

Évaluation des effets de fumiers de volaille, de vache et de porc sur le flétrissement bactérien de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) causé par *Ralstonia solanacearum* E. F. Smith

Oumarou TRAORE^{1*}, Fousséni BORO², Issa WONNI², Rasmané OUEDRAOGO³,
Léonard Somngodin OUEDRAOGO² et Irénée SOMDA³

¹ Institut de Recherche, Département Substances Naturelles, 01 BP 2393 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire de Bactériologie, station de Faroko Ba,
01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

³ Université Nazi BONY, Institut du Développement Rural ?, laboratoire de Phytopathologie,
01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : oumaroutraor@yahoo.fr

Résumé

L'évaluation des effets de trois (03) fumures organiques (fiente de volaille, les fumiers de vache et de porc) sur le flétrissement bactérien de tomate causé par *Ralstonia solanacearum* a été réalisée à la station de recherche du programme cultures maraîchère fruitière et plante à tubercule de l'INERA Farakô-Bâ à l'Ouest du Burkina Faso en 2016. A cet effet, l'efficacité de trois fumures organiques a été évaluée pour le contrôle de cette maladie en comparaison avec le NPK 15-15-15 à la dose de 300 kg / Ha en milieu semi-contrôlé selon un dispositif en Split-Plot. L'effet des doses croissantes de chaque type de fumure organique (10, 20, 30 et 40 T / Ha) sur l'incidence et la sévérité du flétrissement a été évalué. Les racines des plantes âgées d'un mois préalablement scarifiées ont été inoculées avec une suspension bactérienne de 10⁸ CFU/ mL de deux souches de références de *Ralstonia solanacearum* représentant respectivement les phylotypes I et III. Les résultats obtenus montrent que les fumiers de porc et de volaille réduisent le flétrissement bactérien de l'ordre de 40 % à des doses comprises entre 20 et 40 tonnes à l'hectare comparativement à la bouse de vache et au NPK qui donnent des résultats mitigés. Ces résultats offrent une perspective intéressante pour la gestion intégrée du flétrissement bactérien de la tomate. Pour cela il est important de les approfondir en plein champ sur des sols fortement infestés par le pathogène.

Mots-clés : flétrissement bactérien, *Ralstonia solanacearum*, fumiers, Burkina Faso.

Abstract

Evaluation of the Effects of Poultry, Cow and Pig Manure on Bacterial Tomato Wilt (*Lycopersicon esculentum* Mill) caused by *Ralstonia solanacearum* E. F. Smith

The evaluation of the effects of three (03) organic manures (poultry, cow and pork manures) on tomato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* was conducted at the research station of the market garden vegetable program and tuber plant of INERA Farakô-Bâ in western Burkina Faso in 2016. For this purpose, the efficacy of three organic manures was evaluated for the control of this disease in comparison with NPK

15-15-15 at a rate of 300 kg / Ha in a semi-controlled medium according to a split-plot device. The effect of increasing doses of each type of organic manure (10, 20, 30 and 40 T / Ha) on the incidence and severity of wilting was evaluated. The roots of the previously scarred one-month-old plants were inoculated with a bacterial suspension of 10^8 CFU / mL of two *Ralstonia solanacearum* reference strains respectively representing the I and III phylotypes. The results show that pork and poultry manures reduce bacterial wilt by 40 % at doses of 20 to 40 tons per hectare compared to cow dung and NPK, which give mixed results. These results offer an interesting perspective for the integrated management of tomato bacterial wilt. For this it is important to deepen them in the field on soils heavily infested by the pathogen.

Keywords : *bacterial wilt, Ralstonia solanacearum, manure, Burkina Faso.*

1. Introduction

La filière tomate, malgré son importance et les opportunités qu'elle offre pour l'économie burkinabè, fait face à de nombreuses contraintes biotiques dont la pression parasitaire qui peut réduire les rendements de 90 % [1]. Les agents phytopathogènes constituent une contrainte biotique majeure pour la production de la tomate au Burkina Faso [2] et les perspectives future d'intensification de la culture. Au nombre de ces pathogènes, figurent *Ralstonia solanacearum*, agent responsable du flétrissement bactérien. C'est l'une des maladies les plus importantes qui limitent la production mondiale des Solanacées en général et de la tomate en particulier où les pertes peuvent atteindre 80 à 100 % de rendement [3]. Face à ces contraintes, différentes stratégies de gestion de la maladie ont été étudiées dans le monde en mettant l'accent sur la résistance des plantes hôtes, les pratiques culturales et les amendements du sol [4]. A cela s'ajoute la lutte chimique basée sur l'utilisation des produits de synthèse. L'utilisation de ces produits chimiques bien qu'efficace constitue une menace pour la santé humaine, animale et environnementale [5, 6]. Pour pallier à cet usage incontrôlé des produits chimiques, l'amendement organique du sol est une pratique courante des maraîchers au Burkina Faso [7]. En effet, les producteurs utilisent divers substances organiques (fumier de vaches, fiente de volaille, fumier de porc, déchets ménagers, etc.) pour la production agricole [8, 9]. Cependant, les informations scientifiques relatives à l'effet de ces substances organiques sur les maladies sont rares. Il est impératif que des études soient menées afin de guider les producteurs dans le choix et l'utilisation de la fumure organique qui leur permettrait d'atténuer les effets de certaines maladies telluriques de la tomate. C'est dans cette optique que s'inscrit l'évaluation des effets des fumiers, de volaille, de vache et de porc sur le flétrissement bactérien. Cette étude revêt un intérêt capital pour réduire l'incidence du flétrissement bactérien provoquée par *Ralstonia solanacearum*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'expérimentation

Les travaux se sont déroulés dans la ville de Bobo-Dioulasso sur le site expérimental semi-contrôlé de l'ex laboratoire ($11^{\circ}15'59,8''N$ de $004^{\circ}28'60,3''W$) de la protection des végétaux de mars en août 2016 aux coordonnées. Le climat de la zone d'étude est de type tropical avec une saison de pluies (mai en octobre) et une saison sèche (novembre en avril). Au cours de la période de l'essai, la température a varié entre 28 et 30 °C et l'humidité relative a progressivement évolué de 40 à 80 %.

2-2. Matériel

Le matériel végétal utilisé est la variété Rossol tolérante à la *Verticillium*, à *Fusarium oxysporum* et aux nématodes (V.F.N). C'est une variété de tomate précoce (65 à 70 jours), à port déterminé. C'est une variété adaptée aux conditions climatiques du Burkina Faso. Deux souches bactériennes de référence représentant respectivement phylotypes I (RUN 1743) et III (RUN 1793) ont été utilisées pour évaluer la résistance en condition de fertilisation organique. Trois types de fumures organiques bien décomposées ont été retenus pour le contrôle du flétrissement bactérien. Il s'agit des fientes de volaille, du fumier de vache et du fumier de porc. L'engrais NPK (15-15-15) couramment utilisée par les producteurs a été utilisé comme témoin. Les déjections de vaches, de poules et de porcs ont été acquises respectivement d'un enclos, d'une ferme avicole et d'une porcherie situés dans le village de Paala à 15 km de Bobo-Dioulasso. Elles ont d'abord été stockées, suffisamment arrosées et recouvertes de paille. Les trois tas sont retournés et arrosés toutes les deux semaines. Après deux mois de décomposition, les différents fumiers ont été séchés à l'ombre, ensuite tamisés pour les débarrasser des impuretés et conditionnées dans des sacs en jute pour l'usage. Par ailleurs, la deltaméthrine agissant comme un insecticide de contact à large spectre a servi pour le contrôle des ravageurs inféodés à la tomate.

2-3. Méthodes

2-3-1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un Split-Plot comprenant cinq (05) traitements et quatre (04) répétitions appliqués pour chacun des traitements par rapport aux deux (02) souches. Des pots de 5 L contenant du substrat stérilisé, composé d'un mélange du terreau et chaque type de fumure organique ont servi à la culture des plantes selon les doses définies dans le **Tableau 1**. En effet chaque pot contient une plante qui est arrosée au besoin et traitée avec la deltaméthrine pour réduire la pression des insectes ravageurs.

Tableau 1 : Quantité de fumure organique par traitement

Traitements	Doses (T / Ha)	Quantité de fertilisant / pot (g)
T0 NPK (15-15-15)	300 kg / Ha	10
T1	10	21
T2	20	42
T3	30	63
T4	40	84

2-3-2. Inoculation des plantes

La technique d'inoculation décrite par les auteurs des références [10, 11] a été utilisée. Avant l'inoculation, les racines des plantes ont été scarifiées au scalpel. Un volume de 5 mL de suspension bactérienne de chacune des deux souches calibrée à 10^8 CFU.mL⁻¹ a été ensuite déposé au pied des plantes.

2-3-3. Analyse des paramètres physico-chimiques des fumiers.

L'analyse des paramètres chimiques des trois fumiers a été réalisée dans le laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA Farako-Bâ. Les analyses ont porté sur le pH eau, la matière organique, le carbone total, le rapport C/N, l'azote total, le K total et le P total.

2-3-4. Évaluation de l'incidence et de la sévérité du flétrissement

Les symptômes ont été notés chaque jour à partir du troisième jour après inoculation sur quatre semaines. La sévérité a été notée sur les plants selon l'échelle définie par les auteurs de la référence [12] : 0 correspond à aucun symptôme, 1 correspond à une feuille flétrie, 2 correspond à deux feuilles flétries, 3 pour au moins quatre feuilles flétries, 4 correspond à la plante morte. L'évaluation de l'indice du flétrissement (IF) prend en compte les notes 3 et 4. Ainsi, IF est exprimé par la formule des auteurs de la référence [13]

$$IFBtk = \frac{\text{nombre de plantes flétries}}{\text{nombre total de plante}} \times 100 \quad (1)$$

IFB (tk) étant l'indice de flétrissement bactérien à X jours après repiquage (JAR) et tk le nombre de JAR lors de l'observation. Les données des indices de flétrissement à différentes dates ont permis d'évaluer la sévérité de la maladie à ces mêmes dates et son évolution au cours du temps (AUDPC = f(t)).

$$AUDPCtk = \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(IFBi + IFBi+1)(ti+1-ti)}{2} \quad (2)$$

AUDPC (tk) étant area under disease progress curve (cinétique de progression de la maladie) à X jours après repiquage; IFBi est l'indice de flétrissement précédent le jour d'observation; IFB i+1 celui du jour de l'observation; ti + 1 correspond à la date de notation et ti est la date de la précédant observation. Pour la croissance, les hauteurs des plantes ont été mesurées hebdomadairement avec une règle graduée.

2-3-5. Analyse statistique

Le tableur Excel 2013 a été utilisé pour la saisie et l'organisation des données ainsi que la réalisation des graphiques. Les totaux des données corrigées et mises en forme ont été analysés à l'aide du logiciel SPSS 20. Pour l'Analyse des Variances (ANOVA), la séparation des moyennes de la composition des différentes fumures organiques, de l'indice de flétrissement et de la croissance des plantes a été faite par le test de Newman Keuls au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques physico-chimiques des fumures organiques

Les analyses physico-chimiques révèlent que le fumier de volaille et de porc donnent un bon rendement de minéralisation par rapport au fumier de vache (**Tableau 2**). En effet, l'analyse des variances indique une différence significative de la teneur en matière organique entre les trois fumiers qui est respectivement de 15,01 %, 18,63 et 31,48 %. Quant à la teneur en azote, les fientes de volaille présente la teneur la plus élevée (1,54 %) contrairement au fumier de vache (0,81 %). Pour ce qui en est de la teneur en phosphore total et en potassium total, la comparaison des moyennes montre une différence significative entre les fumiers de volaille, de porc et de vache de l'ordre respectif de 4497 mg.kg⁻¹ (P) / 5541 mg.kg⁻¹ (K) pour le fumier de volaille; de 3074 mg.kg⁻¹ (P) / 4151 mg.kg⁻¹ (K) pour le fumier de porc et de 2530 mg.kg⁻¹ (P) / 3559 mg.kg⁻¹ (K) pour le fumier de vache. Cependant, du rapport C/N caractéristique des substrats organiques, l'analyse statistique montre qu'il n'y'a pas de différence significative entre les différents substrats organiques utilisés.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des fumiers de porc, de volaille et bœuf

substrat organique	pHeau	Ca (%)	M.O (%)	N (%)	C / N	P_total mg / kg	K_total mg / kg
FiV	6,73	18,26c	15,01a	1,542c	11	4497c	5541c
FP	7,10	10,81b	18,63b	1,063a	10	3074b	4151b
FV	7,49	8,71a	31,48c	0,810b	12	2530a	3559a
Prob	0,7489	0,001	0,001	0,003	0,88	0,01	0,01
Signif	NS	HS	THS	HS	NS	HS	HS

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne sont statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5 % selon le test de Student-Newman-Keuls; HS : Hautement Significatif; THS : Très Hautement Significatif; Prob est la Probabilité, Signif : Significatif ($\alpha < b < c$).

3-2. Effet des trois types de fumiers sur l'indice du flétrissement

La **Figure 1** présente le taux de flétrissement moyen des plantes pour chaque type de fertilisant. Durant les quatre semaines d'observation, on note la vulnérabilité de certaines plantes à la maladie. L'analyse de variance a révélé des différences très hautement significatives entre les traitements. Les moyennes des indices de flétrissement varient de 11 à 49,25 %. La fiente de volaille et le fumier de porc aux doses de 30 et 40 tonnes à l'hectare ont enregistré les plus faibles indices de flétrissement, qui sont respectivement de 11 et de 18,25 %. Le fumier de vache à 10 et 20 tonnes à l'hectare et le fumier de porc à 10 tonnes à l'hectare sont équivalents au NPK et enregistrent les indices de flétrissement les plus élevés (42,5 % à 49,25 %). La **Figure 2**, fait ressortir le taux de flétrissement moyen des plants pour les trois types de fertilisant comparé à celui du NPK. Au cours des quatre semaines d'observation en fonction du fertilisant apporté certaines plantes ont été vulnérables au flétrissement. L'analyse de variance a révélé des différences très hautement significatives entre les traitements. Les moyennes des indices de flétrissement varient de 11 à 49,25 %. La fiente de volaille et le fumier de porc aux doses de 20, 30 et 40 tonnes à l'hectare ont enregistré les plus faibles indices de flétrissement (11 à 18,25 %). Le fumier de vache à 10 et 20 tonnes à l'hectare et le fumier de porc à 10 tonnes à l'hectare sont équivalents au témoin (fumure minérale) et enregistrent les indices de flétrissement les plus élevés (42,5 à 49,25).

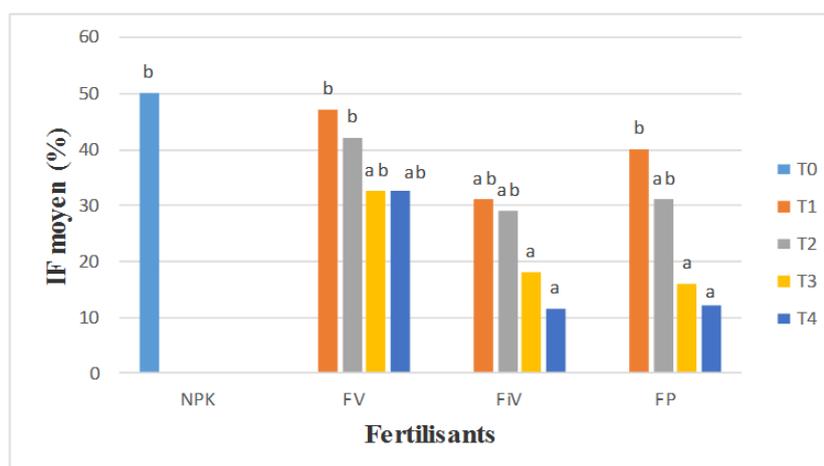


Figure 1 : Comparaison de la moyenne des IF de la souche du phylotype I en fonction des doses de fertilisants

T0 est le témoin; T1 : FO à 10 T / Ha; T2: FO à 20 T / Ha; T3 FO à 30 T / Ha; T4 : FO à 40 T / Ha ; FM : fumure minérale (NPK 15-15-15), FiV : fiente de volaille, FV : fumier de vache, FP : fumier de porc.

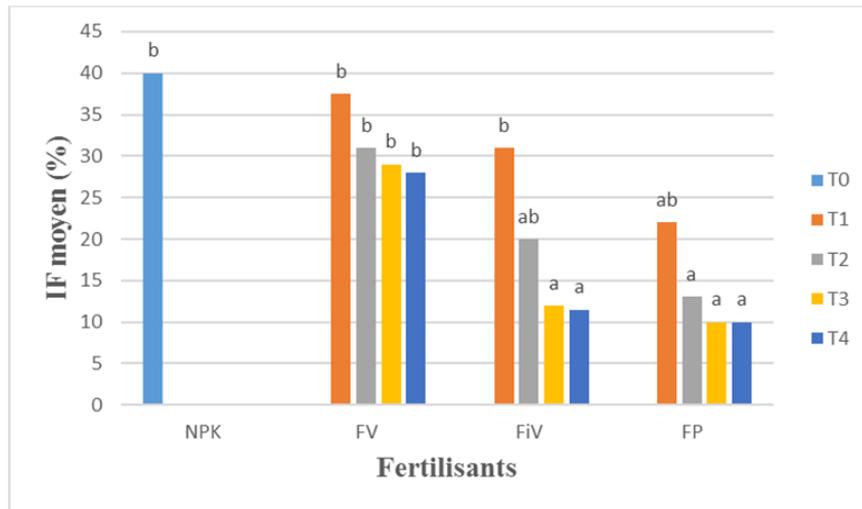


Figure 2 : Comparaison de la moyenne des IF de la souche du phylotype III en fonction des doses de fertilisants

3-3. Effet des trois types de fertilisants sur la cinétique de progression de la maladie

L'observation des courbes de la sévérité moyenne de la maladie (AUDPC) entre les quatre semaines d'observation de la souche RUN 1743 montre que seul le NPK a enregistré une sévérité de flétrissement bactérien plus élevée, suivi du fumier de vache quel que soit la dose de substance organique apportée. Cependant, à partir de 20 tonnes à l'hectare le fumier de porc et la fiente de volaille enregistrent les plus faibles sévérités de la maladie. Aussi, durant toute la période des observations, l'indice de sévérité chez le témoin (fumure minérale) n'a cessé de croître pour se stabiliser à environ 75 % (*Figure 3*). La *Figure 4* illustre l'AUDPC moyen observé au cours des quatre semaines avec la souche RUN 1793. L'indice de sévérité reste élevé avec la fumure minérale et le fumier de vache et au niveau des faibles doses de la fiente de volaille et du fumier de porc. A partir de la deuxième semaine l'AUDPC est resté relativement constant au niveau du fumier de porc et de la fiente de volaille à 20, 30 et 40 tonnes à l'hectare.

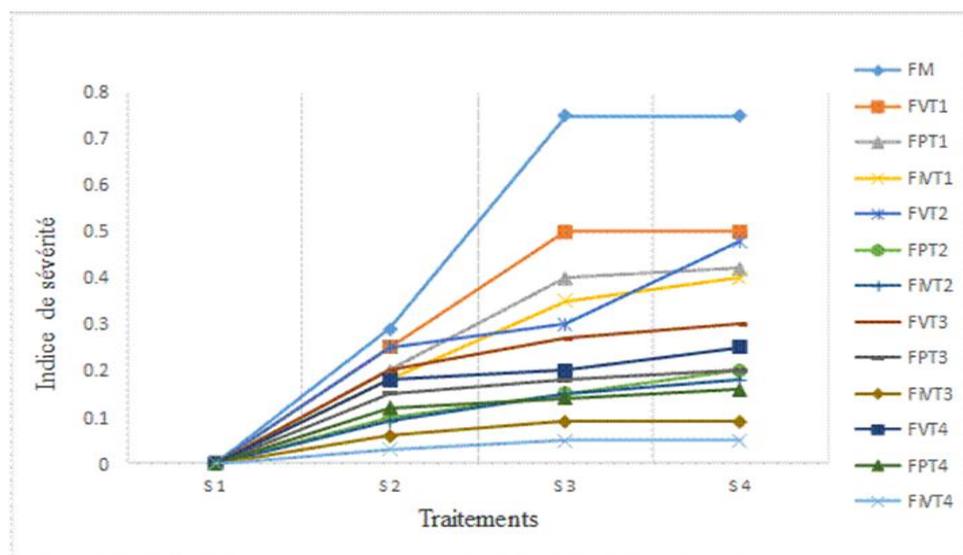


Figure 3 : AUDPC en fonction de la fréquence d'observation des symptômes dus au Phylotype I

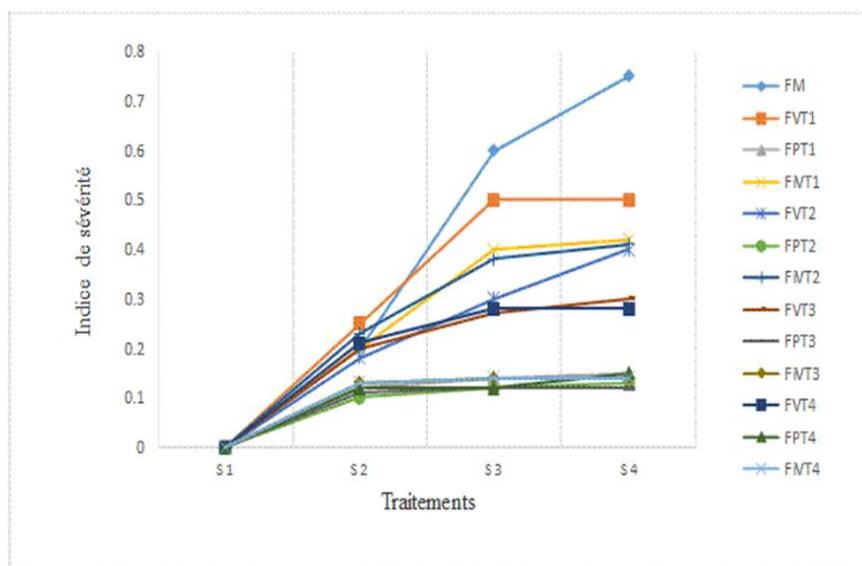


Figure 4 : AUDPC en fonction de la fréquence d'observation des symptômes dus au Phylotype III

3-4. Effet des différents types de fumures organiques sur la croissance des plantes

La **Figure 5** ci-dessous, illustre la croissance moyenne des plantes de tomate respectivement infectées par la souche RUN1743 et la souche RUN 1793 en fonction des traitements apportés. L'analyse des variances montre des différences significatives entre les traitements quelle que soit la souche de bactérie et la dose de fertilisant apportée. En effet, quelle qu'en soit la quantité de fumier apporté, le fumier de vache enregistre les plus faibles hauteurs et ces valeurs sont statistiquement égales à celle du témoin NPK. La croissance des plantes de tomate est plus remarquable avec les doses croissantes des fumiers de volaille et de porcs.

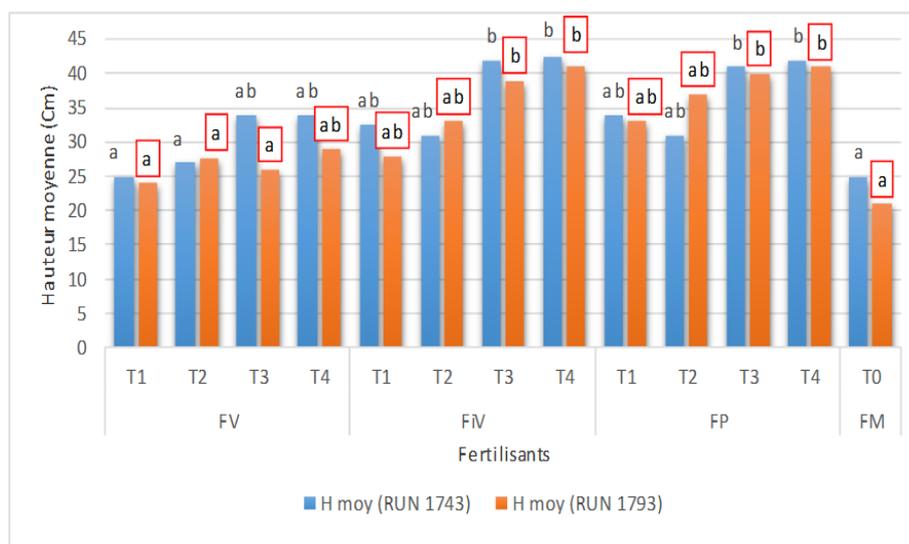


Figure 5 : Effet des trois fumures organiques vis-à-vis des deux souches bactériennes sur la croissance des plantes

T0 étant le témoin; T1 : FO à 10 T / Ha; T2 : FO à 20 T / Ha; T3 FO à 30 T / Ha; T4 : FO à 40 T / Ha ; FM : fumure minérale; FiV : fiente de volaille; FV : fumier de vache; FP : fumier de porc.

4. Discussion

Les caractéristiques physico-chimiques des différents types de fumures organiques utilisées respectent la norme NF U44-051 d'avril 2006 selon laquelle les teneurs idéales en éléments d'un compost sont: MO 15 à 25 %, N < 3 %, P₂O₅ < 3 %, K₂O < 3 %, C/N > 8 et la somme de l'azote, du phosphore et du potassium < 7 %. Ainsi, excepté le fumier de vache avec une teneur en matière organique plus grande comparativement aux deux autres, toutes les trois fumures organiques utilisées respectent bien les normes internationales d'un bon compost pour leur teneur en azote, phosphore et en potassium. La teneur élevée en matière organique de la bouse de vache comparativement aux deux autres s'explique par le fait que la bouse de vache est beaucoup lignifiée que les fientes de volaille et les déjections de porc. Cela se justifie par une plus grande hétérogénéité de l'alimentation de volaille et de porc par rapport à celle de la vache. En effet il faut beaucoup plus de temps et d'activité microbiologique pour une bonne décomposition. En outre, le rapport C / N est croissant de la fiente de volaille à la bouse de vache en passant par le fumier de porc. Les faibles valeurs de C/N permettent d'avoir une bonne minéralisation de la fumure organique [14, 15]. Nos différentes fumures organiques sont riches en éléments minéraux. Ces résultats sont conformes aux normes internationales (AFNOR) d'appréciation des résultats d'analyses chimiques qui fixent pour les amendements organiques qualifiés de très riches, des teneurs en éléments fertilisants suivants :

matière organique total > 5 %, Phosphore total > 0,3 %, l'azote total > 0,25 % et un rapport C / N de 20. Le rapport C/N des différentes fumures organiques utilisées dans notre étude est particulièrement faible (10 à 12). Or, un humus stable a un C / N d'environ 10 à 15 [16]. Ainsi, nous pouvons dire que nos trois fumures organiques sont stables. Sur les trois fumiers étudiés, la fiente de volaille est la meilleure en disposant beaucoup plus d'éléments minéraux pour la plante [15]. Les résultats obtenus ont montré que l'apport des fertilisants organiques réduit l'incidence et la sévérité du flétrissement bactérien causé par *Ralstonia Solanacearum*. Ces résultats, sont en accord avec ceux des auteurs ayant réalisé des travaux similaires [17 - 19]. Les résultats de ces auteurs ont montré que suivant la qualité microbiologique, le compost peut influencer directement sur la santé des plantes par l'action des microorganismes antagonistes. Ces derniers agissent sur les agents pathogènes présents dans le sol en les concurrençant, les parasitant, ou en les inhibant. De plus, ces microorganismes colonisent le système racinaire des plantes de tomates et empêchent l'installation de la bactérie. L'expérimentation de fumier issu des excréments de porc et de volaille à raison de 20, 30 et 40 tonnes à l'hectare réduisent le flétrissement bactérien à environ 40 % et induisent une bonne croissance des plantes de tomate.

Ces résultats s'expliquent en partie par la forte teneur en éléments minéraux de ces fumures organiques et leurs caractéristiques physiques qui forment ont amélioré les propriétés du substrat de culture [5]. En effet selon nos analyses, la fiente de volaille et le fumier de porc sont plus riches en éléments minéraux que le fumier de vache. De plus elles sont moins collantes. Ainsi les plantes ont une facilité d'absorption des éléments minéraux qu'elles contiennent [20]. Par ailleurs d'autres travaux ont montré que lorsque les doses de fumures organiques apportées sont élevées, les plantes se développent mieux car elles ont accès à un plus grand nombre d'éléments minéraux moins lessivés, et que cette croissance est d'autant plus importante quand la quantité d'azote minéral est élevée [21]. Cela est en accord avec nos résultats en ce sens que les fumiers de volaille et de porc sont les plus riches en azote que celui de vache. En outre, ces deux fumures organiques sont assez riches en potassium, en calcium et en phosphore que le fumier de vache. La libération de ces éléments au contact du substrat de culture dégage forcément des oxydes et hydroxydes ainsi que des carbonates qui logiquement augmentent le taux alcalin dudit substrat. Il s'en suit alors une inhibition des actions de la bactérie favorisant de ce fait la croissance de la plante. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par d'autres auteurs sur l'effet de la modification du sol pour prévenir le flétrissement bactérien en

culture de tomate [22]. Les plus fortes incidences de flétrissement et de sévérité sont observées avec la fumure minérale (NPK) et les plus faibles doses des différentes fumures organiques. En effet, les engrais minéraux seuls ne possèdent pas de pouvoir suppressif. Les divers éléments sont facilement lessivables, les rendant indisponibles pour la plante [23]. De même, la fumure organique appliquée à faible dose aurait un pouvoir suppressif réduit et fournissant de ce fait une quantité insuffisante en éléments minéraux aux plantes de tomate.

5. Conclusion

Notre étude a consisté à évaluer les effets de trois types de fumiers (fiente de volaille, fumier de vache et fumier de porc) sur *R. solanacearum*, responsable du flétrissement bactérien. Les résultats obtenus ont permis de comprendre l'évolution de la maladie causée par la bactérie phytopathogène en relation avec les différentes doses et types de fumure organique. De cette étude nous retenons que, quelle que soit la souche de *R. solanacearum*, l'incidence du flétrissement baisse lorsque des fumures organiques sont apportées au sol. En effet, pour des doses comprises entre 20 et 40 tonnes / hectare le fumier de porc et la fiente de volaille réduisent l'incidence du flétrissement bactérien de l'ordre de 40 % et permettent une bonne croissance des plantes de tomate. Par contre, le fumier de vache appliqué à ces mêmes doses donne des résultats mitigés. Par conséquent, il est d'intérêt primordial d'évaluer sur des parcelles fortement infestées par le pathogène, l'efficacité des deux meilleures substances organiques et de déterminer les doses optimales ayant à la fois un effet suppressif sur la bactérie et un effet sur la croissance et le rendement de la tomate.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier vivement le projet PARADE et le LMI Patho-Bios pour leur soutien financier et matériel.

Références

- [1] - CORAF, «Des extraits végétaux à la place des insecticides de synthèse», N° 56 juillet à septembre, (2010) 16 p.
- [2] - D. SON, I. SOMMDA, A. LEGREVE et B. SCHIFFERS, Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cah. Agric*, 26 (2017) 25005
- [3] - L. FONDIO, H. A. DJIDJI, M. F. P. N'GBESSO et D. KONE. Evaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (3) (2013) 1078 - 1086
- [4] - G. S. SADDLER, « Management of bacterial wilt disease. p. 121 - 132. In : "Bacterial wilt Disease and *Ralstonia solanacearum* Species Complex (C.P. Allen, P. Prior, A.C. Hayward, eds.) » The APS Press, St. Paul, MN, USA, (2005) 528 p.
- [5] - A. HAUGUI, M. TOUFIQUE, F. SINABA, A. DOUMMA et A. TOUDOU, Effet de quatre types de fumiers d'animaux domestiques sur le développement de *Meloidogyne javanica* et la croissance du poivron (*Capsicum annuum*) sous serre. *Journal of Applied Biosciences*, 67 (2013) 5228 - 5235
- [6] - P. DUGUE, H. DE BON, V. KETELA, I. MICHEL et S. SIMON, Transition agro-écologique du maraîchage en périphérie de Dakar (Sénégal) : nécessité agronomique, protection des consommateurs ou effet de mode. XXXIII^{èmes} Journées du développement de l'Association Tiers Monde, Bruxelles, 22-24 mai (2017) 10 p.
- [7] - W. T. T. KABORE, E. HIEN, P. ZOMBRE, A. COULIBALY, S. HOUOT et D. MASSE, Valorisation de substrats organiques divers dans l'agriculture péri-urbaine de Ouagadougou (Burkina Faso) pour

- l'amendement et la fertilisation des sols : acteurs et pratiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 15 (2) (2011) 271 - 286
- [8] - M. K. MUHUZA, Effet de fumier de porc sur le rendement de deux variétés hybrides F1 (Mongal et Thorgal) exotiques de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivés sous abri à Kisangani. Mémoire d'ingénieur, Université de Kisangani, Département de Sciences Biotechnologiques, (2016) 64 p.
- [9] - A. P. K. GOMGNIMBOU, H. B. NACRO, O. H. SANON, I. SIEZA, T. KIENDREBEOGO, M. P. SEDOGO et J. MARTINEZ, La gestion des déjections animales dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : structure des élevages, perception de leur impact environnemental et sanitaire, perspectives, *Cah Agric*, 23 (2014) 393 - 402
- [10] - N. N. WINSTEAD et A. KELMAN, « Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathologie* », (1952) 628 - 634 p.
- [11] - C. A. N'GUESSAN, K. ABO, L. FONDIO, F. CHIROLEU, A. LEBEAU, S. POUSSIER, E. WICKER and D. KONE, « So near and yet so far : the specific case of *Ralstonia solanacearum* populations from Côte d'Ivoire », in Africa. *Phytopathology*, 102 (2012) 733 - 740
- [12] - B. COUPAT-GOUTALAND, D. BERNILLON, A. GUIDOT, P. PRIOR, X. NESME and F. BERTOLLA, « *Ralstonia solanacearum* virulence increased following large inter strain gene transfers by natural transformation », *Molecular plant-microbe interactions*, 24 (2011) 497 - 505
- [13] - M. J. JEGER and S. VILJANEN-ROBINSON, « The use of area under the disease progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance », in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102 (2001) 32 - 40
- [14] - C. NEVE, P. Y. ANCIEN, H. HOANG THI THAI, T. PHAM KHANH, C. N. CHIANG and J. E. DUFÉY, Fertilization capacity of aquatic plants used as soil amendment in the coastal sandy area of Central Vietnam. *Comm. Soil Sci. and Plant Anal*, 40 (17/18) (2009) 2658 - 2672
- [15] - H. AGADJIHOUEDE, E. MONTCHOWUI, A. CHIKOU et P. A. LALEYE, Libération comparée de sels dans l'eau par la minéralisation de l'azolla, la bouse de vache, la fiente de volaille et les sons de riz et de maïs utilisés en pisciculture. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 5 (5) (2011) 1883 - 1897
- [16] - M. E. MBOUAKA, « Etude de l'efficacité agronomique des composts d'ordures ménagères au Burkina Faso: cas de la ville de ouagadougou », Mémoire d'Ingenieur du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, (2000) 63 p.
- [17] - S. P. SOME, « Influence de la fertilisation organique de la tomate sur le développement du flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum* » Mémoire d'ingénieur du développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, (2001) 62 p.
- [18] - J. G. Fuchs, « Fertilité et pathogènes telluriques : effets du compost », Institut de Recherche de l'Agriculture Biologique (FiBL), *Ackerstrasse*, CH-5070 Frick (Suisse), (2009) 5 p.
- [19] - A. GETACHEW, F. CHEMEDA, A. SEID and W. KERSTIN, « Effects of soil amendment on bacterial wilt caused by *ralstonia solanacerum* and tomato yields in Ethiopia », *journal of plant protection research*, 51 (2011) 73 - 76
- [20] - S. NAIKA, V. L. J. JOEP VAN, M. DE GOFFAU, H. MARTIN et V. D. BARBARA, « La culture de la tomate: production, transformation et commercialisation », Ed Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, (2005) 106 p.
- [21] - S. Y. USENI, K. M. CHUKIYABO, K. J. TSHOMBA, M. E. MUYAMBO, K. P. KAPALANGA, N. F. NTUMBA, A. P. KASANGIJ, K. KYUNGU, L. L. BABOY, K. L. NYEMBO et M. M. MPUNDU, « Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du Sud-Est de la RD Congo », *Journal of Applied Biosciences*, 66 (2013) 5070 - 5081
- [22] - C. M. L. RODRIGUEZ y L. H. P. MIRANDA, « Efecto de enmiendas al suelo para prevenir la marchitez bacteriana, (*Ralstonia solanacearum* E. F. Smith), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) », Universidad de El Salvador. facultad de ciencias agronómicas. departamento de fitotecnia, (2013) 98 p.
- [23] - D. T. YARO, E. N. O. IWUAFOR, V. O. CHUDE and B. D. TARFA., « Use of organique manure and inorganique fertilizer in maize production: A field evaluation ». In strategy for sustainable maize production in West and Central Africa, (1997) 236 - 240 p.