

Appropriate methods for technology development in composting and waste re-use in UPA

Dr.Mamadou Amadou SECK

Ecole Supérieure Polytechnique, B.P.5085 Dakar-Fann, Université Cheikh Anta Diop,Sénégal

Le Contexte de l'étude

Dans le cadre de la recherche des moyens d'appui aux populations défavorisées,l'Université Cheikh Anta Diop et Enda TM ont convenu de faire converger leur action sur le terrain ,dans un quartier pauvre et périphérique de la ville de Rufisque, une banlieue dakaroise.

Ce quartier se caractérise par un taux de chômage élevé chez les jeunes (75 %) dont les moins de 20 ans représentent 55 % de la population totale. De type spontané à ruelles étroites, le quartier n'est pas doté d'équipements d'évacuation des ordures ménagères qui s'amoncellent dans des dépôts sauvages à coté des maisons .Ces déchets constituent ainsi une source potentielle de maladies Les habitants ont des revenus très faibles, leur paupérisation se traduit par une alimentation déficitaire en qualité et en quantité.La seule activité demeure la pêche et le maraîchage avec des moyens très limités pour cette dernière activité.

Dans ce contexte, 18 jeunes chômeurs soucieux de sortir de leur état de précarisation, se sont regroupés en association pour promouvoir une activité créatrice d'emplois et de sources de revenus A leur demande, nous avons initié ,avec eux, une démarche pour la mise en place d'une technologie décentralisée,simple ,de valorisation agronomique des ordures ménagères par le procédé du compostage aérobie

L'objectif principal est de produire du compost à partir des 35 tonnes journalières d'ordures ménagères et d'utiliser ce compost en agriculture urbaine.

Le compost mature est cédé à des maraîchers avec un accord-parti que ces derniers utiliseront le compost selon les protocoles proposés par les chercheurs et qu'ils suivront les séances de vulgarisation en milieu réel à des fins de démonstration

Les expériences ont été menées dans un champ d'un hectare dans la zone de culture maraîchère intensive située à Pikine (banlieue dakaroise)

Pour les opérations de tri et de compostage,la municipalité de Rufisque a octroyé un terrain de 1 hectare.Enda a mis en place les infrastructures nécessaires au bon déroulement des opérations.

Avec les populations intéressées, nous avons défini un certain nombre d'étapes :

1.La sensibilisation et Collecte

Après plusieurs réunions d'information, la participation des populations a été acquise,des comités de suivi-évaluations ont été créés dans le quartier

Le travail vise à assurer une collaboration effective des ménages pour un tri à la source efficace ,en séparant les parties organiques des parties non biodégradables et en s'acquittant d'une redevance de 25 frs cfa (0,03 euros) par poubelle vidée.L'argent ainsi récupéré servira à l'alimentation des chevaux et à l'entretien du matériel.

Les ordures sont ainsi collectées par le système porte à porte et acheminées grâce à des charrettes tirées par des chevaux à une aire de transit où un second tri est opéré avant le compostage

L'ensemble de ces opérations sont assuré par les membres de l'Association.

2.La formation

L'étape suivante étalée sur 2 mois consiste en une formation à la technologie de tri et de compostage. Il s'agit sur le plan théorique d'insister sur certains paramètres de validation d'un bon processus de compostage tels la température, la granulométrie (taille) et la nature des substrats à biodégrader, l'humidité, l'aération, l'importance des additifs, des starters, et certaines capacités de substitution des composts par rapport à des intrants minéraux etc...

L'autre volet de la formation c'est la dimension pratique : le matériel minimum nécessaire (brouettes,fourches,rateaux,pelles,bottes,masques,gants,tamis etc...),la forme des andains, la taille, l'orientation par rapport à la direction des vents dominants On insiste particulièrement sur la composition des différentes couches et leur alternance, les procédés d'évaluation de la chaleur ,de l'humidité, les tests de contrôle de maturité des composts et de leur fertilité biologique etc...

Des exposés sur les riches potentiels à manipuler les ordures ménagères et les moyens de les prévenir sont faits

Notre travail comporte 2 axes thématiques :

- 1. Fabrication de compost et son utilisation comme amendement organique en agriculture urbaine**
- 2. Recherche d'effets phytosanitaires d'extraits hydrosolubles de compost par pulvérisation sur une culture de tomate**

Matériels et Méthodes

Le Compostage

Le compostage proprement dit se déroule sur une plate forme cimentée de 20 mètres de coté et muni de rainures pour recueillir l'eau de ressuyage dans une fosse de récupération . Il est entouré d'un mur. Les 2 tonnes journaliers d'ordures ménagères apportés par les charretiers subissent un second tri très méticuleux car il s'agit de se débarrasser des matériaux tels que les piles (métaux lourds), morceaux de verre, de plastique, de fer ,des morceaux de peaux tannés, de tout papier non désencré etc...

Les déchets organiques grossiers (branches, tiges de résidus de cultures etc...) sont fragmentés pour être réduits à des tailles ni très grandes (pour éviter l'apparition de macropores favorisant une forte évaporation) ni très petites (pour éviter l'avènement d'une anaérobiose à la base des tas par glissement gravitaire des fines particules). Les déchets ainsi traités, seront entreposés sous forme d'andains de 2 mètres de longueur et 1.5 mètres de largeur pour une hauteur minimale de 1.5 mètres. Des couches alternant de matières de 10 centimètres sont constituées et humidifiées au fur et à mesure. Entre 2 couches ,on met un mélange d'additifs constitués, pour l'essentiel, de fientes de volaille pour équilibrer le rapport C/N dans le cas des ordures à forte teneur de carbone (c'est le cas le plus fréquent),des cendres de cuisine (apport de minéraux et de calcium),de fumiers de vaches ou de cheval (microorganismes « starters »),de roches et os cassés (éléments minéraux et calcium) etc...

Dans tous les cas ,une attention particulière est portée sur les aptitudes des substrats au compostage :un équilibre convenable est recherché entre les éléments à fermentation rapide (sucres),les éléments à décomposition lente (lignine) ou selon la porosité à l'air et la rétention en eau.

Les rajouts périodiques de ces divers substrats ont pour objectif de produire un compost mature riche en nutriments variés pour les cultures

Les tas définitivement constitués sont protégés de l'ensoleillement par de la paille ou de feuilles de bananiers pour éviter un dessèchement de leurs parties extérieures, et des réhumidifications sont effectuées au besoin. Des mesures quotidiennes de température sont réalisées grâce à un thermomètre à sonde, au delà de 65 ° C, on procède à des retournements pour éviter la « stérilisation » du milieu , abaissant ainsi la température ; cette forme d'aération ,tout en procédant à l'homogénéisation du milieu fermentaire, évite en même temps l'apparition de poches d'anaérobiose .Il assure une meilleure propagation des microorganismes,en multipliant les surfaces de contact entre ces décomposeurs et les morceaux en cours de biodégradation.

Au bout d'un temps variable (2 à 3 mois),le compost mature est tamisé (maille de 2 cm) et les rebus sont réutilisés dans les prochains tas pour servir de starters

Une partie du compost est vendu à 1500 frs pour un sac de compost de 50kg,l'autre servira à organiser les expériences de démonstration en milieu maraîcher

Essais agronomiques

Après l'enfouissement du compost dans les sols comme amendement et la mise en culture des parcelles ,il a été organisé des visites de démonstration ,des sortes de travaux pratiques et de sensibilisation au profit de l'association des maraîchers des Niayes (zone de maraîchage intensive dans la banlieue dakaroise) ainsi que de particuliers sur le terrain d'expérimentation

Les travaux en plein champs sont réalisés dans la dépression maraîchère de pikine sur des sols sableux de type Dior

-Pour le premier axe thématique,la surface totale utilisée est de 180 m². Cette surface est divisée en 12 parcelles de 15 m² comportant 3 variantes avec 4 répétitions chacune.Le dispositif des parcelles est basé sur le principe de la randomisation totale.

Les variantes sont les suivantes :

- Variante 1 : le témoin (sans compost)
- Variante 2 : compost

- Variante 3 : standard (ce que les paysans ont l'habitude de faire)
- Toutes les variantes ont reçu chacune une même fertilisation de base comme fumure de fond (tableau 1)

Tableau 1: Fiche de fertilisation

Variante	Fumure de fond
Compost	-7 T/ha de compost -500g de 10-10-20 /15m ² -30 kg de fumier /15m ²
Témoin	-500g de 10-10-20 /15m ² -30 kg de fumier /15m ²
Standard	- 500g de 10-10-20 /15m ² - 15 kg de fumier /15m ²

Au bout de 25 jours de pépinière, les plants sont repiqués dans les parcelles à raison de 40 plants par parcelle et disposés en quatre rangées de 10 pieds distancés de 0.5 m.

20 jours après le repiquage une fumure d'entretien est apportée à raison de 300g/15m² de 10-10-20 sur toutes les parcelles ,20 jours plus tard ce fut le cas de l'urée pour une dose identique et du sulfate de potasse pour seulement 75g/15 m². Après avoir observé une 3^{ème} période de même durée ,on a mis du 10-10-20 (300g/15m²) également sur toutes les parcelles.

L'épandage est localisé au pied des plants, suivi d'un ratissage pour l'incorporation de l'engrais et d'un arrosage, car la plante absorbe les éléments nutritifs

L'effet du compost sur les maladies est apprécié chaque semaine

-**Pour le second axe thématique**, un autre terrain dans la même zone a été choisi : 4 variantes comportant des parcelles de 15 m² sont retenues, pour chaque variante ,il y a 4 répétitions,soit au total 16 parcelles ,également randomisées

Ces variantes sont les suivantes :

- Variante 1 (V₁)-le témoin ,sans pulvérisation d'extraits
- Variante 2 (V₂)-parcelles traitées avec des fongicides
- Variante 3 (V₃)-parcelles pulvérisées avec des extraits de 2 jours
- Variante 4 (V₄)-parcelles pulvérisées avec des extraits de 4 jours

Avant de procéder à l'extraction à l'aide d'une toile,on laisse macérer 1 volume de compost dans 6 volumes d'eau pendant 2 jours (V₃) ou pour un temps de 4 jours (V₄)

Les parcelles concernées par le second thème reçoivent le même type de fumure de fond et d'entretien que celles décrites dans le premier thème.Les pulvérisations ont lieu une fois toutes les semaines,et après les évaluations de maladies ou d'attaques,ces dernières sont menées uniquement au niveau des 16 plants du milieu

Les 2 champs sont arrosés tous les jours

70 après le repiquage,on commence les récoltes dont la fréquence est de 2 fois par semaine.Les fruits matures récoltés sont pesés par parcelle élémentaire On en déduit ensuite la moyenne des rendements relatifs à chaque variante.

Pour les deux sujets thématiques , c'est la tomate (*Solanum lycopersicum*), variété mongal, qui a été utilisée.

Résultats

I Compostage

-Caractérisation des ordures

D'une manière générale, la composition des ordures dans la zone d'étude montre que la fraction compostable est la plus importante et représente en moyenne 74.4 % (figure 1)

Les résultats obtenus dans cette zone s'écartent de ceux obtenus à Kayar qui sont de 91 % de matières organiques (GAYE ,1995 cité par VOGAMOUDOUBOU,1997) du fait du développement de la pêche et du maraîchage ainsi que de ceux signalés à Thiès et à Louga soit respectivement 83.4% et 94 % (VOGAMOUDOUBOU,1997, ROUX et al.,1988)

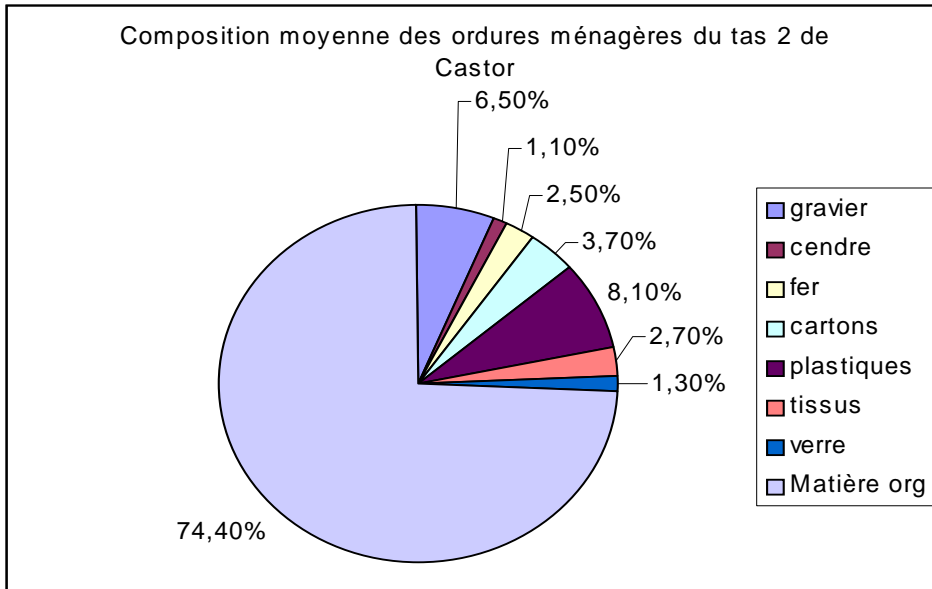


Figure 1 :Composition moyenne des ordures d'un tas

-Evolution de la température

On observe après 4 jours, une élévation de la température au centre du tas de 70°C et qui passe progressivement par des valeurs intermédiaires avant de se stabiliser à 36°C. La même allure est observée pour la thermophase périphérique (figure 2). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par d'autres chercheurs (MUSTIN ,1984, SECK et al.,1989 et FRIZT, 1994)

Les baisses températures sont consécutives aux retournements opérés pour ne pas stériliser le tas et leur reprises sont dus à de nouveaux repeuplements de microorganismes. Cependant on retrouve bien la stratification classique des 3 phases :

- Phase de la montée de la température dite phase mésophile, elle atteint son pic au 4^{ème} jour. Cette phase correspond à la prolifération des microorganismes dans le compost. Ces microorganismes attaquent très rapidement les composés facilement dégradables comme les sucres, l'amidon et les graisses.

Ces dégradations s'accompagnent d'une libération d'énergie dont une partie est utilisée par les microorganismes pour leur croissance et leur multiplication, l'autre partie est transformée en chaleur et réchauffe le tas.

- Phase des hautes températures dite thermophile, la forte élévation de la température induit le remplacement des germes mésophiles par des thermophiles dont leurs activités métaboliques libèrent peu d'énergie, ce qui aura comme conséquence une chute de la température.
- Phase de chutes des températures dite phase de refroidissement où les températures du tas avoisinent la température ambiante.

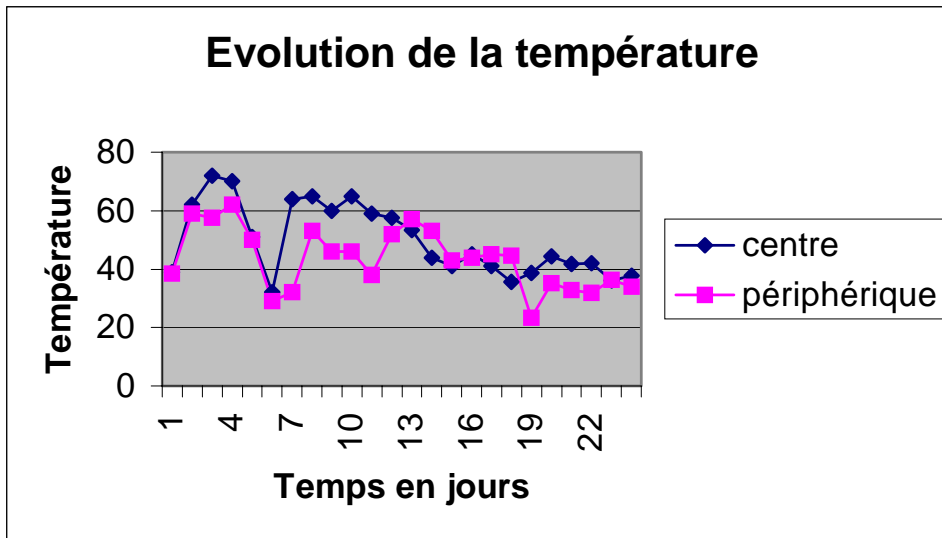


Figure 2 : Evolution de la température

II Effets des composts comme amendement organique

- Sur les pathogènes

Les maladies ont touché les parcelles tout juste avant la première récolte, c'est ce qu'on appelle les maladies de fin de saisons. On constate (figure 3-6) la présence plus marquée de la bactériose, dans les autres cas aussi la présence du compost semble être un frein à la propagation des maladies. DIA (1995) avait signalé un effet similaire de compost de litières de filao sur les nématodes Il semble dans tous les cas que compost en assurant une alimentation minérale plus régulière aux plantes, tout en améliorant les qualités du sol, donne à la plante vigueur et résistance face à certaines maladies (SECK et al.,1998)

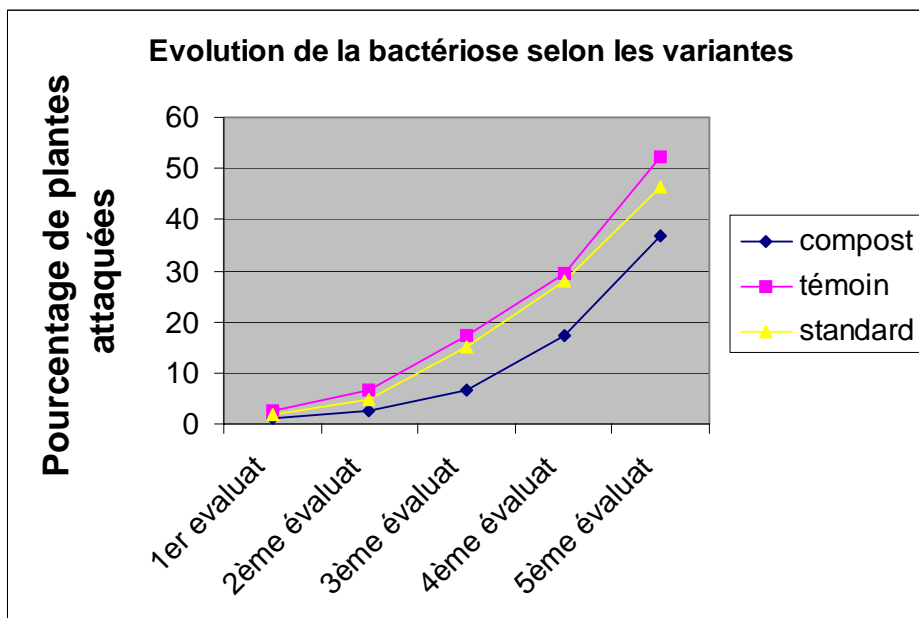


Figure 3 : Evolution de la bactériose selon les variantes

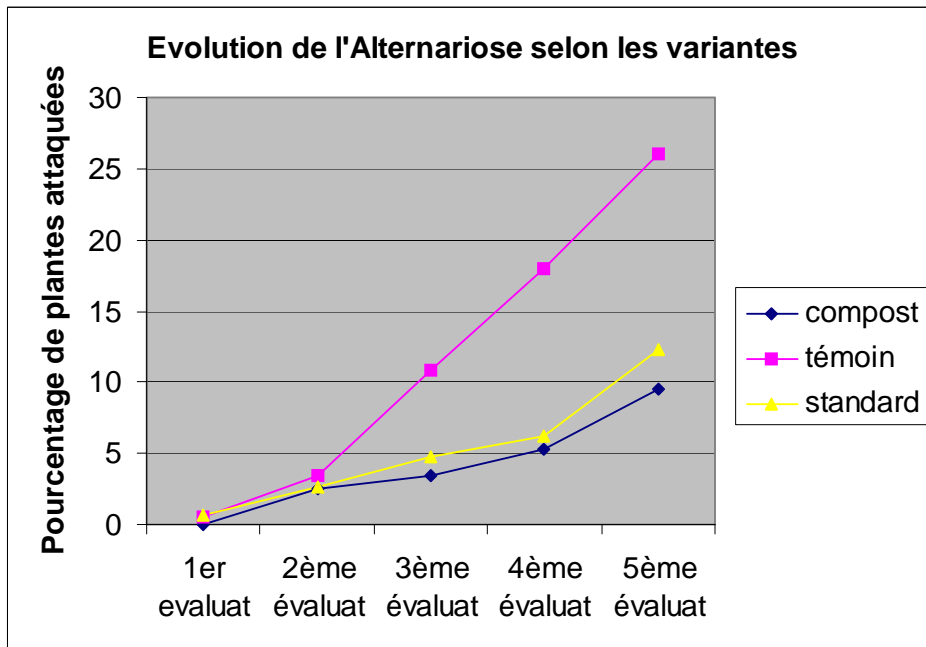


Figure 4 : Evolution de l'Alternariose selon les variantes

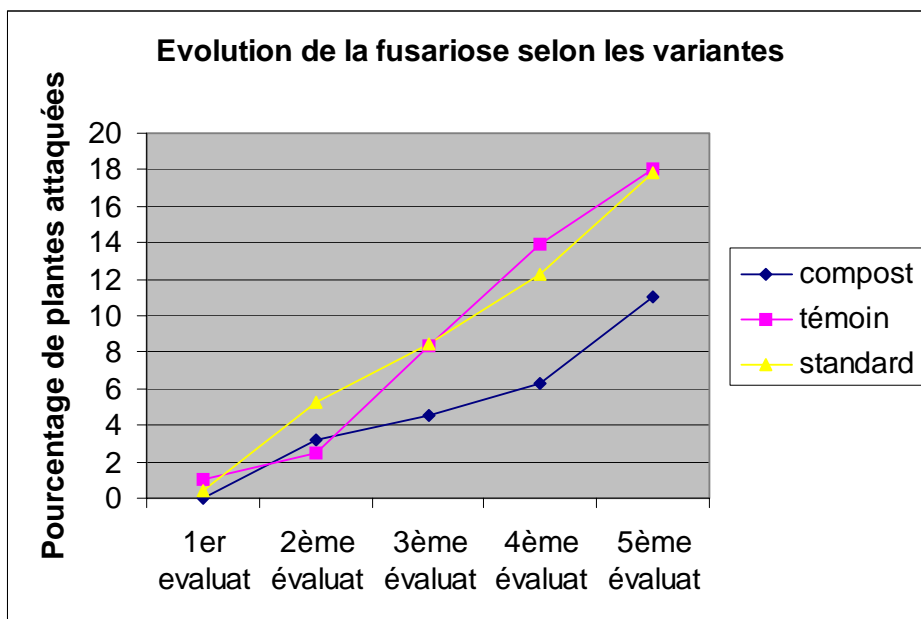


Figure 5: Evolution de la Fusariose selon les variantes

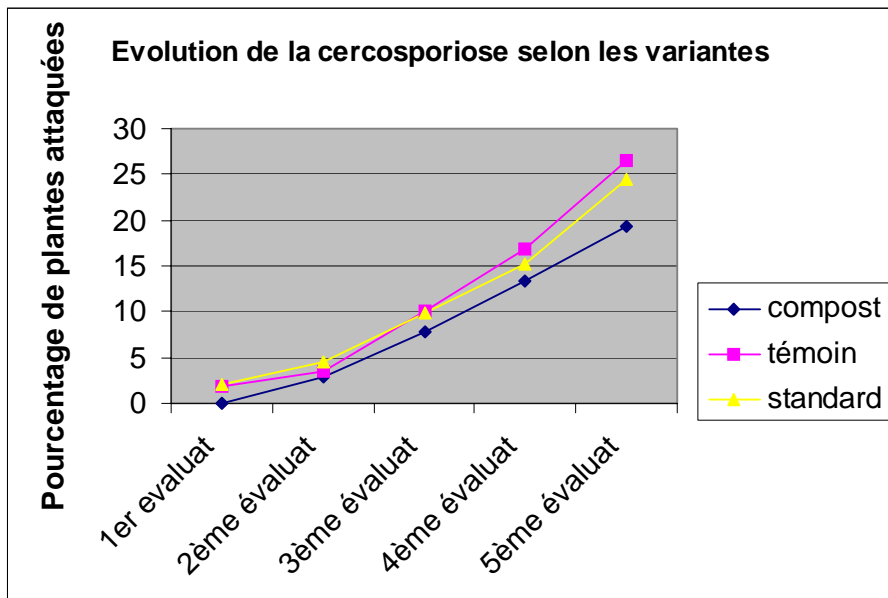


Figure 6 : Evolution de la Cercosporiose selon les variantes

- Sur les rendements

Le développement végétatif (Figures 8-10, planche I) indiquait déjà une réelle différence entre les 3 variantes.

Les rendements les plus importants sont obtenus avec les parcelles amendées au compost.

(figure 7). DIA(1995) ,en utilisant des composts de litières de filao ,avec la tomate, avait rapportés des données comparables, soit 26.89 T/ ha contre 16.41 T/ ha pour le témoin.

Nos résultats, montrent que les habitudes culturales (Standard) de ces agriculteurs péri-urbains peuvent bien être améliorées en utilisant le compost dont par ailleurs la fabrication ne requiert que quelques moyens rudimentaires..

En comparant cette production légumière avec celle que nous avons obtenue antérieurement, pour la même variété, en utilisant d'autres types de composts (SECK et al., 1998) ,on peut en déduire que le compost des ordures ménagères a un effet plus important sur les rendement des cultures

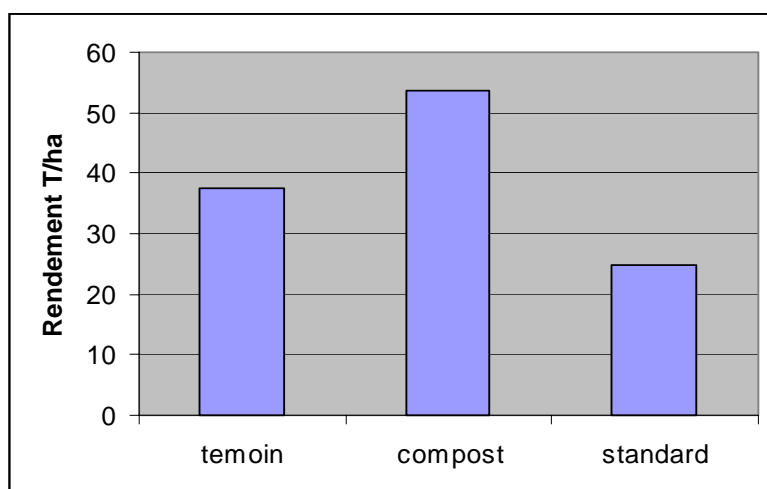


Figure 7: Rendements (t/ha) selon les variantes

Planche I :Figures 8,9 et 10 sont des photos des cultures de tomate en plein champs

III. effets phytosanitaires des extraits hydrosolubles de compost

-Sur les vecteurs de maladies

L'évaluation des attaques indique (figure 11) que les extraits ont eu un effet significatif sur l'alternariose, il reste, cependant ,contrasté en ce qui concerne la cladosporiose (figure 12) qui semble plus sensible aux extraits de 4 jours (figures 16-19 ,planche II) .Des chercheurs comme MCQUILKEN et al. (1994) ,ainsi que ZHANG et al. (1998) ont rapporté des effets similaires d'extraits de composts d'écorces de Pin et de pailles mais avec une action repressive plus nette sur le développement des champignons

L'analyse de la figure 13 révèle également une action assez significative des extraits (V_3) sur le Tomato yellow leaf curly (tylc),comparativement aux parcelles ayant reçu des fongicides (V_2),on observe d'ailleurs un phénomène semblable pour le virus de la mosaïque du concombre (cmv, figure 14) où ni les extraits ,ni les fongicides n'ont eu un effet bénéfique par rapport au témoin contrairement à la mineuse ,le contraire est notable avec la mouche mineuse (figure 15)

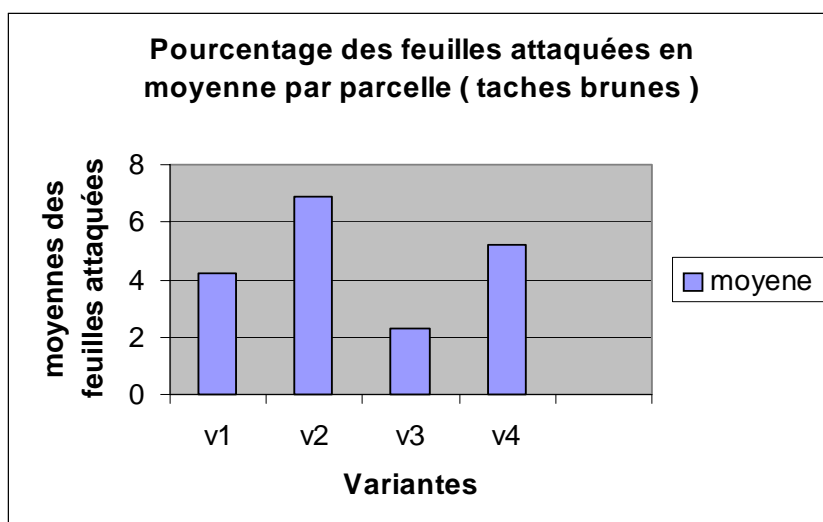


Figure 11 :Effet des différents traitements sur la virulence de l'alternariose

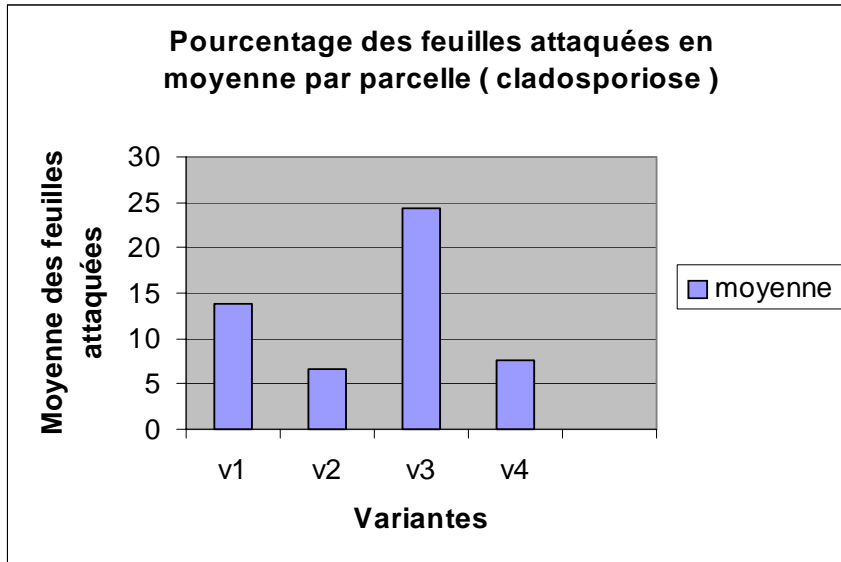


Figure 12 :Effets des différents traitements sur la virulence de la Cladosporiose

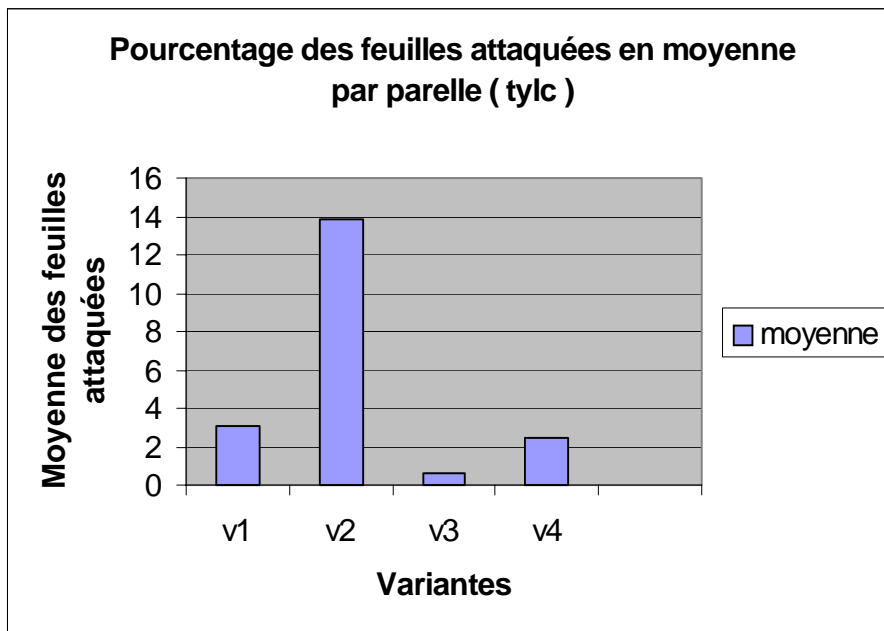


Figure 13 :Effets des différents traitement sur le tylc

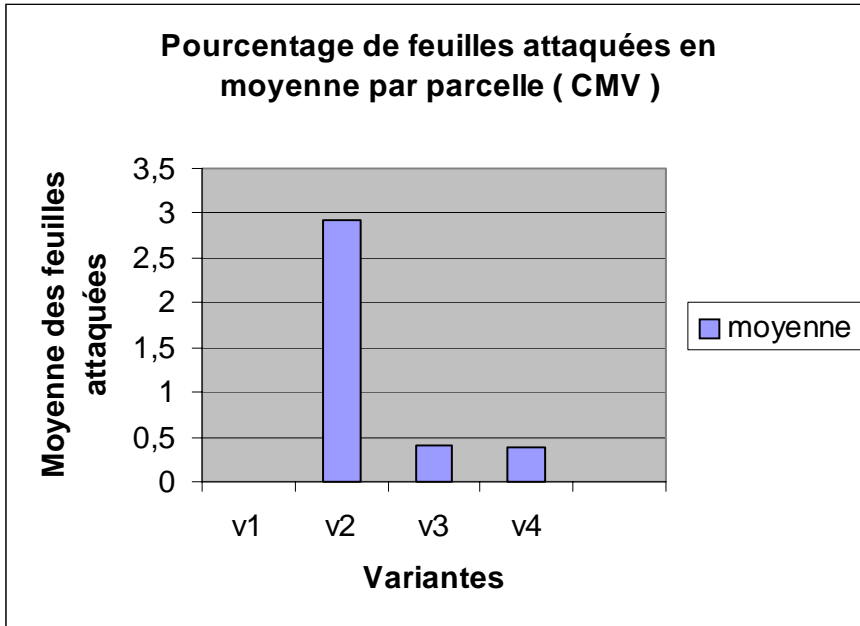


Figure 14 :Effets des différents traitements sur le CMV

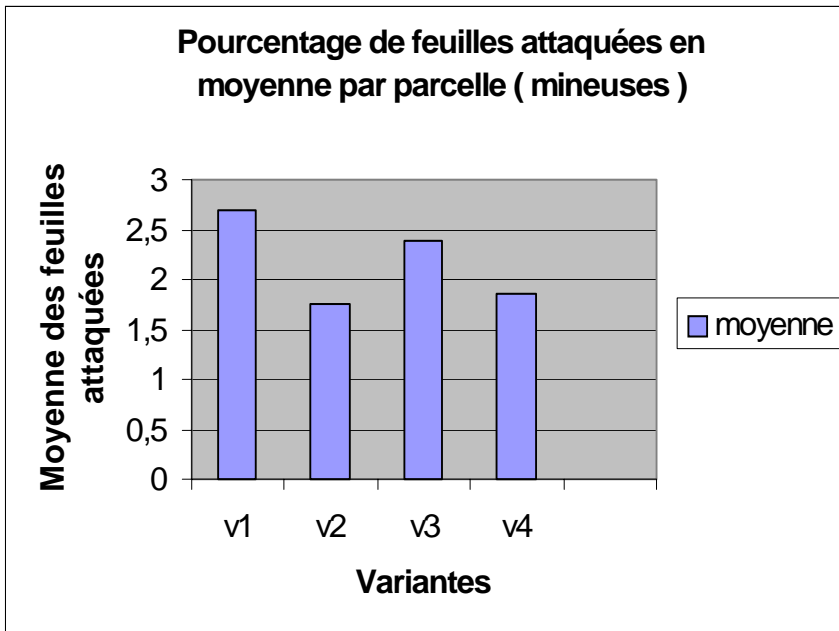


Figure 15 :Effets des différents traitements sur la mouche mineuse

Planche II :Les Figures 16,17,18 et 19 sont des photos de phytopathologie

2.Rendements

En terme de rendement ,les parcelles traitées aux fongicides ont de meilleurs résultats alors que les blocs traités aux extraits dominent de façon inégale les témoins (figures 20-21)

Sans être drastiques ,les effets des extraits sur la production n'en restent pas moins visibles
Ils seraient le résultat d'une absorption foliaire de nutriments hydrosolubles qui ont une action dépressive sur quelques catégories de champignons.

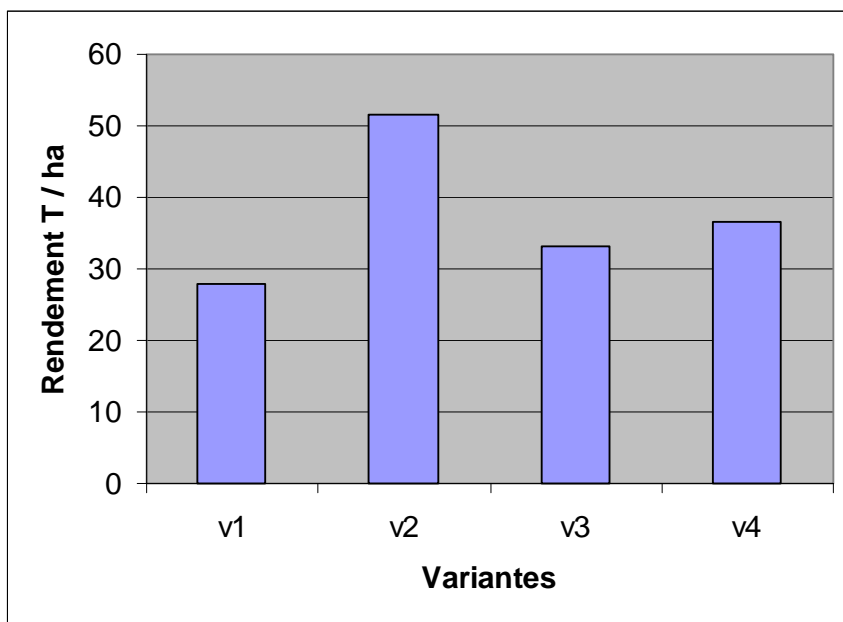


Figure 20 :Rendements selon les variantes

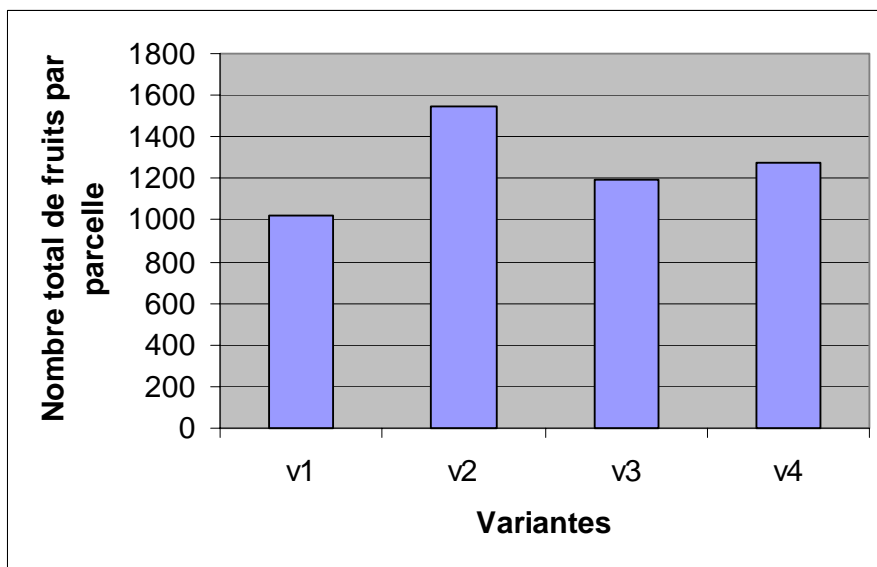


Figure 21: la fructification parcellaire selon la variante

Conclusion générale

Nos travaux ont montré que le compostage d'ordures ménagères afin de produire un amendement en culture périurbaine présente beaucoup d'avantages pour le paysan. Les parcelles ayant reçu les mêmes fumures de fond et d'entretien la différence ne résulte que soit de l'effet du compost ou de l'extrait ,soit des fongicides.

Les chiffres obtenus indiquent bien l'avantage que représentent le compost et dans une certaine mesure ,les extraits

Le premier défi que nous avons eu à relever se situe au niveau du tri, nous y sommes parvenus grâce à la collaboration des populations, en particuliers avec les jeunes du quartier qui y ont trouvé un moyen d'acquérir une source de revenu par la vente du compost (1 sac de 50 kg est vendu à 1500 frs en moyenne).

A notre connaissance ,des expériences de cette nature, avec des extraits hydrosolubles de compost, ne sont pas encore réalisées dans notre sous-région ouest africaines, d'où l'inexistence de références bibliographiques à ce propos.

L'utilisation de ces technologies pourra être affinée soit en agissant sur le tonnage à l'hectare ,en l'augmentant dans le cas de la première thématique, soit sur la durée de temps de séjour des compost dans l'eau soit encore sur le nombre des pulvérisations en ce qui concerne la deuxième thématique . Ces investigations plus poussées peuvent s'accompagner de tentatives d'identification des substances actives hydrosolubles des extraits qui sont engagées dans cette lutte phytosanitaire

Bibliographie

- DIA M. (1995)-Mise au point de différents composts avec des déchets de crevettes et utilisation contre les Méloïdogyne en culture légumière (Tomate)
- FRIZT I. (1994)-Le compostage dans les zones maraîchères du Cap- Vert.
Rapport de stage de Maîtrise de Sciences et techniques en Environnement
- ROUX J. C. (1988)-Programme d'expérimentation d'un système de collecte, récupération et valorisation agricole et forestière des déchets ménagers de la ville de Louga
- SECK M. A (1987)-Le compostage des coques d'arachide : une technique permettant d'améliorer la qualité des sols sahéliens.
Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Nancy I, 149 p
- VOGA. MOUDOUBOU J.(1997)-Le compostage des ordures ménagères : une contribution à la lutte contre l'insalubrité urbaine (cas du projet Rodale / life de Thiès)
- MUSTIN M.(1987)-Le compost,gestion de la matière organique.Edition François Dubusc,Paris,954 pages
- SECK M.A. et KILBERTUS G.(1989)-Lavalorisation des coques d'arachide au Sénégal.Mise au point d'une technique de compostage et essais de culture.Bul.Aca. et Soc.Lorr.des Sci.,28,4,147-157
- McQUILKEN M.P,WHIPPS J.M.and LYNCH J.M.(1994)-Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 10,20-28
- SECK M.A.and LEMIEUX G.(1998)-Utilisation of Casuarina equisetifolia residues in organic farming systems of the Niayes (Senegal).James and James (Sciences Publishers),London,615-617
- ZHANG W., HAN D.Y., DICK W.A., DAVIS K. R. and HOITINK H. A. J.(1998)-Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and arabidopsis. The American Phytopathological Society. 88, 5, 450-455.