

# FUMURE ORGANIQUE ET PRODUCTIVITE DU MANIOC (*Manihot esculenta* CRANTZ) EN CÔTE D'IVOIRE

S. BAKAYOKO<sup>1,2</sup>, C. NINDJIN<sup>1,3</sup>, D. DAO<sup>1</sup>, A. TSCHANNEN<sup>1</sup>, O. GIRARDIN<sup>1</sup> et A. ASSA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre Suisse de Recherche Scientifique, 01 BP 1303 Abidjan 01. E-mail : sidiky.bakayoko@csrs.ci  
ou sidiky\_bakayoko@yahoo.fr

<sup>2</sup>Université de Cocody (Abidjan), Laboratoire de Pédologie et de Géologie appliquée, UFR des Sciences de la Terre  
et des Ressources Minières, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Université d'Abobo-Adjamé, Laboratoire de Technologie Alimentaire, UFR STA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

## RESUME

La litière de volaille et la fumure de bovin ont été apportées sur des sols ferrallitiques sableux, moyennement désaturés à Toumodi, Centre de la Côte d'Ivoire, en vue de l'intensification de la culture du manioc (*Manihot esculenta* Crantz). A 15 mois après plantation, les fumures ont entraîné une augmentation des rendements moyens de 4 variétés de manioc, qui ont été de 40 t.ha<sup>-1</sup> pour le témoin et de 63 t.ha<sup>-1</sup> et 61 t.ha<sup>-1</sup> respectivement, pour la litière de volaille et la fumure de bovin. A 18 mois après plantation, les rendements ont chuté de 42 t.ha<sup>-1</sup> sous le témoin à 21 t.ha<sup>-1</sup> sous fumure de volaille et 41 t.ha<sup>-1</sup> sous fumure de bovin. A cette période, les taux moyens de tubercules avariés ont atteint 55 % et 44 %, respectivement sous litière de volaille et fumure de bovin contre 30 % pour le témoin. A 15 mois, les teneurs en matière sèche ont été significativement différentes suivant les traitements (37,6, 37,4 et 37,3 % avec la litière de volaille, la fumure de bovin et le témoin). La fumure de volaille a influencé l'apparition des symptômes du Virus Africain de la Mosaïque du Manioc (note de 1,75 avec la fumure de volaille contre 1,25 pour le témoin). Pour la plupart des variables mesurées, l'effet variété a été significatif. La fumure organique a favorisé une meilleure intensification de la culture du manioc jusqu'à 15 mois après plantation.

**Mots clés :** Fumure, manioc, rendement, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

ORGANIC MANURE AND CASSAVA (*manihot esculenta* CRANTZ) PRODUCTIVITY IN CÔTE D'IVOIRE

Chicken litter and cow manure were applied on a moderately unsaturated sandy ferrallitic soil in Toumodi (Centre of Côte d'Ivoire) in order to achieve intensification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cropping. At 15 months after planting, fertilizer application significantly improved cassava yields in 4 varieties, with values ranging from 40 t.ha<sup>-1</sup> under no fertilization to 63 t.ha<sup>-1</sup> and 61 t.ha<sup>-1</sup>, when chicken and cow manures were used, respectively. At 18 months after planting, root yields dropped from 42 t.ha<sup>-1</sup> under the control to 21 t.ha<sup>-1</sup> and 41 t.ha<sup>-1</sup>, with chicken and cow manures, respectively. During the same period, the number of rotten tubers reached 55 and 44 %, under chicken and cow manures, respectively, as compared to 30 % for the control. At 15 months after planting, dry matter rates were significantly different among the treatments (37.6, 37.4 and 37.3 % with chicken and cow manures and the control, respectively). The chicken manure favoured the symptoms of the african cassava mosaic virus (score 1.75 with chicken manure, as compared to 1.25 for the control). For most variables, there was a significant varietal effect. Organic fertilizer was found to be useful toward the intensification of cassava cropping, more so for shorter vegetative cycle (15 months) than longer ones (18 months).

**Keywords :** Organic fertilizer, cassava, yield, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

Aujourd'hui, contribuant à hauteur de 32'500 FCFA au revenu annuel de l'exploitant ivoirien, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) reste, après l'igname, une culture de choix au centre et au nord du pays (Babo, 2006). Ceci peut s'expliquer par le fait que les cultures vivrières moins sensibles à la sécheresse tel que le manioc, tendent à être les plus consommées (Brou *et al.*, 2005).

Dans les exploitations en Côte d'Ivoire, le manioc vient en fin de rotation, donc sur des sols pauvres (Janin, 2001). La forte pression démographique a induit un raccourcissement considérable des jachères et de la régénération nutritive des sols, déjà avant la mise en place du manioc. Par conséquent, Carsky (2003) constate que la dégradation des sols suite à la surexploitation consécutive à l'action conjuguée des feux de brousse et de l'exploitation agricole, a induit une baisse importante des productions du manioc.

Dans un tel contexte, il est important de reconstituer la fertilité des sols par les amendements. Par exemple, un test antérieur sur l'influence de la fumure minérale et de la litière de volaille sur la production de la variété de manioc IM 84, a été conduit par le CNRA (Akanza *et al.*, 2002). Ces travaux ont relevé que la litière de volaille a entraîné l'augmentation du rendement de près de 100 % par rapport au témoin, mais a enregistré environ 10 % de pourriture des racines à 20 mois. Pour cette étude, une seule période de récolte et une seule variété de manioc ont été évaluées. Cependant, en Côte d'Ivoire, de nombreuses variétés sont en cours d'exploitation et sont récoltées à différentes périodes en vue d'approvisionner le marché durant toute l'année (Bakayoko, 2007). Il est donc important de connaître les interactions entre fumure-variété-période de la récolte afin de donner mieux conseil aux cultivateurs désireux d'optimiser leur production de manioc.

L'objectif de cette étude est de proposer des techniques de fertilisation accessibles aux paysans, permettant d'augmenter la productivité tout en maintenant la fertilité des sols à long terme. Aussi des essais de fertilisation organique avec la fumure de bovin et la fumure de volaille ont-ils été mis en place dans le but d'augmenter la disponibilité des éléments minéraux pour quatre variétés de manioc.

## MATERIELS ET METHODES

### SITE D'ETUDE

Les essais ont été conduits à Bringakro, dans le département de Toumodi, sur la station de recherche du Centre Suisse de Recherches Scientifique, à 180 km au Nord d'Abidjan.

Les sols de cette région sont du type ferrallitique moyennement et faiblement désaturés (Perraud, 1971) et sont caractérisés par des teneurs élevées en sables fins et une faible épaisseur d'humus. La pluviométrie moyenne est de 900-1300 mm avec une température moyenne de 27 °C et une humidité relative (hygrométrie) moyenne de 70 % (Tschannen *et al.*, 2005). Dans cette zone, les éléments forestiers cloisonnent les savanes, d'où l'appellation de « zone de transition forêt-savane » (Gautier, 1992).

### MATERIELS

#### Matériel végétal

Deux nouvelles variétés améliorées (97/3200 et 98/0510), issues de l'International Institute of Tropical Agriculture (IITA) et introduites en Côte d'Ivoire en juin 2002, une variété témoin améliorée (Yavo, auparavant : Okolyawo ou TME7) déjà bien décrite depuis 2000, (Ayemou, 2000) provenant également de l'IITA, et une variété témoin locale (Anader2) bien appréciée par les populations locales, ont été utilisées, soit au total, 4 variétés de manioc. Le matériel végétal, pour les variétés 97/3200 et 98/0510, a été obtenu directement de l'IITA en 2002. Les variétés témoins étaient en production sur la station de recherche CSRS, où ont été récoltées les boutures pour la mise en place des essais de la présente étude.

#### Matériels organiques

Le fumier de bovin et la litière de volaille ont été utilisés comme amendements organiques. Le fumier sec de bovin a été obtenu dans 7 parcs bovins (âge moyen : 2 ans) du village de Bringakro. Quant à la fiente de volaille, elle a été collectée dans 3 fermes avicoles de la région. Cette litière sèche avait 7 mois d'âge. Après analyse des échantillons composites au

laboratoire de Sol, Eaux et Végétaux de l'École Supérieure d'Agronomie de l'INP-HB de Yamoussoukro, les caractéristiques chimiques des fumiers ont été obtenues (Tableau 1). Le rapport C/N bas (14,8) du fumier de volaille indique une intense activité de minéralisation et une faible teneur en matière organique.

Concernant le fumier de bovin, la valeur C/N plus élevée (28,8) traduit une minéralisation moins rapide. Le rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'environ 1 au sein de la fiente, montre qu'il y'a un excès de phosphore par rapport à l'azote, comparativement à la bouse de vache où le rapport a été de 2,09. Cet excès de phosphore est caractéristique du fumier de volaille.

**Tableau 1** : Composition chimique des fumiers de volaille et de bovin utilisés.

*Chemical composition of the chicken manure and cow manure used.*

Type de fumiers	Teneurs (% de matière sèche)								
	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Volaille	30,93	2,09	0,87	0,97	1,06	0,34	14,80	1,99	1,05
Bovin	26,52	0,92	0,19	0,79	0,48	0,31	28,83	0,44	2,09

## METHODES

### Dispositif expérimental

L'essai a été conduit selon un dispositif en blocs complets randomisés, avec 4 répétitions, comportant chacune 12 parcelles constituées de 4 parcelles témoins, c'est-à-dire une pour chaque variété, 4 parcelles avec la litière de volaille et 4 parcelles avec la fumure de bovin. L'épandage à la volée de la fumure de fond a été réalisé à la dose 10 t.ha<sup>-1</sup> pour chaque type d'engrais après randomisation. Des boutures de manioc ont été plantées le 16 juin 2002 et ensuite une année après. Les boutures de 10 - 15 cm de long ont été insérées obliquement (45°) sur des lignes, à l'écartement de 1 x 1 m (densité de plantation de 10 000 plants.ha<sup>-1</sup>). Les lignes centrales ont été utilisées comme lignes utiles, avec les deux lignes périphériques limitant l'effet de bordure.

### Méthodes de mesures

Les pieds levés ont été comptés deux semaines après plantation. L'observation des hauteurs des plants a été réalisée à six mois, puis celle des maladies à 2, 4 et 6 mois. C'est durant cette phase végétative que les symptômes du virus de la mosaïque africaine du manioc (ACVM) et de la bactériose sont plus manifestes. La méthode de mesure a porté sur la sévérité, donnant une note comprise entre 1 et 5 à chaque plant selon le degré d'attaque (1 = 0 % de plants exposant des symptômes, 2 = 25 %, 3 = 26-50 %, 4 = 51 - 75 % et 5 = 76 - 100 %)

(Anonyme, 1996). La verse a été aussi observée (résistante = 0, non résistante = 1). Les récoltes ont été effectuées à 15 et 18 mois. A chaque récolte, 5 plants ont été prélevés au hasard dans chaque sous parcelle. Les racines tubéreuses ont été pesées et ont servi à déterminer les rendements. Des échantillons constitués par variétés ont été broyés, puis séchés à l'étuve à 104 °C pendant 24 h. Le taux de matière sèche a ainsi été évalué.

### Méthodes statistiques

Après la saisie des données brutes, les moyennes ont été calculés par sous-parcelle. Les données ont été ensuite soumises à l'analyse de la variance suivant le dispositif expérimental (modèle linéaire avec interactions), par le logiciel d'analyse SAS® (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA). Pour les effets significatifs, les moyennes ont été comparées à l'aide de la méthode Student-Newman-Keuls (Dagnelie, 2003).

## RESULTATS

### CARACTERES PHENOLOGIQUES

L'effet fumure n'a pas été significatif au niveau de la levée, tandis qu'il était très hautement significatif sur la taille des plants et hautement significatif sur la verse. (Tableau 2). Le taux moyen de plants levés a été de 92, 96 et 90 % respectivement pour le témoin, la fumure de volaille et la fumure de bovin. La hauteur

moyenne la plus faible se retrouve avec le témoin (123 cm), alors que la plus élevée est obtenue avec la fumure de bovin (209 cm). Les observations faites au niveau de la verse ont donné une note moyenne de 0,05, 0,27 et 0, respectivement, pour le témoin, la litière de volaille et la fumure de bovin. L'analyse a montré un effet variété significatif sur la levée, très hautement significatif sur la hauteur et sur la verse. Les deux variétés améliorées 97/3200 et 98/0510 ont démontré une versé importante sous fumure de volaille.

#### MALADIES

Le degré de sévérité moyen de la mosaïque, calculé sur une échelle de 1 à 5, a été faible. Elle a varié de 1,25, 1,75 à 1,25 pour le témoin, les fumures de volaille et de bovin (Tableau 2). Concernant la bactériose, les quatre clones ont fourni des moyennes de 2 avec le témoin, 2,25 avec la fumure de volaille et 1 avec la fumure de bovin. L'effet variété a été hautement significatif sur la Mosaïque Africaine du Manioc et la variété locale Anader2 a été la plus sensible au ACMV. Il n'y a pas eu d'effet variété sur la bactériose durant les 2 années. Quant aux fumures, elles ont influencé de façon hautement significative la symptomatologie de l'ACMV, et celle de la bactériose. La fumure de bovin n'a eu aucun effet sur la présence de mosaïque, par rapport au témoin et elle a entraîné une note plus faible pour la bactériose. Au contraire, la fumure de volaille a entraîné des notes élevées d'ACMV, surtout pour Anader2 et 98/0510. La note indiquant une absence de symptômes a été obtenue pour Yavo et 97/3200 indépendamment du traitement fumure.

#### PRODUCTION DE RACINES TUBEREUSES FRAÎCHES

A 15 mois, le rendement moyen en racines tubéreuses fraîches a été de 40,1 t.ha<sup>-1</sup>, 63,7 t.ha<sup>-1</sup> et 61,1 t.ha<sup>-1</sup>, respectivement pour le

témoin, la fumure de volaille et la fumure de bovin. A cette période de récolte, des rendements très élevés ont été mesurés pour les deux variétés améliorées 97/3200 et 98/0510, avec des moyennes de 69,3 et 87,8 t.ha<sup>-1</sup> sous amendement volaille, et 75,0 t.ha<sup>-1</sup> pour Yavo sous fumure bovin. A 18 mois, ce rendement a diminué de 42,1 t.ha<sup>-1</sup> (parcelle témoin) à 21,4 t.ha<sup>-1</sup> (fumure de volaille) et à 41,4 t.ha<sup>-1</sup> (fumure de bovin). La différence de rendement entre le témoin et la fumure de volaille a été significative (Tableau 3). La variété locale a été la plus performante à 18 mois.

#### POURRITURE RACINAIRE

A 15 mois, le taux moyen de pourriture sous fumure de volaille a été de 23,0 % contre 20,6 % sous parcelle témoin et 8,9 % sous fumure de bovin (Tableau 3). Les effets des fumures étaient plus marqués à 18 mois où le taux moyen de tubercules avariés a atteint 55,2 % avec la fumure de volaille, 44,8 % avec la fumure de bovin contre 30,6 % avec les parcelles témoins. Surtout les variétés Yavo et 98/0510 ont été très sensibles à la pourriture racinaire, un fait qui était exacerbé par les deux types de fumure.

#### TENEURS EN MATIERES SECHES

A 15 mois, la teneur moyenne la plus élevée a été obtenue avec la fumure de volaille avec 37,6 % contre 37,4 % pour la fumure de bovin et 37,3 % pour le témoin. Les fumures n'ont pas eu d'effet sur la teneur en matière sèche lors de la récolte à 18 mois où la teneur en matière sèche de la parcelle témoin (37,6 %) a été supérieure à celle des fumures (volaille (36,6 %) et bovin (36,1 %)) (Tableau 3). Seule, dans la variété Yavo, la teneur en matière sèche a semblé croître avec l'apport des fumures, tandis que dans les autres variétés, cette valeur a été réduite ou est resté stable avec l'apport de fumure.

**Tableau 2** : Effets des fumures organiques sur la levée, la hauteur, les symptômes du virus de la mosaïque africaine, la bactériose du manioc et la verse.*Effects of organic fertilizers on the germination, plant height, symptoms of African cassava mosaic virus, cassava bacterial blight and lodging*

Traitement <sup>1)</sup>	Variétés	Taux de levée à 2 semaines (%)	Hauteur à 6 mois (cm)	Mosaïque (6 mois)	Bactériose à 6 mois	Verse
Témoin	Anader2	87 <sup>b</sup>	138 <sup>ab</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	Yavo	98 <sup>a</sup>	114 <sup>c</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
	97/3200	97 <sup>a</sup>	98 <sup>cd</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>
	98/0510	86 <sup>b</sup>	142 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
Fumure de volaille	Anader2	92 <sup>b</sup>	210 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>
	Yavo	100 <sup>a</sup>	170 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
	97/3200	100 <sup>a</sup>	143 <sup>d</sup>	1 <sup>c</sup>	3 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>
	98/0510	91 <sup>b</sup>	197 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>
Fumure de bovin	Anader2	84 <sup>a</sup>	176 <sup>c</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	Yavo	95 <sup>b</sup>	214 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	97/3200	96 <sup>b</sup>	181 <sup>c</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	98/0510	84 <sup>a</sup>	266 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Moyenne traitement fumure	Témoin	92 <sup>a</sup>	123 <sup>c</sup>	1,25 <sup>b</sup>	2,00 <sup>a</sup>	0,05 <sup>b</sup>
	Volaille	96 <sup>a</sup>	180 <sup>b</sup>	1,75 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>
	Bovin	90 <sup>a</sup>	209 <sup>a</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
Moyenne générale		93	171	1,41	1,75	0,11
Analyses statistiques	CV (%)	5,3	12,47	15,31	20,17	18,46
	R <sup>2</sup>	78,58	83,78	86,44	70,66	59,95
	effet traitement	ns	***	**	***	**
	effet variété	*	***	***	ns	**
	effet année	ns	ns	ns	ns	ns

N.B : ns : différence non significative, \* : différence significative (p &lt; 0,05),

\*\* : différence hautement significative (p &lt; 0,01),

\*\*\* : différence très hautement significative (p &lt; 0,001).

<sup>1)</sup> A l'intérieur de chaque traitement, les valeurs moyennes d'une même colonne avec le même traitement, indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de p < 0,05, selon le test de Student-Newman-Keuls, CV : Coefficient de variation, R<sup>2</sup> : Coefficient de détermination

**Tableau 3** : Effets des fumures organiques sur quelques paramètres de production du manioc.*Effects of organic fertilizers on yield and yield parameters of cassava .*

Traitement <sup>1)</sup>	Variétés	Rendement (t.ha <sup>-1</sup> )		Taux de pourriture (%)	Taux de matière sèche (%)		
		Mois					
		15	18	15	18	15	18
Témoin	Anader2	45,2 <sup>b</sup>	49,1 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>	20,4 <sup>b</sup>	38,1 <sup>b</sup>	37,3 <sup>b</sup>
	Yavo	18,3 <sup>d</sup>	12,7 <sup>d</sup>	45,7 <sup>a</sup>	47,2 <sup>a</sup>	35,4 <sup>bc</sup>	38,4 <sup>a</sup>
	97/3200	38 <sup>bc</sup>	73,1 <sup>a</sup>	16,3 <sup>b</sup>	8,5 <sup>c</sup>	35,3 <sup>bc</sup>	37,3 <sup>b</sup>
	98/0510	59 <sup>a</sup>	33,7 <sup>c</sup>	18,4 <sup>b</sup>	46,3 <sup>a</sup>	40,6 <sup>a</sup>	37,1 <sup>b</sup>
Fumure de volaille	Anader2	53,9 <sup>c</sup>	32,1 <sup>b</sup>	48,1 <sup>a</sup>	27,1 <sup>c</sup>	37,4 <sup>b</sup>	37,8 <sup>a</sup>
	Yavo	43,9 <sup>d</sup>	—	24,7 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	41,1 <sup>a</sup>	—
	97/3200	69,3 <sup>b</sup>	37,7 <sup>a</sup>	5,8 <sup>d</sup>	14,4 <sup>d</sup>	34,9 <sup>c</sup>	34,1 <sup>b</sup>
	98/0510	87,8 <sup>a</sup>	16 <sup>c</sup>	13,4 <sup>c</sup>	79,4 <sup>b</sup>	36,9 <sup>b</sup>	37,8 <sup>a</sup>
Fumure de bovin	Anader2	63,5 <sup>b</sup>	61,4 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	35,1 <sup>c</sup>	37,2 <sup>b</sup>	36,3 <sup>b</sup>
	Yavo	75,0 <sup>a</sup>	25,6 <sup>c</sup>	8,4 <sup>b</sup>	59,1 <sup>b</sup>	41,7 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>
	97/3200	41,4 <sup>c</sup>	41,2 <sup>b</sup>	8,2 <sup>b</sup>	18,6 <sup>d</sup>	35 <sup>c</sup>	33,4 <sup>d</sup>
	98/0510	64,5 <sup>b</sup>	37,6 <sup>b</sup>	8,7 <sup>b</sup>	66,5 <sup>a</sup>	35,8 <sup>c</sup>	35,5 <sup>c</sup>
Moyenne traitement fumure	Témoin	40,1 <sup>c</sup>	42,1 <sup>a</sup>	20,6 <sup>b</sup>	30,6 <sup>c</sup>	37,3 <sup>b</sup>	37,6 <sup>a</sup>
	Volaille	63,7 <sup>a</sup>	21,4 <sup>b</sup>	23,0 <sup>a</sup>	55,2 <sup>a</sup>	37,6 <sup>a</sup>	36,6 <sup>b</sup>
	Bovin	61,1 <sup>b</sup>	41,4 <sup>a</sup>	8,9 <sup>c</sup>	44,8 <sup>b</sup>	37,4 <sup>a</sup>	36,1 <sup>b</sup>
Moyenne générale		59,9	35	16,5	43,6	37,5	36,7
	CV (%)	3,77		4,55		2,61	
	R <sup>2</sup>	99,58		99,79		99,99	
Analyses statistiques	effet traitement	***		***		***	
	effet variété	***		***		***	
	effet variété* traitement* âge à la récolte	***		***		***	
	effet année	ns	ns	ns	ns	ns	ns

N.B : ns : différence non significative, \* : différence significative (p &lt; 0,05),

\*\* : différence hautement significative (p &lt; 0,01), \*\*\*: différence très hautement significatif (p&lt;0,001).

<sup>1)</sup> A l'intérieur de chaque traitement, les valeurs moyennes d'une même colonne avec le même traitement, indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de p<0,05, selon le test de Fischer.CV : Coefficient de variation, R<sup>2</sup> : Coefficient de détermination

## DISCUSSION

Cette étude qui a eu pour but de caractériser les effets des apports de fumures organiques sur la productivité du manioc en fonction de la période de récolte et de la variété. Au cours des deux cycles, les résultats ont montré très clairement que les fumures améliorent les

rendements du manioc de manière significative. Cependant, cette augmentation est cautionnée par la variété en question et sa période de récolte. Le témoin utilisé ici, Anader2, s'est montré stable et moins susceptible à la pourriture des racines. Toutefois, à 15 mois après plantation, les deux variétés améliorées 97/3200 et 98/0510, introduites récemment en Côte d'Ivoire, ont réagi plus favorablement à la fumure

de volaille, tandis que la variété Yavo l'a fait sous fumure bovine (Anonyme, 2006). A la même période, des rendements extraordinaires avoisinant 90 t.ha<sup>-1</sup> ont été obtenus. Ces rendements ont fortement diminué 18 mois après plantation due à des taux de pourriture très élevés, allant jusqu'à 100 % pour la variété Yavo sous litière de volaille. Les parcelles sans fumures ont donné les rendements les plus faibles avec chaque variété, ce qui confirme la baisse de la fertilité du sol sans amendement.

L'étude a montré que le manioc possède un fort potentiel qui peut s'exprimer en présence de la fumure organique. Selon Schafer (1999), un développement foliaire rapide et élevé est une condition nécessaire à l'obtention de rendements élevés en tubercules. En effet, la fumure a entraîné l'augmentation significative de la hauteur des plantes, signe pour un développement végétatif plus important. L'influence positive de la fumure sur la tubérisation est à mettre en relation avec un développement foliaire rapide qui permettrait d'exploiter au mieux les niveaux de radiations lumineuse de la phase active d'élaboration de photosynthétats. Les différences de rendement en racines tubéreuses fraîches à la récolte (15 mois après plantation), résulteraient de la vitesse différente d'acheminement des réserves nutritives depuis les feuilles jusqu'aux racines. Néanmoins, le développement végétatif accéléré peut être à l'origine d'une verse élevée qui a été observée chez deux des quatre variétés avec litière de volaille. Ce constat doit être relativisé, car la fumure bovine n'a nullement entraîné une verse accentuée malgré une augmentation importante de la taille des plantes.

Selon Howeler (1980), sur la base de plus de vingt observations effectuées à travers le monde tropical, de 1935 à 1975, la récolte d'une tonne de tubercule de manioc équivaut au retrait du sol d'environ 2,3 kg de N ; 1,2 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; 4,9 kg de K<sub>2</sub>O ; 0,6 kg de Ca et 0,3 kg de Mg. Le manioc retire donc, du sol des quantités importantes de potassium et d'azote. Des échantillons de fumures analysés ont montré des teneurs en potassium et en azote plus élevées dans la litière de volaille, par rapport à la fumure de bovin. Ceci peut expliquer le fait que le rendement avec la litière de volaille a été plus élevé. Un deuxième facteur pourrait être la plus grande disponibilité d'eau. Selon Ouattara *et al.* (2006), l'utilisation de la matière organique améliore la teneur en eau du sol.

L'apport de fumure à 10 t.ha<sup>-1</sup> a donc contribué à l'enrichissement du sol. Ces résultats sont semblables à ceux de Azontonde (1993) qui a montré que l'apport de fumier, à raison de 10 t.ha<sup>-1</sup> la première année et 5 t.ha<sup>-1</sup> tous les deux ans avait enrichi les sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux au Bénin, en matière organique sur les vingt premiers centimètres. Selon cet auteur, l'apport du fumier réduit aussi l'érosion, probablement à cause de la présence du complexe organo-minéral qui stabilise et protège le sol contre la battance et entretient l'humidité du sol.

Les pertes les plus fortes en racines tubéreuses et en matière sèche ont été observées, avec la fertilisation organique à 18 mois. Le temps optimal de récolte des variétés de manioc évaluées ici est donc de 15 mois après plantation. Lorsque les racines tubéreuses sont laissées sur pieds au-delà de ce délai, elles se fissurent dans le sol avec risques de contamination par les micro-organismes entraînant leur pourriture. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de Akanza *et al.* (2002), qui ont observé les plus forts taux de tubercules avariés sur les parcelles fertilisées uniquement avec la litière de volaille. Selon ces auteurs, les traitements de 10 et 20 t.ha<sup>-1</sup> de litière de volaille ont provoqué des taux de pourritures respectives de 6,79 et 7,72 %. Dans notre essai, la variabilité des taux de pourriture a été plus importante et fortement fonction de la variété. Le lien entre fertilisant et pourriture racinaire pourrait s'expliquer par le fait que la fumure a créé dans le sol des conditions propices au développement des champignons et par conséquent des maladies crypto-gamiques. Pour des temps de présence des tubercules dans le sol dépassant quinze mois, l'apparition des lésions brunes sur les racines tubéreuses, ont conduit à des chutes significatives de rendement. Ceci est en accord avec Tchabana (1992), qui a identifié le champignon *Lasiodiplodia theobromae* comme étant un parasite à larges spectres d'hôtes responsables de la pourriture des racines tubéreuses de manioc sur les plateaux de Danyi, au Sud-Ouest du Togo, les taux de pourriture atteignant souvent 20 à 30 %. Il a ainsi observé en fin de cycle cultural l'apparition d'une chlorose associée à des lésions nécrotiques brunes à la base des tiges et des tubercules, entraînant des chutes significatives de rendement.

Un lien inattendu a été constaté entre la présence des symptômes de la mosaïque et

les amendements. En fait, les symptômes d'ACMV ont été plus importants avec la fumure de volaille, surtout concernant la variété susceptible Anader2, mais comparable au témoin sous fumure bovine. Chez les variétés apparemment résistantes, Yavo et 97/3200, les symptômes ont été généralement absents. De plus, chez la variété 98/0510, les symptômes ont été seulement visibles avec la litière de volaille. Ce fertilisant organique pourrait être un facteur qui attire les vecteurs du virus de la mosaïque africaine du manioc, en particulier l'aleurone *Bemisia tabaci*.

## CONCLUSION

La litière de volaille apparaît comme un amendement important pour l'intensification de la culture du manioc. La fumure de bovin a semblé réaliser le meilleur compromis entre les deux types de fertilisation étudiés, car des augmentations importantes de rendement sont possibles sans l'inconvénient de la verse et des symptômes de l'ACMV accrus. L'acquisition gratuite de la fumure animale et l'accroissement des rendements pouvant rapporter des revenus financiers additionnels sont des raisons de motivations des agriculteurs. Le succès de l'adoption de Yavo en Côte d'Ivoire pourrait être accentué si les cultivateurs utilisaient de la fumure bovine.

De ce qui précède, il paraît impératif de suivre la production et le pourrissement des tubercules entre 6 - 15 mois après plantation, afin de proposer une meilleure période de récolte. Ces essais devraient étudier la variabilité due à la variété qui semble influencer fortement le succès de l'amendement. Ensuite, l'évolution de la qualité organoleptique du manioc sous l'influence de la fertilisation organique mériterait d'être analysé.

## REFERENCES

- Akanza P. K., N'zué B. et K. Anguété. 2002. Influence de la fumure minérale et de la litière de volaille sur la production du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Côte d'Ivoire. Agron. Afr. XIV (2) : 79 - 125.
- Anonyme. 1996. Improvement of yam-based production system. Annual report 1996. Project 13. éd. IITA, Ibadan (Nigéria), 41 p.
- Anonyme. 2006. Rapport d'activité 2004 - 2006. Centre Suisse de Recherches Scientifiques, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 p. (<http://www.csr.ch/fichiers/Rapports/Rapport2004-2006.pdf>)
- Ayemou S. A. 2000. Etude du comportement variétal de nouveaux clones de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans la zone de Toumodi (Centre de la Côte d'Ivoire) : cas de Bringakro et Tontonou. Diplôme d'Etudes Approfondies, Agro-pédologie, Université d'Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire), 56 p.
- Azontonde A. 1993. Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin. Cah. Orstom, sér. pédol. XXVIII (2) : 217 - 226.
- Babo A. 2006. Opportunités sociales et économiques et développement du vivrier marchand à Bouaké (Cote d'Ivoire). Cah. Agric. 15 : 279 - 283.
- Bakayoko S. 2007. Amélioration de la productivité du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Côte d'Ivoire : cas des variétés améliorées et influence de la fertilisation organique. Thèse de Doctorat d'Université, Agro-pédologie, Université d'Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire), 165 p.
- Brou Y. T., Akindès F. et S. Bigot. 2005. La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles. Cah. Agric. 14 : 533 - 540.
- Carsky R. J. 2003. Response of cowpea and soybean to P and K on *terre de barre* soils in southern Bénin. Agr. Ecosyst. Environ. 100 : 241 - 249.
- Dagnelie P. 2003. Principes d'expérimentation, planification des expériences et analyse de leurs résultats. éd. Les presses agronomiques de Gembloux, 397 p.
- Gautier L. 1992. Contact forêt-savane en Côte d'Ivoire centrale : rôle de *Chromolaena odorata* (L.) R. King et H. Robinson dans la dynamique de la végétation. Thèse de Doctorat ès Sciences, Botanique, Université de Genève (Suisse), 260 p.

- Howeler R. H. 1980. Soil-Related Cultural Practices for Cassava. In : Weber J. (Eds.). Cassava Cultural Practices. IDRC, Ottawa (Canada) : pp 61 - 62.
- Janin P. 2001. L'insécurité alimentaire rurale en Côte d'Ivoire : une réalité cachée, aggravée par la société et le marché. Cah. Agric. 10 : 233 - 241.
- Ouattara K., Ouattara B., Assa A. and P. M. Sédogo. 2006. Long-term effect of ploughing, and organic matter input on soil moisture characteristics of a Ferric Lixisol in Burkina Faso. Soil Till. Res. 88 : 217 - 224.
- Perraud A. 1971. Les sols. In : Avenard J. M., Edlin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J. L., Adjanohoun E. et A. Perraud. (Eds.). Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris (France) : pp 269 - 391.
- Schafer J.- L. 1999. Amélioration du système de culture du Macabo, *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, en pays Bamiléké (Ouest-Cameroun). Cah. Agric. 8 : 9 - 20.
- Tchabana B. 1992. Contribution à l'étude de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. et Maubl. responsable de la pourriture des tiges et des racines du manioc (*Manihot esculenta* Crantz.) sur le plateau de Danyi. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'Ingénieur Agronome, Université du Bénin, Ecole Supérieure d'Agronomie, 86 p.
- Tschannen A. B., Escher F. and P. Stamp. 2005. Effect of post-harvest treatment with gibberellic acid on field performance of seed tubers of *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Exp. Agr. 2 (41) : 175 - 186.