

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Performances de trois variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cultivées en association avec *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz dans les conditions du plateau des Batéké (ville-province de Kinshasa, RDC)

B.P. Bulakali^{1*}, J. Aloni¹, J.C. Palata¹ & G. Mergeai²Keywords: Direct seeding mulch-based cropping system- Intercropping- *Stylosanthes guianensis*- Cassava- Batéké Plateau- Democratic Republic of Congo

Résumé

Dans le but de mettre au point un système de culture en semis direct dans un couvert végétal permanent de *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz adapté aux conditions du plateau des Batéké, le comportement des variétés améliorées de manioc ZIZILA, TME 419 et BUTAMU a été évalué en culture pure et en association avec le Stylo. L'essai a été réalisé d'octobre 2009 à août 2011 dans deux sites représentatifs de la diversité des sols du plateau. Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence d'une forte compétition entre les spéculations associées au cours de la 1^{re} année de culture. Les pertes de rendement enregistrées par rapport aux situations de culture pure variaient en moyenne entre 22,6 à 35% pour le Stylo dans les deux sites de l'essai lors de son premier recépage à 8 mois et s'élevaient à environ 50% pour le manioc récolté à 12 mois. Un report de la récolte du manioc à 16 mois, avec un rabattage du couvert de Stylo pour constituer un paillis à la fin de la grande saison sèche (8 mois après le semis), a permis un rattrapage des rendements du manioc par rapport à la situation de culture pure. Les rendements moyens en racines fraîches de manioc étaient nettement inférieurs dans le site de Neema (9,7 t.ha⁻¹ à 12 mois en culture pure) par rapport à ceux enregistrés dans le site de The Way (12,8 t.ha⁻¹ à 12 mois en culture pure). Dans chaque site, aucune différence significative n'a pu être mise en

évidence au niveau du rendement en culture pure des clones de manioc comparés. En cas de récolte du manioc à 12 mois, la production de biomasse sèche de Stylo à 20 mois était équivalente, quel que soit le mode d'installation de celui-ci (culture pure ou culture associée avec le manioc). L'essai n'a pas permis de départager clairement les variétés de manioc testées au niveau de leur aptitude à la culture associée avec le Stylo. L'association du Stylo avec le manioc permet d'installer à moindre coût un couvert végétal permanent dans lequel il est possible de réaliser le semis direct d'autres cultures.

Summary

Performance of Three Varieties of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Grown in Association with *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz in the Conditions of the Batéké Plateau (City-Province of Kinshasa, DRC)

In order to develop a system of direct seeding in a permanent vegetative cover of *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz adapted to the growing conditions of the Batéké plateau, the behavior of improved cassava varieties ZIZILA, TME 419 and BUTAMU was evaluated in sole cropping and in intercropping with Stylo. The trial was conducted from October 2009 to August 2011 in two sites representative of the soil diversity on the plateau. The results demonstrate the existence of a strong

1 Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Kinshasa, RDC.

2 Université de Liège, Gembloux Agro-BioTech, Laboratoire d'Agro-écologie tropicale et Horticulture, Gembloux, Belgique.

* Auteur correspondant :E-mail : bulapaci@yahoo.fr

competition between the associated crops during the 1st year of cultivation. Yield losses recorded compared to situations of sole cropping ranged on average between 22,6-35% for the biomass of Stylo cut at 8 months in the two trial sites, and amounted to about 50% for cassava harvested at 12 months. Delaying the harvest of cassava to 16 months, with a cutting of the Stylo canopy to form a mulch at the end of the long dry season (8 months after planting), has permitted cassava to reach yields equivalent to the situation of sole cropping. The average yields of fresh cassava roots were significantly lower in the site of Neema (9.7 t.ha⁻¹ at 12 months in sole cropping) compared to those recorded in the site of The Way (12.8 t.ha⁻¹ at 12

months in sole cropping). In each site, no significant difference could be detected for the yields of the compared cassava clones cultivated in pure stand. When harvesting cassava at 12 months, the production of Stylo dry biomass was equivalent at 20 months regardless of the installation mode (sole cropping or intercropping with cassava). The trial did not permit to clearly separate the cassava varieties for their intercropping ability with Stylo. The intercropping of Stylo with cassava is a cost effective method to install a permanent cover in which it is possible to make direct seeding of other crops.

Introduction

Le plateau des Batéké est une vaste bande de sols sableux très pauvres qui s'étend de la RDC jusqu'au sud-est du Gabon en passant par le Congo-Brazzaville. En RDC, ce plateau occupe une superficie d'environ 7.000 km² à l'avant plan du plateau du Kwango à une centaine de kilomètres au Sud-Est de Kinshasa. La principale contrainte à la mise en valeur de cette zone à des fins agricoles concerne la très faible fertilité des sols composés pour 90 à 95% de sables du Kalahari totalement lessivés et la très grande profondeur moyenne de la nappe phréatique qui rend l'accès à l'eau très difficile en saison sèche (3).

Dans cette région, l'essentiel de la fertilité du sol se concentre dans son horizon arable sous forme de matière organique. La mise en culture du sol par le labour se traduit par une minéralisation rapide de l'humus accumulé pendant la jachère. Les éléments nutritifs libérés permettent de cultiver pendant deux à trois ans. Après cette période, même l'emploi de grandes quantités d'engrais chimiques n'empêche pas les rendements de chuter drastiquement. La reconstitution du potentiel de fertilité du sol passe alors obligatoirement par la mise en jachère de la parcelle pour une très longue période (au minimum une dizaine d'années). Cette contrainte limite fortement le potentiel de production global du milieu et le rôle que pourrait jouer cette vaste étendue de terres très peu peuplée, au relief généralement plat et donc facilement cultivable, dans l'approvisionnement en denrées agricoles de la ville toute proche de Kinshasa.

La culture sans travail du sol, en semis direct dans un couvert végétal permanent, est une des solutions les plus pertinentes à la gestion durable de la fertilité des sols tropicaux (23, 24). Elle

consiste à mettre en place un couvert végétal dont le rôle est de produire une biomasse destinée à protéger le sol en permanence et d'empêcher la lixiviation des éléments nutritifs hors de portée des racines des plantes cultivées en les remontant continuellement vers l'horizon supérieur du sol. De manière à maintenir en permanence un tapis de végétation protectrice en surface, le semis des cultures commerciales s'effectue directement sans travailler le sol au moyen d'équipements spéciaux mis au point à cet effet. Plus de 30 millions d'ha sont actuellement cultivés de cette manière au Brésil (5, 9) dont une grande partie dans des conditions climatiques proches de celles qui prévalent au niveau du plateau des Batéké (entre 1200 et 1500 mm de pluies par an répartis sur huit à neuf mois).

Des travaux récents réalisés à Madagascar ont montré que *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., désigné dans le reste du texte par le terme *Stylo*, constituait une plante de couverture particulièrement bien adaptée à la mise en place de systèmes de culture en semis direct sur couvert végétal permanent. Ces travaux ont été réalisés en conditions tropicales de basse et moyenne altitudes sur des sols à la fois très pauvres et acides (10). Le *Stylo* est en outre bien adapté à l'agriculture manuelle à faible niveau de ressources car c'est une des seules plantes de couverture qui peut être contrôlée sans avoir recours à l'application d'herbicides. Afin de limiter le coût d'installation de la plante de couverture, il est conseillé d'implanter celle-ci en l'associant à une culture commerciale. Cette considération est particulièrement valable pour les agriculteurs à faible niveau de ressources qui ne peuvent se permettre de cultiver une parcelle sans récolter quelque chose directement utile sur celle-ci. En RDC, la culture du *Stylo*

remonte aux années 1960 (2, 22) mais elle avait été totalement décimée au début des années 1980 par l'antracnose, une maladie fongique causée par *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. (1, 2, 15). De nouvelles variétés résistantes à la souche d'antracnose qui avait détruit le *Stylo* en Afrique ont depuis été sélectionnées en Amérique du Sud et en Australie (6, 7, 19).

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est la principale culture pratiquée sur le plateau des Batéké. Les autres spéculations produites traditionnellement dans la région sont le maïs et le niébé. A Madagascar, sur sols pauvres et acides, Husson *et al.* (10) recommandent d'installer le *Stylo* en association avec le manioc. Une telle pratique permet de mettre en place le couvert végétal recherché à moindre coût sans limiter le rendement du manioc.

Compte tenu de l'importance majeure de la production de manioc sur le plateau des Batéké, une série d'essais a été menée en vue de déterminer quelles étaient les meilleures modalités pour l'installation d'un couvert végétal permanent de *S. guianensis* en association avec cette spéculations.

Les résultats obtenus dans le cadre d'un essai visant à identifier les variétés de manioc les mieux adaptées à une culture conjointe avec le *Stylo* dans deux sites représentatifs des conditions de culture du plateau des Batéké sont présentés et discutés ici.

Matériel et méthodes

Objectifs de l'essai

L'essai réalisé visait à quantifier les performances en culture pure et en cultures associées de trois clones de manioc installés en décalant d'un mois le semis du *Stylo* par rapport à la date de plantation du manioc. Ceci, dans le but de déterminer si l'installation de la plante de couverture pouvait se faire en culture associée sans affecter la production de manioc, comme mentionné par Husson *et al.* (10) à Madagascar, et d'identifier la variété de manioc qui était la mieux adaptée à la culture en association avec le *Stylo* sur base des rendements obtenus et de la quantité de travail nécessaire pour atteindre ceux-ci. La force de travail constituant le principal facteur limitant en agriculture manuelle, les modes de conduite des cultures visaient à minimiser le temps de travail nécessaire à leur réalisation.

Site expérimental

Les essais ont été menés dans deux sites: la ferme «Neema» située près du village Buntaba (4°32'45.5" latitude sud, 16°07'22.4" longitude est) à environ 160 Km au Sud-Est de Kinshasa (678 m d'altitude) et la ferme «The Way International» localisée près du village Dualé Mitterand (4°18'50.4" latitude sud, 16°04'32.0" longitude est) à environ 132 km au Sud-Est de Kinshasa (641 m d'altitude).

Le climat tropical humide de la région est du type AW₄ selon la classification de Köppen (4). Pendant la période de culture, d'octobre 2009 à août 2011, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée au niveau de cette zone a été de 1341 mm, la température moyenne mensuelle de 24,9°C et l'humidité relative moyenne mensuelle de 85,1% (Station Météorologique du Centre d'Appui au Développement Intégral Mbankana - CADIM).

Les sols des deux sites sont filtrants et classifiés comme Rubique Ferrallitique Arénosol (Dystrique) selon le système de classification WRB (12). Celui du site de la ferme «The Way international» présente un potentiel de production plus élevé que celui de la ferme «Neema» du fait de sa plus haute teneur en argile et en humus (Tableau 1), imputable entre autre à de nombreuses termitières champignons à plusieurs chapeaux (plus de 500.ha⁻¹) de *Cubitermes speciosus* Sjöst disséminés dans ce site et riches en ces éléments qui favoriseraient une bonne économie en eau dans le sol. En plus, la parcelle d'essai de «The Way» a été installée en ouverture de rotation en septembre 2009 sur un brûlis des résidus de litière au sol des couverts végétaux dominants de *Syzygium guineense* (Wild) DC. subsp. macrocarpum (Engl.) F. White, de *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf. dans la strate supérieure et de nombreuses plantes à bulbes (*Crinum*, *Gloriosa simplex* L.,...) dans la strate inférieure, maintenus en jachère pendant au moins 10 ans. La végétation prédominante sur le site de la ferme Neema était composée essentiellement d'une savane herbeuse à *Loudetia* sp., indice du faible niveau de fertilité du sol. La parcelle expérimentale a été installée en septembre 2009 après une courte jachère de trois ans, soit le tiers de la durée habituelle. Contrairement aux habitudes culturelles locales, le couvert végétal n'a pas été brûlé avant le labour. Les valeurs des propriétés physico-chimiques des sols des deux sites expérimentaux consignées dans le tableau 1 sont comparables à celles trouvées par Koy *et al.* (13) pour les horizons de surface (0-20 cm) des sols du Plateau des Batéké. Aucune fertilisation n'a été apportée.

Tableau 1
Propriétés physico-chimiques des sols de deux sites expérimentaux.

Sites	Niveaux de Profondeur (cm)	% (Sable, Limon, Argile)			pH		g/kg		%		mg/100g		mg/100g			mgéq/100g		
		Argile	Limon	Sable	pH (eau)	pH (KCl1N)	C.org.	N.total	Humus	C/N	lb	P	Ps	Ca	Mg	K	Na	CEC
		Neema	0 – 15	5,2	1,5	93,3	5,1	4,3	7	0,04	1,4	18,7	0,07	1	0,1	1	1	1
Neema	15 – 25	4,3	1,6	94,1	5,2	4,4	<5,3	<0,03	<1,1	18,3	0,1	1	0,1	1	1	1	1,3	1,4
Neema	> 25	4,7	1,6	93,7	5,2	4,5	<5,3	<0,03	<1,1	19	0,11	1	0,1	1	1	1	1,0	1,3
Moyenne		4,7	1,6	93,7	5,2	4,4	<5,9	<0,03	<1,2	18,7	0,09	1	0,1	1	1	1	1,2	1,6
The Way	0 – 15	10,5	1,5	88,0	5,1	4,3	10,7	0,06	2,2	18	0,04	1	0,1	1	1	2,3	1,7	4
The Way	15 – 25	10,3	1,7	88,0	5,1	4,7	7,7	0,04	1,5	18,7	0,06	1	0,1	1	1	1	1,3	3,1
The Way	> 25	11,2	2,1	86,7	5,2	4,4	<6,1	0,03	<1,3	18	0,09	1	0,1	3	1	1,3	1	3
Moyenne		10,7	1,8	87,5	5,1	4,5	<8,2	0,04	<1,7	18,2	0,06	1	0,1	1,7	1	1,5	1,3	3,4

Source : Laboratoire de la Hulpe, Gembloux, Belgique.

Légende :

C.org= Carbone organique

Ca= Calcium

N.total= azote total

Mg= Magnésium

lb= Indice de battance

K= Potassium

P= Phosphore

Na= Sodium

Ps= Phosphore soluble à l'eau

C.E.C= Capacité d'échange cationique

Matériel végétal

Une variété de *Stylo* et trois clones de manioc ont été utilisés dans l'essai

Pour le *Stylo*, la variété 202cc a été semée. Il s'agit d'une variété à fort potentiel de production sélectionnée en Australie par la société Southedge Seeds. Elle présente un port érigé, un cycle de végétation court et une résistance bi-géniques à la souche d'antracnose qui avait décimé le *Stylo* dans toute l'Afrique dans les années 1980.

Les clones de manioc suivants ont servi comme matériel expérimental: TME 419 diffusé au Plateau des Batéké par l'IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale), BUTAMU à port ramifié et ZIZILA, tous deux diffusés par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). Ils provenaient de champs de multiplication de boutures de manioc de villages encadrés par le CADIM. Ces clones de manioc ont été fournis sous forme des tiges d'environ un mètre de long, qui ont ensuite été sectionnées en boutures de 15 à 20 cm, ayant chacune 2 à 3 nœuds germinatifs. Le choix des trois clones de manioc comparés s'est basé sur les éléments suivants : (i) leur certification par les organismes internationaux tels que l'IITA/RDC et la FAO/RDC, (ii) leur adaptation aux conditions édapho-

climatiques du Plateau des Batéké, (iii) leur bonne acceptation par les producteurs locaux. Ces derniers les apprécient à cause de leur type variétal (manioc doux), leur résistance aux maladies dont la mosaïque de manioc, la teneur en matière sèche élevée de leurs racines tubérisées (variant de 30 à 40%), leur haut rendement (10-20 t.ha⁻¹) en racines tubéreuses et enfin la qualité du «fufu» (farine de manioc), des «chikwangu» produits à partir de leurs racines et la saveur agréable de leurs feuilles (11, 21).

Semis de graines de *Stylo* et plantation des boutures de manioc

Le semis du *Stylo* et la plantation du manioc ont été réalisés après labour et hersage des parcelles expérimentales. Le semis du *Stylo* a eu lieu les 21-22 décembre 2009 à The Way et les 28-29 décembre 2009 à Neema. Les graines de *stylo* ont été semées à raison d'une dizaine par poquet à une profondeur de moins d'un cm. Les graines étaient enrobées d'un mélange de produits phytosanitaires (fongicide et insecticide) et d'une poudre minérale contenant du phosphore.

La plantation des boutures de manioc a eu lieu un mois avant le semis du *Stylo*. Elle s'est faite par enfouissement complet de celles-ci sous terre en position horizontale, selon le dispositif spatial

retenu. Les boutures de manioc ont été plantées un mois avant le semis du *Stylo* à la profondeur d'environ 5 cm.

Entretiens cultureux et traitement du *Stylo*

Les entretiens cultureux se sont limités à la réalisation de quatre sarclages dans chaque site. Ceux-ci ont été effectués du 25 au 30 janvier 2010, du 12 au 17 mai 2010, du 23 au 28 décembre 2010, et du 4 au 9 avril 2011. Le *Stylo* a été recepé chaque année en fin de grande saison sèche (8 mois et 20 mois après le semis) afin de collecter les graines pour la diffusion du *Stylo* sur le Plateau des Batéké et aussi pour constituer un paillis protecteur du sol et pourvoyeur d'une quantité de matière organique et d'éléments minéraux qui retournent au sol par l'intermédiaire des litières. Le paillis de *Stylo* de 8 mois après semis était rabattu sur le manioc tandis que celui de 20 mois après semis a été épandu au sol après recepage, la dernière récolte de manioc à «Neema» étant déjà effectuée après 16 mois de plantation. A part ce recepage, aucune mesure n'a été prise pour limiter le développement de la plante.

Dispositif expérimental

L'essai a été installé dans chaque site selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Il comprenait sept objets: le clone de manioc ZIZILA, le clone de manioc TME 419, le clone de manioc BUTAMU et la variété de *Stylo* 202cc cultivés en pur et les associations de chaque clone de manioc avec la variété de *Stylo* 202cc (ZIZILA + 202 cc, TME 419 + 202cc et BUTAMU + 202cc).

Au sein de chaque bloc dans les deux essais, la surface de l'unité expérimentale était de 100 m² (10 m x 10 m).

En culture pure, la densité de plantation du *Stylo* était de 62.500 plants ha⁻¹ (0,4 m x 0,4 m).

En culture associée avec le manioc, les plantes de *Stylo* ont été installées à une densité de 51.000 plants ha⁻¹. L'espace de 1 m entre deux lignes de manioc était occupé par deux lignes de *Stylo*, distantes entre elles de 40 cm et de 30 cm par rapport à la ligne de plantes de manioc la plus proche. L'écartement entre les poquets de *Stylo* dans les lignes était de 40 cm

Pour les boutures de manioc, la densité de plantation était de 10.000 plants ha⁻¹ (1 m x 1 m) en culture pure comme en culture associée. Les clones de manioc ont été plantés du 25 au 26 octobre 2009 à Neema et du 6 au 7 novembre 2009

à The Way.

Les taux de levée des poquets de *Stylo* ainsi que ceux de manioc ont été déterminés deux semaines après le semis ou la plantation. Aucun regarnissage n'a été effectué.

Evaluation de la production de la biomasse aérienne fraîche

Dans chaque unité expérimentale, la biomasse aérienne totale fraîche a été collectée en coupant au ras du sol la tige principale des plantes de *Stylosanthes*, puis en enroulant le couvert végétal comme un tapis conformément aux recommandations de Husson *et al.* (10) avant de la peser au moyen d'un peson d'une capacité de 100 kg. Après pesée, la biomasse aérienne totale fraîche fauchée a été épandue de manière homogène sur le sol de la parcelle d'origine pour assurer le couvert végétal permanent de celui-ci.

Mesure de la matière sèche de la biomasse aérienne totale

La mesure de la quantité de matière sèche produite par le couvert de *Stylo* a été réalisée lors de son 1^{er} recepage (8 mois après le semis) et lors du 2^e recepage de celui-ci (20 mois après le semis).

Pour la détermination de la biomasse aérienne totale sèche, un échantillon représentatif de 500 g de la biomasse aérienne fraîche a été récolté dans chaque unité expérimentale au moyen d'une paire de ciseaux. Cet échantillon a ensuite été séché à 65°C à l'étuve pendant 48 heures et pesé. Le pourcentage de matière sèche a été calculé selon la formule I:

$$\%MS = \frac{PS}{PF} \times 100 \quad I$$

où MS= matière sèche, PS= poids sec après séchage à 65°C à l'étuve pendant 48 heures et PF= poids frais avant séchage à l'étuve. La biomasse aérienne totale sèche a été déterminée pour chaque unité expérimentale en multipliant le pourcentage moyen de matière sèche par la quantité de biomasse aérienne totale fraîche récoltée, et le tout a été converti en t MS.ha⁻¹.

Evaluation du rendement des racines tubéreuses fraîches de manioc

La récolte des racines tubéreuses fraîches des clones de manioc s'est effectuée en une seule fois, du 5 au 9 novembre 2010, 12 mois après la plantation, au niveau du site de The Way; et en deux fois, du 11 au 13 novembre 2010 soit 12 mois après la plantation, et du 17 au 21 mars 2011, soit

16 mois après la plantation, au niveau du site de Neema. Dans ce dernier site, chaque unité expérimentale d'un are a été subdivisée en 2 sous-unités de 0,5 are (10 m x 5 m) au niveau desquelles les récoltes ont été réalisées respectivement à 12 et à 16 mois après la plantation du manioc. La décision de réaliser la récolte aux deux périodes retenues a été prise suite au constat des faibles rendements obtenus après 12 mois au niveau du site de The Way et pour tenir compte des pratiques locales de production du manioc. Pour les variétés de manioc comparées, la récolte s'étale entre 12 et 15 mois après la plantation.

Le rendement des racines tubéreuses fraîches des clones de manioc a été évalué à partir de la récolte de tous les pieds de la parcelle suivie de la pesée de chaque racine tubéreuse. La formule ci-dessous a permis de calculer le rendement réel moyen (Formule II):

$$h.j. ha^{-1} = \frac{\text{temps de l'opération en minutes} \times 10.000 m^2}{\text{unité de surface} \times 60 \text{ minutes} \times 8 \text{ heures}}$$

où h.j.ha-1 = homme.jour/ha.

II

Tableau 2
Temps de travaux des opérations nécessaires pour l'entretien des parcelles de l'essai clonal manioc.

Sites	Objets	Opérations avant récolte (h.j.ha ⁻¹)						Total
		Semis ou plantation	Sarclage 1	Sarclage 2	Sarclage 3	Sarclage 4	Recépage/roulage I	
The Way	ZIZILA	8	32,5	25,1	24,8	17,1	—	107,5
	TME 419	8	35,6	21,3	47	26,1	—	138
	BUTAMU	8	25,8	21,8	23,8	19,7	—	99,1
	Moyenne	8	31,3	22,7	31,9	21	—	114,9
	ZIZILA + 202cc	10,9	12,1	12	32,9	21,1	19,9	108,9
	TME 419 + 202cc	10,9	13	10,6	13,1	9,6	24,5	81,7
	BUTAMU + 202cc	10,9	12,6	10,4	12	8,2	33,3	87,4
	Moyenne	10,9	12,6	11	19,3	13	25,9	92,7
	ZIZILA	8,4	19,6	13,6	11,6	19,9	—	73,1
	TME 419	8,4	20,7	15,7	10,8	19,5	—	75,1
Neema	BUTAMU	8,4	20,8	12,7	24,8	19,5	—	86,2
	Moyenne	8,4	20,4	14	15,7	19,6	—	78,1
	ZIZILA + 202cc	12,6	11,1	7,9	10,3	6,8	12,7	61,4
	TME 419 + 202cc	12,6	12,4	9,2	18,5	17	14,7	84,4
	BUTAMU + 202cc	12,6	12,1	7,4	19,7	11,7	17,3	80,8
	Moyenne	12,6	11,9	8,2	16,2	11,8	14,9	75,6

Détermination des temps de travaux des opérations culturales

Les temps des opérations culturales en hommes.jour par hectare (h.j.ha⁻¹) ont été déterminés selon la formule III:

$$\text{Rend. r. moy. (t/ha)} = \frac{\text{P. fr. moy. rac. tub. l'objet (trait.) (kg)} \times 10.000 m^2}{\text{Superficie moyenne l'objet (m}^2\text{)}}$$

Rend. r. Moy.: Rendement réel moyen

P. fr. moy. rac. tub.: Poids frais moyen de racines tubéreuses

III

Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés soumis à la comparaison ont été les taux de levée des poquets de semences de *Stylo* et des boutures de manioc plantées, la biomasse aérienne totale sèche pour les variétés de *Stylo* et les rendements en racines tubéreuses fraîches pour les clones de manioc.

Analyse statistique des résultats

Les données obtenues ont été soumises à l'analyse de la variance (Anova) à l'aide du logiciel R 2.12.0. Le test LSD au seuil de probabilité de 5% ($P < 0,05$) a été utilisé pour classer les moyennes.

Le modèle croisé mixte à deux critères de classification a été utilisé pour l'analyse.

Résultats et discussion

Taux de levée des poquets de semences de *Stylo* et des boutures de manioc plantées

Les conditions de germination des semences de *Stylo* et de reprise des boutures de manioc ont été plus favorables à The Way qu'à Neema. Deux semaines après le semis du *Stylo* et la plantation du manioc, les taux de levées de *Stylo* ont été en moyenne de 85,7 et 99% respectivement à Neema et à The Way. Pour le manioc, les taux de reprise ont été en moyenne de 77,6% à Neema et de 83,9% à The Way. Le taux de reprise de manioc médiocre dans les deux sites serait imputable à l'enfouissement horizontal des boutures de manioc à environ 5 cm de profondeur, une méthode de plantation de manioc appliquée au Plateau des Batéké. Sans doute beaucoup de boutures ont été asséchées par la chaleur du soleil suite à l'enfouissement trop superficiel.

Production de racines tubérisées de manioc

Rendement en racines tubéreuses fraîches de manioc après 12 mois de plantation des boutures

Quand la récolte des tubercule frais s'effectue à 12 mois, les rendements moyens des trois clones observés en culture pure au niveau du site de The Way sont nettement plus élevés que ceux obtenus à Neema (12,8 t.ha⁻¹ contre 9,7 t.ha⁻¹) alors qu'il n'y a pratiquement pas de différences entre les deux sites pour les rendements en cultures associées (5,3 t.ha⁻¹ en moyen à The Way contre 5,0 t.ha⁻¹ en moyenne à Neema) (Figure 1).

L'association culturale s'est donc traduite dans les deux sites par une réduction d'environ 50% du rendement en racines tubérisées de manioc récoltées à 12 mois. Ceci serait probablement dû à l'enracinement et à la tubérisation superficielle du manioc suite à la méthode de bouturage par enfouissement à plat pratiquée au Plateau des Batéké. Etant donné que les deux cultures associées s'approvisionnent au même niveau de la strate de la rhizosphère du sol, la concurrence des racines tubéreuses de manioc avec le système racinaire du *Stylo* a été plus directe et plus rude.

La concurrence des plantes de couverture vis-à-vis des cultures principales pour l'eau, les éléments nutritifs et l'ensoleillement a été rapportée par de nombreux auteurs (16, 20) comme une des contraintes majeures au développement de systèmes de culture en semis direct dans un couvert permanent (SCV) performants.

Pour atténuer cette compétition cruciale du *Stylo* sur le manioc, la méthode de plantation classique des boutures enfoncées obliquement jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de leur longueur (environ 15 cm de profondeur) devrait être privilégiée au Plateau des Batéké afin d'éviter la dessiccation, l'enracinement et la tubérisation de ces dernières dans la même strate de la rhizosphère avec les racines des plants de *Stylo*.

Quel que soit le site, on ne constate pas de différence significative ($P < 0,001$) au niveau du rendement en racines tubéreuses fraîches après 12 mois entre les trois clones de manioc cultivés seuls. Il en va de même à Neema pour la récolte du manioc à 12 mois en culture associée. Dans le site de The Way, par contre la variété ZIZILA était significativement moins productive que les deux autres en conditions de cultures associées.

Rendement en racines tubéreuses fraîches 16 mois après la plantation des boutures de manioc

Dans le site de Neema, après 16 mois de culture, les différents objets en culture pure ou en culture mixte avec le *Stylo* recépé après 8 mois de croissance n'ont pas présenté entre eux de différences significatives ($P < 0,05$) au niveau de leur rendement en racines tubéreuses fraîches.

On constate que le rendement du manioc augmente sensiblement avec la durée de culture. Entre les récoltes de manioc du douzième et seizième mois, la variation du rendement moyen en racines tubéreuses fraîches a été de 7,3 à 12,7 t.ha⁻¹ soit une augmentation de 5,4 t.ha⁻¹ (+ 74%).

Pour les cultures associées «manioc-stylo», un recépage du *Stylo* à 8 mois favorise donc fortement le rendement du manioc récolté à 16 mois. Cet effet bénéfique peut s'expliquer par la limitation de la concurrence exercée par le *Stylo* sur le manioc et par la mise à disposition d'éléments nutritifs libérés suite à la minéralisation du système racinaire et de la litière produite par le *Stylo* (17). Cet effet positif serait favorisé par l'action protectrice du paillis dont la présence permet de maintenir plus longtemps et régulièrement des conditions d'humidité et de température favorables à la minéralisation de la matière organique du sol (8, 14, 18).

Bien qu'il ne se distingue pas significativement des deux autres, le clone TME 419 est celui qui produit systématiquement le plus de racines tubérisées, quel que soit le site et la modalité de culture envisagée.

Production de biomasse aérienne de *Stylo*

Rendement en biomasse aérienne totale sèche de *Stylo* après 8 mois de semis

Aucune différence importante n'a été observée entre les sites d'essai au niveau du rendement en biomasse aérienne du *Stylo* (Figure 2). Comme dans le cas du manioc, la production de biomasse après huit mois de culture pure a été nettement plus élevée à The Way (4,3 t MS.ha⁻¹) qu'à Neema (3,1 t MS.ha⁻¹).

La moyenne des rendements observés pour la culture associée était faible dans les deux sites (2,8 t MS.ha⁻¹ à The Way et 2,4 t MS.ha⁻¹ à Neema et aucune différence significative n'a été mise en évidence au niveau de chaque site pour la production de biomasse de *Stylo* entre les différents objets combinant la culture du *Stylo* avec les trois variétés de manioc comparées.

Rendement en biomasse aérienne totale sèche du *Stylo* après 20 mois de croissance

Après son 1^{er} recépage à 8 mois dans les parcelles de culture associée avec le manioc, le couvert du *Stylo* s'est rapidement reconstitué grâce à la germination massive des graines tombées au niveau du sol. Après 20 mois de croissance continue sans recépage du *Stylo*, le niveau moyen

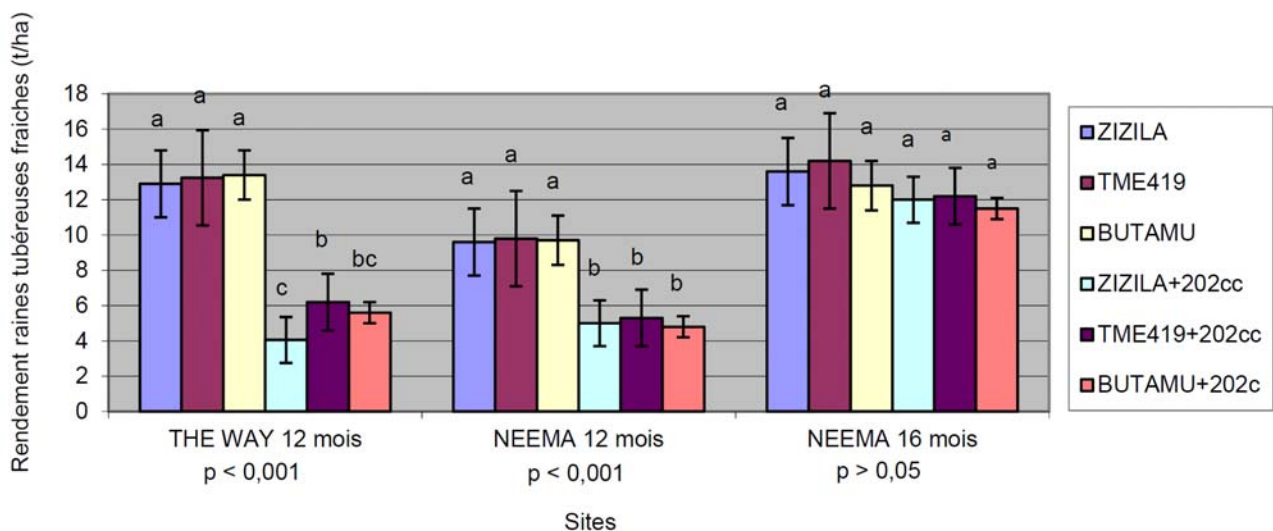


Figure 1: Rendement de racines tubéreuses fraîches de trois clones de manioc (t/ha) comparés en culture pure et en association avec la variété de *Stylosanthes* 202cc recépée à 8 mois après semis.

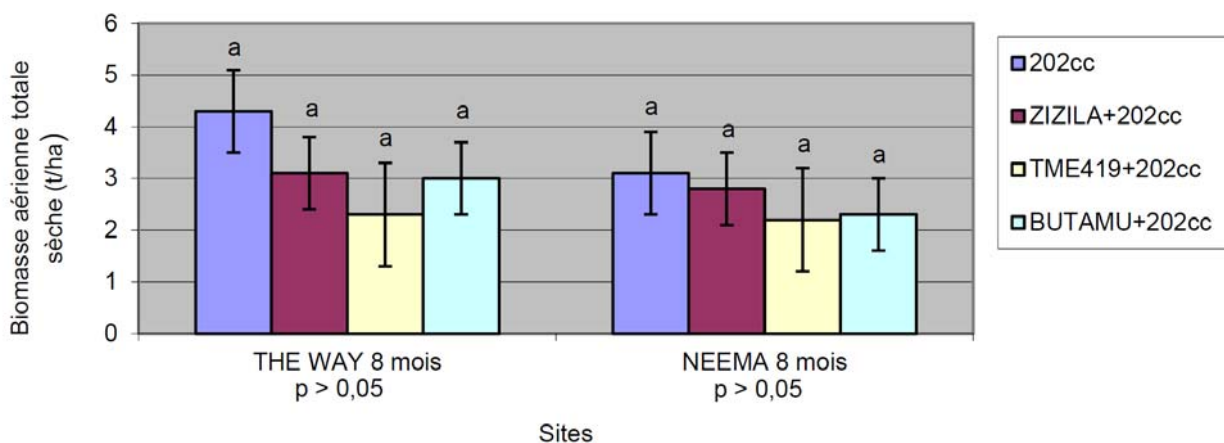


Figure 2: Rendement de la biomasse aérienne totale sèche (t/ha) de la variété de stylo 202cc après 8 mois en culture pure et en association avec trois clones de manioc comparés.

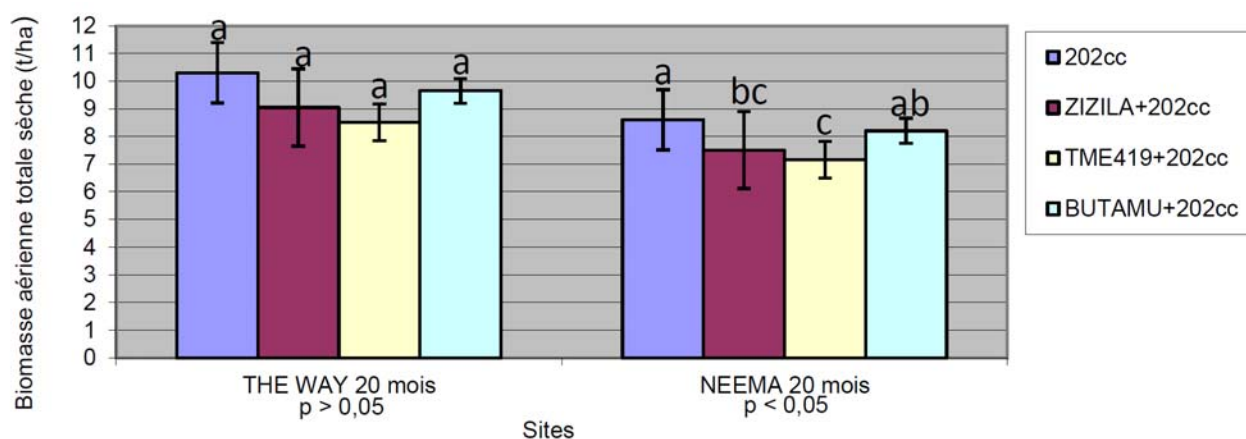


Figure 3: Rendement de la biomasse aérienne totale sèche (t/ha) de la variété de stylo 202cc après 20 mois en culture pure et en association avec trois clones de manioc comparés.

de production de biomasse sèche de ce dernier en culture pure était toujours plus élevé à The Way (10,3 t MS.ha⁻¹) qu'à Neema (8,6 t MS.ha⁻¹) (Figure 3). La différence relative existant pour ce paramètre entre les deux sites était cependant moins importante par rapport à la situation observée à 8 mois.

Aucune différence significative (P>0,05) n'a été mise en évidence à The Way pour la production de biomasse entre les différents objets comparés, tant en culture pure qu'en culture mixte avec les clones de manioc (Figure 3). Celle-ci oscillait entre 10,3 et 8,5 t MS.ha⁻¹.

A Neema, par contre, une différence très significative (P<0,01) a été observée entre la culture pure de *Stylo* et ses combinaisons avec les clones de manioc. La production de MS en culture pure était significativement supérieure à celle observée en culture associée, sauf pour la combinaison BUTAMU + *Stylo*. Les rendements moyens obtenus oscillaient entre 7,2 à 8,6 t.ha⁻¹.

Ces résultats suggèrent qu'après la récolte du manioc, le *Stylo* qui était associé à ce dernier peut rattraper assez rapidement le niveau de la production de biomasse aérienne sèche par ha du *Stylo* cultivé en pur. Ce rattrapage est d'autant plus rapide que les conditions de fertilité du sol sont favorables. Dans les deux sites, les rendements atteints pour la production de biomasse de *Stylo* à 20 mois étaient proches ou au moins équivalents à la quantité de couvert de 8 t MS.ha⁻¹ recommandée par Husson *et al.* (10) pour travailler en SCV.

Explication possible des différences de productivité enregistrées entre les sites de Neema et de The Way

Il ressort des résultats obtenus que les rendements en biomasse aérienne totale sèche de *Stylo* et de racines tubéreuses fraîches de manioc soient, de manière générale, supérieurs à The Way par rapport à ceux observés à Neema. La plus grande fertilité du milieu observée à The Way, tout particulièrement en première année de culture, peut s'expliquer par la longueur de la jachère qui a précédé l'installation des cultures, par le brûlis de la végétation et par les meilleures propriétés chimico-physiques du sol, notamment sa plus grande teneur en argile qui, du fait de la longueur de la jachère, se traduit par une teneur en humus nettement plus élevée (tableau 1) et probablement une économie en eau élevée. L'enfouissement du couvert végétal juste avant la plantation à Neema a pu provoquer un phénomène de faim d'azote et d'autres éléments nutritifs fondamentaux pour le développement de la culture commerciale, ce qui a entraîné une limitation de la production du manioc. Le *Stylo* étant capable de fixer l'azote de l'air, ce dernier a sans doute moins souffert du manque d'azote disponible dans le sol de Neema, ce qui peut expliquer ses relativement bonnes performances dans ce site en culture associée.

Temps de travaux nécessaires à la mise en place et à l'entretien des cultures

Les temps de travaux nécessaires à la mise en place et à l'entretien des cultures avant la récolte sont légèrement plus élevés dans le cas de la culture pure du manioc par rapport au SCV (Tableau 2).

Pour ce dernier système, le temps consacré au sarclage est plus faible qu'en culture pure, mais cela est compensé par le temps nécessaire pour le semis du *Stylo* et son rabattage à 8 mois. L'application d'une densité de semis plus forte pour le *Stylo* aurait sans doute permis de limiter le nombre de sarclages dans l'association culturale. La prise en compte des temps de travaux est un élément important pour évaluer les perspectives d'adoption d'une nouvelle technologie, surtout en agriculture manuelle où la disponibilité en force de travail est souvent un facteur limitant à l'adoption de nouvelles techniques de production. La très faible diffusion d'autres systèmes visant à améliorer la fertilité des sols, notamment la culture en couloirs de *Leuceana leucocephala*, est attribuable en grande partie à l'augmentation importante de la charge de travail que ces nouveaux modes de production induisent.

Conclusion

L'essai réalisé avait pour but d'évaluer le comportement de trois variétés de manioc améliorées diffusées sur le plateau des Batéké pour identifier celle qui serait la mieux adaptée à la culture conjointe avec *S. guianensis*. Ce faisant, il visait également à mettre au point un système de culture en semis direct dans un couvert permanent de *Stylo* adapté aux sols très pauvres du plateau des Batéké.

En l'absence de contrôle du *Stylo* dans les semaines qui suivent son installation, un effet antagoniste important a été observé sur le rendement du manioc dans les parcelles de cultures associées. Dans ce cas, la perte de rendement enregistrée après 12 mois pour le manioc s'élève à environ 50% du rendement obtenu en culture pure. Cependant, la prolongation de la durée de la culture du manioc jusqu'à 16 mois, alors que le couvert de *Stylo* a été recépé dans le neuvième mois du cycle du manioc, permet à ce dernier de rattraper le rendement qu'il atteint en culture pure.

La concurrence exercée par la culture du manioc vis-à-vis du *Stylo* au cours des huit premiers mois qui ont suivi son installation a varié en fonction des sites de culture et surtout de l'enracinement et de la tubérisation superficielle du manioc à la même profondeur que celle de racines du *Stylo*. Elle était très forte à The Way où le sol était le plus fertile et paradoxalement plus faible dans le site de Neema,

caractérisé par un sol nettement plus pauvre. Après la récolte du manioc, le couvert de *Stylo* s'est fortement développé dans les deux sites pour atteindre un niveau de production proche ou au moins égal aux 8 tonnes de MS.ha⁻¹ nécessaires au bon fonctionnement d'un SCV.

Les temps de travaux nécessaires à l'installation et à l'entretien du système de culture associée sont légèrement supérieurs à ceux de la culture pure du manioc, et pourraient sans doute être limités par une augmentation de la densité de semis du *Stylo* pour assurer un étouffement plus rapide des adventices.

Pour peu que la réalisation de la récolte du manioc ait lieu suffisamment longtemps après le 1^{er} recépé du *Stylo*, le système proposé permet d'installer dans les conditions du plateau des Batéké un tapis de *Stylo* à moindre coût, sans affecter fortement le rendement du manioc qui lui est associé.

Afin de limiter la concurrence exercée par la culture du *Stylo* sur le manioc, il serait intéressant de tester dans les conditions du Plateau des Batéké, la méthode de plantation classique des boutures de manioc enfoncées obliquement jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de leur longueur où les systèmes racinaires de deux cultures associées évoluent à des niveaux différents de profondeur dans la strate de la rhizosphère commune du sol.

Remerciements

Les auteurs remercient la Commission Universitaire pour le Développement (CUD) (via son programme de coopération institutionnel avec l'université de Kinshasa) et l'agence de coopération Wallonie-Bruxelles International (WBI) (via le projet d'appui au Centre Agro Vétérinaire Tropical de Kinshasa, en sigle CAVTK) pour le complément du soutien financier apporté à la réalisation des recherches dont les résultats sont présentés dans cet article.

Références bibliographiques

1. Amodu J.T., 2004, *Stylosanthes: A promising legume for Africa*. PP 225-234, in: Chakraborty S. (ed.), High-yielding anthracnose resistant *Stylosanthes* for agricultural systems. ACIAR Monograph N° 111, 268 p.
2. Breyne H., 1983, *Stylosanthes guianensis* ou "Stylo", Herbarium I.N.E.R.A., Kinshasa, RDC. Inédit, 2p.
3. Bruand A., Hartmann C. & Lesturgez G., 2005, *Physical properties of tropical sandy soil: a large range behaviors*, in: Proceedings of Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture, 27th Nov-2nd Dec 2005, PP. 148-158. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Khon Kaen, Thailand.
4. Bultot F., 1950, *Carte des régions climatiques du Congo Belge établie d'après les critères de Köppen* (Comm. n°2, Bureau climatologique). Publ. I.N.E.A.C. Coll., in 4°, 15 P.
5. Calegari A., 2008, *Conservation agriculture: No-tillage including cover crops and crop rotation in Brazil*, in: An international technical workshop investing in sustainable crop intensification: The case for improving soil health, FAO, Rome: 22-24 July 2008. P. 20. Integrated Crop Management, 6, 134 p.
6. Cameron D.F. & Irwin J.A.G., 1983, *Inheritance of resistance to anthracnose disease in Stylosanthes guianensis*. Proceedings of 8th Australian Plant Breeding Conference, pp. 243-245.
7. Cameron D.F., Trevorrow R.M. & Liu C.J., 1997, Recent advances in studies of anthracnose of *Stylosanthes*, II. Approaches to breeding for anthracnose resistance in *Stylosanthes* in Australia. *Trop. Grasslands*, 31, 424-429.
8. Erenstein O., 2003, Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. *Agri. Ecosyst. Environ.*, 100, 17-37.
9. FAO, 2008; www.fao.org/ag/ca/fr, Agriculture de Conservation, 80 P.
10. Husson O., Charpentier H., Razanamparany C., Moussa N., Michellon R., Naudin K., Razafintsalama H., Rakotoarinivo C., Rakotondramanana & Séguy L., 2008, *Stylosanthes guianensis*, in: Fiches techniques plantes de couverture : Légumineuses pérennes. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume III. Chapitre 3. § 2.1, CIRAD, TAFA, GSDM, afd, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, 11p.
11. Inera-Mvuazi, 2006, *Catalogue des Matériels Génétiques du Centre de Recherche de l'INERA-Mvuazi*. 84 p.
12. IUSS Working Group WRB, 2006. *World reference base for soil resources 2006*. 2ndedn. World Soil Resources Report N°. 103. FAO, Rome.
13. Koy Kasongo R., Van Ranst E., Kanyankogote P., Verdoordt A. & Baert G., 2012, Réponse du soja (*Glycine max*) à l'application de phosphate de Kanzi et de dolomie rose de Kimpese sur sol sableux en RDC. *Can. J. Soil Sc.*, 92, 905-916.
14. Lahmar R., Arrue J.L., Denardin J.E., Gupta R.K., Ribeiro M.F.S. & de Tourdonnet S., 2006, *Knowledge assessment and sharing on sustainable agriculture. Main lessons*. Montpellier: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), 2006. http://kassa.cirad.fr/results/kassa_main_results
15. Lenné J.M., Thomas D., de Andrade R.P. & Vargas A., 1984, Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) of *Stylosanthes capitata*: implications for future disease evaluation of indigenous tropical pasture legumes. *Phytopathol.*, 74, 1070-1073.
16. M'biandoun M., Olina J.P., Nchoutnji I. & Kaptchouang E., 2005 et 2006, *Effet des SCV et recherche d'un précédent à la culture cotonnière sous couverture végétale (1^e et 2^e année)*. Convention IRAD-ESA Garoua, 9 et 13 p.
17. Maltas A., Corbeels M., Scopel E., Wery J. & Macena da Silva F.A., 2009, Cover crop and Nitrogen effects on maize productivity in no tillage systems of the Brazilian Cerrados. *Agron. J.*, 101,5, 1036-1046.
18. Metay A., Moreira J.A.A., Bernoux M., Boyer T., Douzet J.M., Feigl B.E., Feller C., Maraux F., Oliver R. & Scopel E., 2007, Storage and forms of organic carbon in a no-tillage under cover crops system on clayey Oxisol in dry land rice production (Cerrados, Brazil). *Soil Tillage Res.*, 94, 122-132.
19. Miles J.W & Grof B., 1997, Recent advances in studies of anthracnose of *Stylosanthes*. III. *Stylosanthes* breeding approaches in South America. *Trop. Grasslands*, 31, 430-434.
20. Naudin K. & Balarabe O., 2004, *Système de culture sur couverture végétale: résultats de la campagne 2003 : expérimentation des SCV chez les paysans du Nord et de l'extrême Nord du Cameroun*. Cirad, Sodecoton/ESA, 112P.
21. Ndonga A., 2006, *Amélioration et maintien de la fertilité du sol dans les systèmes de productions du manioc en RDC. Rapport technique final, activité 2005-2006*, IITA/RDC, 24P. Inédit.
22. Risopoulos S.A., 1966, *Management and use of grasslands. Democratic Republic of the Congo. FAO Pasture and Fodder crop studies*. I. FAO, Rome, Italy, 150 pp.
23. Séguy L. & Bouzinac S., 2001, *Cropping systems and organic matter dynamics*, in: World Congress on conservation agriculture, 1-5 October 2001, Madrid, 5 p.
24. Séguy L., Bouzinac S. & Maronezzi A.C., 2001, *Un dossier du semis direct: Systèmes de culture et dynamique de la matière organique*. Doc. Interne CIRAD-CA/GEC 34398 Montpellier Cedex 5-France, 203 p.

B.P. Bulakali, Congolais, Doctorant, Chef de Travaux, Université de Kinshasa, Département de Biologie, RDC.

J. Aloni, Congolais, Docteur, Professeur, Université de Kinshasa, Département des Sciences de la Terre, RDC.

J.C. Palata, Congolais, Docteur, Professeur, Université de Kinshasa, Département de Biologie, RDC.

G. Mergeai, Belge, Docteur, Professeur, Université de Liège, GxABT, Laboratoire d'Agro-écologie Tropicale et Horticulture, Gembloux, Belgique.