

# Résistance à la mosaïque virale de *Manihot glaziovii* par greffage sur *M. esculenta*

Z. Ambang<sup>1</sup>, A. Amougou<sup>1</sup>, B. Ndongo<sup>1</sup>, J. Nantia<sup>2</sup> & G.M. Chewachong<sup>1</sup>

Keywords: Cassava cultivars- Grafting- Rootstock- Scion- Tuber yield- Virus infection- Cameroon

## Résumé

La mosaïque virale africaine du manioc (MVAM) est une maladie à caractère épidémique qui cause d'énormes pertes (> 50%) en rendement. Le greffage au champ de *M. glaziovii* sur 3 cultivars de *M. esculenta* (Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061), a permis d'évaluer le nombre de feuilles/plant, l'évolution de la MVAM 4 fois en des intervalles d'un mois à partir de 30 jours après plantation et le rendement en tubercules, ce dernier a été déterminé après 11 mois. Le greffage en couronne a été réalisé à 100 jours après plantation de boutures. Les témoins étaient constitués des plantes non-greffées pour chaque cultivar. Après 4 mois de développement des greffons et des témoins, on a enregistré respectivement 41,3-50,0 et 24,2-45,3 feuilles/plant, montrant une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les plantes greffées et les témoins. La sévérité de la MVAM (exprimée en %: cf. Matériel et méthodes) sur les témoins a été de  $54,3 \pm 1,4$ ;  $51,6 \pm 1,4$  et  $24,1 \pm 0,9\%$  respectivement pour Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061, tandis que, sur les plants greffés elle a été de  $9,4 \pm 0,6$ ;  $7,8 \pm 0,6$  et  $3,1 \pm 0,6\%$ . L'utilisation de *M. glaziovii* comme greffon a engendré une réduction de l'infection virale d'environ 85% comparée aux plants non greffés. Les plants greffés ont eu un rendement en tubercules frais variant de  $23,9 \pm 1,1$  à  $51,0 \pm 0,9$  t/ha contrairement aux témoins où l'on a enregistré  $16,6 \pm 1,1$  à  $38,1 \pm 1,1$  t/ha. Le rendement en tubercules des plants greffés, a augmenté significativement ( $F_{cal} > F_{lu}$ ) avec une moyenne de 11,0 t/ha, soit environ 40% par rapport aux témoins.

## Summary

### Resistance to Mosaic Virus Disease of *Manihot glaziovii* by Grafting on *M. esculenta*

African cassava mosaic virus (ACMV) is an epidemic disease that causes great yield losses (> 50%). The grafting in the field of *M. glaziovii* on 3 cultivars of *M. esculenta* (Alot-Bikon, IITA 8034 and IITA 8061), permitted to evaluate the number of leaves per plant and the evolution of ACMV four times at one month intervals starting from 30 days after planting and the tuber yield, which was determined after 11 months. Crown grafting was realised 100 days after cuttings were planted. Controls consisted of ungrafted plants of each cultivar. After four months development, average number of leaves on the scion and controls varied from 41.3-50.0 and 24.2-45.3 leaves per plant respectively, showing a significant difference ( $P < 0.05$ ) between grafted plants and controls. ACMV severity (expressed as %: cf. Material and methods) on controls was  $54.3 \pm 1.4$ ,  $51.6 \pm 1.4$  and  $24.1 \pm 0.9\%$ , respectively for Alot-Bikon, IITA 8034 and IITA 8061. Meanwhile on grafted treatments, the severity was  $9.4 \pm 0.6$ ;  $7.8 \pm 0.6$  and  $3.1 \pm 0.6\%$ , respectively. The use of *M. glaziovii* as scion led to about 85% reduction of viral infection. Grafted plants yielded fresh tubers varying from  $23.9 \pm 1.1$  to  $51.0 \pm 0.9$  t/ha contrary to controls for which  $16.6 \pm 1.1$  to  $38.1 \pm 1.1$  t/ha were recorded. The yield of grafted plants significantly increased ( $F_{cal} > F_{lu}$ ) by 11.0 t/ha (about 40%), compared to controls.

## Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est une plante à tubercules des zones tropicales. Les tubercules et feuilles sont principalement utilisés dans l'alimentation humaine et accessoirement dans l'alimentation du bétail (tubercule et sous forme de farine) et comme matière première dans certaines industries (fabrication de colle, production d'amidon et autres). Au début des années 1980, suite à la chute des prix des matières premières agricoles comme le cacao et le café sur le marché international, beaucoup de paysans en zone tropicale, se sont lancés dans la production du manioc non seulement pour l'autoconsommation des ménages-producteurs, mais aussi pour la commercialisation.

L'Afrique Sub-Saharienne produit plus de 85 millions de tonnes de tubercules de manioc par an, soit environ la moitié de la production dans le monde (12). Malgré les facultés d'adaptation du manioc à diverses conditions pédoclimatiques, les maladies et les ravageurs constituent les principales causes de baisse de rendements de cette culture (3, 16).

Depuis près de deux décennies, la mosaïque virale africaine du manioc (MVAM) menace la production du manioc et la sécurité alimentaire des populations de l'Afrique tropicale (5). En 1988 et 1989, l'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) fait état d'attaques de nouvelles lignées du virus

de la MVAM au centre-nord de l'Ouganda. En 1997, des études menées par l'IITA ont estimé qu'en Ouganda, les pertes dues à la mosaïque du manioc pouvaient atteindre 720.000 tonnes par an soit 60% de la production totale au cours de cette année (12). De plus, de nombreux chercheurs en Afrique ont montré que la MVAM se répand à une vitesse de 30 à 40 km par an. En Tanzanie, dans certaines régions, les dommages causés par la MVAM, ont pratiquement anéanti la culture du manioc en 1997 et 1998. Au Kenya, l'IITA estime que la MVAM cause des pertes en tubercules d'environ 160.000 tonnes chaque année représentant près de 30% de la production totale (12). Ce virus se propage via la mouche du tabac (*Bemisia tabaci*) ou par des boutures prélevées sur des tiges infectées (1, 2, 11).

A partir des années 1970, de nombreuses recherches ont porté sur la classification des espèces du genre *Manihot*, la résistance de ces espèces aux maladies et la variabilité du manioc (19). A la fin des années 1980, l'ORSTOM du moment a réalisé en Côte d'Ivoire, une évaluation du polymorphisme isoenzymatique du manioc et d'une espèce apparentée (*M. glaziovii*), résistante à la mosaïque virale africaine et à la bactériose causée par *Xanthomonas manihotis* (19).

Malgré les moyens investis dans les nouvelles technologies telles que la biologie moléculaire et le génie génétique par les grands centres de recherche (CIAT, IITA, CIRAD) pour la

<sup>1</sup>Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, Département de Biologie et Physiologie Végétales, B.P. 812, Yaoundé, Cameroun.

Adresse pour correspondance: E-mail: zachambang@yahoo.fr

<sup>2</sup>Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction de la Production agricole, B.P. 13, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 04.06.03 et accepté pour publication le 31.03. 08.

création de variétés améliorées et résistantes, ces dernières restent toujours sensibles aux mécanismes de la MVAM (12, 17), ceci à cause de la mutation des gènes chez les cultivars résistants constamment soumis aux piqûres des insectes propagateurs de virus (1).

Comme solution à ce problème, certains chercheurs ont envisagé la lutte chimique contre les vecteurs transmetteurs de virus, mais cette méthode reste moins pratiquée, à cause du coût prohibitif des pesticides, leur caractère polluant et leur acquisition souvent difficile pour les petits producteurs (14). L'utilisation des variétés résistantes qui paraît plus efficace en la matière, reste limitée, car les quantités de boutures proposées sont largement inférieures à la demande, et lorsqu'elles sont disponibles, leur coût est élevé pour certains paysans.

Dans des travaux antérieurs, il a été démontré que les plantes de l'espèce sauvage *M. glaziovii* présentent une bonne tolérance (plus de 85% de réduction des infections) aux différentes contraintes phytosanitaires (3). De même, à la suite de ses recherches, Ivontchik (18) avait proposé que les caractéristiques de l'espèce *M. glaziovii* pourraient être exploitées dans l'amélioration variétale du manioc à travers des hybridations interspécifiques.

Compte-tenu du temps (5-7 ans et plus) nécessaire pour produire des variétés interspécifiques résistantes aux maladies, et vu le caractère épidémique de la MVAM qui cause près de 30 à 60% de pertes en rendement dans toutes les aires de culture du manioc, la recherche des méthodes de lutte efficaces et durables contre cette virose

est prioritaire dans l'amélioration de la production du manioc. C'est ainsi que dans le présent travail, on s'est proposé de greffer le cultigène sauvage de *M. glaziovii* sur des cultivars de *M. esculenta*. Cette méthode de propagation végétative nous permet d'étudier l'influence de *M. glaziovii* sur le développement de la MVAM et l'augmentation du rendement en tubercules des porte-greffes de *M. esculenta*.

## Matériel et méthodes

### Conditions climatiques

L'essai a été mené à la ferme expérimentale du département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé I au Cameroun pendant la saison culturale 1999/2000. L'essai a été conduit sur un sol ferrallitique composé de limon/sable/argile (18:25:57), avec un pH (du sol) = 6 (laboratoire d'analyse des sols, IRAD Nkolbisson). Selon Ivontchik (18), le site expérimental est situé en zone agro-écologique de forêt humide, à pluviométrie bimodale (de mars en juin et de septembre en novembre). La pluviométrie moyenne annuelle est de 1600 mm. La température de l'air varie très peu et oscille autour de 23,6 °C; alors que l'humidité de l'air est toujours supérieure à 70% (3).

### Matériel végétal

Trois cultivars de *M. esculenta* (deux cultivars améliorés: IITA 8034 et IITA 8061, et un cultivar local, Alot-Bikon) ont été utilisés en qualité de porte-greffes, et une variété de

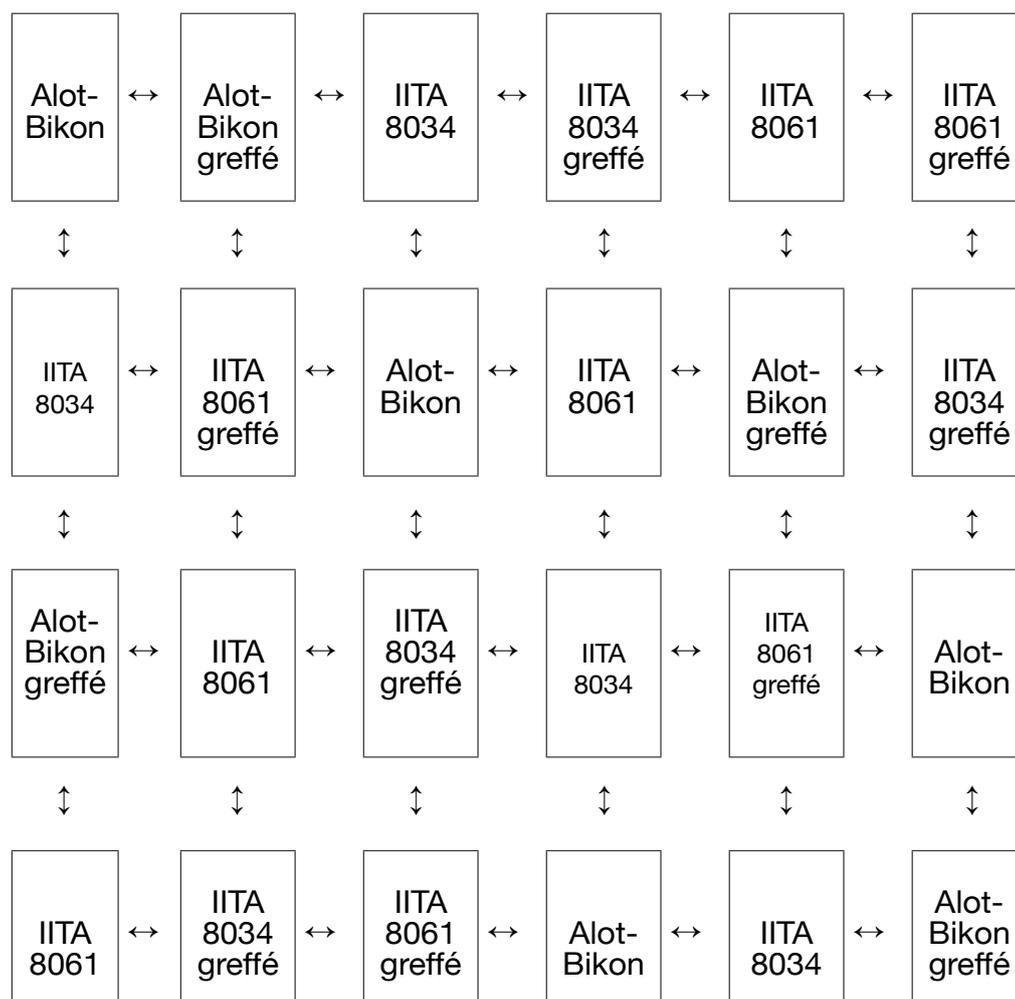


Figure 1: Dispositif expérimental.  $\leftrightarrow$  : Distance entre les parcelles (d= 1 m)  $\updownarrow$  : Distance entre les blocs (d= 2 m)

*M. glaziovii* a été étudiée comme greffon. Les cultivars de *M. esculenta* ont été obtenus de l'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) de Nkolbisson (Yaoundé). Les boutures de l'espèce sauvage ont été prélevées sur des tiges saines (suivant un diagnostic visuel) de *M. glaziovii* dans la forêt du Mbam et Kim (Cameroun).

#### Mise en place de l'essai

L'essai a été conduit sur un terrain labouré manuellement en utilisant une houe. Les boutures de 25 cm de long ont été plantées avec une inclinaison de 45°. Le dispositif expérimental était constitué en quatre blocs comportant chacun 6 traitements (parcelles élémentaires) randomisés (Figure 1).

Les témoins étaient constitués des plantes non-greffées de chaque cultivar. Chaque parcelle élémentaire mesurait 6 m × 2,5 m et portait 12 plantes. Les parcelles étaient séparées par une allée de 1 m et les blocs étaient distants de 2 m. Les écartements étaient de 80 cm entre les boutures plantées sur deux lignes distantes de 1 m dans chaque parcelle. Tous les cultivars de *M. esculenta* (porte-greffes) ont été plantés le même jour, le 18 avril 1999, pendant la première saison des pluies (mars-juin). Les plantes étaient entretenues par des sarclages à la houe en attendant le greffage qui devait se passer avant la floraison (qui se situe au stade de formation de branches), c'est-à-dire à 4 mois après bouturage.

#### Technique de greffage

Le greffage a été réalisé sur des plantes âgées de 100 jours (au début du 4<sup>ème</sup> mois). Le greffage en couronne a été utilisé (4, 6, 9, 10, 15). La couronne a été réalisée à 30-40 cm au-dessus du collet après décapitation de la partie terminale feuillée de la tige à l'aide d'une machette tranchante et désinfectée avec de l'alcool éthylique à 95°. Une fente diamétrale a été pratiquée au sommet des porte-greffes. Les greffons, constitués de boutures de 20-25 cm de long et 1,5-2 cm de diamètre, ont été taillés à l'une des extrémités en simple biseau, puis introduits dans les fentes aussitôt le biseau réalisé. Le point de soudure a été ensuite ligaturé par une bande de parafilm stérile. La bande a été enlevée après débourrement des greffons (formation de 4 à 5 feuilles sur les greffons).

#### Collecte des données

Les données concernant la taille des plants (sur les cultivars de *M. esculenta* avant le greffage), le nombre de feuilles par plant (sur les cultivars de *M. esculenta* avant le greffage et sur les greffons après greffage) et le niveau d'attaque des plants par la MVAM (sur les cultivars de *M. esculenta* avant le greffage et sur les plantes greffées) ont été collectées à des intervalles d'un mois à partir du 30<sup>ème</sup> jour après la plantation des boutures et à partir d'un mois après la date de réalisation du greffage. Le test a duré pendant 8 mois subdivisé en deux périodes de 4 mois avant et après le greffage. Quatre prélèvements ont été effectués dans chaque période.

L'étude de la MVAM a été faite suivant un diagnostic visuel basé sur l'observation des symptômes caractéristiques présents sur les feuilles des plants. La MVAM se manifeste sur les feuilles par des tâches irrégulières de couleur jaune, vert clair ou blanche, des déformations des feuilles et s'accompagne parfois d'un rabougrissement de la plante (20).

La détermination du degré de l'infection s'est faite par attribution d'une note en pourcentage estimée suivant la présence des symptômes sur la superficie des feuilles. La note d'infection attribuée à chaque plante, représentait la moyenne déterminée à partir des estimations faites sur les feuilles individuelles observées. Selon le système de Stankévich (22), la note de 0% correspond à l'absence

totale de symptômes. La note de 1-10% correspond à une légère présence des symptômes occupant en moyenne moins d'un quart de la superficie de la feuille. Une note de 11-30% est attribuée à une occupation de moins de la moitié de la surface foliaire par les symptômes. La note de 31-50% correspond à une infection couvrant les trois quarts de la superficie foliaire, et une note de 51-70% est attribuée à une infection recouvrant plus de trois quarts de la surface des feuilles. Une note de 71-100% correspond à une infection dont les symptômes couvrent entièrement la superficie foliaire, alors qu'une note de 100% concerne les feuilles complètement déformées ou mortes à cause de la maladie.

Le niveau de l'infection a été calculé selon la formule (20):

$$I = \Sigma AB/N$$

avec: I [%: intensité (sévérité) de l'infection]; A: nombre de plants malades; B: degré d'infection correspondant à A donné en pourcentage et, N: nombre total des plantes malades sur la parcelle (20).

Les teneurs de l'acide cyanhydrique (HCN) et de la matière sèche (MS) dans les feuilles et tubercules ont été déterminées 10 mois après plantation des boutures. Pour ce faire, 100g de feuilles et de tubercules frais ont été respectivement pesés puis broyés et séchés pendant 3 h dans une étuve à la température de 70 °C pour déterminer la MS, et ensuite le HCN dans les traitements témoins et greffés de chaque cultivar par la méthode de titration alcaline (13).

Le rendement en tubercules a été déterminé à la fin du cycle végétatif (maturité complète des tubercules) qui correspondait à 11 mois après plantation des boutures, par dénombrement et pesée des tubercules frais nettoyés (débarassés de toutes particules terreuses collantes) à l'aide d'une balance de précision ± 5 g (Sartorius). La grosseur des tubercules a été déterminée par mesure du diamètre à la base, à l'aide d'un pied à coulisse de modèle Ulrich et dont la longueur de la règle était de 20 cm, avec une précision de ± 0,1 mm. La longueur des tubercules a été déterminée à l'aide d'un mètre ruban gradué au mm près, en mesurant de la base jusqu'au bout opposé du tubercule.

#### Analyse statistique des données

Les données recueillies ont été soumises à une analyse de variance selon la procédure ANOVA à une dimension utilisant le logiciel S.A.S. Les résultats ont été traités par le test de  $\chi$  et le test de Student-Fischer. Les moyennes ont été comparées dans les différents cas afin de les classer ou de les regrouper grâce au test de comparaison multiple de Duncan au seuil de 5%. Comme source de variation des résultats, ont été considérés: les blocs (répétitions) de l'essai, les variétés de manioc et le greffage de *M. glaziovii*. Si le test démontre que la variance n'a pas d'effet sur le paramètre étudié, alors le résultat est non significatif:  $P > 0,05$  selon le test de Student-Fischer ou  $F_{cal} < F_{lu}$  d'après le test de  $\chi$ . Par contre, si le test démontre que la variance a une influence sur le paramètre, alors le résultat est significatif ( $P < 0,05$ ), hautement significatif ( $P < 0,01$ ) ou très hautement significatif ( $P < 0,001$ ). Selon le test de  $\chi$ , le résultat est significatif si  $F_{cal} > F_{lu}$ .

#### Résultats

##### Croissance et développement des plantes de manioc

Les résultats montrent que le taux de bourgeonnement des boutures a été d'environ 100% une semaine après plantation, tandis que le taux de régénération des greffons a été de 90%. La taille des 3 cultivars trois mois après plantation des boutures n'a montré aucune différence significative. Les données du tableau 1 représentent le nombre de feuilles formées sur les plants après plantation des boutures et sur les greffons après greffage.

**Tableau 1**  
**Nombre moyen de feuilles par plant après 1, 2, 3, 4 mois de végétation des boutures**

Traitements	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois	Moyenne
Alot-Bikon	6 a	16 a	23 a	52 a	24,2 a
Alot-Bikon greffé	6 a	19 a	49 b	90 b	41,3 b
IITA 8034	7 a	19 a	42 b	98 bc	41,5 b
IITA 8034 greffé	7 a	27 b	62 c	101 bc	49,3 c
IITA 8061	7 a	24 b	50 b	100 bc	45,3 bc
IITA 8061 greffé	6 a	40 c	58 c	112 d	54,0 d

Les chiffres de la même colonne suivis par la même lettre ne sont pas significativement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%.

Quatre mois après plantation des boutures, sur les plants des traitements témoins (non-greffés), on a enregistré respectivement 24,2; 41,5 et 45,3 feuilles/plant sur Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061. Par contre, après 4 mois de croissance des greffons sur Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061, ces plants avaient formé respectivement en moyenne 41,3; 49,5 et 54,0 feuilles/plant. On note une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre le nombre de feuilles formées sur les greffons (*M. glaziovii*) et les cultivars de *M. esculenta* non-greffés.

#### Evolution de la mosaïque virale sur les plantes du manioc

Les données du tableau 2 présentent le développement de la MVAM sur les plants greffés et non-greffés selon une appréciation visuelle des symptômes de la maladie. L'infection a augmenté de manière linéaire sur tous les traitements en fonction du temps, à l'exception des traitements greffés où le degré d'infection a été constant et égal à zéro pendant les deux premiers mois de croissance des greffons. Les variétés utilisées présentent néanmoins différents niveaux de sensibilité. L'intensité d'infection sur les témoins Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061 a été respectivement de  $54,3 \pm 1,4$ ;  $51,6 \pm 1,4$  et  $24,1 \pm 0,9\%$ , tandis que quatre mois après greffage, les greffons de *M. glaziovii* dans les traitements greffés de IITA 8061, IITA 8034 et Alot-Bikon ont développé en moyenne des niveaux de sévérité de la maladie respectifs de  $3,1 \pm 0,6$ ;  $7,8 \pm 0,6$  et  $9,4 \pm 0,6\%$ . L'analyse de variance menée sur l'infection virale montre une différence hautement significative ( $P < 0,01$ ) entre les traitements. Les greffons de *M. glaziovii* dans les

traitements greffés ont entraîné une réduction de l'infection virale d'environ 85% en moyenne par comparaison aux témoins (Tableau 2).

#### Qualité organoleptique des tubercules et les feuilles des plants de manioc

Les données du tableau 3 représentent les teneurs en matière sèche et en substances cyanogènes des feuilles et tubercules des plants greffés et non-greffés. Le taux de matière sèche des tubercules des plants non-greffés d'Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061 a été respectivement de  $41,0 \pm 1,3$ ;  $38,5 \pm 0,5$  et  $36,0 \pm 0,4\%$  alors que chez les tubercules des plants greffés la teneur en matière sèche a été de  $39,4 \pm 0,9\%$  pour le traitement Alot-Bikon greffé;  $36,3 \pm 0,5\%$  pour IITA 8034 greffé et  $41,0 \pm 0,4\%$  pour IITA 8061 greffé. Après analyse de variance, on a noté une différence peu significative ( $P = 0,05$ ) pour la teneur en matière sèche des tubercules, entre les plants greffés et non-greffés d'une même variété. Le taux de matière sèche par contre a augmenté dans les feuilles des greffons par rapport aux plants non-greffés, mais les différences ont été peu significatives.

La teneur en HCN des tubercules a varié de 0,04 à 0,05% (Tableau 3). Pour les porte-greffes et les témoins de IITA 8034, la teneur en HCN des tubercules a été identique et égale à 0,05%. De même pour les témoins et les plantes greffées de IITA 8061, la teneur en HCN des tubercules a été identique et égale à 0,04%. Cependant, chez la variété Alot-Bikon, on a noté une différence non significative sur la teneur des tubercules en HCN entre les témoins (0,04%) et les plants greffés (0,05%). Par contre, la teneur en HCN a été plus élevée dans les feuilles des greffons (0,12-0,17%) par rapport aux plants non-greffés où on a enregistré 0,09 à 0,12% de HCN.

**Tableau 2**  
**Evolution de la sévérité de la mosaïque virale africaine sur les plants de manioc 1, 2, 3 et 4 mois avant et après le greffage**

Traitements	Sévérité de l'infection virale (%)				Sévérité moyenne (%)	Diminution de l'infection (%) *
	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois		
Alot-Bikon	$41,0 \pm 1,7a$	$48,9 \pm 1,3a$	$60,5 \pm 1,3a$	$66,8 \pm 1,2a$	$54,3 \pm 1,4a$	-
Alot-Bikon greffé	0,0 b	0,0 b	$12,5 \pm 1,2b$	$25,0 \pm 1,1b$	$9,4 \pm 0,6 b$	82,7 a
IITA 8034	$38,1 \pm 1,5a$	$47,2 \pm 1,3a$	$59,1 \pm 1,4a$	$62,1 \pm 1,5a$	$51,6 \pm 1,4a$	-
IITA 8034 greffé	0,0 b	0,0 b	$6,3 \pm 1,5 c$	$25,0 \pm 0,9b$	$7,8 \pm 0,6 b$	84,9 ab
IITA 8061	0,0 b	$21,2 \pm 1,2c$	$35,6 \pm 1,1d$	$38,7 \pm 1,2c$	$24,1 \pm 0,9c$	-
IITA 8061 greffé	0,0 b	0,0 b	$6,2 \pm 1,3 c$	$6,3 \pm 1,2 d$	$3,1 \pm 0,6 d$	87,1 bc
Diminution moyenne de l'infection dans l'essai (%)						85,0

Les moyennes de la même colonne suivies par des lettres différentes sont significativement différentes selon le test de Duncan au seuil de 5%.

\*Diminution de l'infection virale suite au greffage de *M. glaziovii* selon les cultivars de *M. esculenta*.

Tableau 3

Teneur de l'acide cyanhydrique (HCN) dans les tubercules et feuilles des plants de manioc greffés et non-greffés en % pour 100 g de matière de sèche

Traitements	Matière sèche (%)		HCN (%)	
	Tubercules	Feuilles	Tubercules	Feuilles
Alot-Bikon	41,0 ± 1,3 a	26,7 ± 0,8 a	0,04 a	0,12 a
Alot-Bikon greffé	39,4 ± 0,9 a	29,1 ± 0,7 ab	0,05 a	0,14 a
IITA 8034	38,5 ± 0,7 ab	27,3 ± 0,8 a	0,05 a	0,09 b
IITA 8034 greffé	36,3 ± 0,5 b	29,7 ± 0,7 ab	0,05 a	0,12 a
IITA 8061	36,0 ± 0,4 b	27,0 ± 0,8 a	0,04 a	0,11 ab
IITA 8061 greffé	41,0 ± 0,4 a	32,8 ± 0,8 b	0,04 a	0,17 c

Les chiffres de la même colonne suivis par la même lettre ne sont pas significativement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%.

#### Influence du cultigène sauvage sur le rendement en tubercules de manioc

Les résultats du tableau 4 montrent les caractéristiques des tubercules récoltés et le rendement en fonction des traitements. Le nombre moyen de tubercules formés par plant a varié selon les cultivars. L'utilisation du cultigène sauvage en qualité de greffon, a engendré une augmentation du nombre de tubercules par plant. Le plus petit nombre de tubercules a été obtenu chez les plants du cultivar local Alot-Bikon ( $4,3 \pm 0,6$ ) tandis que le plus grand nombre a été enregistré dans le traitement IITA 8061 greffé ( $10,0 \pm 0,2$  tubercules/plant), montrant ainsi une différence significative ( $P < 0,05$ ). Les plants greffés ont formé de gros tubercules avec un diamètre variant de  $15,1 \pm 0,1$  à  $15,6 \pm 0,2$  cm par rapport aux témoins dont le diamètre moyen des tubercules variait de  $10,0 \pm 0,2$  à  $11,1 \pm 0,2$  cm. La longueur des tubercules a varié selon les cultivars et les traitements. Cette longueur a diminué chez les plants greffés comparativement aux plants non-greffés (témoins) de la même variété, mais les différences ont été peu significatives. Les plants de IITA 8061 greffé ont formé les plus longs tubercules par rapport à IITA 8034 greffé et Alot-Bikon greffé (Tableau 4). L'analyse de variance menée sur la longueur des tubercules (Tableau 4) a montré une différence très significative entre les traitements greffés des différents cultivars.

Les résultats obtenus ont montré que les plants greffés ont

produit de bons rendements en tubercules: des différences significatives ont été notées entre les traitements selon les porte-greffes. Les rendements moyens ont été de  $23,9 \pm 1,1$  t/ha pour le traitement Alot-Bikon greffé,  $48,5 \pm 0,9$  t/ha pour IITA 8034 greffé et  $51,8 \pm 0,9$  t/ha pour IITA 8061 greffé. Par contre, chez les plants non-greffés des cultivars Alot-Bikon, IITA 8034 et IITA 8061 on a enregistré respectivement un rendement moyen de  $16,6 \pm 1,1$ ;  $36,5 \pm 0,5$  et  $38,1 \pm 1,1$  t/ha. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative sur le rendement en tubercules entre les porte-greffes et les témoins avec  $F_{\text{cal}} = 92,27 > F_{\text{lu}} = 19,0$  d'après le test de  $\chi$ .

#### Discussion

Le développement des parties aériennes des plants avant et après greffage laisse à supposer d'une part que les conditions atmosphériques [température ( $25 \pm 2$  °C), humidité de l'air (70-75%) et des pluies régulières] étaient favorables à la croissance des plants de manioc lors de l'expérimentation. D'autre part, on peut noter que les caractéristiques génétiques de *M. glaziovii* liées à son développement végétatif rapide et à sa résistance aux contraintes environnementales ont été mises en contribution (19) dans la croissance et le comportement des plants greffés vis-à-vis des maladies. Le taux de bourgeonnement

Tableau 4

Rendement en tubercules de manioc des plantes non-greffées et des porte-greffes 11 mois de végétation après plantation des boutures

Traitements	Caractéristiques des tubercules frais récoltés				Augmentation du rendement *	
	Nombre moyen de tubercules par plant	Diamètre moyen des tubercules (cm)	Longueur moyenne (cm) des tubercules	Rendement moyen des tubercules t/ha	t/ha	%
Alot-Bikon	4,3 ± 0,6a	10,0 ± 0,2a	32,5 ± 0,9 a	16,6 ± 1,1 a	-	-
Alot-Bikon greffé	4,4 ± 0,6a	15,4 ± 0,2b	31,9 ± 1,1 a	23,9 ± 1,1 b	7,3	44,0
IITA 8034	6,5 ± 0,4a	10,6 ± 0,2a	40,1 ± 0,7 b	36,5 ± 1,4 c	-	-
IITA 8034 greffé	7,2 ± 0,4a	15,1 ± 0,1b	39,7 ± 0,8 b	48,5 ± 0,9 d	12,0	33,0
IITA 8061	9,7 ± 0,2b	11,1 ± 0,2a	46,6 ± 0,8 c	38,1 ± 1,1 c	-	-
IITA 8061 greffé	10 ± 0,2b	15,6 ± 0,2b	45,8 ± 0,7 c	51,8 ± 0,9 e	13,7	35,9
Augmentation moyenne du rendement dans l'essai					11,0	40,0

Les moyennes de la même colonne suivies par des lettres différentes sont significativement différentes selon le test de Duncan au seuil de 5%.

\*Augmentation du rendement en tubercules frais sous l'effet du greffage de *M. glaziovii* selon les cultivars de *M. esculenta*.

(90%) des greffons (boutures de *M. glaziovii*) montre que le greffage en couronne utilisé dans ce travail est bien applicable sur le manioc. Ceci confirme les recherches similaires menées par Mukibat en 1952 et des chercheurs de l'IITA et de l'ORSTOM (4, 6, 10, 15).

Le niveau d'infection virale très élevé sur les plantes non-greffées des cultivars de *M. esculenta*, jadis considérés comme tolérants (cf. matériel et méthode), montre la perte de résistance de ces cultivars vis-à-vis de la MVAM (5, 7, 11). Tous les trois cultivars testés ont été fortement infectés par la MVAM, ce qui témoigne du caractère épidémique de cette maladie dans les zones de production du manioc (7, 12, 16, 17, 23).

Les greffons de *M. glaziovii* ont été plus résistants à la MVAM, confirmant ainsi les résultats obtenus dans nos recherches antérieures (3) et ceux d'autres chercheurs (10, 15, 19) sur la tolérance de l'espèce *M. glaziovii* aux maladies telles que la mosaïque virale, la cercosporiose, l'antracnose et la bactériose. Le greffage du cultigène sauvage engendre une réduction de l'infection virale d'environ 85% en moyenne, ce qui explique a priori le choix de cette espèce (*M. glaziovii*) comme greffon dans cette technique de multiplication végétative du manioc pour l'amélioration de la production des tubercules et pour la résistance aux conditions environnementales (6, 10, 15). La résistance des plants greffés (greffons) à la MVAM aurait une corrélation positive avec la teneur plus élevée en HCN dans les feuilles des greffons de *M. glaziovii* en comparaison aux variétés de *M. esculenta* testées (11, 21). En effet, les valeurs obtenues sur les teneurs en matière sèche et en HCN des tubercules des plants greffés et non-greffés étaient statiquement identiques. Ceci montre que le greffage de *M. glaziovii* sur les cultivars de *M. esculenta* n'a aucune influence sur la qualité des tubercules.

Les résultats obtenus pour le rendement des tubercules dans cette étude montrent que le greffage de *M. glaziovii* sur les cultivars de *M. esculenta* augmente le rendement de ce dernier. Cette hausse du rendement est sûrement liée à la haute tolérance des greffons à la MVAM (3, 4, 10,

19). En effet, la diminution des symptômes de la MVAM sur les feuilles des greffons a augmenté les surfaces foliaires impliquées dans la photosynthèse qui a entraîné une plus grande formation des hydrates de carbone, d'où les hauts rendements en tubercules observés chez les plants greffés par rapport aux témoins dont les feuilles ont été plus infectées.

## Conclusion

Au terme de cette étude, on peut retenir d'une part que la mosaïque virale africaine est une maladie à caractère épidémique dans les zones de production du manioc en Afrique et particulièrement au Cameroun. D'autre part, l'utilisation de la résistance aux contraintes phytosanitaires de *M. glaziovii* (greffon) à travers le greffage en couronne sur les cultivars de *M. esculenta* (porte-greffes) est une méthode efficace qu'on peut intégrer dans la lutte contre la MVAM, car elle réduit l'infection virale de plus de 85%. La technique de greffage de *M. glaziovii* qui a augmenté de plus de 40% le rendement en tubercules dans cet essai, peut servir de méthode alternative à l'hybridation interspécifique pour l'amélioration des rendements du manioc et la résistance à la MVAM.

Le greffage reste la seule méthode agrotechnique permettant d'exploiter en une saison culturale les caractéristiques de l'espèce sauvage (*M. glaziovii*). Considéré comme méthode de propagation végétative et démontré pour la première fois dans ce travail au Cameroun comme méthode de protection potentielle contre la MVAM, le greffage est une technique simple à apprendre et facilement applicable dans les petites unités de production. Etant donné que le manioc jusqu'à présent est produit sur des parcelles paysannes très réduites au Cameroun et dans beaucoup des pays tropicaux, la vulgarisation du greffage de *M. glaziovii* sur les cultivars de *M. esculenta* auprès des paysans entraînerait une augmentation de la production des tubercules de manioc et pourrait par conséquent contribuer à la lutte contre la pauvreté en zone rurale.

## Références bibliographiques

1. Abdullahi I., Atiri G., Winter S. & Thottappilly G., 1998, Differentiation of whitefly, *Bemisia tabaci*, biotypes from different regions in Africa and their relation to the occurrence of mosaic geminiviruses. Mitt. A.d. Biol. Bundesanst. H., 357-384.
2. Abdullahi I., Atiri G., Winter S. & Thottappilly G., 2003, Molecular characterization of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleurodidae) populations infesting cassava. Bulletin of Entomological Research, 93, 97-106.
3. Ambang Z., Amougou A., Ndongo B., Nantia J., Nyobe L. & Ongono Y.S.B., 2006, Tolérance de quelques cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et de l'espèce sauvage (*Manihot glaziovii*) à la mosaïque africaine et à la cercosporiose du manioc. Tropicultura 25, 3, 140-145.
4. Ameeruddy P. & Pinglo E., 1989, Mukibat grafting to increase tuber production. Phytopractices in tropical regions. A preliminary survey of traditional crop improvement technic. UNESCO, Presses universitaires de France. Vendôme, 26-28.
5. Bock K.R. & Harrison B.D., 1985, African cassava mosaic virus pp. 337-345, In: Plumb R.T. & Tresh J.M. (Eds), Plant virus epidemiology, Oxford: Blackwell Scientific publications.
6. Bruijn de G.H. & Dharmaputra T.J., 1974, The Mukibat system: a high yielding method of cassava production in Indonesia. Neth. Jour. Agri. Sci. 22, 89-100.
7. Bull G.E., Karakacha H.W., Briddon R.W., Nziokis G., Maruthi M.N., Stanley J. & Winter S., 2003, Occurrence of East African Cassava Mosaic Virus (EACMV) in coastal Kenya. New Disease Reports, 7, 37-46.
8. Centro International de Agricultura Tropical (CIAT), 1988, Cassava programme. Cali, Colombia, 158 p.
9. Danthu P., Hane B., Bâ S., De Troyer M.A. & Soloviev P., 2001, Microgreffage de 4 espèces ligneuses sahéliennes en vue de leur rajeunissement. Tropicultura, 19, 1, 43-47.
10. Dizes J., 1977, Essais de greffage de *Manihot glaziovii* sur *M. esculenta*. ORSTOM, 10 p.
11. Fauquet C. & Fargette D., 1990, Résumé sur l'épidémiologie du virus de la mosaïque africaine du manioc. ORSTOM, 1-6.
12. FEWS, 1998, La mosaïque du manioc menace la sécurité alimentaire en Afrique de l'Est. Rapport spécial, 4, 11-15.
13. Grace M.R., 1978, Traitement du manioc pp. 28-34. In: Production et protection des plantes. FAO, Rome.
14. Gumedzoe M.Y.D., 2001, Les maladies virales des cultures vivrières en Afrique (cas du manioc). Séminaire sur les biotechnologies, biosécurité et biodiversité. UYI, Faculté des Sciences, 20 Avril 2001, Yaoundé, 15 p.
15. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) report, 1980, Grafting wild cassava *Manihot glaziovii* with cultivars of *M. esculenta* for control against major diseases and pests. IITA Edition, Ibadan, 10 p.
16. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) report, 2000, The assessment of cassava pests and diseases in Kinshasa and Bas Congo. IITA Edition, Ibadan, 56 p.
17. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) report, 1997, The cassava mosaic disease in East Africa. IITA Edition, Ibadan, 26 p.
18. Ivontchik P.I., 1989, Agriculture de l'Afrique Occidentale. Editions MIR, Moscou, 373 p.
19. Lefèvre, 1989, Recherche des souches de l'espèce sauvage de manioc *Manihot glaziovii* résistantes aux maladies et aux conditions environnementales. ORSTOM, 11-19.
20. Ouzounov I.S., 1988, Les maladies du manioc. Phytopathologie tropicale.

- Editions Université de l'Amitié des Peuples, Moscou, 114-144.
21. Rosling H., Mlingi N., Tylleskar T. & Banea M., 1992, The role of cyanogenesis in cassava. *In*: Causal mechanisms behind human diseases induced by cyanide exposure from cassava. Proceedings of first Cassava biotechnology Network, 366-373.
22. Stankévich A.M., 1969, Méthodes d'évaluation des dommages causés par les maladies chez les plantes cultivées. Editions Koloss, Moscou, 126 p.
23. Thresh J.M. & Otim G.W., 1998, Cassava mosaic virus disease pandemic. SPORE, 47, 17-18.

---

Z. Ambang, Camerounais, Ph.D. (Protection des végétaux / Phytopathologie), Chargé de Cours au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

A. Amougou, Camerounais, Doctorat d'Etat (Botanique et Ecologie), Professeur, Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

B. Ndongo, Camerounais, Ph.D (Phytopharmacie/Environnement), Chargé de Cours au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

J. Nantia, Camerounais, Ingénieur Agronome, DESS en production des semences, en fonction au Ministère de l'Agriculture à Yaoundé, Cameroun.

G.M. Chewachong, Camerounais, MSc., Doctorant au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun. Enseignant en anglais dans les Lycées, Yaoundé-Cameroun.

## AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

## BERICHT

Wij herrineren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar U zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.