Etude de la fertilisation intégrée en milieu paysan dans la région naturelle du Mugamba (Burundi).

C. Van den Berghe*, P. Sota** & A. Mujawayezu**.

Keywords: Integrated fertilisation — Composting — Potatoes — Mugamba — Burundi.

Résumé

Dans le cadre de la coopération entre le Projet CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) et la Faculté des Sciences Agronomiques, 75 essais sur pomme de terre ont été installés entre 1988 et 1990 dans la région du Mugamba en comparant le compost non-traité avec le compost traité aux engrais chimiques.

Les analyses chimiques ont prouvé que les sols et les composts en milieu paysan présentent des déficiences. Il n'y a pas de différence significative entre le compost appliqué à 10 t/ha traité à l'engrais chimique et le compost non traité à 20 t/ha ce qui peut être intéressant de point de vue travail.

L'analyse économique a prouvé que les compost traités donnent un profit supérieur aux non-traités de même que les V/C. Le facteur risque est intéressant.

L'application du compost traité a eu une influence positive et significative sur l'Al^{3+} échangeable à Ijenda et Mpehe et également sur le P Bray-1, mais cette fois-ci sur tous les sites d'expérimentation.

Il est à souhaiter que la recherche tienne compte des recommandations de la FAO en ce domaine. Dans ce contexte plusieurs essais sont en cours.

Summary

In the frame of the cooperation between the CVHA project (Cultures vivrières de Haute Altitude) and the Faculty of Agricultural Sciences in Bujumbura, Burundi, 75 trials were installed between 1988 and 1990 in the Mugamba region comparing the effect of non-treated and treated composts with fertilizers on potatoes.

Chemical analysis of composts and soils proved several deficiencies. There was no significant difference between the yields for the treated composts at 10 t/ha and the non-treated composts at 20t/ha, which could lead to major savings in labour input.

The economical analysis has proved that there was a positive and significant influence on profit, value/cost value and risk factor when treated and non-treated compost were compared.

The exchangeable Al^{3+} in the soil after harvesting at Ijenda and Mpehe was significantly lower for the treated composts. For the P-Bray-1 these differences occurred at all sites of experimentation.

It is strongly recommended that research on composting and application of the compost takes in account the experience of FAO in this field. In this context several trials have been installed in 1991 and 1992.

1. Introduction

Le Burundi connaît une croissance démographique galopante de 3% par an alors que la production agricole n'augmente que de 1% par an (16). Il s'avère donc obligatoire d'augmenter le rendement par unité de surface par une voie à la portée des paysans comme l'utilisation du compost.
La fumure organique a un effet favorable comme source d'éléments fertilisants sur la structure et la Capacité d'Echange Cationique (CEC) (18), le pH, le P disponible et la toxicité aluminique (8), la rétention d'eau du sol et la vie microbiologique.

Il y a un effet positif de l'épandage de l'association matière organique et engrais minéraux (5, 13, 15). Ces dernières années, la FAO (7) a fait beaucoup d'efforts en ce domaine. Le compostage est relativement récent dans certains pays africains et l'impact sur la production agricole est limité par l'économie des systèmes (19).

La Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi en collaboration avec le projet CVHA (qui encadrait 72924 exploitations en 1990 sur une surface de 1831 km² dont 52600 disposant déjà d'une ou de plusieurs compostières) a entrepris une étude sur la fertilisation intégrée en milieu paysan de 1988 à 1990. Cette étude se poursuit.

2. Facteurs du milieu et méthodes

2.1. Localisation des essais

La région naturelle du Mugamba se situe à l'ouest du Burundi à une altitude de 1800 à 2000 m (voir carte 1). Au total, six sites ont été choisis pour les expérimentations : deux dans le Nord (Campazi, Muruta), deux dans le centre (Mpehe, Biganda) et deux dans le sud (Ijenda, Makamba). Leurs situations respectives sont présentées à la carte 2.
Les essais ont été conduits chez 10, 32 et 33 exploitants respectivement en 1988, 1989 et 1990.

2.2. Le climat

Le climat est tropical d'altitude. Il est frais et pluvieux et selon

* Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 143 Bujumbura, Burundi.
** Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 2940 Bujumbura, Burundi.
Reçu le 07.01.92 et accepté pour publication le 12.05.92.

Carte 1 : localisation de la région naturelle du Mugamba.

Carte 2: Communes encadrées par le Projet CVHA.

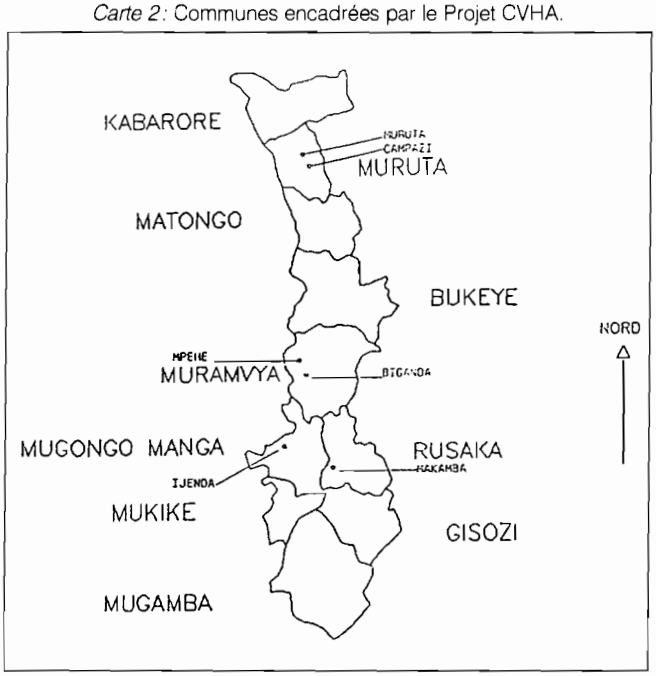

TABLEAU 1

Caractéristiques physico-chimiques des sols des terrains d'expérimentation du Mugamba (1988-1990).

Elément	μ	Max	Min	s	% (a)	Nr	Source
méq/100 g**							
Ca^{++} (<2.3)	2.22	8.20	0.00	1.67	66.7	75	(22)
Mg^{++} (<1)	1.00	2.33	0.04	0.63	57.3	75	(22)
K^{+} (<0.2)	0.59	1.70	0.04	0.38	16.0	75	(22)
Na^{+}	0.49	1.81	0.01	0.48	-	75	(22)
S (<5)	4.26	11.81	0.88	2.36	69.3	75	(22)
Ca/Mg (<1)	2.40	0.60	5.37	1.00	4.0	75	(22)
(>10)					0.0		
Mg/K (<2)	2.08	2.05	0.04	1.77	62.7	73	(22)
(>20)					0.0		
Ca + Mg/K							
(<15)	5.22	15.47	0.26	3.03	89.3	68	(22)
mg/kg							
P-Bray* (<10)	11.00	19.40	5.83	3.44	48.5	33	(10)
Olsen D (<40) et pH<5.5	58.41	115.00	25.00	20.76	14.2	42	(23)
% N (<0.45)	0.36	0.90	0.18	0.17	74.7	75	(22)
C	4.25	9.54	1.32	2.02		75	
% MO (<1.5)	7.31	16.40	2.27	—	0.0	75	(22)
C/N (<10)	12.33	30.95	6.00	3.65	21.3	75	(22)
méq/100 g							
Al^{3+} (>1)	1.22	4.93	0.00	1.13	48.0	75	(20)
H^{+}	0.20	1.12	0.00	0.19	—	75	
Ac.tot	1.42	5.20	0.00	1.19	—	75	
CEC (<10)	20.65	38.20	10.00	7.00	0.0	75	(22)
CEC eff	5.64	11.81	2.23	1.78	—	75	
% m (>10)	21.08	81.16	0.00	20.07	62.7	75	(20)
v (<40)	22.06	58.87	4.76	13.34	77.3	75	(22)
Veff	70.93	6.97	100.00	23.33	—	75	
pH H_2O (<5.5)	5.36	6.46	4.11	0.51	57.3	73	(22)
pH KCl	4.38	5.78	3.49	0.51	—	75	

(a): % de sites avec valeur insuffisante.
(*): 1990
(**): Les chiffres entre parenthèses indiquent la valeur de l'indice correspondant où il y a une carence suivant les normes.
Exemples: Ca^{++} (<2.3 méq/100g): Les valeurs inférieures sont insuffisantes.
Al^{+++} (>1 méq/100g): Les valeurs supérieures sont toxiques.
Ca/Mg (<1 et >10): Le rapport de Ca/Mg doit être entre 1 et 10.

la classification de Köppen du type Cw. Les précipitations annuelles moyennes varient de 1503 mm à 1675 mm. La saison pluvieuse s'étale sur 9 mois (Septembre à Mai) et la saison sèche dure 3 mois (Juin à Août). La température minimale moyenne pendant l'année varie de 8.5°C à 11.9°C et la température maximale moyenne varie de 19.0°C à 23.2°C. L'insolation moyenne totale varie de 1941 à 2129 heures par an.

Du point de vue altitude et température moyenne (< 20°C), la région étudiée est apte à la culture de la pomme de terre au point de vue climatique (4).

2.3. Enquêtes

Des enquêtes ont été organisées à deux endroits par région : en 1988 dans le Sud (Ijenda et Makamba) et en 1989 dans le Nord (Campazi et Muruta), le Centre (Biganda et Mpehe) et dans le Sud (Ijenda et Makamba). Vingt exploitants sans gros bétail ont été choisis aléatoirement. Cette enquête portait sur le nombre, les dimensions et la localisation des compostières, les types d'arrosage et de litière et la fréquence et les époques de récolte du compost. Les enquêtes se sont déroulées par interview à l'aide d'un questionnaire, de pesées et d'observations sur le terrain.

2.4. Les sols

Suivant le système de classification INEAC les sols sont de l'ordre des Kaolisols et deux sous-ordres sont principalement représentés : les Hydrokaolisols dans le Nord et les Kaolisols Humifères dans le Sud. Les sols dans la région Centre se classent parmi les Hygrokaolisols humifères. Ces sols se caractérisent par une texture fine à très fine (24).
Le tableau 1 donne en résumé les résultats d'analyse des sols sur 75 sites. Ces analyses ont été réalisées selon les méthodes utilisées à l'ISABU (11). La proportion de sols qui présentent des insuffisances pour un paramètre étudié ainsi que les seuils de carence sont donnés. Les normes d'interprétation utilisées sont celles de l'ORSTOM (22) pour N, les bases et leur somme, le rapport C/N, le taux de saturation,

la matière organique et le pH. Pour l'indice de Kamprath, le Bray P1 et pour le P Olsen Dabin les normes d'Opdekamp (20), l'IFDC (10) et Roche et al (23) ont été utilisées. Remarquons que pour l'année 1990, 48.4% et 62.7% des sols sont respectivement déficients en P (< 10 ppm P-Bray-1) et faiblement à fortement toxiques en Al (m > 10), tandis que 14.7% des sols montrent à la fois la déficience en P et la toxicité de l'Al. Il y a également des carences en cations dans les sols ainsi qu'un déséquilibre cationique. Ces sols sont acides et bien pourvus en matière organique.

2.5. Le compostage, le compost et le dispositif expérimental.

2.5.1. Le compostage

Le compostage en fosse est la méthode de compostage utilisée au Burundi et en particulier au Mugamba. Deux compostières de 2 x 1 x 1m par exploitant étaient installées et la durée de compostage a été environ de 4 mois. Le tableau 2 donne les quantités de dolomie et d'engrais ajoutées dans les compostières. Remarquons qu'en 1990, la majeure partie du calcaire a été appliquée au terrain.

TABLEAU 2

Doses de complémentation minérale dans les compostières. (1988-1989-1990) en kg/compostière.

Engrais	Année / 88-89	90
DAP (18-46-0)	5,25	5,00
Urée (46-0-0)	2,25	0
K_2SO_4 (0-0-48)	0,75	1,00
Dolomie*	15,00	1,00

* Dolomie: 30% CaO + 20% MgO.

Chez chaque exploitant, deux compostières ont été installées, une sans (0) et une autre avec complément. Ce complément était la dose 1 (voir tabl. 2) en 1988, les doses 1.5 et 2.0 en 1989 et la dose 1 en 1990. Il s'agissait de 5 exploitants en 1988 seulement dans le Sud et en 1989 respectivement 10, 10 et 11 exploitants dans le Sud (complément 1.5), le Centre (complément 2.0) et le Nord (complément 1.5). En 1990 ce nombre était respectivement 10, 11 et 10 avec chaque fois la même dose de complément de 1.

L'ajout d'engrais et de dolomie a été réalisé par tranche de 25 cm et cela en 4 fois pendant le chargement de la compostière. La masse à composter fut retournée régulièrement et une toiture fut construite. Pendant le chargement, le compost a été inoculé avec 5 kg d'ancien compost et 1 kg de sol a été ajouté pour capter l'azote ammoniacal.

2.5.2. Le compost

Un échantillon moyen par compostière a été prélevé à des endroits différents puis mélangé pour être analysé au laboratoire. Les méthodes utilisées sont celles de l'ISABU (12) pour l'analyse des végétaux.

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost sont donnés aux tableaux 3 et 4.

Une bonne partie des composts ont une teneur faible en matière sèche, un C/N trop élevé, un N/P inadéquat et une teneur en P faible, élément pour lequel un taux de 1% est recommandé par Mustin (17). Il n'y a pas de carence en Ca, Mg et K.

TABLEAU 3

Teneurs moyennes en éléments fertilisants (% de la matière sèche) en milieu paysan dans la région du Mugamba (88-89-90).

	μ	max	min	s	nombre	Insuff. %
MS (<40%)	27.0	58.4	12.8	10.4	75	84.0
(>50%)	—	—	—	—	—	1.3
pH	7.6	8.7	6.2	0.4	75	—
C/N (<8)	24.9	45.6	15.0	6.6	64	0.0
(>15)	—	—	—	—	—	98.4
N	1.2	2.5	0.3	0.5	74	—
N/P (<2)	9.0	74.0	0.8	11.6	74	4.1
(>5)	—	—	—	—	—	51.4
C	26.1	47.5	6.2	8.2	65	—
MO	44.9	81.7	10.7	14.2	65	—
P_2O_5 (<0.46%)	0.5	1.8	0.1	0.3	75	37.3
(<2.29%)	—	—	—	—	75	100.0
K_2O (<0.25%)	1.1	2.4	0.2	0.6	75	0.0
(>0.60%)	—	—	—	—	—	76.0
MgO (<0.15%)	0.4	0.9	0.1	0.2	75	5.3
CaO (<0.15%)	0.9	2.8	0.1	0.5	75	1.3

TABLEAU 4

Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts traités (%MS) (88-89-90).

Année	1988		1990		1989		1989	
Dose	1		1		1.5		2.0	
	μ	s	μ	s	μ	s	μ	s
MS (%)	46.0	3.0	23.5	6.1	24.2	5.1	24.2	7.0
pH	7.8	0.4	7.7	0.4	7.9	0.6	7.8	0.6
C (%)	—	—	24.3	8.9	24.7	6.1	30.4	6.7
N (%)	2.5	0.2	1.4	0.4	1.5	0.4	1.9	0.4
C/N	—	—	18.3	6.1	16.9	2.7	15.5	2.1
MO (%)	—	—	41.7	15.2	42.5	10.4	52.3	11.5
P_2O_5 (%)	0.7	0.1	1.5	0.8	1.3	0.8	0.4	0.2
N/P	7.8	0.8	3.0	1.9	3.2	1.6	14.3	9.2
K_2O (%)	1.3	0.1	1.6	0.8	1.1	0.4	1.6	0.8
MgO (%)	1.1	0.1	0.6	0.3	0.9	0.6	1.1	0.7
CaO (%)	1.7	0.3	1.3	0.5	2.1	1.1	2.5	1.2
nombre	10	—	33	—	21	—	11	—

L'analyse de la variance a porté sur les analyses physico-chimiques des composts traités et non traités en fonction de l'année et de la dose de complément. Les résultats de cette analyse (tableau 5) montrent que la complémentation du compost a élevé significativement la teneur de tous les éléments fertilisants.

TABLEAU 5

Caractéristiques physico-chimiques des composts traités et non traités en fonction de l'année et de la dose de complémentation.

	1988 dose 1		1989 dose 1.5		1989 dose2		1990 dose 1	
	F(1,18) 1%=8.29 5%=4.41		F(1,40) 1%=7.31 5%=4.08		F(1,20) 1%=8.10 5%=4.35		F(1,64) 1%=7.0 5%=4.0	
	NT T	F	NT T	F	NT T	F	NT T	F
pH	7.3-7.8	0.9ns	7.4-7.9	0.1ns	7.2-7.8	7.7*	7.6-7.7	2.0ns
P_2O_5(%)	0.3-0.7	68.2**	0.5-1.3	5.9*	0.2-0.4	9.9**	0.7-1.5	28.2**
K_2O (%)	1.2-1.3	2.7ns	0.8-1.0	7.9**	1.2-1.6	1.4ns	1.2-1.6	5.1*
CaO (%)	0.9-1.7	39.3**	0.8-2.1	25.8**	0.7-2.5	21.4**	0.9-1.4	5.3*
MgO (%)	0.6-1.1	87.7**	0.3-0.9	2.4**	0.4-1.1	10.6**	0.4-0.6	14.8**
N (%)	2.2-2.4	11.1**	1.2-1.5	6.2*	1.2-2.0	21.1**	1.0-1.4	18.2**
C/N	—	—	18.9-15.9	9.9**	15.2-23 2	15.8**	27.2-18.1	43.2**

En moyenne 830 kg de compost (Ecart-type s = 278 kg) non-traité et 862 kg (s = 280) de compost traité ont été récoltés.

2.6. Expérimentation sur le terrain et analyse statistique

La plante test est la pomme de terre, variété Ndinanagara, adaptée aux conditions climatiques et phytopathologiques du Mugamba.

Suite aux pertes de N constatées par dégagement d'ammoniac en cours du compostage, en 1990, l'urée a été appliquée au champ à la dose de 80 kg/ha simultanément à l'apport de compost enrichi.

L'application d'une dose élevée d'urée, simultanée à l'application du compost en profondeur du sol peut causer un enrichissement du sol en carbone.

En effet des deux processus, minéralisation et humification, c'est surtout le second qui est actif (3).

En 1990, la majeure partie de la dolomie, calculée suivant la formule de Kamprath (14), fut apportée directement sur chaque champ au moment du semis et est donnée au tableau 6.

TABLEAU 6

Quantités de calcaire (kg/ha) appliquées directement au champ en 1990.

Lieux	Exploitants					
	1	2	3	4	5	6
Campazi	60	60	60	1892	1420	-
Muruta	60	60	888	948	60	120
Biganda	306	0	12	3480	12	760
Mpehe	5070	4480	3900	5900	2780	3310
Ijenda	5561	3754	2400	1846	1292	-
Makamba	369	1661	185	123	123	-

Le dispositif expérimental est un dispositif aléatoire et chaque paysan représentait un bloc. Le nombre de parcelles en 1988 est de trois (0, N18, T18), en 1989 cinq (0, N10, T10, N20 et T20) et en 1990 trois (0, N20, T20). Les symboles 0, N, T et 10, 20 signifient respectivement le témoin sans compost, le compost non-traité, et le compost traité appliqués à des doses de 0, 10, 18 et 20 t/ha.

L'analyse de la variance et la méthode des contrastes ont été utilisées pour le traitement des données.

2.7. Analyse économique

Le rapport V/C (valeur de l'accroissement de la récolte par rapport au témoin sur le coût de production), le bénéfice net (valeur de l'augmentation du rendement à l'hectare par rapport au témoin moins les coûts des engrais), ainsi que le facteur risque (le nombre de V/C exprimé en % du total qui sont inférieur à 1) ont été déterminés.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats des enquêtes

Le tableau 7 donne les résultats de l'enquête sur les compostières et l'utilisation du compost.

• En moyenne, les exploitants possèdent plus d'une compostière et leur volume est assez important pour tous les sites. Ceci résulte peut être des efforts consentis par le projet CVHA en matière de vulgarisation.

TABLEAU 7

Synthèse des résultats sur les compostières et les parcelles (moyennes et moyenne générale).

	Sud		Centre		Nord			
	Ijenda	Mak.	Bigan.	Mpehe	Camp.	Muru.	μ	s
Nombre	1 2	1.3	2.0	1.7	2.4	1.7	1.7	0.4
Volume m³	3.9	5.2	3.2	3.4	3.1	2.7	3.6	0.8
Parc. fumées	2.4	3.0	2.0	1.7	3.7	1.5	2.4	0.8
Sup. fumée m²	672.6	787.6	980.0	625.0	1575.9	747.3	898.4	323.2
Parc.-rugo m	27.0	47.7	76.0	56.0	92.7	100.1	66.6	25.6

• En outre l'arrosage n'est pas contrôlé et les types de litières sont variées. Les cyperaceae dominent au Sud alors que les stipes et les feuilles de bananier sont plus utilisées au Centre et au Nord.

3.2. Relevé des températures dans les compostières en milieu paysan.

L'évolution des températures dans les compostières en milieu paysan (moyennes de 3 prises) dans les compostières non traitées et traitées avec des engrais chimiques est illustrée à la Fig 1 pour Mpehe. Pour tous les autres endroits et années, cette évolution est similaire. Ces températures sont la moyenne des températures prises à trois endroits différents dans chaque compostière.

Les composts complétés ont des températures légèrement supérieures à celles des composts non complétés mais restent faibles (40-45°C).

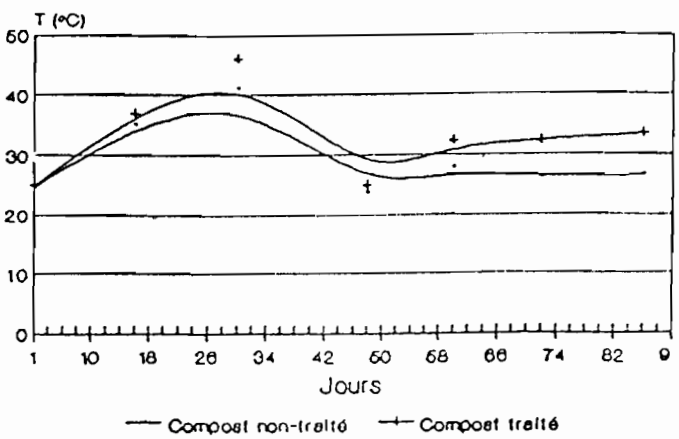

Figure 1 — Evolution T (°C) au cours du compostage MPEHE 1990.

3.3. Rendements obtenus et traitement statistique.

Les résultats des rendements obtenus en milieu paysan ainsi que les traitements statistiques sont présentés aux tableaux 8 et 9.

En 1988 et 1990 les apports de compost donnent des rendements significativement différents (0.05). En 1989 seulement le traitement N20 n'est pas significativement différent (0.05) de T10. L'effet de l'apport de compost est significatif.

3.4. Analyse économique

3.4.1. Evolution du prix de la pomme de terre et du maïs et prix des intrants.

L'évolution des prix pour la pomme de terre et le maïs dans les trois régions étudiées (Nord, Centre, Sud) de Juillet 1987

TABLEAU 8

Rendements et différences significatives (5%) pour les traitements dans la région du Mugamba.

1988		1989		1990	
0	5.80a**	0	6.03a	0	5.22a
N18	8.88b	N10	7.15b	N20	7.44b
T18	12.20c	N20	9.11c	T20*	11.88c
—	—	T10	9.83c	—	—
—	—	T20	11.87d	—	—

* La quantité de compost n'a pas été mesurée.
** Les rendements suivis par le même symbole ne sont pas significativement différents dans la même année.

à Juin 1990 est donnée aux figures 2 et 3.

Pour le calcul des indicateurs économiques, les prix des intrants 1989-90 sont: Calcaire 18 FBu/kg, Engrais 75 FBu/kg et Compost 1 FBu/kg (9). Les frais pour le compost sont à vérifier et feront l'objet de la deuxième phase de ce projet. Comme mentionné par (1), le compostage représente des frais élevés sous forme de travail et de transport et peut être un facteur décisif de l'acceptation de cette technologie par le paysan.

3.4.2. Indicateurs économiques pour la pomme de terre pour la région du Mugamba.

Les résultats du calcul de ces indicateurs sont consignés aux tableaux 10 et 11. Seule l'année 1989 donne tous les traitements et est une année moyenne du point de vue rendements. Aussi les indicateurs économiques pour le cas d'une subvention à 25% du calcaire ont été calculés.

Le tableau 10 montre que les composts traités donnent un profit supérieur aux non-traités. Du point de vue des valeurs des rapports V/C, on observe N10 < T10, alors que N20 > T20. La subvention de calcaire à 25% n'a pas eu une grande influence sur le coût des intrants ni sur le profit ou la valeur du rapport V/C.

TABLEAU 9

Analyse de la variance pour les essais en milieu paysan en 1988, 1989, 1990

A. 1989 Source	dl	sc	scm	F
Traitements	4	345.99	86.50	10.33*
Erreur	112	938.26	8.37	
Total	116	1284.25		F(4,112) = 2.45 5%

B. 1988 Source	dl	sc	scm	F
Traitements	2	204.64	102.32	46.42*
Erreur	18	39.68	2.20	
Total	20	244.32		F(2,18) = 3.55 5%

C. 1990 Source	dl	sc	scm	F
Traitements	2	714.15	357.07	88.33*
Erreur	60	242.56	4.04	
Total	62	956.71		F(2,60) = 3.15 5%

Le tableau 11 montre que tous les traitements ont un facteur de risque autour de 20 (V/C < 1), ce qui est encore trop élevé (maximum 10%). La subvention a eu à nouveau un effet bénifique (le nombre d'essais avec V/C < 1 diminue). En effet on approche la limite d'acceptabilité (< 10% pour le V/C < 1).

3.4.3. Calcul économique en tenant compte d'autres coûts.

En tenant compte des coûts d'exploitation la marge bénéficiaire peut être calculée. Ces coûts sont estimés par (21). Le calcul économique est donné au tableau 12.

L'application T10 donne encore une marge intéressante au paysan.

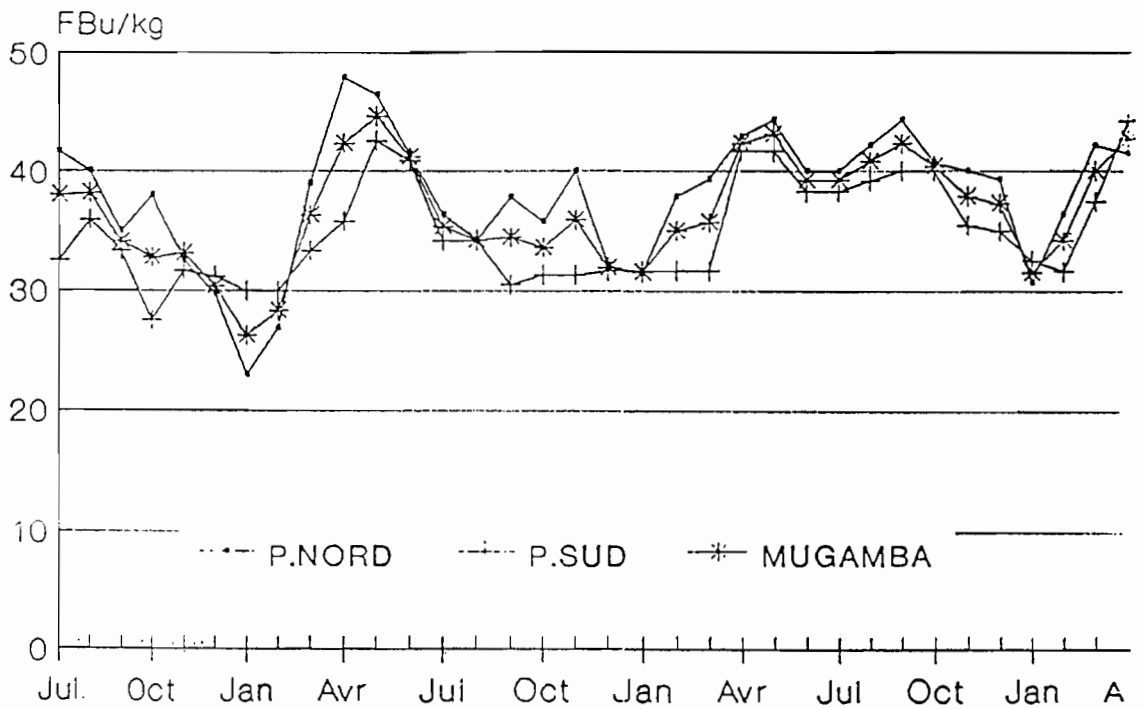

Figure 2 — Prix moyen mensuel/kg de pomme de terre de juillet 1987 à juin 1990.

TABLEAU 10

Indicateurs économiques pour toute la région du Mugamba.

Année	Trait.	Rdt moy. t/ha	Qté d'intrants kg/ha Calc.	Engr.	Comp.	Coût FBu/ha	Val. augm. FBu/ha	Profit FBu/ha	V/C
1988	0	5.80	—	—	—	—	—	—	—
	N18	8.88	—	—	18000	18000	123200	105200	6.8
	T18	12.20	309.3	170.2	18000	36333	256000	219668	7.1
1989	0	6.03	—	—	—	—	—	—	—
	N10	7.15	—	—	10000	10000	44800	34300	4.5
	N20	9.11	—	—	20000	20000	123200	103200	6.2
	T10	9.83	345.8	190.2	10000	30640	152000	121360	5.0
	T20	11.87	691.7	380.4	20000	59865	233600	173735	3.9
1990	0	5.22	—	—	—	—	—	—	—
	N20	7.44	—	—	20000	20000	88800	68800	4.4
1988	T18S*	12.20	309.3	170.2	18000	34941	256000	221060	7.3
1989	T10S*	9.83	345.8	190.2	10000	29073	152000	122927	5.2
	T20S*	11.87	691.7	380.4	20000	58146	233600	175454	4.0

* S: Subvention calcaire: – 25%.

TABLEAU 11

Classement du risque (%) pour toute la région du Mugamba (40 FBu/kg de pdt) - 1989.

Traitement	<1	1-2	2-4	>4
0	—	—	—	—
N10	24	17	11	48
N20	17	10	14	59
T10	21	17	21	41
T20	17	21	24	38
T10S	17	17	17	49
T20S	14	21	24	41

TABLEAU 12

Calcul économique pour le traitement T10 (moyenne pour le Mugamba).

Trait.	Rend. t/ha	Valeur FBu/ha	Trav FBu/ha	Intr FBu/ha	Epand. FBu/ha	Planc. FBu/ha	Marge FBu/ha
0	6.03	241200	30000	0	0	60000	151200
T10	9.83	393200	30000	30640	5000	60000	267560

3.4.4. Comparaison des résultats obtenus dans le cadre CVHA et ceux obtenus par la FAO.

Le tableau 13 donne la comparaison des rendements de pomme de terre obtenus par la FAO (1989) à 215 endroits et les essais du projet CVHA en 1989 à 32 endroits.

Le rendement du témoin pour le CVHA est plus élevé que pour la FAO, ce qui peut être dû à l'action du CVHA dans la région. Les indices de productivité et les V/C sont comparables. Le traitement T10 correspond à des doses de 39-24-30, tandis que pour la FAO les meilleures doses sont 35-51-42.

Il reste à vérifier dans les expériences sur les mêmes sols que le phosphore introduit dans la compostière a un effet supérieur. Cette étude est en cours.

3.4.5. Analyse des sols après la récolte en milieu paysan.

Les résultats des analyses physico-chimiques des sols (P-Bray et Al éch.) sont donnés au tableau 14.

De ce tableau il apparaît que l'application du compost traité a eu une influence significative et positive (0.05) sur la diminution de Al^{3+} échangeable seulement dans les sites d'Ijenda et de Mpehe correspondant aux sols témoins les plus acides avec resp. 2.41 et 2.90 méq Al^{3+}/100g.

Pour le phosphore (Bray-1) après récolte, seul le compost traité a une influence significative et positive (0.05) quel que soit le site d'expérimentation considéré.

TABLEAU 13

Comparaison entre les résultats CVHA et FAO

	Nbr de sites	Trait.	Rdt	Réponse (t/ha)	PI (t/ha)	V/C
FAO	215	0	3.89	0	—	—
		35-51-42*	8.69	4.80	37.5	7.20
CVHA/FAC		0	6.03	0	—	—
1989	32	T10**	9.83	3.80	40.8	5.00
		T20	11.87	5.84	31.4	3.80

* kg/ha de N, P_2O_5 et K_2O, meilleure application FAO

PI: Indice de productivité: rapport entre l'augmentation du rendement et la somme des unités fertilisantes.

TABLEAU 14

Teneur en Al échangeable et P Bray-1 dans les différents sites après la récolte.

Elément	Trait.	Ijenda	Makamba	Campazi	Muruta	Biganda	Mpehe
Al^{3+} méq/100g	O	2.41b	0.24a	0.25a	0.31a	0.05ns	2.88a
	NT	2.34b	0.23a	0.24a	0.23a	0.00ns	2.27a
	T	1.76a	0.28a	0.16a	0.10a	0.05ns	1.23b
P Bray-1	0	7.89c	7.71c	4.33c	0.80c	10.47c	9.02b
	NT	8.36b	9.21b	5.07bc	7.11bc	11.34b	10.56a
	T	10.47a	11.22a	9.05a	12.52a	15.96a	10.76a

Conclusions

Les sols où ont été installés les essais chez les paysans présentaient des carences nutritionnelles qui ont justifié l'utilisation des intrants. Cette considération est également valable pour les composts où le faible taux de phosphore et un rapport N/P inadéquat sont les principaux défauts. De même le taux d'humidité est à surveiller. Le complément introduit dans le compost a augmenté significativement sa teneur en éléments fertilisants.

Les températures enregistrées dans les différentes compostières sont restées basses (< 40°C - 45°C).

Les rendements obtenus en milieu paysan sur pomme de terre en 1988 et 1990 ont montré que l'effet des traitements est statistiquement différent. En 1989, le rendement pour le compost non-traité appliqué à 20t/ha (N20) ne diffère pas statistiquement (0.05) de celui du compost traité à 10t/ha (T10).

L'analyse économique montre que les composts traités donnent un profit supérieur aux non-traités de même que les rapports valeur/coût excepté pour le compost traité à 20t/ha et le compost non-traité à 20t/ha. La rentabilité économique de l'opération est assurée car les rapports valeur/coût sont toujours supérieurs à 2. Bien que de bons rendements aient été obtenus, il reste beaucoup à faire pour optimaliser l'utilisation des intrants (sources, doses, méthodes et temps d'application) et de réduire leurs coûts.

Il est à préciser que la subvention du calcaire a eu un faible impact pour le paysan sur le facteur de risque (le pourcentage des V/C < 1).

L'application du compost traité a eu une influence positive et significative sur la diminution de l'Al^{3+} échangeable dans les sites avec les sols les plus acides. Cette influence positive est également observée sur le P (Bray-1), mais cette fois-ci pour tous les sites d'expérimentation.

Recommandations

1. Le compostage en fosse doit être encouragé dans la région du Mugamba et même l'étendre dans tout le pays.

2. Le complément minéral du compost traditionnel s'impose pour relever la teneur en éléments fertilisants. Dans ce contexte le compost traité appliqué à 10 t/ha peut valablement remplacer le compost non-traité appliqué à 20 t/ha ce qui signifie un moindre travail pour les exploitants.

3. Les composts ont une faible teneur en P. Pour porter la teneur en P à 1%, il serait nécessaire d'augmenter les teneurs en N et P pour optimaliser la teneur en P et le rapport N/P. Il n'est plus nécessaire d'ajouter le calcaire ou la potasse.

4. Les essais devraient être répétés sur plusieurs cultures et rotations et pendant plusieurs saisons. Afin de valoriser les sources de P localement disponibles, la roche phosphatée de Matongo, purifiée, devrait être essayée.

5. Les études des arrière-effets du compost amélioré et non amélioré en milieu paysan doivent faire l'objet de travaux ultérieurs.

6. Afin de réduire l'effort consenti par le paysan au compost, la poursuite des actions d'installation des herbes fixatrices *(Setaria, Trypsacum)* est à encourager pour produire un fourrage et du substrat de compostage dans l'exploitation même.

7. Il est recommandé que la recherche en matière de fertilisation intégrée tienne compte des recommandations de la FAO (2) et que ces paramètres fassent l'objet d'une étude de comparaison avec le système actuellement en vigueur. Il s'agit des paramètres suivants : dimension des particules, le choix du matériel à composter, la teneur en eau, l'aération, la température, les additifs.

Remarque : Les travaux sur la fertilisation intégrée en milieu paysan à la Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi ont été initiés par le Professeur J. Wouters (ULB) en 1988.

Samenvatting : In het kader van de samenwerking tussen het Project CVHA (Cultures Vivrières de Hautes Altitudes) en de Faculteit landbouwkundige wetenschappen in Bujumbura werden 75 proeven geïnstalleerd in het Mugamba gebied en werden de niet behandelde en behandelde compost met meststoffen vergeleken.
De chemische analyse van de bodems en de compost op het veld heeft aangetoond dat verschillende gebreken bestaan. Geen significant verschil werd aangetoond tussen de opbrengsten bekomen met onbehandelde compost aan een dosis van 20t/ha en compost behandeld met meststoffen toegepast aan 10 t/ha hetgeen interessant kan zijn om de arbeidskosten van voor het maken van de compost te verminderen.
De ekonomische analyse heeft aangetoond dat de behandelde compost resp. een winst, een V/C waarde en een gunstige risico factor gaf die hoger lag dan onbehandelde compost.
De toepassing van de behandelde compost heeft een positieve invloed op het uitwisselbaar Al^{3+} in Ijenda en Mpehe en ook op de P-Bray1 waarde, maar ditmaal op alle velden.
Het is wenselijk dat het onderzoek rekening houdt met de bevindingen van de FAO op dit gebied. Het onderzoek wordt verder gezet.

Références bibliographiques

1. Charreau C., 1974. Soils of tropical dry-wet climatic areas and their use and management. A series of lectures given in 1974 at the Cornell University.
2. Dalzell H.W., 1987. Soil management : compost production and use in tropical and subtropical environments. FAO soils bulletin 56. 176 pp.
3. Feller C., Ganry F., 1980. Effect of nitrogen fertilizer (urea) and organic amendments (compost) on the suitability of organic matter in a millet monoculture on semi-arid tropical conditions. in : Organic recycling in Africa. FAO soils bulletin nr 43, pp 160-167.
4. FAO 1978. Report on the agro-ecological zones project. Vol **1**. Methodology and results for Africa. World Soil Resources Report 157 pp.
5. FAO 1988. Aménagement du sol : Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical.
6. FAO 1989. Fertilizers and food production. Summary Review of Trial and Demonstration Results 1961-1986. 111 pp.
7. FAO 1990. Integrated plant nutrition systems : State of the art. Commission of fertilizers. Eleventh Session. 15 pp.
8. Hue N.V., Amien I., 1989. Aluminium detoxification with green manures. Comm. in soil sci. plant anal., 20 (15&16), 1499-1511
9. Huyez M., 1988. Rapport de mission d'appui du service Recherche-Développement de la SRD Kirimiro, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.
10. IFDC, 1985. Fertilizer research program for Africa : The fate, sources and management of nitrogen and phosphorus fertilizers in Sub-saharan Africa. International Fund for Agricultural Development. pp 132.
11. ISABU, 1986. Analyse des sols 1-**4**, Fiches labo 010-012. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.
12. ISABU, 1986. Analyse des eaux et des aliments. Modes Opératoires. Fiche labo 006. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.

13. Johnson R.W.M., 1962. Fertilizer responses on maize under reserve conditions. Rhodesia Agricultural Journal **59**, pp 222-223.

14 Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. **24**: 252-254.

15. Lemare P.H., 1972. A long term experiment on soil fertility and cotton yield in Tanzania. Expl. Agric. **8** pp 299-310.

16. Ministère du travail et de la formation professionelle. 1984. Revue des statistiques du travail nr 4.

17 Mustin M., 1987. Le compost — gestion de la matière organique. Editions François Dubusq — Paris. 954 pp.

18. Nye P.H., 1950. The relation between nitrogen responses, previous soil treatment and the C/N ratio in soils of Gold Coast savanna areas. Trans. 4th Int. Cong. Soil Sci. 1 246-249.

19. Ofori C.S., 1980. The use of organic materials in increasing crop production in Africa. In: Organic recycling in Africa. FAO soils bulletin nr 43. pp 121-128.

20. Opdekamp L., 1981. Aptitudes des sols sur bassin de Kayongozi. Isabu, Bujumbura. 65 pp.

21. Opdekamp L., Gourdin J. & Otoul C., 1990. Exploitation vivrière et fourragère des sols alliques d'altitude au Burundi, ISABU, Publication Nr 145.

22. Orstom. 1988. Normes d'Interprétation du Laboratoire d'Agropédologie. Agonkonmey, R.P. du Bénin. 9 pp.

23. Roche P., Griève L., Babre D., Calba H. & Fallavier P., 1980. Le phosphore dans les sols intertropicaux: appréciation des niveaux de carence et les besoins en phosphore. Publication scientifique no 2. Institut Mondial du phosphate. 48 pp.

24. Sottiaux G., 1980. Carte des Sols du Burundi au 1/250 000. ISABU — Publication AGCD — Bruxelles.

C H. Van den Berghe, Belge. Dr. Ir (Lille, Gent) Chef de Projet FAVA/BM/FACAGRO Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi.
P. Sota, Burundais. Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi
A. Mujawayezu Burundais Ingénieur Agronome Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi

The 12th International Exhibition of Agriculture in Israel
2-6 May 1993, Tel-Aviv
12ème Salon International Agricole d'Israël
2-6 Mai 1993, Tel-Aviv

Agritech Spring '93 features the very latest Israeli technology for field and fruit crops, poultry and dairy farming, greenhouse growing, aquaculture, and many other branches of modern agriculture.

These include irrigation and fertigation technology, advanced tillage and minimum tillage equipment; planting and transplanting systems; efficient plant protection and spraying systems; milking systems; harvesting systems; sorting; packing, and transportation equipment.

Agritech Spring '93 is also the venue for the 6th International Conference of Water and Irrigation, the 3rd Seminar on Greenhouse Technology and the 1st Seminar on Agro-Ecology.

Agritech Printemps '93 met en vedette la toute dernière technologie israélienne pour les cultures fruitières et de plein champ, l'élevage de volailles et de troupeaux laitiers, les cultures en serre, l'aquiculture, et les nombreuses autres branches de l'agriculture moderne.

Elles comportent: technologie d'irrigation et de fertigation; labourage avancé et matériel minimum de labour; méthodes de plantation et de transplantation; méthodes phytosanitaires et systèmes d'aspersion efficaces; méthodes de traite; méthodes de moissonnage; matériel de tri, d'emballage et de transport.

Agritech Printemps '93 est aussi le lieu de rencontre de la 6ème Conférence Internationale d'Eau et d'Irrigation, du 3ème Séminaire de Technologie de Serre et du premier Séminaire d'Agro-écologie.

For further information, please contact:
Pour toute information supplémentaire, veuillez contacter:
Mr. Dan Meiri
Agritech Spring '93 Organizing Committee
P.O.B. 50084 - 61500 Tel Aviv, Israel
Tel: 972-3-5142830 - Fax: 972-3-5142881