



EFFET VARIETAL ET DES TYPES DE FUMURE SUR LES MALADIES PARASITAIRES DE LA CULTURE DU MAÏS AU CAMEROUN

VARIETAL EFFECT AND TYPES OF FUMURE ON PARASITIC DISEASES OF MAIZE CULTURE IN CAMEROON

| Daouda Kutnjem ^{1*} | Ndongo Bekolo ¹ | Ambang Zachée ¹ | Mamadou Mounpoubeyi Njipit ¹ | and | Patrice Ngatsi Zemko ¹ |

¹. Université de Yaoundé 1 | Faculté des Sciences | Département de Biologie et Physiologie Végétales | Yaoundé | Cameroun |

| Received | 18 August 2018 | | Accepted | 06 September 2018 | | Published 18 September 2018 | | ID Article | Daouda-ManuscriptRef.1-ajira180818 |

RESUME

Contexte : La pratique d'agriculture intensive ou inappropriée diminue la fertilité des sols suite à la perte de matière organique stable et à l'exportation des nutriments. Cette situation entraîne une sensibilité accrue des plantes aux maladies due aux déséquilibres microbiologiques des sols. Les récentes préoccupations sur les effets néfastes de l'utilisation de plus en plus intense des engrais synthétiques sur l'environnement, leur inefficacité sur la fertilité des sols et leur prix élevés ont rendu urgente la recherche d'une solution alternative pour minimiser les risques de contamination des aliments et des ressources naturelles par les résidus chimiques de synthèse et aussi pour améliorer la fertilité des sols. En plus de leur rôle fertilisant, il est apparu nécessaire d'explorer les vertus phytosanitaires de la fumure organique de compost des déchets ménagers et à parches de café. **Objectifs :** L'étude a été conduite dans la région forestière à pluviométrie bimodale du Centre Cameroun en vue d'évaluer l'effet variétal et des types de fumure sur certaines maladies parasitaires de la culture du maïs. **Méthode :** L'expérimentation a été conduite dans le site de Megan a de la localité d'Akonolinga selon un dispositif factoriel «split-plot» randomisé à 4 blocs avec en parcelle principale les variétés (V1 : variété locale, V2 : variété améliorée CMS 8501, V3 : variété améliorée CMS 8704) et en sous parcelle les traitements fertilisants (T0: témoin non fertilisé, T1: fumier naturel à parches de café, T2: compost de déchets ménagers, T3: engrais minéral NPK=20-10-10). Chaque bloc est la combinaison de trois variétés et quatre traitements soit 12 combinaisons. Chaque unité expérimentale a été constituée de 3 lignes comportant 7 poquets par lignes. **Résultats :** Les analyses statistiques ont montré que les types de fumure ont influencé significativement l'incidence et la sévérité des maladies fongiques et bactériennes du maïs. Parmi ces maladies, le charbon d'épi a été identifié uniquement chez le traitement à compost avec un taux d'incidence de $0,92 \pm 0,2$ % et de sévérité de $10,06 \pm 2,01$ % à la fin de l'expérimentation (16 semaine après semis (16 SAS)). A 16 SAS, la Fusariose d'épi, elle a été plus fréquente chez les traitements : témoin ($22,31 \pm 73\%$), à parches de café ($20,11 \pm 6,3\%$), à l'engrais NPK ($15,53 \pm 4,7$ %) que le compost ($8,31 \pm 2,1$ %). Sa sévérité a été aussi plus élevée chez les traitements : témoin ($18,35 \pm 3,5$ %), à parches de café ($16,22 \pm 5,6$ %), à l'engrais NPK ($10,35 \pm 4,7$ %) que le compost ($5,15 \pm 2,3\%$). L'helminthosporiose a été observée durant toute la période de collecte de données sur le terrain (4SAS à 16 SAS). A 16 SAS, l'incidence de cette maladie a été plus élevée chez le témoin ($8,27 \pm 1,4$ %), le traitement à parches de café ($7,52 \pm 1,3$ %), le traitement à l'engrais NPK ($6,93 \pm 1,3$ %) que le traitement au compost ($4,11 \pm 1,2$ %). A la même période d'observation (16SAS), la sévérité de l'helminthosporiose était statistiquement identique chez les traitements témoin, à parches de café et à l'engrais NPK avec des valeurs respectives de $8,02 \pm 0,4$ % ; $8,55 \pm 2,5$ % ; $8,94 \pm 2,6$ %. Ces trois valeurs diffèrent significativement de la valeur de sévérité observée chez le traitement à base de compost soit $4,48 \pm 1,2$ %.

Le flétrissement bactérien quant à lui, à 16 SAS, a été plus fréquent chez les traitements témoin ($5,78 \pm 2,3$ %), à parches de café ($6,75 \pm 2,3$ %) et à l'engrais NPK ($6,56 \pm 2,3$ %) que le traitement à compost ($1,32 \pm 0,3$ %). De même la sévérité a été plus élevée chez les traitements témoin ($2,55 \pm 1,02$ %), à l'engrais NPK ($2,78 \pm 1,06$ %) et à parches de café ($1,83 \pm 0,6$ %) que chez le traitement à base de compost ($0,89 \pm 0,04$ %). L'effet variétal a été évalué et a montré des différences significatives entre les variétés. Les résultats enregistrés ont montré que, le charbon d'épis a été identifié uniquement chez la variété locale (V1) avec un taux d'incidence de $1,92 \pm 0,9$ % et de sévérité de $10,71 \pm 2,2$ % à la fin de l'expérimentation (16SAS). Pour la Fusariose d'épis, elle a été plus fréquente chez V1 ($15,15 \pm 2,3$ %) que les variétés améliorées CMS 8501 ou V2 ($10,31 \pm 3,3$ %) et CMS 8704 ou V3 ($10,47 \pm 2,1\%$). Mais la sévérité a été sensiblement égale chez les différentes variétés. Le flétrissement bactérien a présenté une incidence élevée chez V1 ($2,81 \pm 0,9$ %) que chez V2 ($2,05 \pm 1,73$ %) et V3 ($2,1 \pm 1,82$ %). Sa sévérité a été plutôt plus élevée chez V3 ($1,78 \pm 0,09$ %) et V1 ($1,55 \pm 0,09$ %) que chez V2 ($0,89 \pm 0,03$ %). **Conclusion :** considérant les résultats obtenus en termes des potentialités phytosanitaires du compost sur la protection des plantes de maïs contre les maladies parasitaires, l'on peut conclure que le compost pourrait constituer un ingrédient important de lutte biologique contre ces maladies des plantes.

Mots clés: Compost de déchets ménagers, maladies parasitaires, fumier naturel à parches de café, incidence des maladies, sévérité des maladies.

ABSTRACT

Background: Intensive or inappropriate farming practices reduce soil fertility due to the loss of stable organic matter and the export of nutrients. This situation leads to increased susceptibility of plants to diseases due to microbiological soil imbalances. Recent concerns about the adverse effects of the increasing use of synthetic fertilizers on the environment, their inefficiency in soil fertility and their high prices have made urgent the search for an alternative solution to minimize the risks of contamination of food

and natural resources by synthetic chemical residues and also to improve soil fertility. In addition to their fertilizing role, it has become necessary to explore the phytosanitary virtues of organic manure compost from household and coffee grounds. **Objectives:** The study was conducted in the Center region of Cameroon with bimodal rainfall, in view to evaluate the varietal effect and types of manure on some parasitic diseases of maize cultivation. **Method:** The experiment was conducted in the Megana site of Akonolinga according to a split-plot factorial device randomized to 4 blocks with main plot varieties (V1: local variety, V2: improved variety CMS 8501, V3: improved variety CMS 8704) and sub-plots fertilizer treatments (T0: unfertilized control, T1: natural manure with coffee grounds, T2: compost of household waste, T3: mineral fertilizer NPK = 20-10-10). Each block is the combination of three varieties and four treatments, 12 combinations. Each experimental unit consisted of 3 lines with 7 seed holes per line. **Results:** Statistical analyzes showed that the incidence and severity of fungal and bacterial diseases of maize are significantly influenced by manure types. Of these diseases, the coal cob was identified only in the compost treatment with an incidence rate of $0.92 \pm 0.2\%$ and a severity of $10.06 \pm 2.01\%$ at the end of the experiment (16 weeks after sowing (16 WAS)). At 16 WAS Fusarium cob, it was more frequent in treatments: control ($22.31 \pm 73\%$), coffee grounds ($20.11 \pm 6.3\%$), NPK fertilizer ($15.53 \pm 4.7\%$) than compost ($8.31 \pm 2.1\%$). Its severity was also higher in the treatments: control ($18.35 \pm 3.5\%$), coffee grounds ($16.22 \pm 5.6\%$), NPK fertilizer ($10.35 \pm 4, 7\%$) than compost ($5.15 \pm 2.3\%$). The corn leaf blight (*Helminthosporium maydis*) was observed throughout field data collection period (4 WAS to 16 WAS). At 16 WAS, the incidence of this disease was higher in the control ($8.27 \pm 1.4\%$), the treatment based of coffee grounds ($7.52 \pm 1.3\%$), and the treatment with NPK fertilizer ($6.93 \pm 1.3\%$) than compost treatment (4.11 ± 1.2) %. During the same observation period (16 WAS), the severity of helminthosporiosis was statistically identical in the control, grounds coffee based and NPK fertilizer treatments with values of $8.02 \pm 0.4\%$; $8.55 \pm 2.5\%$; $8.94 \pm 2.6\%$ respectively. These three values differ significantly from the severity value observed in the compost-based treatment, that is, $4.48 \pm 1.2\%$.

The bacterial wilt on the other hand, at 16 WAS, was more frequent in control treatments ($5.78 \pm 2.3\%$), coffee grounds ($6.75 \pm 2.3\%$) and NPK fertilizer ($6.56 \pm 2.3\%$) than the compost treatment ($1.32 \pm 0.3\%$). Similarly, the severity was higher in control treatments ($2.55 \pm 1.02\%$), NPK fertilizer ($2.78 \pm 1.06\%$) and coffee grounds ($1.83 \pm 0, 6\%$) than in the compost-based treatment ($0.89 \pm 0.04\%$). The varietal effect was evaluated and showed significant differences between the varieties. Results recorded showed that the coal cob was identified only in the local variety (V1) with an incidence rate of $1.92 \pm 0.9\%$ and severity of $10.71 \pm 2.2\%$ at the end of the experiment (16SAS). For Fusarium cob, it was more common in V1 ($15.15 \pm 2.3\%$) than the improved varieties 8501 or V2 CMS ($10.31 \pm 3.3\%$) and CMS 8704 or V3 ($10.47 \pm 2.1\%$). But the severity was substantially equal among the different varieties. Bacterial wilt showed a high incidence in V1 ($2.81 \pm 0.9\%$) than in V2 ($2.05 \pm 1.73\%$) and V3 ($2.1 \pm 1.82\%$). Its severity was rather higher in V3 ($1.78 \pm 0.09\%$) and V1 ($1.55 \pm 0.09\%$) than in V2 ($0.89 \pm 0.03\%$). **Conclusion:** Considering the results obtained in terms of the phytosanitary potential of compost for the protection of maize plants against parasitic diseases, it can be concluded that compost could be an important ingredient in the biological control of these plant diseases.

Key words: Household waste compost, parasitic diseases, natural manure based of coffee grounds, incidence of diseases, severity of disease.

1. INTRODUCTION

*Corresponding Author & Author Copyright © 2018: | Daouda Kutnjem |. All Rights Reserved. All articles published in American Journal of Innovative Research and Applied Sciences are the property of Atlantic Center Research Sciences, and is protected by copyright laws CC-BY. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Les plantes ont besoin essentiellement et en quantités importantes d'azote, de phosphore et de potassium pour accomplir leur cycle de croissance, ce qui rend indispensable le réapprovisionnement périodique des réserves du sol en ces éléments afin de maintenir une bonne productivité [1]. De plus, la pratique d'agriculture intensive ou inappropriée diminue la fertilité des sols suite à la perte de matière organique stable. Cette situation entraîne une sensibilité accrue des plantes aux maladies due aux déséquilibres microbiologiques des sols. Les récentes préoccupations sur les effets néfastes de l'utilisation de plus en plus intense des engrais synthétiques sur l'environnement, leur inefficacité sur la fertilité des sols et leur prix élevé [1] ont rendu urgent la recherche d'une solution alternative pour minimiser les risques de contamination des aliments et des ressources naturelles par les résidus chimiques de synthèse et aussi pour améliorer la fertilité des sols.

Parallèlement, l'on vit des situations inconfortables des pollutions liées à l'augmentation de production des déchets dans les villes africaines [2]. Pourtant une grande partie de ces déchets est fermentescible (65 à 80%) [3,4] et un recyclage par le biais du compostage permettrait de combler le déficit humique des sols surexploités et d'en réactiver une vie microbiologique équilibrée [5]. Ce travail initie une démarche de valorisation du compost urbain à base des déchets ménagers et de fumier naturel à parches de café pour lutter contre les maladies parasitaires de culture du maïs. C'est dans ce cadre qu'une étude a été conduite en vue d'évaluer l'effet variétal et des types de fumure sur les maladies parasitaires de culture du maïs Il s'agit spécifiquement de: 1) produire un compost à base des déchets ménagers pour une bonne production du maïs; 2) évaluer l'effet des types de fumure sur les maladies parasitaires de culture de maïs ; 3) évaluer la sensibilité de trois variétés notamment la variété locale, la variété améliorée composite blanche CMS8501 et la variété améliorée composite jaune CMS 8701 aux maladies parasitaires.

2. MATERIEL et METHODES

2.1. Site expérimental

L'expérimentation a été conduite dans le site de Megana de la localité d'Akonolinga à 98 km du centre-ville de Yaoundé. De coordonnées géographiques : 3° 46'00"N 12°15'00"E, Akonolinga appartient à la zone agro-écologique V dite zone forestière à pluviométrie bimodale. Cette zone est caractérisée par un climat Sub-équatorial de type Congo-guinéen, avec deux saisons sèches alternant avec deux saisons de pluies. La pluviométrie moyenne varie entre 1500 à 2000 mm sur 10 mois, la température moyenne annuelle est relativement constante (de l'ordre de 23 à 27 °C), l'humidité relative est en moyenne supérieure à 80 % [3]. Le site d'expérimentation de Megana a servi auparavant à la culture de manioc, macabo et arachide puis abandonné en jachère naturelle pendant 5 ans. Cette jachère était dominée par les espèces telles *Chromoleana odorata*, *Commelina ensifolia*, *Sida alba*, *Synedrella nodiflora*, *Ipomea indica* et *Tithonia diversifolia*.

2.2. Matériel d'expérimentation

Deux types de matériels ont été utilisés : (1) le matériel végétal constitué de trois variétés de maïs: La variété locale (V_1), la variété sélectionnée CMS 8501 (V_2) et la variété sélectionnée CMS 8704 (V_3). Les variétés V_1 , V_2 , V_3 présentées dans le tableau 1 sont développées par l'Institut de Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD-Cameroun). (2) Les fertilisants organiques et inorganique, trois traitements ont été utilisés : le compost des déchets ménagers contenant 40 % de la matière organique, les parches à café contenant 18,% de la matière organique et l'engrais N-P-K (20-10-10).

Tableau 1 : Caractéristiques des trois variétés de maïs utilisées au cours de l'expérimentation.

Variétés	Durée du cycle (en j)	Texture	Couleur	Nature
V_1 : Variété locale	120 (tardive)	Farineuse	Blanche	Locale
V_2 : CMS 8501	115 (intermédiaire)	Vitreuse	Blanche	Composite
V_3 : CMS 8704	115 (intermédiaire)	Vitreuse	Jaune	Composite

2.3. Préparation du terrain et mise en place du dispositif expérimental

Les travaux de préparation du site d'expérimentation ont été faits manuellement. En effet, après le défrichage du site, les troncs d'arbres et herbes sont entassés et brûlés par endroit. Par la suite le labour à l'aide des houes a permis la mise en place du dispositif expérimental. Le dispositif expérimental est un factoriel «split-plot» randomisé à 4 blocs [6]. Avec en parcelle principale les variétés (V_1 : variété locale, V_2 : variété améliorée CMS 8501, V_3 : variété améliorée CMS 8704) et en sous parcelle les traitements fertilisants (T_0 : témoin non fertilisé, T_1 : fumier naturel à parches de café, T_2 : compost de biodéchets ménagers, T_3 : engrais minéral NPK=20-10-10). Chaque bloc est la combinaison de trois variétés et quatre traitements fertilisants soit 12 combinaisons. Chaque unité expérimentale a été constituée de 3 lignes comportant 7 poquets par lignes soit un total de 21 poquets par unité expérimentale. Chaque unité expérimentale utilise 42 plants à raison de 168 par parcelle pour un total de 504 plants par bloc soit 2016 plants pour l'ensemble de 4 blocs. Au total, on dénombre 48 unités expérimentales ou sous-parcelles mesurant chacune 2 m x 4 m séparée entre elles par une distance de 1 m et la distance entre les blocs est de 1,5 m.

2.4. Evaluation du taux d'incidence des maladies

L'incidence de la maladie désigne la proportion des plantes malades au sein d'une unité expérimentale donnée, indépendamment de la gravité de l'attaque de chaque plante. Après avoir dénombré les plantes malades, l'incidence de la maladie a été déterminée en adoptant la formule usuelle en pathologie végétale décrite par Tchoumakov et Zaharova (1990) [7] à savoir :

$$I(\%) = (n/N) \cdot 100 \quad (1)$$

Où : N représente le nombre total de plante par unité expérimentale; n le nombre de plantes malades sur la même unité expérimentale et I (%) représente l'incidence ou la fréquence de la maladie de l'unité expérimentale.

2.5. Evaluation du taux de sévérité

La sévérité d'une maladie c'est le degré d'infection d'un organe ou de la plante entière par la maladie. Après avoir dénombré les plantes malades dans chaque unité expérimental et le degré d'infection de la maladie, la sévérité de la maladie a été déterminé grâce à la formule décrite par Tchoumakov et Zaharova (1990) [7] à savoir :

$$S = \Sigma(ab)/n \quad (2)$$

Où : $\sum (ab)$ est la somme des multiplications du nombre des plantes malades (a) avec le degré d'infection correspondant (b) donné en %; et n le nombre de plantes malades.

L'échelle utilisée pour le degré d'infection (b) est celle proposée par Wangungu (2011) [8].

Où 1: 0 % d'infection de la plante; 2 : infection recouvrant entre 1 - 15 % de la plante; 3 : infection recouvrant entre 16 - 40 % de la plante; 4 : infection recouvrant entre 41 - 75 %; 5 : infection recouvrant 76 % - 100 % de la plante.

2.6. Analyses statistiques

L'analyse de la variance a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (2003). Les résultats relatifs à l'étude ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à mesures répétées, $\alpha = 5\%$. Le logiciel utilisé pour traiter et exprimer les données sous la forme Moyenne \pm écartype est Excel. Concernant la comparaison des moyennes, elle a été réalisée à l'aide du test de LSD ($\alpha = 5\%$).

3. RESULTATS

3.1. Inventaire des maladies dans les unités expérimentales

L'inventaire des maladies dans les différentes unités expérimentales a été réalisé à travers la technique du diagnostic visuel des symptômes développée par Renard et Foucart (2008) [9]. Elle a permis de recenser deux types de maladies parasitaires :

- Les maladies fongiques telles que : la Fusariose des épis causée par différents *Fusarium* tels que *Fusarium graminearum* et *Fusarium moniliforme* ; l'Helminthosporiose causée *Helminthosporium turcicum*; le Charbon causé par *Ustilago maydis*.
- Les maladies bactériennes dont la plus importante est la maladie de Stewart ou flétrissement bactérien des feuilles causée par *Erwinia stewartii* comme le présente le tableau 2.

Tableau 2 : Taxonomie des maladies fongiques et bactériennes du maïs observées lors de l'expérimentation.

Typologie Maladies	Agents pathogènes	Familles	Genres	Classes
Charbon d'épis	<i>Ustilago maydis</i> (Henri-François-Anne de Roussel, 1806)	Ustilaginaceae	Ustilago	Ustilaginomycètes
Fusariose d'épis	<i>Fusarium</i> sp. (Link (1809))	Hypocreaceae	Fusarium	Hyphomycètes
Helminthosporiose	<i>Helminthosporium turcicum</i> (Link (1809))	Pleosporaceae	Helminthosporium	Dothideomycètes
Flétrissement bactérien ou maladie de Stewart	<i>Erwinia stewartii</i> (Smith 1898) Dye 1963	Enterobacteriaceae	Pantoea	Gamma Proteobacteria

3.2. Effet des types de fumure sur l'incidence et la sévérité des maladies fongiques et bactériennes du maïs

Tous les organes d'une plante de maïs peuvent être attaqués par les maladies qui sont susceptibles de réduire son rendement. Dans les unités expérimentales, trois maladies fongiques et une maladie bactérienne ont été identifiées en champ et leurs incidences (tableau 3) et sévérités (tableau 4) variaient en fonction du traitement appliqué. Ainsi, pour le charbon de l'épi, seules les parcelles traitées avec du compost ont été attaquées. Par contre l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien ont été présents dans toutes les unités expérimentales.

Tableau 3 : Taux d'incidence des maladies fongiques et bactériennes du maïs en fonction du traitement fertilisant.

Paramètres	Evolution de l'état sanitaire de la plante du maïs															
	4 SAS				8 SAS				12 SAS				16 SAS			
Traitement	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Charbon d'épis	-	-	-	-	-	-	0,13±0,1	-	-	-	0,92±0,2	-	-	-	0,92±0,2	-
Fusariose d'épis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,31±7,3a	20,11±6,3a	8,31±2,1c	15,53±4,7b
Helminthosporiose	1,13±0,2a	0,77±0,1a	0,13±0,1c	0,4±0,2b	2,23±0,5b	2,08±0,3b	1,47±0,7c	2,75±0,6a	8,27±1,4a	7,52±1,3a	4,11±1,2c	6,93±1,3 b	8,27±1,4a	7,52±1,3a	4,11±1, 2c	6,93±1,3b
flétrissement bactérien	0,11±0,1c	0,73±0,3a	-	0,32±0,1b	3,06±1,5b	1,41±0,6b	1,32±0,3b	2,67±1,5a	5,78±2,3b	6,75±2,3a	1,32±0,3c	6,56±2,3a	5,78±2,3b	6,75±2,3a	1,32±0,3c	6,56±2,3a

SAS= Semaine Après Semis ; **T0**=Témoin sans amendement (organique/inorganique) ; **T1**=traitement à parches de café ; **T2**=traitement au compost ; **T3**=fertilisation minérale NPK (20-10-10). Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de DUNCAN.

Tableau 4 : Taux de sévérité des maladies fongiques et bactériennes du maïs en fonction du traitement fertilisant.

Paramètres	Evolution de l'état sanitaire de la plante du maïs															
	4 SAS				8 SAS				12 SAS				16 SAS			
Traitement	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Charbon d'épis	-	-	-	-	-	-	8,84 ± 1,3	-	-	-	9,21± 1,72	-	-	-	10,06±2,01	-
Fusariose d'épis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,35± 3,5 a	16,22± 5,6 a	5,15± 2,3 c	10,35±4,7 b
Helminthosporiose	1,4±0,1a	0,6±0,04 b	0,1±0,01 c	0,3±0,02 c	2,3±0,01a	2,1±0,03 a	1,16± 0,01 b	2,35± 0,03 a	8,02±2,1 a	8,55± 2,3 a	4,48±1,01 b	8,94±2,1 a	8,02± 0,4 a	8,55± 2,5 a	4,48± 1,2 b	8,94±2,6 c
flétrissement bactérien	0,1±0,001 b	0,12±0,001b	-	0,29±0,02 a	0,53±0,01a	0,41±0,001 a	0,13±0,001 b	0,4± 0,05 a	2,5± 1,01 a	1,83±0,4 b	0,89± 0,03 c	2,78±1,04 a	2,55± 1,02 a	1,83± 0,6 b	0,89±0,04 c	2,78±1,06 a

SAS= Semaine Après Semis ; **T0**=Témoin sans amendement (organique/inorganique) ; **T1**=traitement à parches de café ; **T2**=traitement au compost ; **T3**=fertilisation minérale NPK (20-10-10). Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de DUNCAN.

L'analyse comparative des résultats obtenus montre que le charbon d'épis et la fusariose ont été moins fréquents dans les unités expérimentales que l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien. Une analyse profonde de chaque maladie a permis de mieux comprendre le taux d'incidence et de sévérité en fonction des types de fumure utilisés.

- Le charbon d'épis : Dans le site expérimental, cette maladie a été identifiée uniquement dans les unités traitées avec le compost. Les premiers symptômes de la maladie sont apparus à partir de la 8^{ième} SAS et évoluent jusqu'à la 12^{ième} SAS où ils deviennent constants. L'analyse des résultats de l'incidence de charbon d'épis montre qu'à la 8^{ième} SAS, le taux d'infection est de 0,13%. Ce taux atteint presque 1% à partir de la 12^{ième} SAS et reste constant jusqu'à la récolte. De même l'analyse des résultats de la sévérité de charbon d'épis montre qu'à la 8^{ième} SAS, l'indice de sévérité est de 8,84 %. Ce taux atteint presque 10,06 % à partir de la 16^{ième} SAS.

- La fusariose des épis : elle a été identifiée sur les épis provenant de toutes les unités expérimentales mais avec un taux d'incidence variant en fonction du traitement. L'analyse statistique a montré une différence significative ($P=0,00$). Le traitement à compost a eu un taux d'incidence le plus faible ($8,31 \pm 2,1$ %). De même, la sévérité de maladie a montré une différence significative ($P= 0,002$) dans les différentes unités expérimentales avec le taux le plus faible enregistré chez le traitement à compost ($5,15 \pm 2,3$ %). En somme, le témoin a eu un taux d'infection plus élevé que les autres ($22,31 \pm 7,3$ %), mais ce taux est statistiquement similaire au traitement à parches de café ($20,11 \pm 6,9$ %). Le traitement aux engrais minéraux a eu un taux d'infection assez élevé ($15,53 \pm 4,7\%$) largement supérieur au traitement à compost ($8,31 \pm 2,1$).

- L' Helminthosporiose : Dans le site expérimental, l'apparition de cette maladie sur les pieds de maïs a été observée à la quatrième semaine après le semis (4 SAS) et l'incidence de la maladie a évolué avec le temps dans toutes les unités expérimentales. En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, elle a évolué de $1,13 \pm 0,2$ à $8,27 \pm 1,4$ % chez T0, de $0,77 \pm 0,1$ à $7,52 \pm 0,4$ % chez T1, de $0,13 \pm 0,1$ à $4,11 \pm 1,6$ % chez T2 et chez T3 l'incidence a évolué de $0,4 \pm 0,2$ à $6,93 \pm 1,3$ %. Cependant, une évolution très peu considérable de la fréquence de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée chez T2 avec un taux d'évolution nettement plus faible de 1,47 % par rapport aux taux d'évolution plus élevés de 2,23, 2,08 et 2,75 % enregistrés respectivement chez T3, T1 et T0 où la fréquence de la maladie a évolué de manière considérable. Toutefois, il existe une différence significative ($P=0,001$) entre les traitements appliqués à la 16^{ième} SAS. De manière concrète le témoin a enregistré plus de plantes malades suivi de T1 et T3 tandis que T2 est le moins attaqué par la maladie. Concernant la sévérité de la maladie, elle a évolué avec le temps dans tous les unités expérimentales. En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, elle a évolué de $1,4 \pm 0,1$ à $8,02 \pm 0,4$ % chez T0, de $0,64 \pm 0,04$ à $8,55 \pm 2,5$ % chez T1, de $0,11 \pm 0,01$ à $4,48 \pm 1,2$ % chez T2 et chez T3 la sévérité évolue de $0,32 \pm 0,02$ à $8,94 \pm 2,6$ %. Cependant, une évolution très peu considérable de la sévérité de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée chez T2 avec un taux d'évolution nettement plus faible de $1,16 \pm 0,01$ % par rapport aux taux d'évolutions plus élevés de $2,13 \pm 0,03$; $2,35 \pm 0,03$; et $2,39 \pm 0,01$ % enregistrés respectivement chez T1, T3 et T0. Toutefois, il existe une différence significative ($P=0,001$) entre les traitements appliqués à la 16^{ième} SAS. De manière concrète, la différence significative a été établie entre le traitement à compost et les trois autres traitements qui, statistiquement sont identiques. Ainsi le classement suit l'ordre selon lequel : la sévérité a été plus élevée chez le traitement à l'engrais NPK ($8,94 \pm 2,6$ %) suivi du traitement à parches de café T1 ($8,55 \pm 2,5$) et du témoin T0 ($8,02 \pm 0,4\%$) tandis que le traitement à compost T2 ($4,48 \pm 1,2\%$) n'a pas facilité une grande propagation de la maladie.

- Le Flétrissement bactérien : L'observation visuelle a permis d'identifier cette maladie dans toutes les unités expérimentales. Mais avec un taux d'incidence et de sévérité qui varient d'un traitement à l'autre. Ainsi, l'incidence de la maladie a évolué avec le temps dans toutes les unités expérimentales traitées et présente une différence significative ($P=0,001$). En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, l'incidence a évolué de $0,11 \pm 0,1$ à $5,78 \pm 2,3$ % chez T0, de $0,73 \pm 0,3$ à $6,75 \pm 2,3$ % chez T1, de $0,00 \pm 0,0$ à $1,32 \pm 0,3$ % chez T2 et chez T3 l'incidence a évolué de $0,32 \pm 0,1$ à $6,56 \pm 2,3$ %. Cependant, une faible évolution de la fréquence de la maladie a été enregistrée chez T2 à la 8^{ième} SAS avec un taux d'évolution nettement plus faible de $1,32 \pm 0,3\%$ par rapport aux taux d'évolution plus élevés de $3,06 \pm 1,5$; $2,67 \pm 1,5$ et $1,41 \pm 0,6$ % enregistrés respectivement chez T0, T3 et T1 où la fréquence de la maladie évolue de manière considérable. Toutefois, il existe une différence significative ($P=0,001$) entre les traitements appliqués à la 16^{ième} SAS. De manière concrète la différence significative a été établie entre le traitement à compost et les trois autres traitements qui, statistiquement sont identiques. Ainsi le classement suit l'ordre selon lequel le traitement à parches de café (T1) a enregistré plus de plantes malades ($6,75 \pm 2,3\%$) suivi de l'engrais NPK T3 ($6,56 \pm 2,3$ %) et le témoin T0 ($5,78 \pm 2,3$ %) tandis que le traitement à compost T2 ($1,32 \pm 0,3$ %) a été le moins attaqué par la maladie. S'agissant de la sévérité de la maladie, elle a aussi évolué avec le temps dans tous les unités expérimentales traitées et présente une différence significative ($P=0,001$). Entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, elle a évolué de $0,1 \pm 0,001$ à $2,55 \pm 1,02 \pm 2,3$ % chez T0, de $0,12 \pm 0,001$ à $1,83 \pm 0,6$ % chez T1, de $0,00 \pm 0,0$ à $0,89 \pm 0,04$ % chez T2 et chez T3 la sévérité a évolué de $0,29 \pm 0,02$ à $2,78 \pm 1,06$ %. Cependant, une faible évolution

de la propagation de la maladie a été enregistrée chez T2 à la 8^{ième} SAS avec un taux d'évolution nettement plus faible de $0,13 \pm 0,001$ % par rapport aux taux d'évolution de $0,53 \pm 0,01$; $0,41 \pm 0,001$ et $0,4 \pm 0,05$ % enregistrés respectivement chez T0, T1 et T3. Toutefois, il existe une différence significative ($P=0,001$) entre les traitements appliqués à la 16^{ième} SAS. De manière concrète la différence significative a été établie entre le traitement à compost et les trois autres traitements qui, statistiquement sont identiques. Ainsi le classement suit l'ordre selon lequel le traitement à l'engrais NPK T3 ($2,78 \pm 1,06$ %) a enregistré plus de plantes malades suivi du témoin T0 ($2,55 \pm 1,02$ %) et le traitement à parches de café (T1) ($1,83 \pm 0,6$ %) tandis que la maladie a été la moins sévère chez le traitement à compost T2 ($0,89 \pm 0,04$ %).

3.3. Sensibilité des variétés de maïs aux maladies fongiques et bactériennes

Trois maladies fongiques et une maladie bactérienne ont fait l'objet d'évaluation de leurs incidences sur les variétés du maïs cultivées. Ainsi, pour le charbon de l'épi, seule la variété locale a été sensible. Par contre l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien ont influencé la santé de toutes les variétés du maïs cultivées comme le présente le tableau 5.

Tableau 5 : Taux d'incidence des maladies fongiques et bactériennes en fonction des variétés du maïs.

Paramètres	Evolution de l'état sanitaire de la plante du maïs											
	4 SAS			8 SAS			12 SAS			16 SAS		
Variété	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃
Charbon d'épis	-	-	-	-	$0,25 \pm 0,1$	-	-	$1,02 \pm 0,6$	-	-	$1,92 \pm 0,9$	-
Fusariose d'épis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$5,15 \pm 1,3b$	$10,31 \pm 3,3 a$	$10,47 \pm 2,1a$
Helminthosporiose	$0,76 \pm 0,2a$	$0,56 \pm 0,3b$	$0,44 \pm 0,2b$	$1,97 \pm 0,41a$	$1,75 \pm 0,81b$	$1,44 \pm 0,6b$	$6,55 \pm 1,04a$	$4,44 \pm 1,28 b$	$4,31 \pm 1,1$	$7,05 \pm 1,33 a$	$5,42 \pm 1,65 b$	$5,01 \pm 1,3 b$
flétrissement bactérien	$1,07 \pm 0,05a$	$0,77 \pm 0,4c$	$0,98 \pm 0,4b$	$1,99 \pm 0,3 a$	$1,16 \pm 0,7c$	$1,90 \pm 0,93a$	$2,73 \pm 0,61a$	$2,41 \pm 1,09b$	$1,44 \pm 0,4c$	$2,81 \pm 0,9a$	$2,05 \pm 1,73 b$	$2,1 \pm 1,82b$

SAS= Semaine Après Semis ; V₁=Variété locale blanche ; V₂= Variété CMS 8501 (composite blanche) ; V₃= Variété CMS 8704 (composite jaune). Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de DUNCAN.

Les résultats obtenus présentent dans certains cas une différence significative entre les variétés ($P=0,001$) et montrent que le charbon d'épis et la fusariose ont été moins fréquents chez les différentes variétés que l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien. Il a été constaté que seule la variété locale est attaquée par le charbon au taux d'incidence de $1,92 \pm 0,9$ %. De même que pour la Fusariose, l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien, la variété locale a présenté un taux d'incidence plus élevé que les variétés améliorées.

Concernant la sévérité, la variété locale a présenté un taux assez élevé que les variétés améliorées comme le présente le tableau 6.

Tableau 6 : Taux de sévérité des maladies fongiques et bactériennes en fonction des variétés du maïs.

Paramètres	Evolution de l'état sanitaire de la plante du maïs											
	4 SAS			8 SAS			12 SAS			16 SAS		
Variété	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃
Charbon d'épis	-	-	-	-	$9,01 \pm 1,02$	-	-	$10,71 \pm 2,2$	-	-	$10,71 \pm 2,2$	-
Fusariose d'épis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$10,53 \pm 3,5 a$	$9,15 \pm 2,3 a$	$10,35 \pm 4,7 a$
Helminthosporiose	$0,4 \pm 0,1 a$	$0,11 \pm 0,01 b$	$0,32 \pm 0,02 a$	$2,39 \pm 0,01 a$	$1,16 \pm 0,01 b$	$2,35 \pm 0,03 a$	$7,02 \pm 2,1 a$	$4,48 \pm 1,01c$	$6,94 \pm 2,1b$	$7,02 \pm 2,1a$	$4,48 \pm 1,01c$	$6,94 \pm 2,1b$
flétrissement bactérien	$0,25 \pm 0,001 a$	-	$0,29 \pm 0,02 a$	$0,4 \pm 0,01 a$	$0,23 \pm 0,001 b$	$0,43 \pm 0,05 a$	$1,55 \pm 0,09 a$	$0,89 \pm 0,03 b$	$1,78 \pm 0,09 a$	$1,55 \pm 0,09 a$	$0,89 \pm 0,03 b$	$1,78 \pm 0,09 a$

SAS= Semaine Après Semis ; V₁=Variété locale blanche ; V₂= Variété CMS 8501 (composite blanche) ; V₃= Variété CMS 8704 (composite jaune). Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de DUNCAN

Les résultats obtenus présentent la propagation des maladies chez les différentes variétés. Ainsi, seule la variété locale est sensible au charbon d'épis avec un taux de sévérité de $10,71 \pm 2,2$ %. La fusariose d'épis n'a pas présenté de différence significative entre les variétés ($P=0,863$), par contre l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien ont présenté des différences significatives $P=0,001$. En effet, il a été constaté que l'Helminthosporiose était plus sévère à la fin de l'expérimentation chez V₁ ($7,02 \pm 0,4$ %) et V₃ ($6,94 \pm 2,6$ %) que chez V₂ ($4,48 \pm 1,2$ %). Pour le flétrissement bactérien, la sévérité a été plus élevée chez V₃ ($1,78 \pm 0,09$ %) et V₁ ($1,55 \pm 0,09$ %) que la variété V₂ ($0,89 \pm 0,03$ %).

Une analyse profonde est nécessaire pour mieux apprécier l'incidence et la sévérité de chaque maladie par variété.

- Le charbon d'épis : L'analyse des résultats de l'incidence de charbon d'épis a montré qu'à la 8^{ième} SAS, la fréquence de la maladie est de 0,25 %. Ce taux atteint 1,02 % à partir de la 12^{ième} SAS et se stabilise à 1,92 % à la 16^{ième} SAS. De même l'analyse des résultats de la sévérité de charbon d'épis montre qu'à la 8^{ième} SAS, l'indice de sévérité est de 9,01 %. Ce taux atteint presque 10,71 % à partir de la 16^{ième} SAS.

- La fusariose des épis : Après la récolte du maïs (16SAS), cette maladie a été identifiée sur les épis provenant de toutes les unités expérimentales mais avec un taux d'incidence variant en fonction de la variété. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les variétés ($P=0,00$). La variété locale a eu un taux d'incidence le plus élevé ($15,15 \pm 1,3$ %) par rapport aux variétés améliorées. Par contre, la sévérité de maladie n'a pas montré une différence significative ($P= 0,863$). Le taux de sévérité est statistiquement égal chez les différentes variétés, il est de $10,53 \pm 3,5$ % chez la variété locale, de $9,15 \pm 2,3$ % chez la variété composite blanche et de $10,35 \pm 4,7$ % chez la variété composite jaune.

- L'Helminthosporiose : Dans le site expérimental, l'apparition de cette maladie chez les différentes variétés de maïs a été observée à la quatrième semaine après semis (4 SAS) et elle a évolué de façon croissante jusqu'à la maturité de la plante (12 SAS) où elle est devenue stationnaire. La fréquence de la maladie chez les différentes variétés a présenté une différence significative ($P=0,001$). En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, l'indice d'incidence a évolué de $0,76 \pm 0,2$ à $7,05 \pm 1,33$ % chez la variété locale, de $0,56 \pm 0,3$ à $5,42 \pm 1,65$ % chez la variété composite blanche et de $0,44 \pm 0,2$ à $5,01 \pm 1,3$ % chez la variété composite jaune. Cependant, une légère évolution de la fréquence de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée chez la variété locale avec un taux d'évolution de $1,97 \pm 0,41$ % significativement différent ($P=0,001$) de $1,75 \pm 0,81$ et $1,44 \pm 0,6$ % enregistrés respectivement chez V2 et V3. De manière précise les variétés sélectionnées (la variété composite blanche et jaune) sont moins sensibles à l'Helminthosporiose que la variété locale V1. Concernant la sévérité, la maladie a présenté une différence significative entre les variétés ($P=0,001$). En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, l'indice de sévérité a évolué de $0,4 \pm 0,1$ à $7,02 \pm 0,4$ % chez la variété locale, de $0,11 \pm 0,01$ à $4,48 \pm 1,2$ % chez la variété composite blanche et de $0,32 \pm 0,02$ à $6,94 \pm 2,6$ % chez la variété composite jaune. Cependant, une évolution similaire de la sévérité de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée chez la variété locale avec un taux d'évolution de $2,39 \pm 0,01$ % et la variété composite jaune enregistrant $2,35 \pm 0,03$ % de taux d'évolution de la sévérité de la maladie. La variété composite blanche a enregistré à la 8^{ième} SAS le taux de sévérité le plus faible ($1,16 \pm 0,01$ %). Plus précisément la variété locale et la variété sélectionnée jaune présentent une attaque relativement sévère à l'Helminthosporiose que la variété composite blanche.

- Le Flétrissement bactérien : L'observation visuelle a permis d'identifier cette maladie chez les différentes variétés avec un taux d'incidence et de sévérité qui varient d'une variété à l'autre. Le plus faible taux d'incidence a été enregistré chez les variétés améliorées. En effet, entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, l'indice d'incidence a évolué de $1,07 \pm 0,05$ à $2,81 \pm 0,9$ % chez la variété locale, de $0,77 \pm 0,4$ à $2,05 \pm 1,73$ % chez la variété composite blanche et de $0,98 \pm 0,4$ à $2,1 \pm 1,82$ % chez la variété composite jaune. Cependant, une évolution statistiquement similaire de la fréquence de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée entre la variété composite jaune et la variété locale. En somme, les variétés améliorées sont moins sensibles au flétrissement bactérien que la variété locale. Concernant la sévérité, la maladie a présenté une différence légèrement significative entre les variétés ($P=0,001$). Entre la 4^{ième} et la 16^{ième} SAS, l'indice de sévérité évolue de $0,25 \pm 0,001$ à $1,55 \pm 0,09$ % chez la variété locale, de $0,00$ à $0,89 \pm 0,03$ % chez la variété composite blanche et de $0,29 \pm 0,02$ à $1,78 \pm 0,09$ % chez la variété composite jaune. Cependant, une évolution similaire de la sévérité de la maladie à la 8^{ième} SAS a été enregistrée entre la variété locale avec un taux d'évolution de $0,4 \pm 0,01$ % et la variété composite jaune enregistrant $0,43 \pm 0,05$ de taux d'évolution de la sévérité de la maladie. La variété composite blanche a enregistré à la 8^{ième} SAS le taux de sévérité le plus faible ($0,23 \pm 0,001$ %). Ainsi, la variété sélectionnée composite blanche est légèrement moins sensible au flétrissement bactérien que la variété locale V₁ et la variété composite jaune V₃.

4. DISCUSSIONS

4.1. L'effet des types de fumure sur l'incidence et la sévérité des maladies fongiques et bactériennes du maïs

L'état phytosanitaire des plantes de maïs a montré que l'incidence et la sévérité des différentes maladies parasitaires recensées sur le site expérimental étaient variables au fil du temps. Les types de fumure ont significativement influencés l'incidence et la sévérité du charbon d'épis, de la fusariose d'épis, de l'helminthosporiose et du flétrissement bactérien à la fin de l'expérimentation (16SAS).

Les résultats obtenus concernant le charbon d'épis montrent que seules les parcelles fertilisées à base de compost ont été attaquées. Ceci se justifierait par la richesse desdites parcelles en azote qui favorise le développement de l'agent pathogène. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus sur le même site par Ndja'a (2016) et ceux obtenus par Lynch

and *al.*, (1980) [10, 11]. En effet Lynch and *al.*, (1980) ont démontré que *Ustilago maydis*, agent pathogène du charbon d'épis est un champignon saprophyte des milieux riches en azote. Concernant les autres maladies fongiques notamment la fusariose d'épis et l'helminthosporiose, le traitement à base de compost a présenté des taux d'incidence et de sévérité faibles comparativement aux autres traitements. Cohen and *al.*, (1998) justifient ces résultats par la présence des substances fongostatiques dans le compost qui inhiberaient l'activité de ces pathogènes [12]. Pedneault (1994) et Bordeleau (1999) ont démontré que la fertilisation organique comparée à la fertilisation chimique procurerait à la plante une résistance naturelle progressive face aux infections [13,14]. Il se serait produit une réaction d'hyperparasitisme entre les microorganismes antagonistes apportés par le compost et les pathogènes. Ce phénomène d'hyperparasitisme aurait réduit voir annulé l'action de ces pathogènes sur les plantes de maïs. Ces résultats sont similaires à ceux de Valenzuela et *al.*, (1995) qui, après une étude comparative entre l'effet de la fertilisation chimique et celle organique sur l'état sanitaire des plantes, sont parvenus à conclure que l'utilisation des fertilisants organiques réduiraient significativement l'infestation des cultures par les pathogènes comparée à des cultures n'utilisant que des fertilisants chimiques [15]. Mais une autre information importante est celle de savoir que le fumier naturel à parches de café utilisé n'a pas procuré aux plantes de maïs une résistance contre les maladies parasitaires, le taux d'incidence et de sévérité dans ces parcelles sont proches des parcelles témoins. Cela se justifie par le fait que, le fumier naturel à parches de café n'ayant pas subi le même mode de fabrication que le compost aurait incorporé lors de son prélèvement pour l'application en champ des germes pathogènes ou disposerait aussi d'autres substances qui peuvent favoriser le développement des pathogènes plutôt que leur suppression. Serra-Wittling (1997) ont démontré que l'application de compost fait à partir des déchets ménagers permettait progressivement d'augmenter la suppression de *Fusarium roseum sambucinum* responsable des taches argentées sur la pomme de terre [16]. Craft et Nelson (1996) mentionnent que l'effet positif du compost en plein champ contre les maladies des plantes repose probablement sur plusieurs facteurs : la fertilisation des plantes, l'amélioration de la structure du sol, la stimulation de l'activité microbienne du sol, ou l'activité des microorganismes du compost lui-même [17]. L'effet du compost est d'autant plus évident lorsque le sol est déséquilibré ou cultivé de manière très intensive [18, 19]. Cet effet bénéfique sur la santé des plantes est un des facteurs qui différencie le compost des autres matériaux organiques. Par exemple, LaMondia et *al.*, (1999) ont démontré que les symptômes causés par *Verticillium dahliae* et *Pratylenchus penetrans* sur la pomme de terre ont pu être réduits par l'adjonction de compost de fumier de champignons, mais non pas par de la paille [20]. Concernant le flétrissement bactérien, le traitement à base de compost a présenté des taux d'incidence et de sévérité faibles comparativement aux autres traitements. D'après Hoitink et ses collaborateurs (1997), ces résultats pourraient être liés au fait que, le compost appliqué serait doté d'un nombre et d'une diversité importante de microorganismes qui ont un pouvoir suppressif sur l'agent pathogène [21]. En effet, ces microorganismes agiraient soit en entrant en compétition (espace vital, eau, nutriments) avec l'agent pathogène, soit en sécrétant des substances nocives (toxines) pour leur survie ce qui auraient contribué à diminuer voir supprimer l'agent pathogène. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Harender et *al.*, (1997) qui ont provoqué une différence dans le potentiel de protection de tomates contre le flétrissement après l'emploi de composts provenant de différentes origines végétales [22].

4.2. Incidence et sévérité des maladies fongiques et bactériennes sur les différentes variétés de maïs

Toutes les variétés de maïs expérimentées ont été plus ou moins infestées par les maladies. Les principales maladies inventoriées qui sont celles les plus fréquemment citées dans la littérature notamment : le charbon d'épis (*Ustilago maydis*), l'helminthosporiose (*Helminthosporium turcicum*), la fusariose d'épis (*Fusarium sp*) et le flétrissement bactérien (*Erwinia stewartii*) ont attaquées les plants avec des taux d'incidences et de sévérité variables. Ce qui corrobore avec les travaux de Delassus (1968) qui a identifié les principales maladies du maïs (charbon, helminthosporiose, rouille etc.) dans l'Ouest Cameroun [23]. Dans l'étude menée, seule la variété locale a été attaquée par le charbon. Les variétés CMS 8501 et CMS 8704, vue leur caractère de sélectivité et d'amélioration par rapport à la variété locale n'ont pas la même variabilité génotypique ce qui se justifierait probablement par la résistance à l'agent pathogène du charbon. Aussi, la capacité des différentes variétés à résister aux contraintes climatiques et physicochimiques des sols du site d'expérimentation pourraient expliquer ces résultats.

Concernant les autres maladies notamment la fusariose, l'Helminthosporiose et le flétrissement bactérien, les variétés améliorées ont présenté des taux d'incidence légèrement inférieur à celui de la variété locale. Mais les taux de sévérité des variétés améliorées sont soit statistiquement similaires ou légèrement inférieurs à celui de la variété locale. La variabilité génotypique pourrait expliquer ce phénomène. Comme le soulignaient Thé et *al.*, (1996), les variétés améliorées notamment CMS8501 et CMS8704 ont été produites pour résister aux contraintes phytosanitaires et physicochimiques des sols des différentes zones agro-écologiques du Cameroun [24].

5. CONCLUSION

Cette étude a été initiée dans le but d'évaluer l'effet phytosanitaire de compost des déchets urbains et de fumier naturel à parches de café afin de les utiliser comme biopesticide pour la protection des plantes. Ainsi, le compost a montré qu'il dispose des vertus phytosanitaires capables de réduire l'incidence et la sévérité de certaines maladies

fongiques et bactériennes. Tel n'est pas le cas avec les parches de café et l'engrais minéral NPK (20-10-10) qui a parfois favorisé la propagation de certaines maladies parasitaires du maïs. Cet effet positif du compost de déchets ménagers serait dû à la présence en son sein des microorganismes actifs qui agiraient soit en entrant en compétition (espace vital, eau, nutriments) avec l'agent pathogène, soit en secrétant des substances nocives (toxines) pour leur survie ce qui auraient contribuées à diminuer voir supprimer l'agent pathogène.

6. REFERENCES

- [1] Moughli L. Les engrais minéraux ; Caractéristiques et Utilisations. Bulletin mensuel d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Septembre N° 72 (2000) 4 p. Disponible en ligne : <http://www.agrimaroc.net/72.pdf>
- [2] Fuchs J., Galli U., Schleiss K., Wellinger A. Directives de l'ASIC : Caractéristiques de qualité des composts et des digestats provenant du traitement des déchets organiques. Document élaboré par l'Association Suisse des Installations de Compostage (ASIC) en collaboration avec le Forum Biogaz Suisse. CH-3322, Schönbü. (2001) p 11. Disponible en ligne http://www.immunologyresearch.ch/ial-poster-bart-ias-hvtn_july-2011.pdf
- [3] Moudingo E.J. Situation des forêts au Cameroun. Cameroon Wildlife Conservation Society. (2007) 24 p. <http://studylibfr.com/doc/3174210/article-sur-la-situation-des-forets-au-cameroun>
- [4] Soudi B., Naaman F. Compostage et valorisation du compost : Pratiques d'une agriculture durable. Bulletin mensuel d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Mars N° 54 (1999) 4p. Disponible en ligne : <http://www.agrimaroc.net/54.pdf>
- [5] Gobat JM., Aragno M., Matthey W. Le sol vivant Bases de Pédologie Biologie des sols. Deuxième édition, Presses polytechniques et universitaires romandes. (2003) 568 p. Disponible en ligne : <https://lielaridcountbek.firebaseio.com/2880743672.pdf>
- [6] Lecompt M. L'expérimentation et les engrais : les bases de l'expérimentation, les modes de calculs scientifiques ; Paris. (1965) pp. 65-68.
- [7] Tchoumakov A., zaharova., Statistic of disease development. Disease damages caused in crop production. Agro Prom Izdat, Moscou, (1990) 53 p.
- [8] Wangungu C.W., Mwangi M., Gathu R., Muasya R., Mbaka J. and Kori N. Reducing died back disease incidence of passion fruit in Kenya through management practices. *Afr Crop Sci.* 2011 ; 35(10): 499-502.
<http://ir.library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/7953/Reducing%20dieback%20disease%20incidence%20of%20passion%20fruit%20in%20Kenya%20through.pdf>
- [9] Renard F. et Foucart G.,. Les maladies foliaires de la fin de végétation en culture de maïs. CIPF-Centre pilote en culture de maïs. Laboratoire d'Ecophysiologie et d'Amélioration Végétale. UCL-Louvain-la-Neuve. (2008) 6 p. <http://cipf.be/shared/files/fr/maladiedufeuillage.pdf>
- [10] Ndja'a T., B., B. Effet du compost des ordures et de la fiente de volailles sur la croissance, l'état phytosanitaire et le rendement de deux variétés de maïs (*Zea mays* L.) Mémoire de Master en Biologie des organismes végétaux, Université de Yaoundé 1. 2016; 65 p.
- [11] Lynch K.V., Edgington L.V. and Busch L.V. Head smut. A new disease of corn in Ontario. *Plant. Patho.* 1980; 2: 176-178.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/070606680095014371B?journalCode=tcpj20>
- [12] Cohen R., B. Chefetz, and Y. Hadar. Suppression of soil-borne pathogens by composted municipal solid waste. In: S. Brown, J.S. Angle, L. Jacobs (eds.). Beneficial co-utilization of agricultural, municipal and industrial by-products, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. (1998) pp. 113-130. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-94-011-5068-2_9.pdf
- [13] Pedneault A. Les effets des composts sur les plantes. Quebec vert, Quebec, (1994) pp. 18-20.
- [14] Bordeleau L.M. L'usage du compost restaure la biodiversité dans les sols agricoles. *Bio-Bulles.* 1999; 19:20-24.
- [15] Valenzuela H.R. and Hamasaki R. Effect of compost and synthetic nitrogen fertilizer on growth of nematode infestation in lettuce and Brasil. *Hort. Sci.* 1995; 30(4): 134-138
- [16] Serra-Wittling C., Alabouvette S., Houot S. and Rouxel F. Suppressiveness of Municipal Solids Waste Compost to Plant Diseases Induced by Soil borne Pathogens. *Modern Agriculture and the Environment.* 1997; 373-381.
- [17] Craft, C.M., and E.B. Nelson. Microbial properties of composts that suppress dampingoff and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. *Applied and Environmental Microbiology.* 1996; 62:1550-1557. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16535307>
- [18] Fuchs, J. Quelle qualité de compost pour l'utilisateur? Forschungsbericht des 2. Oltner Kompost- und Gartenforum, 27.-30 September 1995. Herausgeber Büro composto, pp 97-103
- [19] Fuchs, J.G. Practical use of quality compost for plant health and vitality improvement. In: S. Klammer (ed.), *Microbiology of Composting*, Berlin Heiselberg: Springer-Verlag. (2002) 435-444. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-08724-4_36.pdf
- [20] LaMondia, J.A., M.P.N. Gent, F.J. Ferrandino, W.H. Elmer, and K.A. Stoner. Effect of compost amendment or straw mulch on potato early dying disease. *Plant Disease.* 1999; 83:361-366. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1999.83.4.361>
- [21] Hoiitink, H.A.J., Stone A.G., and Han D.Y. Suppression of plant diseases by composts. *Horticultural Science.* 1997; 32:184-187.
- [22] Harender, R., I.J. Kapoor, and H. Raj. Possible management of Fusarium wilt of tomato by soil amendments with composts. *Indian Phytopathology.* (1997) 50:387-395. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.916.5330&rep=rep1&type=pdf>
- [23] Delassus M. Principales maladies du maïs dans l'Ouest Cameroun. *L'Agronomie tropicale.* 1968; 23 (4): 429-434.
- [24] Thé C., Zonkeng C., Enyong L. Heterosis in low-land x mid-altitude crosses of tropical maize. American Society of Agronomy, Madison Wisconsin USA. 1996; 118 p. <http://indexmedicus.afro.who.int>



Citer cet article: Daouda Kutnjem; Ndongo Bekolo, Ambang Zachée, Mamadou Mounpoubeyi Njipit, Patrice Ngatsi Zemko, and Tientcheu Tongue. EFFET VARIETAL ET DES TYPES DE FUMURE SUR LES MALADIES PARASITAIRES DE LA CULTURE DU MAÏS AU CAMEROUN. *Am. J. Innov. Res. App. Sci.* 2018; 7(3): 137-146.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>