

Effet de l'application du compost d'alambics de brousse sur le rendement du riz pluvial (*Oryza sp*) cultivé sur le flanc de colline d'Ambohimahaso (Madagascar)

Christian Pierre Ratsimbazafy^{1*}, Ignace Rakotoarivonizaka², Rijalalaina Rakotosaona²

⁽¹⁾Centre de Valorisation Organique d'Ambohimahaso de l'Entreprise Iazafo-Compost. Carreau n° V Ambalamanasy Toamasina 501 (Madagascar). E-mail : christianpierrerasimbazafy@gmail.com

⁽²⁾Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA). Laboratoire de Génie de Procédés Chimiques. BP 1500 Antananarivo 101 (Madagascar).

Reçu le 27 novembre 2020, accepté le 07 décembre 2020, publié en ligne le 12 décembre 2020

RESUME

Description du sujet. Suite à une saturation des rizières irriguées du fait de la diminution de la disponibilité en terre, la pratique de la riziculture pluviale ne cesse de se développer actuellement à Madagascar. La culture du riz pluvial qui constitue dans ce contexte une alternative intéressante pour les petits exploitants agricoles est cependant confrontée à la baisse de fertilité des sols. L'apport de matières organiques (compost) représente donc une alternative non négligeable.

Objectif. La présente étude a pour objectif d'apprécier l'influence d'apport du compost d'alambics de brousse sur le rendement de la culture du riz pluvial pratiquée sur le flanc de colline d'Ambohimahaso ainsi que sur les propriétés physico-chimiques du sol.

Méthodes. Le compost d'alambics de brousse âgé de quatre mois a été fabriqué à partir des déchets de feuilles issus des résidus de la distillation d'essence de feuilles de giroflier - *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry. Les échantillons du sol ont été prélevés sur une profondeur de 20 cm de chaque micro-parcelle avant l'apport du compost, puis mélangés en vue d'obtenir un échantillon composite. Ce sont les grains du riz pluvial de la variété améliorée SEBOTA 41 qui ont été utilisés comme semence. L'expérience a été réalisée dans un dispositif en blocs complets randomisés avec quatre (4) traitements répétés quatre fois sur un terrain en pente. Les traitements appliqués sont : T₁ : apport de compost à raison de 5 t/ha, T₂ : apport de compost à raison de 10 t/ha, T₃ : apport de compost à raison de 15 t/ha et T₄ : apport de compost à raison de 20t/ha. À la fin de la 3^{ème} année d'expérimentation, et afin d'apprécier l'impact d'apports répétés de compost sur les paramètres clés de la fertilité du sol, des examens pédologiques ont été effectués sur la parcelle T₁. Les paramètres agronomiques évalués sont : le taux de la matière organique du sol, la CEC, le pH eau, le pH KCl et le taux de saturation en bases échangeables.

Résultats. L'apport de compost en tant qu'amendement organique a permis d'améliorer certaines propriétés physico-chimiques du sol. Ces améliorations ont été plus remarquables au bout de la 3^{ème} année d'apports répétés de compost. La dose optimale requise de compost est de 5 t/ha. Cette dose a permis de doubler le rendement en paddy dès la première année de l'essai et de le quadrupler au bout de la troisième année.

Conclusion. Après trois (03) années d'apports cumulés, le compost d'alambic de brousse a amélioré de façon significative le taux de la matière organique et le rendement de la culture de riz (paddy). Les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue d'évaluer la rentabilité économique et les effets combinés de ce compost avec les fertilisants minéraux.

Mots-clés : Compost d'alambic de brousse, riz pluvial, sol ferrallitique, rendement, Madagascar

ABSTRACT

Effect of the application of alambics compost of bush on the yield of rain-fed rice (*Oryza sp*) grown on the hillside of Ambohimahaso in Madagascar

Description of the subject. Following the saturation of irrigated rice fields due to the decrease in the availability of land, the practice of rainfed rice cultivation continues to develop in Madagascar. The cultivation of rainfed rice, which in this context constitutes an interesting alternative for small farmers, is however faced with a decline in soil fertility. Therefore, the contribution of organic matter (compost) represents a significant alternative.

Objective. The objective of this study is to assess the effect of composting of bush stills on the yield of the rainfed rice cultivation practiced on the hillside of Ambohimahaso as well as on the physicochemical properties of the soil.

Methods. The 04-month-old bush still compost was made from leaf waste from the residue from the distillation of clove leaf essence - *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry. The soil samples were taken from a depth of 20 cm from each micro-plot before the compost was added, and then mixed to obtain a composite sample. The grains of the upland rice of the improved variety SEBOTA 41 were used as seed. The experiment was performed in a randomized full block device with four (4) treatments repeated four times on sloping field. The treatments applied are : T₁: supply of compost at the rate of 5t / ha, T₂: supply of compost at the rate of 10 t/ha, T₃: supply of compost at the rate of 15 t/ha and T₄: supply of compost at the rate of 20 t/ha. At the end of the 3rd year of experimentation, the agronomic parameters evaluated on plot T₁ in order to assess the impact of repeated applications of compost on these key parameters of soil fertility are the rate of organic matter in the soil , CEC, water pH and rate of saturation in exchangeable bases.

Results. The addition of compost as an organic amendment has improved certain physicochemical properties of the soil. These effects were more noticeable after the 3rd year of repeated applications of compost. The optimum required dose of compost is 5 t / ha. This dose doubled the paddy yield from the first year of the trial and quadruple it after the third year.

Conclusion. After three (03) years of cumulative inputs, the bush still compost significantly improved the rate of organic matter and the yield of rice (paddy) cultivation. Further studies are however necessary in order to assess the economic profitability and the combined effects of this compost with mineral fertilizers.

Keywords : Alambics compost of bush, rainfed rice, ferrallitic soil, yield, Madagascar

1. INTRODUCTION

Le riz constitue la première céréale consommée à Madagascar, à raison de près de 500 g par jour et par personne. La production nationale annuelle de riz estimée à 303 938 tonnes de riz blanc en 2010, ne couvre même pas la moitié des besoins annuels de consommation du pays, évalués à 1 112 717 tonnes (MAEP-UPDR, 2010). La quasi-totalité de cette production est essentiellement assurée par la riziculture pluviale, qui occupe 90 % des superficies emblavées et fournit 60 % de la production nationale. Cependant, la riziculture pluviale demeure encore de type extensif et itinérant et est pratiquée sur des jachères de 2 à 3 ans maximum. Les rendements obtenus dans ces conditions sont faibles (excédant rarement 1,5 t/ha en conditions traditionnelles, même pour des variétés améliorées).

La faible production est due à des nombreuses contraintes, parmi lesquelles, il y a : la baisse voire la perte de la fertilité des sols faute de l'absence de la fertilisation organique et minérale, le non recours à la pratique de couverture du sol, les dégâts causés par les maladies (la pyriculariose, la panachure jaune du riz, etc.) et le peu d'informations sur les variétés traditionnelles utilisées.

En effet, de nombreuses études ont montré que l'apport d'amendements organiques permet de restaurer les propriétés biologiques et physico-chimiques des sols (Haynes et Naidu, 1998 ; Yaduvanshi, 2001 ; Bram *et al.*, 2007 ; Gurpreet *et al.*, 2007 ; Ming-Kui et Li-Ping, 2007 ; Obone Ntoma Diallo *et al.*, 2020). Pour pallier au faible niveau de rendement en paddy, l'usage du compost d'alambics de brousse en tant qu'amendement organique peut rétablir la fertilité de ces sols. Il

s'agit d'un amendement organique exclusivement fabriqué à partir des déchets de feuilles issus de l'opération de distillation des huiles essentielles des feuilles de giroflier.

L'utilisation du compost en agriculture permet d'augmenter le niveau de matière organique dans les sols. Il en résulte une meilleure stabilité structurale du sol, une bonne capacité de rétention d'eau et un taux d'infiltration plus élevé, ainsi qu'une capacité d'échange cationique supérieure (AUREA Agro Reporter, 2018 ; Hubert et Schaub, 2011). Aussi, l'une des caractéristiques importantes du compost est son abondance et sa diversité microbienne. Le compost contient des bactéries, des protozoaires et autres microorganismes qui jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique.

Certes, des études sur l'utilisation du compost dans la production agricole ont été réalisées à Madagascar et ailleurs, mais la présente recherche apporte des informations utiles sur l'impact de l'application du compost d'alambics de brousse sur le rendement du riz pluvial.

La présente étude a pour objectif d'apprécier l'influence du compost d'alambics de brousse sur le rendement de la culture du riz pluvial pratiquée sur le flanc de colline d'Ambohimahasoa ainsi que sur les propriétés physico-chimiques du sol.

Cette recherche permet de valoriser les déchets issus d'alambics de brousse comme amendement organique nécessaire à l'amélioration de la production du riz dans la zone.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Compost

L'amendement organique appliqué est un compost d'alambics de brousse âgé de quatre mois provenant

de la plateforme de compostage du Centre de Valorisation Organique de l'Entreprise Izafo Compost. Ce compost a été fabriqué à partir des déchets de feuilles issus des résidus de la distillation d'essence de feuilles de giroflier. La valeur agronomique du compost a été évaluée au Laboratoire de Génie de Procédés Chimiques de l'École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ; et les principales caractéristiques de ce compost sont présentées au tableau 1.

Tableau 1. Principales caractéristiques du compost d'alambic de brousse utilisé dans l'essai

Eléments	Unités	Sur brut	Sur sec
Matière sèche (MS)	%	57,80	-
pH eau	-	7,00	-
Matière Organique (MO)	%	29,40	50,88
Conductivité électrique (EC)	mS/cm à 20°C	2,00	-
Carbone organique (COT)	%	14,27	24,69
Azote kjeldahl (NTK)	%	1,73	2,99
Rapport C/N	-	14,26	-
Azote nitrique (N-NO ₃ ⁻)	g/kg	1,89	3,26
Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	g/kg	0,44	0,76
Phosphore total (P ₂ O ₅)	g/kg	8,70	15,00
Potassium total (K ₂ O)	g/kg	14,50	25,00
Magnésium total (MgO)	g/kg	26,80	46,30
Calcium total (CaO)	g/kg	11,00	19,00
Sodium (Na ₂ O)	g/kg	5,00	8,60
Indice de stabilité de la matière organique (ISMO)	% MO	58,00	-
Minéralisation maximale de l'azote organique à 91 jours (CMN)	% N-Norg	11,70	-
Minéralisation potentielle du carbone à 91 jours (Ct91)	% COT	35,00	-

2.2. Echantillonnage et analyses physico-chimiques du sol

Dans le but d'évaluer l'efficacité agronomique du compost notamment son influence sur le rendement en paddy voire son impact sur le sol agricole, les échantillons du sol ont été prélevés sur une profondeur de 20 cm de chaque micro-parcelle avant l'apport du compost, puis mélangés en vue d'obtenir un échantillon composite et représentatif de la parcelle (protocole de prélèvement conforme à la norme AFNOR X31-100). Le protocole de prétraitements des échantillons du sol a suivi la méthode normalisée ISO 11464, 2006. L'analyse du sol a permis de connaître le niveau de fertilité, le statut acido-basique ainsi que le statut organique (réserve humique).

Les principales analyses physico-chimiques réalisées dans le cadre de cette étude sont : l'analyse granulométrique dans le but de mieux connaître la texture du sol et donc la stabilité structurale, la densité apparente, du pH eau (acidité du sol), le pH KCl (acidité d'échange), la teneur en calcaire et en azote, la capacité d'échange cationique (CEC Metson), le taux de la matière organique et du carbone organique, le rapport C/N, les teneurs en éléments minéraux majeurs (le phosphore assimilable, le potassium, le calcium, le magnésium et le sodium) ainsi qu'en oligo-éléments (le cuivre, le zinc, le manganèse et le fer).

L'analyse granulométrique a été effectuée selon la méthode normalisée NF X31-107 appelée également méthode de la pipette. La densité apparente a été déterminée selon la méthode normalisée NF X 31-501 appelée également méthode du cylindre. Le taux de la matière organique était déduit à partir des résultats de mesure du carbone du sol dont la valeur a été multipliée par un coefficient conventionnel de 1,72. Quant au carbone organique, il a été déterminé par la méthode normalisée (NF ISO 14235) basée sur une oxydation sulfochromique du carbone suivie d'un dosage par colorimétrie.

Le pH eau ou acidité actuelle a été mesuré dans une suspension de sol avec un rapport sol/solution de 1/5 déterminé selon la norme NF ISO 10390. Le pH eau est considéré comme celui que subissent les racines et les micro-organismes. Le pH KCl ou acidité d'échange, c'est-à-dire la mesure de la quantité d'hydrogène qui peut encore être libérée dans la solution du sol, a également été mesuré selon la norme NF ISO 10390. Le mesurage a été effectué à l'aide d'une suspension diluée 1/5 (V/V) de sol dans une solution de chlorure de potassium à 1 mol/l (pH-KCl) et dans une solution de chlorure de calcium à 0,01 mol/l (pH-CaCl₂).

La teneur en carbonate total (CaCO₃, en % de MS à 105 °C) a été déterminée par méthode volumétrique (norme ISO 10693).

La CEC correspond à la quantité maximale des cations de toute sorte que peut retenir 100 g de sol (Crémer *et al.*, 2017). La CEC était évaluée selon la méthode de Metson telle que décrit dans la norme AFNOR NF X31-130. L'azote total a été déterminé par la méthode Kjeldahl selon la norme ISO 11261 : 1995. Le phosphore assimilable a été dosé selon la méthode de Olsen.

Les bases échangeables ou cations échangeables (le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium) ont été extraits à partir d'une solution à base d'acétate d'ammonium suivant la norme AFNOR NF X31-108, 1992. L'extrait obtenu était ensuite dosé par spectrométrie d'émission atomique par plasma induit (ICP).

Les oligo-éléments métalliques biodisponibles (Cu, Zn, Mn et Fe) ont été extraits à partir d'une solution à base d'acétate d'ammonium contenant de chélate EDTA (acide éthylène diaminotétracétique) en milieu acide suivant la norme AFNOR NF X31-120, 1992. L'extrait obtenu a été dosé pour les quatre éléments, en spectrophotométrie d'absorption atomique (AAS).

2.3. Semence

Les grains de riz de la variété améliorée SEBOTA 41 (durée du cycle de 120 à 130 jours) ont été employés et la dose de semis recommandée fluctue entre 70 à 80 kg/ha. En effet, cette variété est la plus utilisée et la mieux adaptée dans la Région Analanjirofo voire sur l'ensemble de 22 Régions du pays (Madagascar). Il s'agit d'une variété réputée « poly-aptitudes », c'est-à-dire qui peut être cultivée en pluvial ou en irrigué. Le rendement en paddy en culture pluviale varie de 1 à 1,5 t/ha. Ce faible niveau de productivité est lié à des nombreux paramètres qui sont : le climat, la maladie du riz appelée pyriculariose, l'insecte terricole (*Hétéronychus* sp), les mauvaises pratiques agricoles, les équipements rudimentaires utilisés, le niveau technique des agriculteurs, etc. et aussi, par la perte de la fertilité des sols.

La quantité de fertilisants nécessaires pour une bonne récolte du riz pluvial est en moyenne de 57 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ et 30 kg/ha de K₂O (Bado, 2002 ; Lacharme, 2001) et la teneur en matières organiques du sol doit être maintenue à une valeur supérieure ou égale à 2 % (Falisse et Lambert, 1994).

2.4. Dispositif expérimental

L'expérience a été réalisée dans un dispositif en blocs complets randomisés avec quatre (4) traitements répétés quatre fois sur un terrain en pente. La taille moyenne de la parcelle était de 100 m². Outre le traitement témoin sans apport (T₀), les traitements fertilisants appliqués sont :

T₁ : apport de compost à raison de 5 t/ha

T₂ : apport de compost à raison de 10 t/ha

T₃ : apport de compost à raison de 15 t/ha

T₄ : apport de compost à raison de 20 t/ha

L'étude fut réalisée pendant trois années consécutives (2017-2018-2019) sur sols ferrallitiques acides du flanc de colline d'Ambohimahaso, terrain privé appartenant à l'entreprise Iazafo Compost sise à Nosibe, district de Vavatenina qui s'étend sur une superficie plus d'un hectare (1 ha).

Le compost était apporté annuellement à la dose constante avant chaque semis. L'analyse pédologique complète a été réalisée avant la mise en culture (année 2017) afin de mieux optimiser les doses d'apport en compost et surtout de mieux connaître le niveau de fertilité des sols de la parcelle d'essai. À la fin de la 3^{ème} année d'expérimentation, certains paramètres agronomiques tels que le taux de la matière organique du sol, la CEC, le pH eau et taux de saturation en bases échangeables (V) ont été réexaminés pour la parcelle T₁ afin d'apprécier l'impact d'apport répété de compost sur ces paramètres clés de la fertilité du sol.

Le semis de grains de riz a été effectué à la profondeur de 5 cm et les travaux de préparation de terrain ont porté sur le débroussaillage et le labour manuels.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Analyses pédologiques du sol avant la mise en culture

Le tableau 2 présente les résultats des analyses pédologiques du sol avant l'installation de la culture du sol.

Tableau 2. Résultat d'analyse du sol avant les expérimentations

Granulométrie		Paramètres agronomiques classiques	Bases échangeables	Oligo-éléments
Argile (%)	25,00	Matière organique (%)	1,50	Ca ⁺⁺ (meq/100g) 0,97 Cu (ppm) 2,10
Limon fin (%)	22,00	Carbone organique (%)	0,86	Mg ⁺⁺ (meq/100g) 0,18 Mn (ppm) 5,00
Limon grossier (%)	20,10	Azote total Kjeldahl (%)	0,07	K ⁺ (meq/100g) 0,10 Zn (ppm) 1,20
Sable fin (%)	18,00	Rapport C/N	11,02	Na ⁺ (meq/100g) 0,06 Fe (ppm) 12,00
Sable grossier (%)	14,90	Phosphore assimilable (ppm)	7,00	C.E.C (meq/100g) 8,00 -
Cailloux (%) (pierrosité)	20,00	pH _{eau}	5,80	Sommes des bases échangeables (S) 1,31 -
Calcaire totale CaCO ₃ (%)	0,18	pH _{KCl}	5,10	Taux de saturation V (%) 16,40 -
Densité Apparente	1,35	-	-	-

En se référant au triangle de texture du Groupe d'Etudes des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1963), la classe texturale d'échantillon du sol d'Ambohimahaso est du type **limon-argilo-sableux** « LAS », c'est-à-dire, à texture modérément fine. Cette texture plus ou moins équilibrée est favorable apparemment à l'activité agricole. Cependant, la teneur en matière organique est relativement faible avec seulement 1,50 %. Les

spécialistes s'entendent pour dire qu'un taux de 1,50 % est la limite critique théorique, au-dessous de laquelle, la fertilité diminue rapidement (Olivier *et al.*, 2007). Il est souvent souhaitable de viser à maintenir un taux minimal de 3,50 à 4,00 % (CRAAQ, 2003 ; Doucet, 2006). Etant donné que la teneur en argile du sol est assez élevée, il est donc nécessaire d'apporter plus de matière organique afin de ne pas compromettre la fertilité du sol. En effet, un manque de matière organique dans un sol est a priori plus préjudiciable pour sa fertilité (mauvaise rétention de l'eau et des minéraux, compaction, battance, minéralisation excessive ou phénomène de faim d'azote, variables dans l'année selon les conditions de climat et le type de matières organiques constituant le sol) (Eléonore, 2012). En calculant l'indice de battance (IB) de ce sol à l'aide de la formule ci-après proposée initialement par Rémy et Marin-Lafliche en 1974 :

$$pH \leq 7 : IB = \frac{1,5LF + 0,75 LG}{A + 10 MO}$$

LF : Limon Fin ; **LG** : Limon Grossier ; **A** : Argile et **MO** : Matière Organique

le résultat obtenu est IB=1,20, c'est-à-dire que le sol d'Ambohimahasoa est peu battant. Il est important de signaler que la battance est l'action de fortes pluies sur la surface du sol, et par extension, il s'agit de l'évolution de la structure de surface des sols par la désagrégation des mottes et la formation des structures appelées croûtes de battance (Olivier *et al.*, 2007). Le fait que le sol d'Ambohimahasoa soit pauvre en matière organique, il peut s'avérer que ce sol soit aussi vulnérable à l'érosion hydrique d'autant plus que la zone géologique d'essai n'était pas plane (sur flanc de colline) et encore moins végétalisée (sans culture de couverture). La somme en bases échangeables (Ca⁺⁺, Mg⁺, K⁺ et Na⁺) mesurée était très déficiente : inférieure à 4 méq/100 g de sol (1,31 méq/100), c'est-à-dire que les bases sont en quantités extrêmement faibles, aussi bien sur le complexe absorbant que dans les réserves minérales. Le taux de saturation (V) était de 16,25 % seulement, et ceci signifie que le complexe absorbant ne contient que de 16,00 % de sa capacité totale, pourtant, la valeur optimale indiquée est au minimum de 80 %. Cela confirme bien l'acidité du sol d'Ambohimahasoa (pH eau= 5,90) et indique que ce sol est pauvre en réserves nutritionnelles et fortement désaturé. En outre, l'écart entre pH eau et pH KCl est nettement supérieur à 0,50, ceci caractérise davantage le risque de potentiel d'acidification du sol. La valeur de C.E.C = 8 méq/100 g, est qualifiée de « petite » et accroît le risque des pertes par lessivage ou par drainage des minéraux (jusqu'à plusieurs dizaines de kg/ha/an) (Ghislain, 2003).

D'une manière générale, le sol d'Ambohimahasoa est très pauvre en azote, de même le phosphore assimilable (seulement équivalent 7ppm). La fertilité chimique de ce sol est donc qualifiée comme médiocre du fait de la carence avérée en éléments minéraux majeurs particulièrement en phosphore et en potassium.

Le sol d'Ambohimahasoa nécessite sans aucun doute un apport d'amendement organique pour redresser le faible taux en matière organique, mais également pour corriger les carences en éléments minéraux afin de pouvoir équilibrer voire améliorer le niveau de fertilité du sol. Cette correction doit être ajustée aux déficits de chacune de ces composantes dont les taux optimaux devront donc être établis par rapport aux besoins du sol en question pour la spéculation voulue en vue d'un doublement ou d'un triplement de rendement.

3.2. Rendement de riz

Les rendements moyens durant les trois (03) années d'expérimentation pour chaque modalité d'apport de compost sont rapportés dans le tableau 3.

Tableau 3. Rendement en riz paddy en fonction de chaque traitement

Traitement	Rendement (t/ha/an) pour l'année 1	Rendement (t/ha/an) pour l'année 2	Rendement (t/ha/an) pour l'année 3
T ₀ témoin	0,75	0,80	1,10
T ₁ (5 t/ha)	1,80	3,50	5,20
T ₂ (10 t/ha)	5,80	6,90	6,60
T ₃ (15 t/ha)	7,50	8,30	8,50
T ₄ (20 t/ha)	8,80	9,80	11,00

L'apport cumulatif de compost influe sur l'évolution du rendement de paddy en 3 ans, en d'autres termes ; l'apport croissant de la quantité du compost a permis d'améliorer significativement le rendement en riz paddy. En effet, l'apport de 5 t de compost permet d'obtenir 1,8 t/ha de paddy pour la première année et 5,2 t/ha de paddy au bout de la troisième année, tandis qu'un apport de 20 t de compost permet d'obtenir un rendement de 8,8 t/ha au bout de la première année et d'atteindre au final un rendement effectif de 11 t/ha au bout de la troisième année.

3.3. Effets de l'application de compost sur les paramètres clés de la fertilité du sol

Les résultats des analyses pédologiques effectués sur la parcelle T₁ après trois années d'apports cumulés en compost sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Résultats des analyses pédologiques après 3 années d'essais

Paramètres	Unités	Valeurs de départ	Valeurs après 3 ans
Matière organique	%	1,50	2,10
pH eau	-	5,80	6,10
CEC	meq/100 g	8,00	10,00
Taux de saturation en bases échangeables (V)	%	16,40	18,00

L'effet positif de l'apport de compost se manifeste à travers l'amélioration de quelques propriétés physico-chimiques du sol. En effet, l'application répétée de compost a permis une augmentation du taux de matière organique de 0,50 % après trois années d'apports successifs. L'augmentation du taux de la matière organique a entraîné une nette amélioration de la CEC au bout de la troisième année d'étude. En outre, le taux de saturation en bases a légèrement augmenté, au bout de trois années d'apport cumulé en compost, et a favorisé l'accroissement du taux des bases échangeables. En effet, beaucoup d'études ont montré un accroissement considérable des concentrations des cations basiques principaux (Ca, Mg, K) dans le sol après un apport répété en compost (Parkinson *et al.*, 1999 ; Mbonigaba, 2007 ; Mze, 2008). Par ailleurs, malgré une légère amélioration du taux de saturation en bases échangeables observée sur la parcelle d'essai T₁ ; l'apport du compost à raison de 5 t/ha/an n'a pas eu d'effet significatif sur le pH du sol ferrallitique acide d'Ambohimahasoia au bout des trois (3) années d'application. Seulement, une augmentation de l'ordre de 0,3 unité a été constatée durant ces trois (03) années d'essais. Il faudra donc envisager d'apporter des amendements basiques calco-magnésien comme la dolomie pour élever le pH du sol.

En effet, les amendements basiques agissent de façon spectaculaire dans l'augmentation du pH des sols ferrallitiques acides. A défaut de la dolomie, on pourra envisager l'utilisation des cendres de bois car ces derniers possèdent une valeur de pH basique à voisinage de 13,2 (Sinaj et Agroscope, 2014). En outre, les cendres de bois apportent des éléments fertilisants majeurs, secondaires et même des oligo-éléments avec une dynamique de fourniture moyenne environ de 9,2 g/kg de MS en P total, 67,4 g/kg de MS en K-total, 281,3 g/kg de MS en Ca-Total, 0,07g/kg de MS en N-Total, 178 mg/kg de MS en Zn et 110 mg/kg de Ms en Cu (Sinaj et Agroscope, 2014). Aussi, les cendres de bois sont généralement disponibles en grande quantité notamment auprès des sites de distillation d'essence de feuilles de giroflier dans la Région d'Analanjirifo (Madagascar). Signalons qu'à Madagascar, la totalité d'alambics de distillation d'essence de

feuilles de girofliers fonctionne tous avec des bois de chauffe.

4. CONCLUSION

La présente étude a montré l'efficacité agronomique de l'application répétée de compost d'alambics de brousse sur le rendement en riz paddy dans les conditions agroécologiques (sur un terrain ferrallitique acide) du flanc de colline d'Ambohimahasoia. La dose optimale requise est de 5 t/ ha. Cette dose permet de doubler le rendement en paddy dès la première année de l'essai et le quadrupler au bout de la troisième année. Cependant, à cette dose de 5t/ ha, l'apport ne permet pas d'augmenter significativement le pH acide du sol. En revanche, après trois (03) années d'apports cumulés, le compost d'alambics de brousse a permis d'améliorer de façon significative le taux de la matière organique du sol du fait probablement de la stabilité de la matière organique dudit compost (indice ISMO très élevé).

Les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue d'évaluer la rentabilité économique et les effets combinés de ce compost avec les fertilisants minéraux.

Références

- AFNOR (Ed.), 1992. NF X 31-501. *Qualité des sols-Méthodes physiques-Mesure de la masse volumique apparente d'un échantillon de sol non remanié-Méthode du cylindre (Indice de classement : X31-501)*, 11 p.
- AFNOR (Ed.), 1992. *Norme Française X 31-108. Détermination des bases échangeables (CaO, MgO, K₂O, Na₂O) extractible par l'acétate d'ammonium-Méthode par agitation*, 9 p.
- AFNOR, Ed.,1992. *Norme Française X31-100. Qualité des sols - Échantillonnage - Méthode de prélèvement d'échantillons de sol pour analyses physico-chimiques en vue d'une interprétation agronomique*, 10 p.
- Bado BV., 2002. *Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudaniennes du Burkina Faso*. Thèse de Ph.D - Département des sols et Environnement, Université Laval, France, 148 p.
- Bram G., Mariela F., Monica M., Julie M. N., Jozef D., Jorge D. E., Benjamin F-S. & Ken D.S., 2007. Infiltration, soil moisture, root rot and nematode population after 12 years of different tillage, residue and crop rotation managements. *Soil and Tillage Research*, 94, 209-212.
- Crémer S., Cugnon T., Bernes A., Renneson M. & Lambert R., 2017. *Les analyses de sol : Eléments actuels et perspectives*, 5 p.
- Doucet R. 2006. *Le climat et les sols agricoles*. ed. Berger, Eastman, Québec, xv, 443 p.
- Eleonore B., Gazeau G., Jammes D. & Leclerc B., 2012. Matière organique fiche n°3. *Adapter les Apports*

Organiques au sol. CRA PACA - Maison des Agriculteurs, 8 p.

Falisse A. & Lambert J., 1994. *Fertilisation minérale et organique de la production végétale*, 169 p.

GEPPA, 1963. Travaux de la commission cartographie. Annexe 4. *Expression de la texture des sols, détermination et dénomination de classes en relation avec un diagramme granulométrique*, 5 p.

Ghislain J., 2003. *Guide de l'interprétation d'une analyse du sol, mémento de l'agronome*. CIRAD GRET, 804 p.

Gurpreet S., Jalota S.K. & Yadvinder S., 2007. Manuring and residue management effects on physical properties of a soil under the rice- wheat system in Punjab, India. *Soil and Tillage Research*, 94, 229- 238.

Haynes R.J. & Naidu R., 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. *Nutr. Cycl. Agroecosys*, 51, 123-137.

Hubert G. & Schaub C., 2011. *La fertilité des sols : L'importance de la matière organique*, 46 p.

ISO 11261, 1995. *Qualité du sol-Dosage de l'azote total – Méthode de Kjeldahl modifiée*, 5 p.

Lacharme M., 2001. La fertilisation minérale du riz. *Fascicule*, 6, 18-22.

MAEP-UPDR., 2010. *Programme Sectoriel Agricole (PSA)*, 34 p.

Mbonigaba J.J., 2007. *Etude de l'impact des composts à base de biomasse végétale sur la dynamique des indicateurs physico-chimiques, chimiques et microbiologiques de la fertilité des sols : application sur trois sols acides tropicaux du Rwanda*. Thèse de doctorat, FUSAGx, Gembloux, 243 p.

Ming-Kui & Li-Ping, 2007. Effect of tillage, fertilizer and green manure cropping on soil quality at an abandoned brick making site. *Soil and Tillage Research*, 93, 87-93.

Mze, S.P., 2008. *Influence d'apports en matières organiques sur l'activité biologique et la disponibilité du phosphore dans deux sols de la région des grands lacs d'Afrique*. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 240 p.

Obone Ntoma Diallo R., Diome F., Masse D., Sarr R., N'dienor M., Edou-Minko A. & Feder F., 2020. Statuts organique et minéral des sols tropicaux semi-arides cultivés intensivement : cas des arénosols sous cultures maraîchères en zones périurbaines de Dakar au Sénégal. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 3(3), 94-105.

Olivier A., Jaques D., Christian D. *et al.*, 2007. *Mémento sols et Matières organiques*. Agro6Transfert R&T et Chambres d'Agriculture de Picardie, 52 p.

Parkinson R.J, Fuller M.P. & Groenhof A.C., 1999. An Evaluation of greenwaste compost for the production of forage maize (*Zea mays* L.). *Compost Sci. Util.*, 7(1), 72-80.

Rémy JC & Marin-Lafèche A., 1974. L'analyse de terre : réalisation d'un programme d'interprétation automatique. *Annales Agronomiques*, 25(4), 607-632.

Sinaj S., Maltas M., Cadot S., Blanchet G., Elfouki S. & Agroscope, 2014. *Les cendres de bois : un nouvel engrais pour l'agriculture suisse*, 21 p.

Yaduvanshi N.P.S., 2001. Effect of five years of rice-wheat cropping and NPK fertilizer use with and without organic and green manures on soil properties and crop yields in a reclaimed sodic soil. *Jornal Indian Society Soil Science*, 49, 714-719.