

Effets des Amendements Organiques sur la Gale Bactérienne et la Pourriture Apicale de la Tomate à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso

Traoré Oumarou

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Département
Substances Naturelles, Direction Régionale de l'Ouest,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Ouédraogo R. Adèle

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Département
Substances Naturelles, Direction Régionale de l'Ouest,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Dianda Z. Oumarou

Boro Fousseni

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Bouda Etienne

Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques, Ecole
Nationale de Formation Agricole de Matourkou,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Wonni Issa

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n33p17](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n33p17)

Submitted: 29 May 2023

Accepted: 08 November 2023

Published: 30 November 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Oumarou T., Adèle O.R., Oumarou D.Z., Fousseni B., Etienne B. & Issa W. (2023). *Effets des Amendements Organiques sur la Gale Bactérienne et la Pourriture Apicale de la Tomate à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (33), 17.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n33p17>

Résumé

L'étude a porté sur les effets des amendements organiques sur la gale bactérienne et la pourriture apicale de la tomate en milieu réel à l'Ouest du Burkina Faso. Un essai a été mis en place dans un dispositif en bloc de Fisher complètement randomisé. Il a comporté huit (08) traitements constitués des fertilisants organiques et minéraux tous répétés quatre (04) fois. L'incidence de la maladie et sa sévérité ont été évaluées ainsi que l'effet des traitements sur la qualité des fruits. La progression est relativement faible avec les déchets ménagers compostés associés aux engrais minéraux. La maladie est plus sévère avec les différents fertilisants pris individuellement. Dans l'ensemble, la maladie est évolutive avec tous les traitements.

Mots-clés: Fertilisants organiques, Gale bactérienne, Tomate, Burkina Faso

Effects of Organic Amendments on Bacterial Scab and Blossom End Rot of Tomato in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Traoré Oumarou

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Département
Substances Naturelles, Direction Régionale de l'Ouest,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Ouédraogo R. Adèle

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Département
Substances Naturelles, Direction Régionale de l'Ouest,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Dianda Z. Oumarou

Boro Foussemi

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Bouda Etienne

Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques, Ecole
Nationale de Formation Agricole de Matourkou,
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Wonni Issa

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
Institut de l'Environnement et de la Recherche Agronomique, Laboratoire de
Bactériologie, Station de Faroko-Bâ, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Abstract

The study focused on the effects of organic amendments on bacterial scab and apical rot of tomato in a real environment in western Burkina Faso. Indeed, a trial was set up in a completely randomized Fisher block design. It included eight (08) treatments consisting of organic and mineral fertilizers all repeated four (04) times. The incidence of the disease and its severity were evaluated as well as the effect of the treatments on the quality of the fruits. The disease is progressive with all treatments. However, the progression is relatively low with composted household waste associated with mineral fertilizers. The disease is more severe with the different fertilizers taken individually.

Keywords: Organic fertilizers, Bacterial scab, Tomato, Burkina Faso

Introduction

Au Burkina Faso les cultures maraîchères occupent une place importante parmi les filières agricoles (Ndonga, 1997). La tomate occupe la deuxième place après l'oignon en termes de superficie cultivée et de volume de production. Elle est cultivée en général sur tout le territoire national (MAHRH, 2011). Cependant, elle fait face à de nombreuses contraintes qui entravent sa culture. En effet, plus de 200 maladies sont recensées à travers le monde sur la tomate (Gry, 1994). Ces nombreuses contraintes parasitaires peuvent réduire les rendements de 90% (CORAF, 2010). Au nombre de ces contraintes figure la gale bactérienne provoquée par *Xanthomonas axonopodis*. Le genre *Xanthomonas* contient une diversité d'espèces capables de causer des dégâts considérables (Leyns *et al.*, 1984 ; Boro *et al.*, 2023). Parmi ces espèces, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *euvesicatoria*, *X. axonopodis* pv. *perforans*, et *X. axonopodis* pv. *gardneri* font principalement partie des agents pathogènes responsables de la gale bactérienne de la tomate (Hamza, 2010). La maladie apparaît dans toutes les régions de culture de la tomate et occasionne des pertes de rendement allant de 52 à 90% (Pohronezny *et al.*, 1990). Au Burkina Faso les dégâts sont importants. Les plus grandes incidences (43%) et sévérité (58,74%) de la maladie ont été enregistrées dans les sites maraîchers de la région des Hauts-Bassins (Boro *et al.*, 2023). A cela s'ajoute la nécrose apicale provoquée généralement par un manque de calcium dans les plantes. En effet, le calcium est responsable de la stabilité des parois cellulaires. Les cellules s'effondrent et les tissus concernés meurent en cas de carence (Rochat, 2021). Au regard des pertes économiques causées par ces maladies, il est impératif d'adopter une stratégie de lutte permettant de contrôler les agents pathogènes, augmenter la production de la plante et préserver l'environnement. Ainsi, la gestion intégrée de la fertilité des sols considérée comme durable et bénéfique sur les paramètres agro-morphologiques et sanitaires des cultures (Kitabala *et al.*, 2016) reste une des alternatives. C'est dans ce sens que trois (03) types de biofertilisants issus des déchets urbains non compostés, déchets ménagers et résidus des cultures compostés ont été formulés, analysés et testés sur la gale bactérienne et la nécrose apicale de la tomate en milieu naturel infesté.

Matériel et méthodes

Site d'étude

L'essai a été conduit au sein de la Direction de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation sise au secteur 18 dans la commune de Bobo-Dioulasso en plein champ (Figure 1). En effet, la

ville de Bobo-Dioulasso est la commune urbaine de la province du Houet dans la région des Hauts Bassins. Les sols sont en majorité hydromorphes sur cuirasse ancienne avec des caractéristiques physicochimiques variées (Tableau 1). Le climat est de type Sud soudanien et se caractérise par une longue saison sèche (octobre à avril) et une saison pluvieuse d'une durée de 5 mois (mai à septembre). La saison sèche se compose d'une période froide (novembre à janvier) et d'une période chaude (février à avril). Les pluies sont relativement abondantes mais inégalement réparties dans le temps et dans l'espace (Figure 2). L'ensemble de ces caractéristiques pédoclimatiques dans la localité entrave énormément la culture de la tomate en saison pluvieuse.

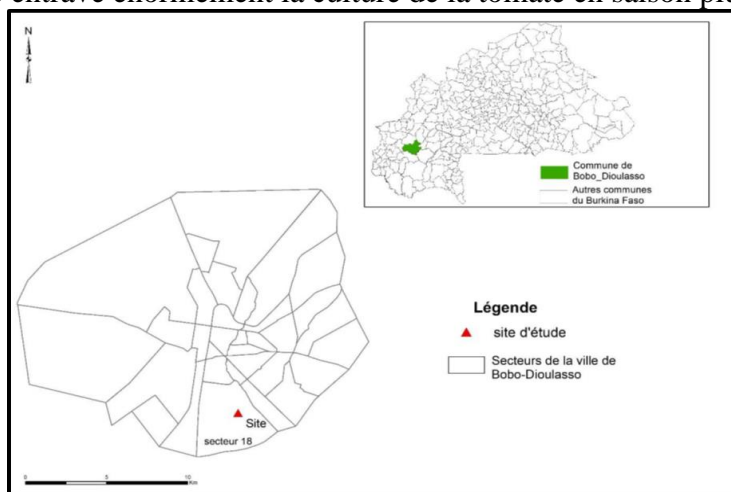


Figure 1. Carte de l'emplacement de l'essai

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Paramètres	Valeurs
Argile (%)	21,57
Limon (%)	16,69
Sable (%)	62,75
PHeau	5,82
C_Organique (%)	0,45
M_Organique (%)	0,78
N-total (%)	0,03
C/N	12,95
P_total (mg/kg)	76,83
P_Bray1 (mg/kg)	3,44
K_total (mg/kg)	802,51
K_dispo (mg/kg)	28,94

Légende : C : Carbone ; P : Phosphore ; M O : Matière Organique ; K : Potassium ; N : Azote

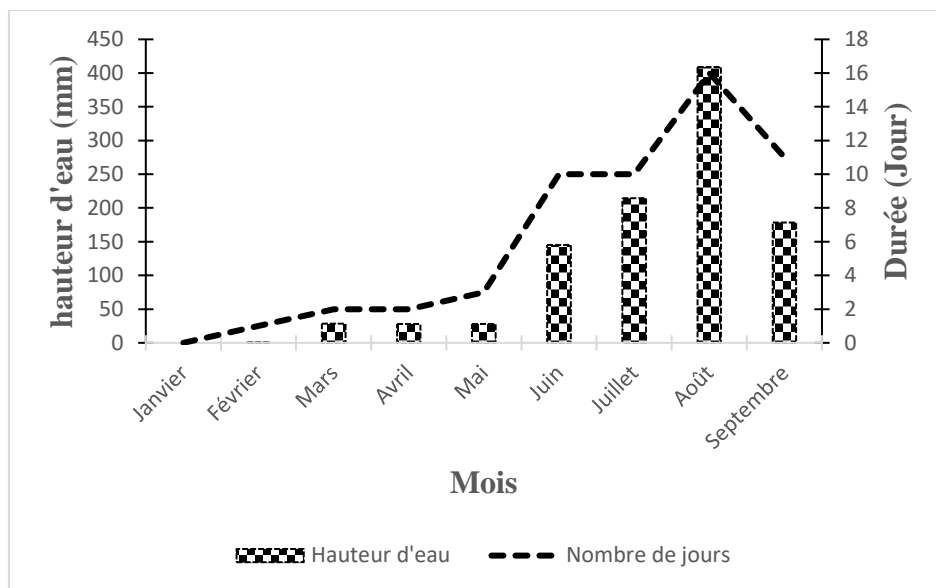


Figure 2. Répartition des pluies du début à la fin de l'expérimentation

Matériel végétal

La variété F1 Cobra 26 de tomate a été utilisée. C'est une variété hybride à croissance déterminée, cultivée en toute saison et appréciée par les maraîchers de la province du Houet pour sa très bonne vigueur, sa productivité (30 à 40 t/ha), et sa précocité (65 JAR). Elle est tolérante au TYLCV et au flétrissement bactérien, mais sensible à la galle bactérienne (Figure 3) et à certaines maladies physiologiques comme la nécrose apicale (RECA Niger, 2020). La galle bactérienne se manifeste sur les feuilles, les tiges, les pétioles et les fruits de tomate. Les lésions se présentent sous forme de zones circulaires saturées d'eau, d'abord vertes, puis brunes et nécrosées (Figure 4) (Hamza, 2010 ; Boro *et al.*, 2023).



Figure 3. Symptôme de la nécrose apicale sur un fruit de tomate

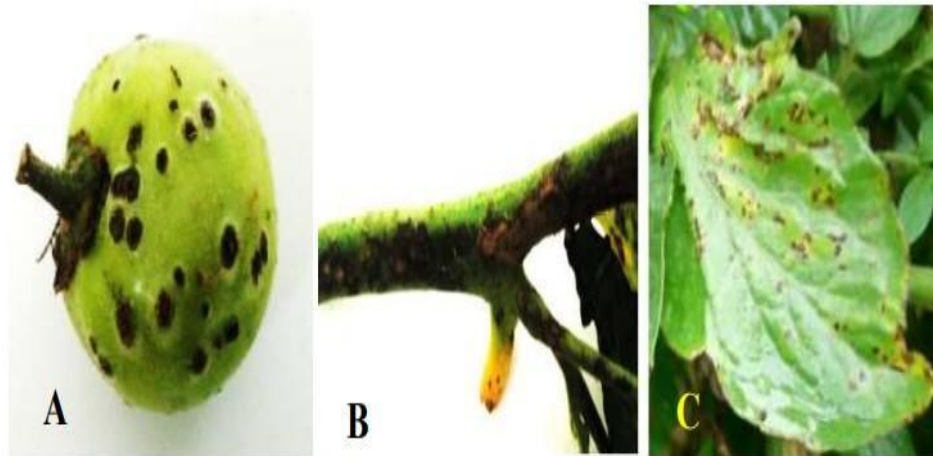


Figure 4. Symptômes de la gale bactérienne sur des organes de la tomate
A : Symptômes sur fruit, **B** : Symptômes sur tige, **C** : Symptômes sur feuille
Source : Boro *et al.* (2023)

Fertilisants

Quatre (04) fertilisants de différentes doses dont trois (3) organiques et un minéral ont été utilisés d'une part en individuel et d'autre part en combinaison d'un fertilisant organique avec le fertilisant minéral. Les différents traitements sont présentés dans le tableau 2. Le traitement témoin ne contenait aucun fertilisant.

Tableau 2. Traitements et fertilisants organiques utilisés

Traitements (T)	Types de fertilisants	Doses tonnes/ha
T1	aucune fertilisation	
T2	Compost de déchets ménagers	30
T3	Compost de résidus de cultures	30
T4	Déchets urbains non compostés	30
T5	NPK et Urée	0,3 et 0,2
T6	T2 +T5	
T7	T3 + T5	En fonction des doses indiquées
T8	T4 + T5	

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher complètement randomisé constitué de huit (08) traitements (Tableau 2). Chaque traitement a été répété quatre (04) fois. Les blocs étaient séparés de 1 m et les parcelles élémentaires de 0,5 m. En effet, chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 6,4 m². La parcelle élémentaire était divisée en cinq (05) lignes de 2 m chacune avec des écartements entre les plants de 80 cm x 40 cm soit 25 plants par parcelle élémentaire.

Analyse des fertilisants organiques

L'analyse des paramètres chimiques des fertilisants organiques a été faite au laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA Farako-Bâ. La matière organique, le carbone total, l'Azote total, le phosphore total, le potassium total et le pH-eau ont été évalués. Pour se faire, les échantillons ont été débarrassés de cailloux et broyés à un diamètre de 0,5 mm. La méthode utilisée pour la détermination de la matière organique a consisté à l'élimination de l'eau à 105°C, le composé calcaire dans un four à moufle à 550°C. En plus, la méthode de détermination du carbone s'est basée sur l'oxydation des échantillons au bicarbonate de potassium en présence d'acide sulfurique suivi de l'évaluation de l'excès du bicarbonate au spectrophotomètre à 650 nm. La caractérisation de l'azote total, du phosphore total, du Potassium total et du calcium s'est faite grâce à la minéralisation des échantillons en présence de l'acide salicylique, de peroxyde, catalysé au sélénium. La détermination des

différentes valeurs s'est faite au spectrophotomètre. Enfin, le pH-eau a été déterminé grâce à un pH mètre à électrode en verre.

Expérimentation

La préparation du sol a consisté à faire un labour à l'aide d'une charrue à 3 disques. Après la mise en place du dispositif expérimental, les différents fertilisants organiques (compost ou déchets urbains) ont été apportés comme fumure de fond dans les traitements concernés (T2, T3, T4, T6, T7, T8) à la dose indiquée soit 19,2 kg par parcelle élémentaire. Ces parcelles ont été surélevées du sol pour protéger les plants contre l'excès d'eau, faciliter le drainage et minimiser le lessivage des nutriments dans lesdites parcelles. Les plants vigoureux et sains ont été sélectionnés en pépinière au stade trois (03) à quatre feuilles (04) vraies et repiqués aux écartements de 80 cm x 40 cm à raison de 1 plant/poquet. La première fraction du NPK a été apportée deux (02) semaines après repiquage, et la deuxième au 50^{ème} jour après repiquage (JAR) en début de la floraison pour les traitements T5, T6, T7 et T8. L'urée a été épandue à la dose de 100kg.ha⁻¹ au 50^{ème} JAR pour les mêmes traitements. Trois (03) opérations de sarclage ont été réalisées (15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAR). Les opérations de buttage et de tuteurage pour lutter contre la verse des plantes et la pourriture des fruits ont été faites en début de floraison. L'irrigation s'est faite en cas de besoin depuis le repiquage jusqu'à la récolte. Les traitements contre les bioagresseurs ont été faits au besoin avec le K optimal (Lambda-Cyhalothrine 15g/L +Acetampride 20g/L ; EC) et le Pyral (Chlorpyrifos-ethyl 480g/l) contre les insectes.

Collecte des données

Les effets des différents traitements sur la galle bactérienne et la pourriture apicale ont été évalués à partir du repiquage des plants. Pour la galle bactérienne, l'évaluation s'est réalisée par l'observation directe des différents symptômes apparaissant sur les feuilles à travers la clé d'identification proposée par Brad Gabor et Wayne (1997). Quant à la nécrose apicale, les observations ont été effectuées en début de floraison, apparition et maturation des fruits. Après observation des symptômes de la galle bactérienne sur les feuilles, sa sévérité et son incidence ont été évaluées à l'aide de l'échelle de International Mycological Institute (1993) : 0 : sans tache, 1 : 1 à 10% de petites taches sur moins de 50% des feuilles ; 2 : 10 à 30% sur moins de 50% des feuilles, 3 : plus de 30% sur plus de 50% des feuilles.

Analyse des données

Le logiciel Excel 2010 a été utilisé pour la saisie des données et la construction des graphiques. L'analyse de variances a été réalisée pour

comparer les moyennes des taux d'incidence et de sévérité des maladies ciblées sur les feuilles et fruits selon le test de Newman-Keul au seuil de 5%.

Résultats

Caractéristiques chimiques des fertilisants

Le tableau 3 montre les résultats de l'analyse chimique des amendements organiques testés. Le compost des résidus de culture à une faible teneur en carbone (8,24%) comparativement aux deux (02) autres. Cependant, les déchets urbains non compostés renferment peu de minéraux essentiels comparativement aux deux (02) autres. On note aussi que le compost à base des déchets ménagers triés à la source a une plus forte teneur en phosphore (7145,21 mg.kg⁻¹) et en calcium (9712,66 mg.kg⁻¹), avec un pH plus basique (pH-eau= 9,24). Les deux (02) autres fertilisants organiques ont un pH alcalin. Tous les trois fertilisants ont un rapport C/N inférieur à 20.

Tableau 3. Caractéristiques chimiques des différents fertilisants organiques utilisés

Paramètres	Biofertilisants		
	Déchets ménagers compostés(T2)	Résidus de cultures compostés (T3)	Déchets ménagers non compostés (T4)
Carbone (%)	11,93	8,24	21,5
Azote (%)	0,66	0,42	1,26
C/N	18,17	19,81	17,26
P-Total (mg.kg ⁻¹)	7145,21	1226,68	1529,99
K-Total (mg.kg ⁻¹)	11921,83	11443,16	3702,82
Ca -Total (mg.kg ⁻¹)	9712,66	7143,53	3779,02
pH-eau	9,24	7	7,98

Effet des traitements sur l'incidence de la gale bactérienne au champ

La figure 5 présente les résultats de l'effet des différents traitements sur l'incidence de l'attaque foliaire de la gale bactérienne durant les observations. On note une différence significative de l'incidence de la maladie évaluées sur les trois (03) périodes d'observations. La maladie est évolutive avec tous les traitements. On constate que la vitesse est relativement faible avec tous les traitements durant la première observation. Les deux dernières observations montrent que toutes les plantes sont fortement et constamment attaqués quels que soient les traitements appliqués. En effet, pour cette maladie aucune plante n'est épargnée à la troisième observation.

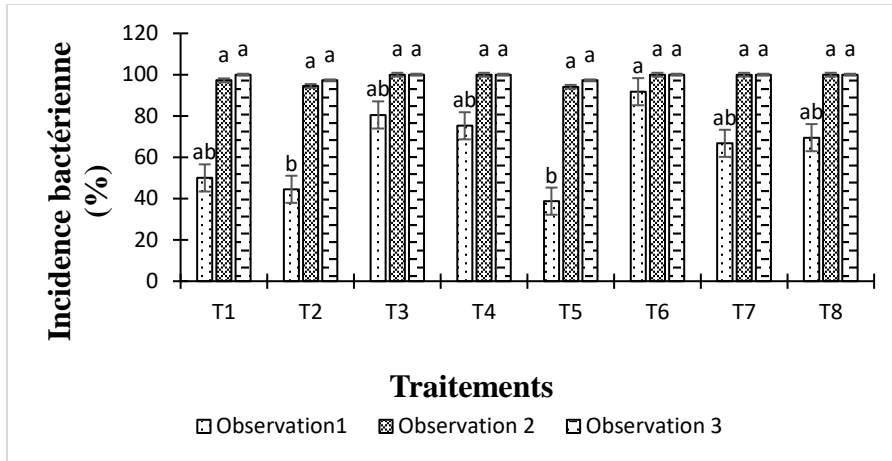


Figure 5. Incidence de la gale bactérienne au champ en fonction des traitements et par périodes d’observation

Les histogrammes ayant la même lettre, ne sont pas significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls. sévérité (2,3). Les engrais minéraux (NPK et Urée) une fois associés aux trois biofertilisants réduisent la sévérité de la maladie. sévérité (2,3). Les engrais minéraux (NPK et Urée) une fois associés aux trois biofertilisants réduisent la sévérité de la maladie.

Effet des traitements sur la sévérité de la gale bactérienne

La figure 6 présente les résultats de la sévérité de la gale bactérienne en fonction des différents traitements. En effet, il existe une différence significative entre les différents traitements ($P < 0.001$). En général, la maladie est plus sévère avec les différents fertilisants organiques pris individuellement excepté le compost des résidus de cultures (T3) qui a enregistré la plus faible

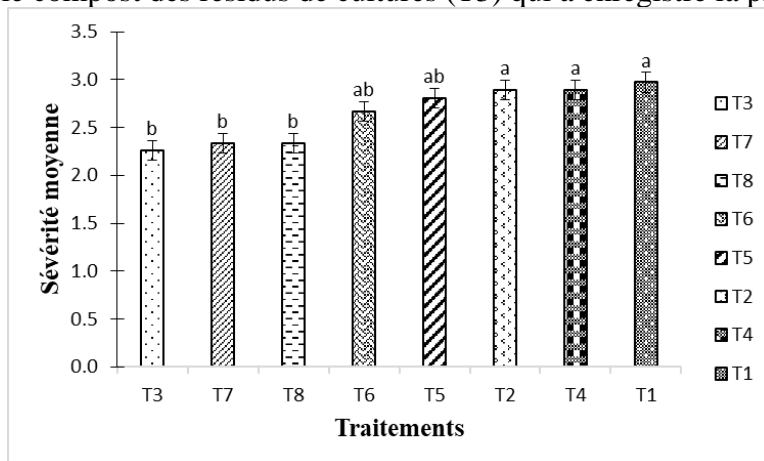


Figure 6 : Sévérité de la maladie en fonction des traitements

Les histogrammes ayant la même lettre, ne sont pas significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Effet des traitements sur l'Incidence de la nécrose apicale

La figure 7 présente les résultats de l'effet des différents traitements sur la nécrose apicale des fruits. Il existe une différence significative en fonction des traitements appliqués. Les fruits non nécrosés sont obtenus avec les ordures ménagères compostées et associées au NPK (T6). A cet effet, on a enregistré en moyenne, moins d'un fruit avec lesdits traitements. Cependant, la nécrose apicale a été sévère avec le témoins non fertilisé (T1) qui a enregistré en moyenne 20 fruits nécrosés par parcelle. On remarque dans l'ensemble qu'il y a moins de fruits nécrosés avec les biofertilisants.

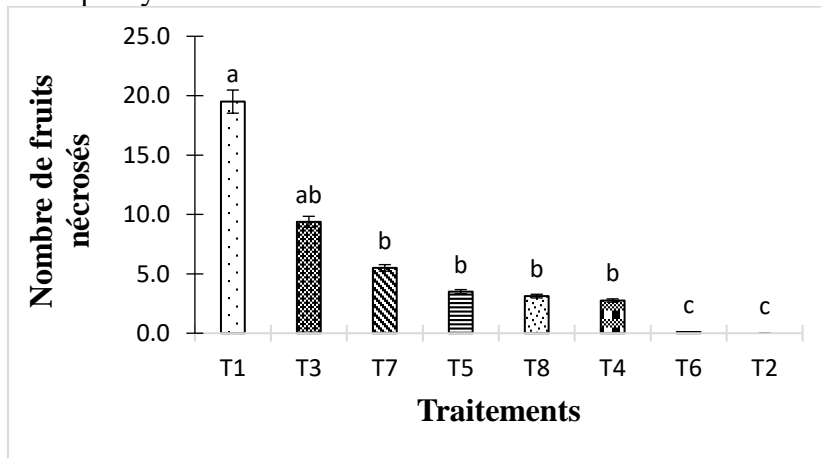


Figure 7. Incidence de la nécrose apicale par traitement

Les histogrammes ayant la même lettre, ne sont pas significativement différents au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

Discussion

Il ressort de cette étude que les trois (03) biofertilisants ont un rapport C/N compris entre 10 et 20 avec un pH neutre ou basique. Ces deux paramètres sont déterminant dans la maturité des composts formulés (Compaoré *et al.*, 2010). En effet, les composts matures ont un pH compris entre 7 et 9 et un rapport C/N compris entre 10 et 20. Ces résultats sont conformes aux normes internationales qui fixent pour les amendements organiques qualifiés de très riches, des teneurs en éléments fertilisants suivant : matière organique total > 5 %, Phosphore total > 0,3 %, l'azote total > 0,25 % et un rapport C/N de 20 et un pH neutre (AFNOR, 2002). Au regard de cela on peut dire que les trois biofertilisants sont stables. Les composts qui ont un C/N inférieur à 10 sont bien minéralisés et ont une faible dose en composés humifères. Ils ont

tendance à libérer plus rapidement les éléments minéraux comme les engrais de synthèse (Tahraoui, 2013). La teneur élevée en carbone des déchets ménagers non compostés comparativement aux deux (02) autres s'explique par la diversification des sources de carbone à ce niveau. En effet, la poudre de charbon provenant des lieux de vente du charbon de bois et les déchets électroménagers riches en carbones sont des sources potentielles de carbone dans les dépotoirs. Dans l'ensemble, on remarque une amélioration des paramètres agronomiques et sanitaires de la tomate avec les biofertilisants associés à la fumure minérale. Cette performance obtenue s'expliquerait par l'effet fertilisant et améliorant du compost sur les propriétés du sol combiné à l'effet du NPK et de l'Urée dont les éléments minéraux sont directement accessibles à la plante. Le compost a amélioré les propriétés du sol favorisant ainsi une bonne accumulation et un bon stockage des éléments minéraux en excès. Ces éléments sont au besoin utilisés par les plantes pour poursuivre leur développement. De ce fait, la résistance des plantes au pathologie est nettement améliorée (Michaud, 2016). Les plantes de tomate ont une bonne croissance lorsque dans le substrat de culture, il y a un apport de fertilisants organiques associés à la fumure minérale (Nacro, 2018). La matière organique serait une source supplémentaire d'éléments nutritifs qui catalyse l'efficacité des engrais minéraux. Elle rendrait les éléments nutritifs plus disponibles pour les plantes de tomate (Sawadogo *et al.*, 2020). En comparant les trois (03) fertilisants organique, le compost des déchets ménagers s'avère le plus efficace contre la gale bactérienne et la nécrose apicale. En ce qui concerne la gale bactérienne, l'efficacité du compost des résidus de culture serait dû à son pH neutre et son rapport carbone azote (presque 20%) supérieur à ceux des deux (02) autres. 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 (Sawadogo *et al.*, 2020). Le pouvoir de contrôle des biofertilisants serait dû aux microorganismes qu'ils contiennent. En effet, par le mécanisme d'antioxydation, les microorganismes produisent des substances antioxydantes qui combattent les radicaux libres, empêchant les agents pathogènes responsables des maladies de se développer (Higa, 1994 ; Mouria *et al.*, 2007). Ainsi, Btissam *et al.* (2013) ont montré que l'amendement du sol avec le compost a assuré une meilleure suppression de la verticilliose, une réduction de l'indice de rabougrissement et d'altération foliaire. Pour eux, l'ensemble de ces résultats est lié en partie à la population microbienne mais aussi à des facteurs chimiques des différents biofertilisants. Dans cette même optique, les travaux de Traoré *et al.* (2018) ont montré l'efficacité de trois (03) compost formulés à partir des déjections de vaches, de volailles et de porcs sur la réduction du flétrissement bactérien de la tomate causé par *Ralstonia solanacearum*. Également, les fumures organiques combinées aux engrais minéraux sont plus efficaces sur le développement des

solanacées que celles des engrais organiques seul (Théodore *et al.*, 2018). Ce résultat pourrait aussi s'expliquer par les teneurs élevées d'azote et des micros organismes bénéfiques contenus dans ces fertilisants. Les faibles résultats obtenus avec la fumure minérale et le sol non fertilisé pourraient s'expliquer par l'insuffisance de la matière organique. En effet, les biofertilisants améliorent les qualités physicochimiques et biologiques du sol car la matière organique est une source importante en éléments minéraux (N, P, K). La plante a des besoins spécifiques pour chacune de ses fonctions. Ainsi, une bonne disponibilité et apport en calcium, phosphore et azote est nécessaire pour la photosynthèse et par conséquent pour la production de la matière première. Ces résultats montrent que la fertilisation minérale seule ne suffit pas pour renforcer le système de défense de la plante. Le comportement de la tomate vis-à-vis des différents traitements pourrait entre autre s'expliquer par plusieurs facteurs. Ainsi, l'une des causes essentielles pouvant contribuer au déséquilibre de la tomate est le facteur climatique et environnemental (Opena *et al.*, 1989). En effet, le site d'étude est localisé dans la zone tropicale avec un climat chaud et humide. Les températures moyennes mensuelles ont été élevées avec des températures minima comprises entre 21 et 24°C et maxima comprise entre 27 et 34°C. Cependant les températures optimales de croissance de la tomate varient entre 13 et 25°C alors que celles de la fructification oscillent entre 23 et 25°C (Péron, 2006). Ainsi, le développement végétatif de la plante serait affecté par les conditions climatiques (température, pluviométrie et hygrométrie) du milieu durant la période expérimentale. L'incidence élevée de la gale bactérienne sur le sol non fertilisé et l'engrais minéral seul (T1 et T5) est due au fait que les facteurs environnementaux (température, ensoleillement) influencent fortement l'incidence de la gale bactérienne (Buddenhagen *et al.*, 1964). L'incidence évolutive dans le temps pourrait se justifier par le fait que des conditions favorables à l'expansion de la maladie soient réunies au fil du temps. L'inoculum est donc assez important pour provoquer l'infection de la totalité des organes attaqués.

Conclusion

L'objectif général de l'étude était d'évaluer l'effet de trois (03) biofertilisants sur la gale bactérienne et la nécrose apicale de la tomate. Il ressort que le compostage permet d'améliorer la disponibilité en minéraux essentiels dans la matière organique. L'efficacité des amendements organiques a été démontrée par rapport aux amendements minéraux sur la manifestation de la gale bactérienne et la nécrose apicale en milieu réel. Les amendements organiques à savoir le compost des résidus de récolte, compost de déchets ménagers et des déchets urbains non traités bien vrai que leur apport ne puisse pas éradiquer ou empêcher la survenue de la gale bactérienne, il

arrive à atténuer son incidence et sa sévérité dans le temps. Aussi la présence du calcium dans les trois biofertilisants a réduit considérablement l'incidence de la pourriture apicale des fruits. Au regard des performances desdits biofertilisants, il convient de renforcer les capacités des producteurs et des agents d'agricultures sur leur formulation.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires pour leur contribution financière et technique dans la conduite des activités. Ils remercient particulièrement le FONRID pour la prise en charge des frais de publication de l'article.

Conflits d'intérêt: L'ensemble des auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

References:

1. AFNOR (2002). Support de culture : Dénomination, spécifications et marquage ; Eds AFNOR, 36p.
2. Btissam M., Amina O.T., Allal D. (2013). 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. <https://doi.org/10.7202/018955ar>.
3. Boro F., Traoré O., Wonni I. , Ilboudo P., Ouédraogo L., 2023. Évaluation de la prévalence de la gale bactérienne de la tomate, et caractérisation des espèces associées aux symptômes au Burkina Faso, *Journal of Applied Biosciences* 185: 19429- 19441.
4. Brad G., Wayne W., Jeff D., Phyllis., John K., Vittorio S., Jon w. (1997). *Tomato diseases a practical guide for seedsmen growers and agricultural advisors*, 62p.
5. Buddenhagen I. W. et Kelman A. (1964). Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* Vol. 2, pp. 294-230
6. Compaoré E., NanémaS., Bonkougou s., Sédogo P.M. (2010). Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture, *Journal of Applied Biosciences*, 33 : 2076 - 2083
7. CORAF (2010). Des extraits végétaux à la place des insecticides de synthèse. Rapport annuel N° 56 juillet à septembre, 16p.

8. Gry L., (1994). La tomate en révolution permanente. *Semences et Progrès*, 78 : 21- 34.
9. IMI, International mycological institute, 1993. International course on the Identification of Fungi of Agricultural Importance. Egham, UK, Conference, 2 August-10 September.
10. Hamza A.A. (2010). Taxonomie et diagnostic des espèces de *Xanthomonas* associées à la gale bactérienne de la tomate et des *Capsicum* spp. : Situation dans les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion, France. 262p.
11. Higa, T., Parr J.F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japon, p. 16.
12. Kitabala M.A., Tshala U.J., Kalenda M., Tshijika I., Mufind K. (2016). Effets des différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, province de Lualaba (RD Congo). 56p.
13. Leyns F., De Cleene M., Swings J.G. et De Ley J. (1984). The host range of the genus *Xanthomonas*. *Bot. Rev.* 50, 308-356.
14. MAHRH (2011). Rapport d'analyse du module maraîchage. Rapport d'étude phase 2 : RGA 2006-2010, Ouagadougou, Burkina Faso, 214p.
15. Michaud L. (2016). Tout sur le compost. Editions Multimondes. 230p.
16. 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.
17. Nacro S.R. (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, Université Nazi-Boni, 56 p.
18. Ndonga D.S. (1997). La contribution de la culture maraîchère au développement rural au Burkina Faso : cas des périmètres de Pabré et Loubila, Département de géographie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 123p.
19. Opena R.T., Green S.K., Stalekar N.S. et Chen J.T. (1989). Genetic improvement of tomato adaptability to the tropics: progress and future prospects. In: Tomato and pepper production in the tropics. AVRDC Shanhua, Taiwa, pp 70-80.
20. Péron J.Y. (2006). Références Productions Légumières. Synthèse Agricole. Lavoisier. 2^e édition, 613 p.
21. Pohronezny K., Moss M. A., Dankers W. & Shenk J. (1990). Dispersal and management of *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* during thinning of direct seeded tomato plants. *Plant Dis.* 74, 800-805.

22. RECA Niger, Réseau national des chambre d'agriculture du Niger (2020). Les semences de tomate disponibles au Niger, 14p.
23. Rochat A., 2021. Nécrose apicale sur tomates et poivrons, la plateforme des agriculteurs bio, 4p.
24. Sawadogo J., Coulibaly P.J.A., Bambara F.J., Savadogo A.C., Compaoré E., Legma J.B. (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.
25. Tahraoui N.D. (2013). Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 244p.
26. Théodore A.K., Lezin B.E., Généfol O., Emmanuel D.A. (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 and Plant Sciences* 38 (3): 6292-6306.