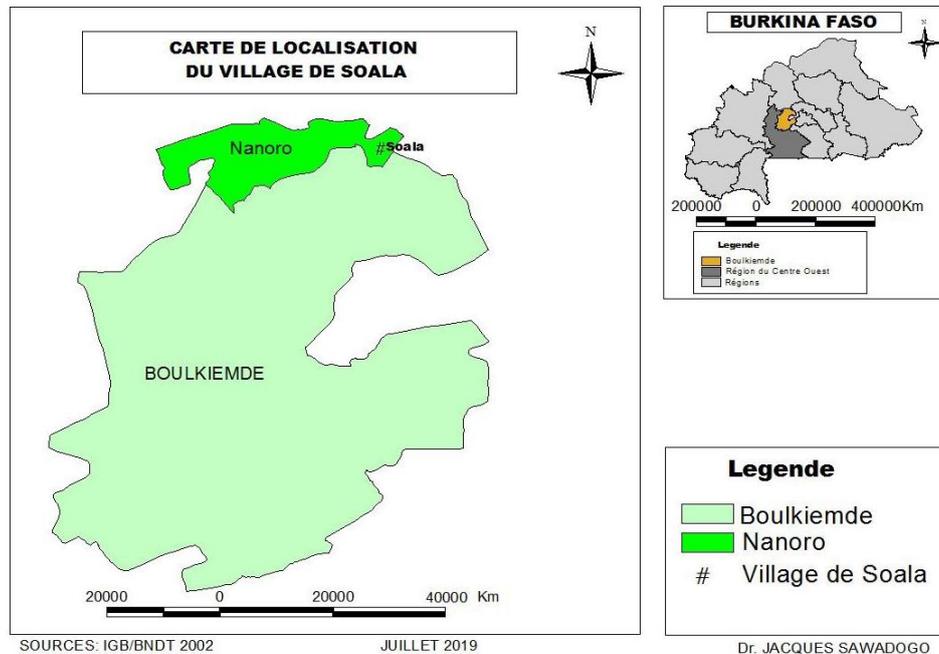


Figure 1 : Localisation du site d'expérimentation

La zone est caractérisée par un climat de type soudano-sahélienne chaud marqué par une humidité relativement élevée, et une pluviométrie variante entre 700 et 900 mm d'eau par an.

2-2. Matériel végétal

La variété Karibou de l'oignon (*Allium cepa L.*) a été utilisée dans le cadre de cette expérimentation. Elle a un cycle de 90 jours. Le rendement potentiel varie entre 30 et 80 t/ha. Les fertilisants biologiques à raison de 0,5 t/ha (*Bokashi* ainsi que le compost enrichi au *Trichoderma harzianum*) ainsi que les engrais minéraux (NPK (14-23-14), l'urée (46 %)) ont été utilisés. Le pesticide biologique Solsain a été utilisé et prélevée à la dose de 2 mL/ha, le Piol à la levée pour lutter contre les ravageurs des feuilles de l'oignon et le *BioPoder* pour lutter contre les ravageurs souterrains tous à la dose de 2 mL/ha.

2-3. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé dans cette étude est un dispositif de bloc de Fisher randomisé avec six traitements en trois réplifications : (i) T0 est le traitement de contrôle (sans engrais), (ii) T1 : compost enrichi en *Trichoderma harzianum* + 175 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée, (iii) T2 : compost enrichi en *Trichoderma harzianum*, (iv) T3 : 350 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée, (v) T4 : compost de *Bokashi* + 175 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée, (vi) T5 : compost de *Bokashi*. La parcelle élémentaire était une planche de 2,0 m de long sur 1,0 m de

large soit une superficie de 2 m² et 18 blocs (6 x 3) au total. L'écartement était est de 1,0 m entre les planches et 1,0 m entre les blocs. La superficie totale était de 130 m² (13 m x 10 m) pour une superficie utile de 36 m² (2 m x 18 m). Les plants d'oignon ont été repiqués suivant les écartements de 20 cm entre les lignes et 10 cm entre les plants (20 cm x 10 cm) dans une planche. Au repiquage, la densité était de 240 000 plants à l'hectare ou de 48 plants par planche de 2 m² de surface.

2-4. Nature, préparation, analyse de la composition chimique des deux fertilisants biologiques

Le fertilisant *Bokashi* est un engrais organique fermenté et inventé par le professeur Higa [19]. 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 la production d'engrais organique pour le sol [20]. Le compost simple enrichi au *Trichoderma harzianum* regroupe plusieurs champignons imparfaits saprophytes du sol. Le *Trichoderma harzianum* est efficace lorsqu'on lui permet de s'installer avant l'arrivée des champignons pathogènes et a une action est donc préventive. En plus, Il permet au niveau des racines de créer un manchon protecteur autour des plants et ainsi contrer l'entrée des agents pathogènes à l'intérieur de ces racines. Une fois que le *Trichoderma* est installé, il peut avoir un effet stimulant pour la plante en l'absence de champignons pathogènes [21]. Les deux fertilisants biologiques ont été caractérisés au Bureau National des Sols (Bunasols) du Burkina Faso.

2-5. Conduite des essais

Les essais ont été conduits sur des parcelles expérimentales du centre agro-écologique de GIE-BIOPROTECT du Burkina Faso en 2019. La variété de l'oignon a été semée en pépinière le 18 juin 2019 dans une terre désinfectée au préalable à la chaleur. Deux semaines après une levée générale soit le 03/06/ 2019 a été observée. Quarante jours après semi (JAS) les plantules d'oignon ont été repiquées. Les fertilisants biologiques (*Bokashi* et compost enrichi au *Trichoderma harzianum*) composés de 30 t ha⁻¹ soit 3 kg de fertilisants bien décomposés par parcelle de 2 m² ont été appliqués manuellement comme fumure de fonds en début de l'expérimentation et de l'entretien pendant la croissance des plants. En plus, le NPK (14-24-14) a été apporté en deux fractions (14 JAR et 28 JAR) et l'urée (46 %) a été apportée en une fraction (28 JAR). L'irrigation était faite selon le taux d'humidité du sol, car l'expérimentation a été mise en place en saison hivernale. En l'absence de pluie, l'eau était apportée aux plantes par un arrosage à l'aide d'arroseurs à partir d'un barrage situé à proximité du champ expérimental. Toutes les opérations de sarco-binage ont été réalisées manuellement deux semaines après repiquage. Le désherbage a été effectué 2 fois : le premier désherbage a été effectué à 15 jours après repiquage et le deuxième un mois après repiquage afin d'éviter la concurrence des mauvaises herbes. Des traitements phytosanitaires ont été effectués contre les attaques de chenilles et les criquets avec du *Piol*, contre les termites avec du *BioPoder* à 16 JAR et ce, une fois par semaine après le premier traitement jusqu'à la récolte.

2-6. Méthode de collecte de données

L'échantillonnage des sols a été fait de manière à couvrir la variabilité spatiale de chaque parcelle élémentaire. Pour la caractérisation physico-chimique du sol du site expérimental vingt-deux échantillons ont été prélevés dont un échantillon composite avant la mise en place des tests d'expérimentation et 21 échantillons après la récolte de la culture d'oignon. Les prélèvements ont été effectués en tenant compte de la toposéquence (haut de pente, versant ou mi- pente et bas de pente). Les paramètres agronomiques tels que le diamètre au collet, le nombre de feuilles ainsi que la hauteur des plants d'oignon ont été effectués sur 15 bulbes d'oignon sélectionnées au hasard à 27 JAR, 41 JAR, 55 JAR et 69 JAR. De même que les paramètres de rendements (Longueur des bulbes, diamètre des bulbes et le rendement) ont été effectués après la récolte soit 93 JAR.

2-7. Analyses physico-chimiques des sols

Pour la caractérisation physico-chimique des sols du site expérimental, des échantillons composites de sol à une profondeur de 0-20 cm par parcelle élémentaire ont été prélevés à l'aide d'une tarière hélicoïdale à la fin de la culture d'oignon afin d'évaluer le niveau de la fertilité du sol. Les échantillons de sols prélevés ont été séchés à 40°C pendant quatre jours dans une étuve de marque SHIMADZU et de type STAC S-50M, puis broyés à l'aide d'un appareil mécanique de type TM-25S et tamisés à 0,1 mm et ensachés pour analyse au laboratoire Sol eau plante du Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation de Kamboinsé (CREAF - K). Les analyses chimiques ont été faites suivant les méthodes d'analyses développées par Blume (1985) [22]. Ces analyses ont consisté à la détermination du pH (eau) (méthode potentiométrique dans un rapport sol/eau distillée de 1/2,5); de l'azote total (méthode de kjeldahl) ; du carbone organique (méthode de Walkley & Black) ; du potassium échangeable (la méthode de l'acétate d'ammonium 1 N à pH = 7) ; du phosphore assimilable (méthode Bray 1) ; du magnésium et du calcium échangeables (titrimétrie EDTA (Acide Ethylène-Diamine-Tétra-Acétique) [23].

2-8. Analyses statistiques

Le logiciel XLSTAT Pro version 7.5.2 a servi à l'analyse des données. Ces analyses statistiques ont essentiellement consisté en des analyses de variance (ANOVA) à un facteur suivi du test de Newman-Keuls au seuil de 5 % ($p < 0,05$) pour la séparation des moyennes. La construction des graphes a été réalisée à partir du logiciel Rstudio 1.1.423 combiné avec le logiciel R 3.4.3.

3. Résultats et discussion

3-1. Caractéristiques chimiques des fertilisants biologiques

Le **Tableau 1** présente les caractérisations chimiques des fertilisants biologiques appliqués. Il en ressort de l'analyse, une richesse en nutriments du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* comparativement au compost *Bokashi* malgré que ce dernier contienne une plus grande quantité de matière organique. Cela pourrait être lié à la présence du *Trichoderma harzianum* dans le compost enrichi, champignon se développant dans le sol et pouvant exercer une concurrence spatiale et nutritive [24]. Ces résultats corroborent avec ceux de Harman (2006) [24] a réussi à démontrer que ce champignon a la capacité de libérer des molécules bioactives et de faciliter l'approvisionnement en nutriments. De même, Sawadogo et al. (2019) [5] ont montré aussi que la forte teneur en azote, phosphore et potassium dans ce compost serait dû au *Trichoderma harzianum* ayant la capacité de coloniser le milieu dans lequel il se trouve et de favoriser la minéralisation de la matière organique. De même, la faible teneur en éléments nutritifs du compost *Bokashi* serait probablement due au lessivage lors de l'arrosage et en plus, le rapport de C/N étant suffisamment élevé dans ce compost peut être une source défavorable à la minéralisation de la matière organique d'où la faible teneur en éléments nutritifs.

Tableau 1 : Teneurs en N, P, K, des fertilisants biologiques fabriqués

Type fertilisant biologique	Carbone total	Azote total	Potassium total	Phosphore total	C/N	pH	T(°C)
	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		g kg ⁻¹			
Compost <i>Bokashi</i>	12,25	0,81	7,85	4,68	15	8,2	26,5
Compost enrichi au <i>Trichoderma harzianum</i>	11,56	1,08	11,42	10,44	11	7,9	27,6

3-2. Effets des différents traitements sur les propriétés physico-chimiques du sol avant et après la récolte de l'oignon

Le tableau (**Tableau 2**) d'analyse de variance (au seuil de 5 %) indique que l'apport des deux types de fertilisants biologiques a eu des effets très hautement significatifs ($p < 0,0001$) sur le pH (eau), la teneur du sol en carbone organique, phosphore total, et en calcium ceci après la récolte de l'oignon. Les teneurs en carbone organique, en P et N total des sols après ont augmenté significativement sur les parcelles ayant reçu le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* comparativement aux autres traitements ceci après la récolte de l'oignon (**Tableau 2**). En effet, l'incorporation de ces deux composts a modifié les propriétés chimiques du sol après la culture de l'oignon. L'analyse de variance (au seuil de 5 %) révèle que l'apport des différentes formes de fertilisants biologiques a eu des effets très hautement significatifs ($p < 0,0001$) sur le pH (eau) qui sont légèrement neutre, ce qui est confirmé les observations faites par Amadji et al. (2001) [25] après incorporation de différents types de composts pour la culture de chou et de l'amarante. Un pH voisin de la neutralité constitue un atout pour une meilleure absorption racinaire des éléments nutritifs [26]. La neutralité du pH obtenu dans le cas de cette étude est certainement liée au lessivage et certains cations comme le calcium dans le sol. De même, le compost *Bokashi* a aussi significativement modifié les teneurs du sol en ces éléments nutritifs comparativement au témoin absolu (T0) et à la FMV. Par ailleurs, l'apport de fumure minérale vulgarisée (T3) au sol a causé un appauvrissement en phosphore dans le sol. L'analyse statistique révèle une baisse de 6 g/kg de phosphore en T3 (FMV) en fin de culture par rapport au sol sans apport de fertilisant (T0). Cela est dû une application exclusive de fumure minérale sur la parcelle d'expérimentation qui à entrainer des effets négatifs sur les propriétés chimiques du sol [27, 28]. Les analyses des paramètres chimiques (**Tableau 2**) du sol ont aussi révélé que l'application des fertilisants biologiques a permis d'augmenter considérablement la quantité de matière organique, car la quantité de matière organique est passée de 0,517 % en T0 (sol avant apport d'amendements) à 7,83 % en T1 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum*) soit une évolution positive de 7,316%. Ceci corrobore les observations faites par Schöl et al. (1997) [29] après l'utilisation de la fumure organique sur la culture de la tomate. De plus, l'effet bénéfique des fumures organiques sur les propriétés chimiques du sol a été prouvé par certains auteurs [29]. En effet, selon Delville (1996) [30], l'utilisation de fumier combiné à du compost contribue à maintenir le niveau de matière organique dans le sol, car une fois répandu sur un champ, le compost fournit des substances nutritives et augmente le niveau de matière organique du sol. Les résultats obtenus (**Tableau 2**) montrent que les différentes doses d'application ont eu des effets significatifs sur les teneurs en calcium et magnésium au niveau des parcelles ayant reçu le compost *Trichoderma harzianum* (T2). Les teneurs en azote total, en carbone

organique, en phosphore total et en cation échangeables (Ca^{2+} et Mg^{2+}) observées au niveau du sol après la récolte de l'oignon sont très supérieures à celles obtenues avant l'installation des essais. De plus, le rapport de C/N obtenu du sol après la mise en place de l'essai est inférieur à 25, quel que soit le type de fertilisants biologiques utilisés comparativement à celui obtenu au début de l'essai. Selon Biao et *al.* (2017) [26], lorsque le rapport de C/N est inférieur à 25, la libération d'ammonium et de nitrates l'emporte sur la réorganisation et l'alimentation azotée des plantes devient possible à partir des réserves azotées du sol. Cette observation corrobore avec celle de Bello et *al.* (2012) [31]. Ainsi, les deux fertilisants biologiques ont donc amélioré les propriétés du sol et favorisé la nutrition azotée de l'oignon. Les résultats sont donc conformes à ceux de Douglas et *al.* (2003) [32] après application de cinq types de compost à base des résidus non agricole. Aussi, la somme des bases échangeables obtenue pour les deux types de fertilisants après la récolte de l'oignon varie de 4 à 9 cmol/kg ce qui justifie réellement la contribution des deux fertilisants biologiques dans l'amélioration des bases échangeables du sol juste après une première culture.

Tableau 2 : teneur du sol en N, P, K, Ca²⁺, et Mg²⁺ Propriétés chimiques des sols en profondeur de 0-20 Cm

Traitements	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Matière organique	C _{total}	N _{total}	K _{total}	P _{total}	C/N	pH	
	cmol/kg	cmol/kg	%	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		(eau) (KCl)	
T'0	0,85 ^c	3,4 ^c	0,517 ^f	0,300 ^d	0,224 ^e	1,02 ^d	125 ^c	13 ^a	7,22 ^a 7,34 ^b	
T0	1,21 ^a	1,2 ^b	0,657 ^e	0,383 ^e	0,233 ^d	1,13 ^c	85 ^e	16 ^a	5,33 ^e 5,72 ^a	
T1	1,14 ^a	2,1 ^a	7,833 ^a	4,570 ^a	2,984 ^a	1,52 ^a	144 ^a	15 ^a	7,2 ^a 6,55 ^a	
T2	0,86 ^c	3,8 ^f	6,696 ^b	3,907 ^b	2,953 ^a	1,47 ^a	136 ^b	13 ^a	6,95 ^b 6,47 ^a	
T3	1,10 ^b	3,2 ^c	5,228 ^d	3,050 ^d	1,811 ^c	1,30 ^b	119 ^d	17 ^a	5,95 ^d 5,89 ^a	
T4	0,95 ^c	1,4 ^e	5,93 ^c	3,460 ^c	2,320 ^b	1,32 ^b	127 ^c	15 ^a	6,83 ^b 6,18 ^a	
T5	1,09 ^b	2,7 ^d	5,905 ^c	3,470 ^c	2,424 ^b	1,41 ^{ab}	136 ^b	14 ^a	6,33 ^c 6,43 ^a	
	ddl						5			
	P-Value				0,0001					
	Signification (5%)				***					

Légende : Test de Newman au seuil de 5 %. Les résultats sont les moyennes de trois répétitions. Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %. *** : très hautement significatif. T'0 = sol avant apport d'amendements ; T0 = témoin absolu ; T1 = compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + 1/2 FMV ; T2 : compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ; T3 : FMV ; T4 = compost Bokashi + 1/2 FMV ; T5 = compost Bokashi. Les valeurs suivies des lettres différentes (a, b, d, e, f) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Student-Newman-Keuls pour la colonne considérée.

3-3. Effets des traitements sur les paramètres agro-morphologiques de l'oignon

3-3-1. Effets des traitements sur la hauteur des plants

Les hauteurs moyennes des plants d'oignon en fonction des traitements aux composts biologiques appliqués sont présentées dans le **Tableau 3**. Ce tableau montre que la hauteur de l'oignon s'est accrue de 11,24 cm à 35,52 cm avec les différentes doses de composts biologiques apportées, du 27^{ème} au 69^{ème} JAR. Le résultat des analyses statistiques (variance au seuil de 5 %) présenté dans le **Tableau 3** indique que l'effet des doses de compost appliquées est significatif sur l'élongation des plants d'oignon mesurée à partir du 55 JAR (H55). La plus faible hauteur est liée au témoin T0 à 27 JAR et la plus élevée au traitement T1 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum* +1/2 FMV) à 69 JAR. Ainsi, le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a favorisé une meilleure croissance en hauteur des plants d'oignon par rapport au compost *Bokashi* et au témoin absolu. L'effet bénéfique du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* est une fois de plus constaté. En effet, certains auteurs [33 - 35] stipulent que l'effet de diverses souches du *Trichoderma harzianum* induit la meilleure réponse de stimulation des paramètres de croissance des plants d'oignon. Ainsi, les plantes inoculées par cette souche ont montré une meilleure croissance axiale (hauteur des pousses). De même, les travaux de Shawky [36] ont rapporté que la stimulation de croissance des plantes par le *Trichoderma harzianum* serait due à l'augmentation du transfert des nutriments à partir du sol jusqu'aux racines grâce à la colonisation de celles-ci par le *Trichoderma*. Comme l'on démontré Ousley [37] le *Trichoderma harzianum* améliore l'acheminement des nutriments du compost jusqu'aux racines et ils ont d'ailleurs supposé que la réponse de stimulation des plantes serait due à la capacité du *Trichoderma harzianum* à inactiver les matières toxiques du sol qui inhibent la croissance des plantes. L'intérêt de l'utilisation de fertilisant biologique semble résider dans le respect de la cadence d'assimilation des éléments nutritifs en rapport avec les besoins nutritifs de l'oignon. Cet argument a été avancé par des auteurs [3, 31, 35] qui ont affirmé que les besoins en azote de l'oignon sont importants en phase végétative et l'absorption de P et K doit être suffisante à la phase de grossissement du bulbe pour permettre la synthèse des glucides simples.

Tableau 3 : Variations de la hauteur (cm) des plants d'oignon à 27, 41, 55 et 69 JAR en fonction des traitements de composts appliqués

Traitements	Jour après repiquage (JAS)			
	27	41	55	69
T0	11,239 ^a ± 0,75	16,204 ^a ± 1,32	24,617 ^b ± 3,29	25,414 ^a ± 5,07
T1	13,990 ^a ± 1,08	21,361 ^a ± 0,73	31,583 ^{ab} ± 3,91	30,418 ^a ± 4
T2	15,978 ^a ± 2,05	23,802 ^a ± 2,22	35,517 ^a ± 0,25	28,699 ^a ± 1,58
T3	14,837 ^a ± 4,24	20,463 ^a ± 5,45	27,803 ^{ab} ± 5,44	23,919 ^a ± 2,67
T4	15,961 ^a ± 2,04	23,021 ^a ± 4,23	34,820 ^{ab} ± 4,59	28,915 ^a ± 2,50
T5	14,631 ^a ± 2,5	21,703 ^a ± 4,15	32,030 ^{ab} ± 3,80	28,147 ^a ± 3,98
ddl	5	5	5	5
Signification	NS	NS	S	NS
Probabilité	0,232	0,189	0,034	0,278

Légende : les moyennes affectées d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % ; S = significatif, NS = Non significatif. Les valeurs suivies des lettres différentes (a, b) sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après le test de Student-Newman-Keuls pour la colonne considérée.

3-3-2. Effets des traitements sur le diamètre au collet des plants

L'effet des traitements sur le diamètre moyen au collet des plants d'oignon est représenté sur la **Figure 2**. L'analyse statistique révèle que les traitements n'ont eu aucun effet significatif sur les croissances en diamètre au collet dans la production de l'oignon. Toutefois, les croissances en diamètre au collet les plus importantes ont été observées au niveau des sols amendés avec les fertilisants biologiques. De façon spécifique, l'application du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a permis d'obtenir les meilleurs résultats par rapport au compost Bokashi sur la croissance du diamètre au collet. Ainsi, les traitements T1 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + $\frac{1}{2}$ FMV), T4 (compost *Bokashi* + $\frac{1}{2}$ FMV), T3 (FMV), T2 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum*) ont présenté les plus gros diamètres au collet. Ces résultats concluants du *Trichoderma harzianum* sur les paramètres de croissance des plants d'oignon corroborent avec ceux de maints auteurs [38 - 40].

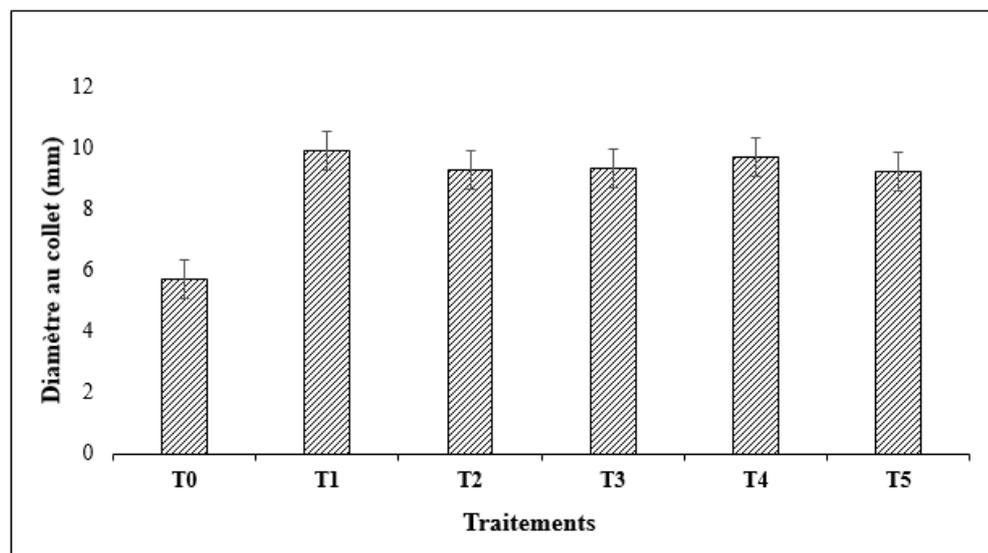


Figure 2 : Variation du diamètre au collet des plants d'oignon

Légende : T0 : Témoin absolu ; T1 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + $\frac{1}{2}$ FMV ; T2 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ; T3 : FMV ; T4 : Compost *Bokashi* + $\frac{1}{2}$ FMV ; T5 : Compost *Bokashi*

3-3-3. Effets des traitements sur la longueur et le diamètre des bulbes

Les variations de la longueur et du diamètre des bulbes sont consignées dans le **Tableau 4**. Les résultats d'analyse statistique n'indiquaient aucune différence significative ($p > 0,05$) pour ces deux paramètres, peu importe le traitement appliqué. Toutefois, les longueurs de bulbes les plus considérables ont été observées en T1 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + $\frac{1}{2}$ FMV) avec 4,407 cm et les diamètres de bulbes les plus volumineux ont été obtenus en T2 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum*) avec 48,96 mm. Le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* avait de nouveau présenté les meilleurs résultats. Ceci est d'autant plus en accord avec les travaux de Mouria et al. [33] qui ont étudié l'effet du *Trichoderma harzianum* sur la croissance de plants de tomate en hydroponie. Ils sont arrivés à conclure que l'inoculation de la tomate avec une souche de *Trichoderma* permettait d'augmenter significativement la surface racinaire et le poids des plantules in vitro ainsi que le rendement.

Tableau 4 : Variation de la longueur (Lble) et du diamètre des bulbes (Dble) d'oignon en fonction des traitements au 69 JAR

Longueur (cm) et diamètre (mm) des bulbes d'oignon		
Traitements	Lble	Dble
T0	3,340 ^a ±0,69	31,851 ^a ±5,95
T1	4,407 ^a ±0,78	46,233 ^a ±6,93
T2	4,027 ^a ±0,44	48,961 ^a ±5,47
T3	3,793 ^a ±0,31	37,854 ^a ±8,78
T4	3,967 ^a ±0,34	43,081 ^a ±8,01
T5	3,760 ^a ±0,33	46,402 ^a ±3,02
Ddl	5	5
Signification	NS	NS
Probabilité	0,292	0,066

Légende : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. NS : Non significatif, ddl : degré de liberté. T0 : Témoin absolu; T1 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + 1/2 FMV ; T2 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum*; T3 : FMV ; T4 : Compost Bokashi + 1/2 FMV ; T5 : Compost Bokashi

3-3-4. Effets des fertilisants biologiques et des traitements sur le rendement de l'oignon

La réponse du rendement moyen en bulbes frais d'oignon aux traitements de fertilisants biologiques appliqués est présentée dans la **Figure 3**. Cette figure montre que les différents traitements ont eu des effets très hautement significatifs sur le rendement de l'oignon. Le rendement en bulbes frais d'oignon s'est accru de 21,12 t/ha ± 5,05 à 41,08 t ha⁻¹ ± 1,86) avec les différents traitements. Les résultats des différents types de fertilisants biologiques ont montré que l'effet des traitements sur le rendement en bulbes frais d'oignon est très hautement significatif ($p < 0,009$) et qu'il existe des différences très hautement significatives entre tous les niveaux de rendements obtenus avec les différents traitements. La plus forte production d'oignon est observée au niveau du traitement T2 (compost enrichi au *Trichoderma harzianum*). Les résultats obtenus sur la grosseur des bulbes d'oignon confirment la richesse du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* en azote, d'où le rendement élevé enregistré pour l'oignon (36,32 ± 1,87 t ha⁻¹) par rapport aux composts *Bokashi* (29,27 ± 3,02 t ha⁻¹) et au témoin absolu (26,82 ± 5,05 t ha⁻¹). Ceci corrobore les observations faites par Sawadogo [5, 40] après utilisation du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* sur la production de la tomate sur sol. Les mêmes résultats ont été obtenus par plusieurs auteurs [12, 23] après utilisation du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* sur la production de la tomate et de l'oignon respectivement sur un sol ferrallitique. En effet, l'azote étant un élément constitutif de la chlorophylle, il est un facteur déterminant dans la croissance et la détermination du rendement des plantes d'oignon [1, 2]. Les effets positifs du compost enrichi au *Trichoderma harzianum* sont apparus plus explicitement sur le développement du système racinaire [13], ce qui a permis de voir les améliorations très claires en réponse du traitement T2. La production d'oignon est globalement faible au niveau du traitement T5. Cette faiblesse s'explique par le fait que, dans le compost *Bokashi* la teneur en azote a été préjudiciable pour l'oignon. Aussi, selon Sawadogo [5], la fertilisation doit être mesurée et limitée pour avoir un excès d'azote. De plus, des questions de sauvegarde de l'environnement contre les risques de pollution du sol en nitrate et son accumulation dans les plantes [13, 41] peuvent amener à ne pas suggérer une telle dose pour la production durable de l'oignon. En effet, lorsqu'on associe ce compost avec la fumure minérale vulgarisée, la performance du compost *Bokashi* s'améliore et passe ainsi à 30,78 t ha⁻¹ soit une augmentation du rendement de 1,58 t ha⁻¹. L'ajout de la fumure minérale vulgarisée au compost enrichi au *Trichoderma harzianum* aurait certainement un effet nuisible sur le rendement de l'oignon.

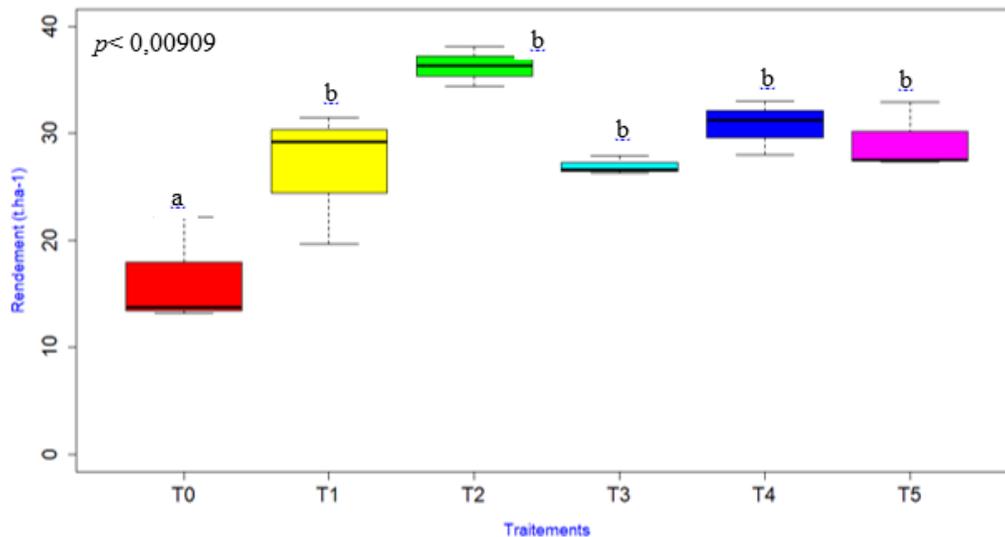


Figure 3 : Rendement (t/ha) en bulbes d'oignon frais obtenu avec les différents traitements appliqués.

Légende : Les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %. T0 : Témoin absolu ; T1 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* + 1/2 FMV ; T2 : Compost enrichi au *Trichoderma harzianum* ; T3 : FMV ; T4 : Compost Bokashi + 1/2 FMV ; T5 : Compost Bokashi. Les valeurs moyennes portant des lettres différentes (a, b) sont significativement différentes au seuil de 5 % d'après le test de Student-Newman-Keuls.

4. Conclusion

Ce travail sur l'effet 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 a particulièrement révélé un effet très positif sur les paramètres chimiques du sol et agronomiques de l'oignon dans la région du centre ouest du Burkina Faso. L'apport compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a amélioré significativement les propriétés physico-chimiques du sol après la récolte de l'oignon et le rendement en bulbes d'oignon, ceci avec le traitement T2. Il a donc eu des effets positifs très marqués sur les bulbes de l'oignon. Par compte, le compost Bokashi n'a pas influencé significativement le rendement et les paramètres du sol comparativement au compost enrichi au *Trichoderma harzianum*. Aussi, l'apport du compost enrichi *Trichoderma harzianum* a également amélioré les teneurs du sol en phosphore, en azote, en potassium, et en base échangeable (calcium, magnésium) comparativement au niveau initial de fertilité du sol avant la mise en place des essais. De même, les rendements de l'oignon les plus conséquents ayant été obtenus avec le traitement du compost enrichi au *Trichoderma harzianum*, sa combinaison de la fumure minérale vulgarisée a causé une diminution du rendement de l'oignon comparativement au rendement du traitement compost enrichi au *Trichoderma harzianum* seul. D'une manière générale, le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* a montré plus d'effets bénéfiques sur les paramètres agro-morphologiques et de rendement de l'oignon de même que sur les propriétés chimiques du sol par rapport au compost *Bokashi*. Ainsi, pour une agriculture durable et performante, l'utilisation des deux fertilisants biologiques se révélerait être une alternative satisfaisante aux problèmes de l'agriculture. Leur vulgarisation à dose de 0,5 t/ha pourrait être recommandée pour un bon rendement de l'oignon.

Références

- [1] - G. ALI, S. KOUSSAO, N. JEANNE, T. MAMOUDOU, S. MAHAMADOU, *Journal of Applied Biosciences*, 139 (1) (2019) 14178 - 14190, <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v139i1.5>
- [2] - G. ALI, S. KOUSSAO, T. MAMOUDOU, S. MAHAMADOU, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34 (3) (2017) 5491 - 5508, <http://www.m.elewa.org/JAPS>
- [3] - M. W. V. TARPAGA, O. NEYA, A. ROUAMBA, Z. TAMINI, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 9 (2) (2011) 1169 - 1178, <http://www.biosciences.elewa.org/JAPS>
- [4] - T. G. DABIRE, S. BONZI, I. SOMDA, A. LEGREVE, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (3) (2016) 804
- [5] - J. SAWADOGO, B. W. M. OUEDRAOGO, P. J. D. A. COULIBALY, C. A. SAVADOGO, A. KABORE, J. B. LEGMA, *Science et technique, Sciences naturelles et appliquées*, 38 (1) (2019) 35 - 50
- [6] - D. SORO, Y. M. N'GUETTA, K. C. AYOLIE, A. H. EPSE DIALLO, *Revue ivoirienne en Science et Technologie (REVIST)*, 34 (1) (2019) 178 - 190
- [7] - M. TRAORE, D. YONLI, A. GARANE, S. BIRBA, A. SAWADOGO, J. NIKIEMA, *Agronomie Africaine*, 28 (2) (2016) 73 - 83
- [8] - F. LOMPO, 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, Université de Cocody (2009), 254 p.
- [9] - P. D'ARC COULIBALY, D. OKAE-ANTI, B. OUATTARA, J. SAWADOGO, M. SEDOGO, *Journal of Agricultural and Crop Research*, 8 (7) (2020) 140 - 146
- [10] - B. V. BADO, Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso, Laval, Université Laval (2002), 184 p.
- [11] - J. BOGA, Etude expérimentale de l'impact de matériaux de termitières sur la croissance, le rendement du maïs et du riz et la fertilité des sols cultivés en savanes sub-soudanaises, Booro-Borotou (Côte d'Ivoire), Thèse de doctorat de l'Université de Cocody, Abidjan (2007), 231 p.
- [12] - W. B. M. OUEDRAOGO, Évaluation de l'effet de trois amendements organo-biologiques sur la production de la tomate (*Lycopersicon esculentum* mill. Solanacée) : Cas de Soala, Mémoire de fin de cycle, IPS, L'Institut Polytechnique privé Shalom (IPS) (2019), 52 p.
- [13] - A. SAÏDOU, S. BACHABI, G. PADONOU, O. BIAOU, I. BALOGOUN, D. KOSSOU, *Rev. CAMES-Série A*, 13 (2) (2012) 281 - 285, <https://bec.uac.bj/uploads/publication/c1525b841db5cbaf87deecf9724b9df1.pdf>
- [14] - S. GE, H. XU, M. JI, Y. JIANG, *Open Journal of Soil Science*, 3 (05) (2013) 213 - 217, <http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2013.35025>
- [15] - M. P. SEDOGO, Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité., Université Nationale de Côte d'Ivoire (1993), 285 p.
- [16] - B. V. BADO, M. P. SÉDOGO, M. P. CESCAS, F. LOMPO, A. BATIONO, *Cahiers Agricultures*, 6 (6) (1997) 571 - 575
- [17] - M. BONZI, Evaluation et déterminisme du bilan de l'azote en sols cultivés du centre Burkina Faso : Etude par traçage isotopique ¹⁵N au cours d'essais en station et en milieu paysan., Institut National Polytechnique de Lorraine (2002), 182 p.
- [18] - P. J. D. A. COULIBALY, J. SAWADOGO, B. OUATTARA, W. C. VALÉA, D. OKAE-ANTI, J. B. LEGMA, E. COMPAORÉ, *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 8 (5) (2020) 124 - 136
- [19] - C. E. H. AYIDEGO, 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 (2019), 103 p.
- [20] - FAO, Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique Subsaharienne. Rome, Italie, FAO, (2003), 55

- [21] - K. ABIDET, A. DJABIL, 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 (2018), 120 p.
- [22] - H.-P. BLUME, *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 148 (3) (1985) 360 - 368, <https://doi.org/10.1002/jpln.19851480319>
- [23] - F. L. J. BAMBARA, Etude de l'efficacité de deux fertilisants organo-biologiques sur la production de l'oignon (*Allium cepa L.*) et les propriétés chimiques des sols dans la région du centre Ouest du Burkina Faso, Diplôme de la Licence Professionnelle, Institut Polytechnique Privé Shalom (IPS) (2020), 65 p.
- [24] - G. E. HARMAN, *Phytopathology*, 96 (2) (2006) 190 - 194, 10.1094/PHYTO-96-0190
- [25] - G. AMADJI, D. MIGAN, Influence d'un amendement organique (compost) sur les propriétés physico-chimiques et la productivité d'un sol ferrugineux tropical. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*. 2 (2) (2001) 123 - 139
- [26] - O. BIAOU, A. SAIDOU, F. BACHABI, G. PADONOU, I. BALOGOUN, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 (5) (2017) 2315 - 2326, <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.29>
- [27] - B. BADO, A. BATIONO, M. CESCAS, *Biology and Fertility of Soils*, 43 (2) (2006) 171 - 176, <https://doi.org/10.1007/s00374-006-0076-7>
- [28] - H. ZEINABOU, S. MAHAMANE, N. H. BISMARCK, B. V. BADO, F. LOMPO, A. BATIONO, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (4) (2014) 1620 - 1632, <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.24> <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.24>
- [29] - M. C. SCHOLES, D. POWLSON, G. TIAN, *Geoderma*, 79 (1997) 25 - 47
- [30] - P. L. DELVILLE, Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel : Diagnostic et conseil aux paysans Collection "le point sur", (1996), 201
- [31] - S. BELLO, A. AHANCHEDE, G. AMADJI, G. GBEHOUNOU, N. AHO, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (6) (2012) 4058 - 4070, <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.16>
- [32] - J. DOUGLAS, M. AITKEN, C. SMITH, *Soil Use and management*, 19 (2) (2003) 135 - 138
- [33] - B. MOURIA, A. OUAZZANI-TOUHAMI, A. DOUIRA, *Phytoprotection*, 88 (3) (2007) 103 - 110, <https://doi.org/10.7202/018955ar>
- [34] - M. BTISSAM, O.-T. AMINA, D. ALLAL, *Journal of Applied Biosciences*, 70 (1) (2013) 5531 - 5543, www.m.elewa.org
- [35] - M. J. MIRABELLO, J. B. YAVITT, M. GARCIA, K. E. HARMS, B. L. TURNER, S. J. WRIGHT, *Soil Research*, 51 (3) (2013) 215 - 221, 10.1071/sr12188
- [36] - S. SHAWKY, A. AL-GHONAIMY, *Egyptian Journal of Agronomatology*, 14 (1) (2015) 45 - 61
- [37] - M. A. OUSLEY, J. M. LYNCH, J. M. WHIPPS, *Biology and Fertility of Soils*, 17 (2) (1994) 85 - 90
- [38] - B. V. BADO, A. BATIONO, F. LOMPO, M. P. SEDOGO, M. P. CESCAS, A. T. B. SAWADOGO, Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols et la productivité des systèmes de cultures. Synthesis of soil, water and nutrient management research in the Volta Basin. B.e. al. Nairobi, Kenya, Ecomedia Ltd : (2008) 127 - 141
- [39] - K. ZERGUINE, Etude in vitro du pouvoir antagoniste de *Trichoderma harzianum* vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate (*Lycopersicon esculantum*), Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, Université 8 MAI 1945 Guelma (2014) 93 p.
- [40] - S. JACQUES, Amendements organo-biologiques sur la production de la tomate "Une alternative à moindre coût pour la sécurité alimentaire en Afrique", *Editions Universitaires Européennes*, (2019), 49 pages
- [41] - E. COMPAORÉ, L.S. NANEMA, S. BONKOUNGOU, M.P. SEDOGO, *Journal of Applied Biosciences*, 33 (2010) 2076 - 2083