

Étude en milieu réel de l'architecture végétale de trois systèmes d'association culturale de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) à l'Est de la Côte d'Ivoire

Kouadio K.K.H^{*1,2}, Bakayoko S², Tschannen A², Dao D², Girardin O²

¹Université de Cocody (Abidjan), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Département des Sciences du sol, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), 01 BP 1303 Abidjan 01

*Correspondance: hippolyte_kouadio@yahoo.fr

Mots clés : manioc, débouillage, Yavo, Gloussi, Côte d'Ivoire. Key words: cassava, removal of stuffing, Yavo, Gloussi, Côte d'Ivoire.

1 RESUME

Cette étude a eu pour objet de comparer l'architecture du couvert végétal de trois systèmes d'association culturale de manioc sur une période de six premiers mois après plantation. Deux systèmes améliorés (manioc amélioré Yavo/soja vert (*Mung bean*)/ *Gliricidia sepium*) ont été mis en compétition avec le système traditionnel (association manioc local Gloussi/arachide). Les systèmes améliorés ont été établis selon le modèle de la culture en couloirs avec un apport de fumure de fond minérale (200 kg/ha de NPK₁₀₋₁₈₋₁₈) ou organique (10 t/ha de fiente de poule). Les résultats ont montré que Les taux moyens de débouillage du manioc ont varié de 80,15 à 82,03% pour la variété Gloussi et de 80,11 à 75,08% pour la variété Yavo. Les interactions *site x variété* et *année x site* ont été respectivement significatives et très hautement significatifs. La variété Yavo a eu une croissance initiale lente comparativement à la variété locale Gloussi. La variété Gloussi a produit des plants plus élevés. Toutefois, les systèmes améliorés de culture en couloirs ont bien couvert le sol comparativement au système traditionnel. Le soja vert est approprié pour être utilisé comme plante de couverture dans la culture du manioc.

Abstract

This study had the aim of comparing the plot architecture of three systems of cassava-based intercropping on first six months after planting. Two improved systems (improved cassava Yavo/green soja (*Mung bean*)/ *Gliricidia sepium*) were put in competition with traditional system (intercropping local cassava Gloussi/arachide). Improved systems were established according to the model of the alley farming, using a fertiliser (NPK₂₀₋₃₆₋₃₆) or chicken manure (10 t/ha). The results showed that the average rates of removal of stuffing cassava varied from 80,15 to 82,03% for the Gloussi variety and 80,11 to 75,08% for the Yavo variety. The interactions *site x variety* and *year x site* was respectively meaningful and very highly meaningful. The Yavo variety had a slow initial growth compared to the variety local Gloussi. The Gloussi variety produced more elevated plants. However, the improved systems (alley farming) covered soil well compared to the traditional system. The green soy is appropriated to be used as a cover plant in cassava crop.

2 INTRODUCTION

L'association culturale est une pratique dominante en agriculture tropicale. Selon Steiner (1984), 80% de la production vivrière en Afrique de l'Ouest proviennent de ces pratiques. L'association culturale consiste en une culture simultanée sur la même parcelle de deux ou plusieurs cultures de caractéristiques biologiques et de techniques d'exploitations différentes.

En Côte d'Ivoire, les cultures vivrières (manioc, igname, banane, maïs, arachide, riz, etc.) sont exploitées en association entre elles ou avec des cultures pérennes. La racine tubéreuse de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) constitue l'aliment de base des populations autochtones du Sud et la deuxième denrée alimentaire la plus consommée à l'Ouest et au Centre du pays (Mosso *et al.*, 2000). A l'Est de la Côte d'Ivoire, le manioc est traditionnellement cultivé en association avec l'arachide ou le maïs sans apport d'intrants et destiné surtout à la commercialisation. Ce commerce oblige les

paysans à se déplacer sur de nouvelles terres fertiles afin d'améliorer leur production. Toutefois, l'abondance des terres en est son corollaire et rejoint les analyses de Djogo (1995) sur la production agricole ivoirienne de façon générale depuis les années 60. Dans ces conditions, la sécurité foncière combinée à la nécessité de produire pour survivre devrait inciter les paysans à investir dans la fertilité de leurs terres. Les alternatives les plus crédibles devront s'appuyer sur l'amélioration des savoirs faire traditionnels. Ainsi, l'introduction de variétés améliorées couplée à l'utilisation de légumineuses (Bado, 2002) et d'intrants d'appoint soutiendrait la fertilité des sols. L'étude a été conduite dans ce sens. Elle a inclus l'évaluation de la croissance aérienne des plantes et la couverture végétale des parcelles. La démarche scientifique a concerné le taux de germination et de débourrage, la hauteur et le taux de couverture.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Sites d'étude : L'étude s'est déroulée dans quatre villages appartenant à la région du Moyen Comoé, à savoir : Amoriakro (7°09'8"N, 3°52'7"W), Assikasso (7°09'1"N, 3°23'6"W), Duffrebo (7°08'9"N, 3°44'8"W) et Padiégnan (6°9'79"N, 3°42'4"W). Le choix des sites (villages) pour l'implantation des parcelles expérimentales a été fait en tenant compte des zones d'approvisionnement des usines d'Abidjan. L'expérimentation en milieu paysan, avec deux cycles de production de manioc de 18 mois, a duré trois ans (2002 à 2005). L'approche participative a été utilisée afin d'impliquer les paysans, du début jusqu'à la fin de l'étude.

3.2 Sols : Les parcelles ont été implantées sur des ferralsols dominés par une végétation de *Chromolaena odorata* âgées de 3 ans. De manière tendancielle, les sols sont caractérisés par une texture sablo-argileuse (52 à 62% de sable), un pH basique (7-7,5), une faible teneur en carbone organique C/N= 10 à 19, phosphore assimilable faible autour de 420 ppm et une capacité CEC faible (4-11 cmol kg⁻¹). La disponibilité de l'azote pour les végétaux est étroitement liée à la quantité et à la qualité de la matière organique. Le rapport

carbone/azote (C/N), indicateur de la capacité des sols à libérer de l'azote minéral assimilable, est relativement élevé et témoigne d'un humus libérant peu d'azote.

3.3 Climat des deux cycles d'expérimentation : Le climat joue un rôle déterminant dans la minéralisation de la matière organique et le développement des plants. Le climat de l'année 2002 (1498 mm) s'est avéré le plus arrosé comparativement aux années 2003 (1174 mm) et 2004 (1187,1 mm) ainsi qu'à la moyenne annuelle des 10 ans (1317 mm) de 1995 à 2004. Le mois de juin a été le mois le plus pluvieux durant les deux cycles de culture.

3.4 Matériel végétal : L'étude était composée de deux variétés de manioc et de trois légumineuses. Les variétés de manioc utilisées étaient des variétés douces ; une variété locale (Gloussi) et une variété améliorée (Yavo ou TME-7) (Behi *et al.*, 2002). Les légumineuses vivrières ; à savoir : l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) et le soja vert (*Vigna radiata*), et la légumineuse arbustive (*Gliricidia sepium*) étaient exploitées en association avec le manioc.

3.5 Fumure de fond : La fumure de fond a été utilisée dans le but d'assurer théoriquement la conservation du niveau initial de la fertilité des sols au fil des années de culture (Howeler et Cadavid, 1990 ; Howeler, 1991 ; Aweto *et al.*, 1992) qui pourrait évidemment être améliorée par l'effet bénéfique des légumineuses. Les systèmes améliorés ont reçu au moment du labour, un épandage unique d'engrais NPK (10-18-18) à la dose de 200 kg/ha ou de fiente de poule à la dose de 10 t/ha. L'engrais NPK (10-18-18) et la fiente de poule ont été recommandés pour leur disponibilité dans la région d'étude. La composition et la qualité de la fiente de poule sont très variables en fonction de l'endroit de

prélèvement. La fiente de poule utilisée a été caractérisée par une structure poreuse et spongieuse aidant les sols à augmenter leur aération et leur teneur en oxygène, un pH basique (7,4), des quantités importantes de phosphore assimilable (1165 ppm) et de carbone (30%) et une faible valeur du rapport (C/N = 8,3) indiquant une meilleure minéralisation de la matière organique. La fiente contenait également de l'azote (3,42%) et du potassium (2,37%).

3.6 Description des systèmes de culture à base de manioc en compétition : Deux systèmes améliorés ont été mis en compétition avec le système traditionnel (Figure 1).

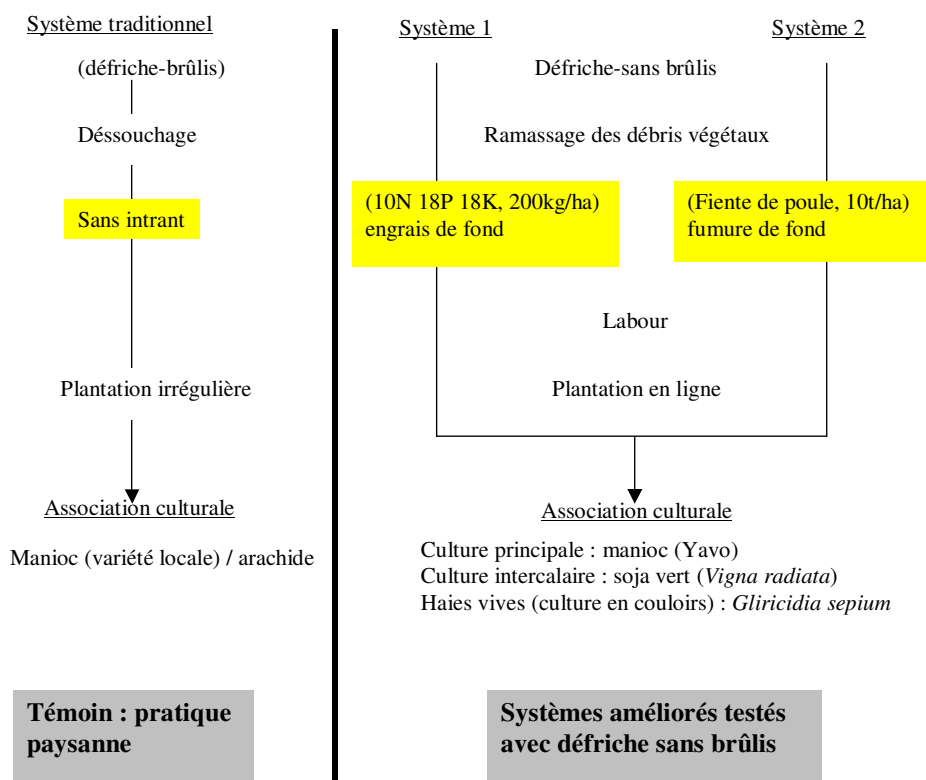


Figure 1 : Systèmes de culture testés en milieu paysan

Le système traditionnel a consisté à planter simultanément et en tous sens le manioc local (variété Gloussi) et l'arachide après la préparation des parcelles sans apport d'intrants. Les systèmes améliorés ont été mis en place selon le modèle de la culture en couloirs avec un apport de fumure de

fond minérale (200 kg/ha de NPK_10-18-18) ou organique (10 t/ha de fiente de poule). La culture en couloirs comprenait une association de variété améliorée de manioc Yavo/soja vert (Mung bean)/*Gliricidia sepium* (Figure 2).

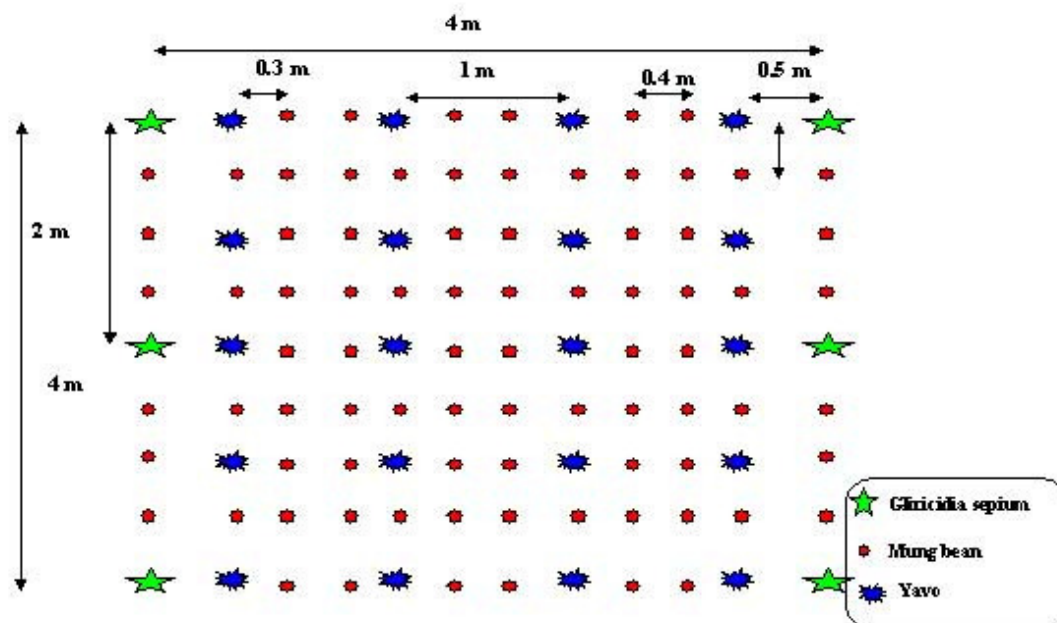


Figure 2 : Dispositif de la culture en couloirs des systèmes améliorés

Le *Gliricidia sepium* (légumineuse arbustive) a permis d'établir des haies vives à l'intérieur desquelles ont été aménagées quatre lignes de manioc de la variété Yavo. Le soja vert, source importante et relativement peu chère de protéine, a été semé en intercalaire entre les lignes et les plants de manioc afin de favoriser une bonne couverture du sol et une nutrition azotée des plants de manioc. Un écartement de 4 m x 2 m a été établi pour *Gliricidia sepium*. Entre 2 lignes de *Gliricidia sepium*, il a été disposé 4 lignes de manioc (Yavo) avec un écartement de 1 m x 1 m. Il a été aménagé en intercalaire entre 2 lignes de manioc ; 2 lignes de soja vert (Mung bean) avec un écartement de 50 cm x 40 cm. De plus, 3 poquets de Mung bean ont été établis entre 2 chicots de *Gliricidia sepium* tandis qu'un poquet de Mung bean a été inséré entre 2 boutures de manioc Yavo.

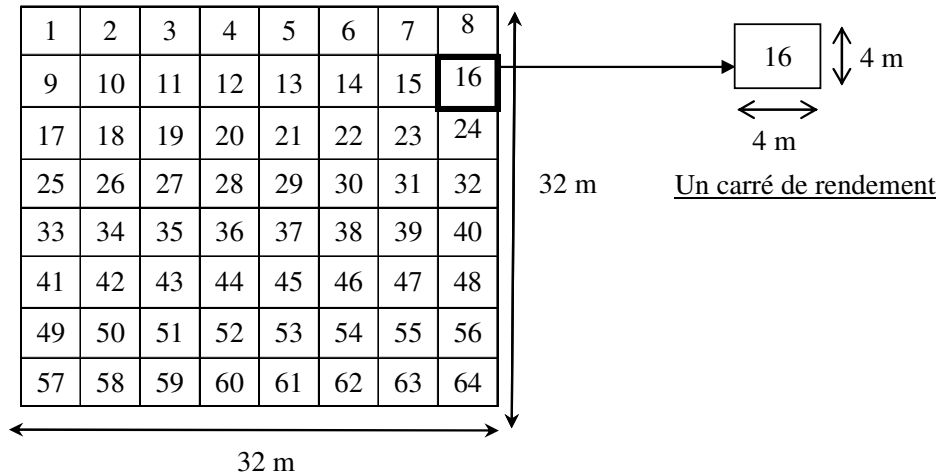
La plantation des parcelles a été faite dans le courant des mois de Mai et Juin de chaque année. Les parcelles témoins (système traditionnel) étaient

contiguës aux parcelles des systèmes améliorées. La dimension des parcelles étaient de 32 m x 32 m (1024 m²).

3.7 Collecte des données : La collecte des données s'est opérée auprès de 40 paysans pilotes, soit un effectif de 10 paysans par village. Les mesures et observations au champ ont été effectuées dans 4 carrés de rendement après tirage au sort suivant le découpage parcellaire illustré au Tableau 1. L'emplacement des différents carrés a donc été différent d'une parcelle à une autre. Les dimensions du carré de rendement étaient de 4 m x 4 m (16 m²) dans les systèmes améliorés et de 6 m x 6 m (32 m²) dans le système traditionnel. Ces dimensions ont été choisies en tenant compte de l'écartement des plants de manioc. Les mesures et observations par carré de rendement ont concerné 25 plants de manioc dans les systèmes améliorés et en moyenne 20 plants de manioc dans le système traditionnel.



Tableau 1 : Découpage parcellaire en carrés de rendement



L'étude de la croissance aérienne des plants, effectuée à 2, 4 et 6 mois après plantation, a concerné le taux de germination, le taux de débourrage, la hauteur et le taux de couverture. Le taux moyen de germination (soja vert) ou de débourrage (*Gliricidia sepium*) a renseigné sur l'aptitude de la variété (qualité du matériel végétal) à germer ou non suivant la technique utilisée (systèmes améliorés ou système traditionnel) et le

régime climatique en présence. La hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'une règle graduée afin de déterminer les différentes périodes de croissance des plants et la compétition des cultures. La hauteur des plants a été mesurée. Le taux de couverture a été mesuré qualitativement à partir d'une évaluation visuelle de l'architecture végétale des parcelles (Tableau 2).

Tableau 2 : Taux de couverture des systèmes de culture

Période de mesure après plantation	Systèmes de culture	
	Systèmes améliorés	Système traditionnel
2 mois	Manioc (Yavo) + soja vert	Manioc (Gloussi) + arachide
4 mois	Manioc (Yavo) + <i>Gliricidia sp</i>	Manioc (Gloussi)
6 mois	Manioc (Yavo) + <i>Gliricidia sp</i>	Manioc (Gloussi)

Evaluation visuelle du couvert végétal des parcelles : 1 = peu dense, 2 = moyennement dense, 3 = dense, 4 = très dense

3.8 Analyse statistique : L'analyse descriptive a été utilisée avec le logiciel SAS version 8.02 (Statistical Analysis System) (Dervin, 1999 ; Durot, 2002). Les données ont été classées par site (village), par producteur et par système de culture. L'analyse de variance (Gouet et Philipeau, 1992 ; Dagnelie,

2003) a été faite avec la procédure GLM (General Linear Model) sur les données des deux cycles de production. Les comparaisons des moyennes ont été faites au seuil de 5%. Les différences significatives entre les moyennes ont été déterminées avec le carré moyen ajusté (LSMeans).

4 RESULTATS

4.1 Moyenne du taux de germination de soja vert (Mung bean) en 2002 et 2003 : Le soja vert a eu des taux moyens de germination

supérieurs à la moyenne (50% d'émergence) sur les deux années de production (2002 et 2003). Le taux moyen de germination de soja vert a été élevé à

Assikasso (88%) et faible à Duffrebo (62,5%). Toutefois, les résultats obtenus en 2002 ont été meilleurs qu'en 2003. L'analyse de variance du taux de germination de soja vert (Tableau 3) a montré une différence très hautement significative au

niveau des sites et des années. Si les données de Duffrebo étaient exclues, la germination ne varierait plus entre les sites et les années. A Duffrebo, la levée du soja vert a été élevée en 2002 (89%) et très faible en 2003 (36%).

Tableau 3 : Moyenne du taux de germination de soja vert (Mung bean) en 2002 et 2003

Sites et fumure de fond utilisée	Taux moyen de germination du soja vert (%)
Padiégnan (NPK)	73 (2002 : 81% - 2003 : 65%)
Duffrebo (NPK)	62,5 (2002 : 89% - 2003 : 36%)
Amoriakro (NPK)	87 (2002 : 87% - 2003 : 87%)
Assikasso (fiente de poule)	88 (2002 : 85% - 2003 : 91%)
Année 2002	85,5
Année 2003	69,75
Significativité année	P < 0,001 ***
Significativité site	P < 0,001 ***
R-square (R ²)	0,51

NS = différence non significative

* = différence significative (P < 0,05)

** = différence hautement significative (P < 0,01)

*** = différence très hautement significative (p < 0,001)

4.2 Moyenne du taux de débouillage des variétés de manioc en 2002 et 2003 : Les taux moyens de débouillage du manioc des deux années ont varié de 80,15 à 82,03% pour la variété Gloussi et de 80,11 à 75,08% pour la variété Yavo (Tableau 4). Les résultats de l'analyse statistique des taux moyens de débouillage ont montré que la variété, l'année et les sites étaient non significatifs.

L'interaction *année x variété* était aussi non significative. Cependant, les interactions *site x variété* et *année x site* ont été respectivement significatives et très hautement significatifs. Ces interactions signifient que les variétés de manioc se sont comportées différemment d'un site à l'autre et d'une année à l'autre. Mais à l'intérieur d'un même site, les comportements variétaux ont peu varié.

Tableau 4 : Moyenne du taux de débouillage des variétés de manioc en 2002 et 2003

Année	Variété de manioc	Taux de débouillage des variétés de manioc (%)
2002	Yavo (variété améliorée)	80,11
2002	Gloussi (variété locale)	80,15
2003	Yavo (variété améliorée)	75,08
2003	Gloussi (variété locale)	82,03
Significativité variété		0,303 NS
Significativité année		0,635 NS
Significativité sites		0,142 NS
Significativité année x variété		0,286 NS
Significativité sites x variété		0,025 *
Significativité année x sites		0,000 ***
R-square (R ²)		0,57

NS = différence non significative

* = différence significative (P < 0,05)

** = différence hautement significative (P < 0,01)

*** = différence très hautement significative (p < 0,001)

4.3 Moyenne du taux de débouillage de *Gliricidia sepium* en 2002 et 2003 : Les taux moyens de débouillage du *Gliricidia sepium* ont demeuré très faibles sur les deux cycles de culture, 39% en 2002 et 32% en 2003 soit une moyenne de 35,5% (Tableaux 5). Ceci a été confirmé au niveau des résultats d'analyses. L'année a eu un effet non

significatif sur le débouillage de *Gliricidia sepium* tandis que le facteur sites a eu un effet très hautement significatif ($P < 0,001$). Toutefois, l'interaction *année x sites* a montré un effet hautement significatif ($P < 0,01$). Le comportement de *Gliricidia sepium* n'a donc pas évolué d'une année à une autre mais a varié d'un site à un autre.

Tableau 5 : Moyenne du taux de débouillage de *Gliricidia sepium* en 2002 et 2003

	Débouillage moyen de <i>Gliricidia sepium</i> (%)
Padiégnan (NPK)	43,75
Duffrebo (NPK)	32,15
Amorikro NPK)	21,54
Assikasso (fiente de poule)	44,80
Année 2002	39,25
Année 2003	31,87
Significativité année	0,077 NS
Significativité sites	0,000 ***
Significativité année x sites	0,001 **
R-square (R ²)	0,64

NS = différence non significative

* = différence significative ($P < 0,05$)

** = différence hautement significative ($P < 0,01$)

*** = différence très hautement significative ($p < 0,001$)

4.6 Hauteurs moyennes des plants de soja vert (Mung bean) en 2002 et 2003 : Le soja vert s'est installé très facilement sur les terres labourées. Son développement végétatif a été rapide. Il a atteint le stade trois feuilles à 5 jours après semis et a résisté à la verse tout au long de son cycle. Les hauteurs moyennes enregistrées pendant les campagnes (2002 et 2003) ont été consignées au Tableau 6. La hauteur moyenne des plants de soja vert a été supérieure à 45 cm sur l'ensemble des

parcelles. A maturité (2 mois après plantation), cette hauteur s'est située autour de 60 cm. Toutefois, la hauteur moyenne a varié d'un site à l'autre. Ainsi, les plants de petite taille ont été obtenus à Padiégnan (51 cm) et ceux de grande taille à Assikasso (68 cm). Ceci a été confirmé par l'analyse de variance (Tableau 7) et pourrait s'expliquer par le type de fumure de fond utilisé lors de la mise en place des parcelles tests. L'effet sites a été hautement significatif sur la hauteur du soja vert.

Tableau 6 : Hauteurs moyennes du soja vert (cm), 2 mois après semis

Sites	Padiégnan (NPK)	Duffrebo (NPK)	Amoriakro (NPK)	Assikasso (fiente de poule)	Moyenne (cm)
Années					
2002	47	60	64	70	60,25
2003	54	61	62	66	60,75
Moyenne	50,5	60,5	63	68	60,5

Tableau 7 : Niveau significatif des facteurs liés à la hauteur des plants de soja vert

Source	DF	F value	Pr > F	Significativité
Année	1	0,02	0,8846	NS
Sites	3	5,74	0,0015	**
Année * sites	3	1,29	0,2864	NS

NS = différence non significative

* = différence significative ($P < 0,05$)

** = différence hautement significative ($P < 0,01$)

*** = différence très hautement significative ($p < 0,001$)

4.7 Hauteurs moyennes des plants de manioc en 2002 et 2003 :

Le développement aérien des plants de Yavo (phase au cours de laquelle le système racinaire est devenu fonctionnel) a été normal en général sur toutes les parcelles. La variété améliorée Yavo a eu une croissance initiale lente comparativement à la variété locale Gloussi. L'évolution des plants de manioc à différents stades (2, 4 et 6 mois après plantation) est présentée au Tableau 8. De façon générale, la variété Gloussi a produit des plants plus élevés.

Les mesures de hauteur, effectuées à 2 mois après plantation, ont permis de constater une croissance végétative très accélérée des plants de manioc. Cette rapide tendance a été confirmée au quatrième mois après plantation où 65% des plants de Yavo ont

développé une ramification tardive (une ramification supérieure à 1 m au-dessus du sol) et une frondaison, ombrageant ainsi le sol ce qui a permis un contrôle continu des mauvaises herbes. Quant à Gloussi, 95% des plants ont développé une ramification précoce (une ramification inférieure à 1 m au-dessus du sol).

L'analyse de variance a montré un effet variété et un effet site. L'effet variété a été hautement significatif sur la hauteur à 2, 4 et 6 mois après plantation tandis que l'effet site l'a été seulement à 4 et 6 mois après plantation. L'interaction *année x variété* a été significative pour les différentes mesures de hauteurs. Cela pourrait traduire une variation du comportement des variétés d'une année à l'autre sur la hauteur des plants.

Tableau 8 : Hauteur moyenne (cm) des plants de manioc à 2, 4 et 6 mois après plantation

Variétés et année	Hauteur à 2 mois	Hauteur à 4 mois	Hauteur à 6 mois
Variété Yavo (2002)	43	165	188
Variété locale Gloussi (2002)	71	175	207
Variété Yavo (2003)	39	152	176
Variété locale Gloussi (2003)	79	186	213
Significativité variété	< 0,0001 ***	< 0,0001 ***	< 0,0001 ***
Significativité année	0,5308 NS	0,7937 NS	0,5448 NS
Significativité sites	0,2334 NS	0,0061 **	0,0054 **
Significativité année*variété	0,0382 *	0,0040 **	0,0211 *
Significativité sites*variété	0,7201 NS	0,2485 NS	0,0894 NS
Significativité année*sites	0,5094 NS	0,1727 NS	0,1401 NS
R-square (R ²)	0,71	0,54	0,61

NS = différence non significative

* = différence significative ($P < 0,05$)

** = différence hautement significative ($P < 0,01$)

*** = différence très hautement significative ($p < 0,001$)

4.8 Compétition entre les plants des systèmes améliorés (*Gliricidia sepium*, manioc Yavo et soja vert) :

La probabilité pour que la différence de hauteur à 2 mois entre le soja vert et la variété Yavo soit nulle n'a pas été significative (Tableau 9). Les effets années et sites ont été non significatifs sur les différences de hauteurs. Ces observations ont permis de mettre en évidence une

compétition très précoce pour la lumière entre le soja vert et le manioc. Le soja vert a étouffé les plants de manioc des lignes centrales réduisant ainsi leur taille (Tableau 10). Par conséquent, les plants de manioc proche de *Gliricidia sepium* ont eu plus d'espace pour se développer. Après la récolte du soja vert, Yavo est entré à son tour en compétition avec le *Gliricidia sepium* pour l'étouffer.

Tableau 9 : Différence de hauteur (cm) entre le soja vert et la variété améliorée de manioc Yavo, 2 mois après plantation

Sites	Différence moyenne par site en cm
-------	-----------------------------------

Padiégnan (NPK)	12
Duffrebo (NPK)	21
Amoriakro (NPK)	25
Asikasso (fiente de poule)	19
Année	0,2811 NS
Sites	0,0749 NS

Tableau 10 : Hauteur moyenne (cm) des plants de la variété améliorée Yavo selon la disposition des lignes de plantation dans les systèmes améliorés

Périodes après plantation	Lignes de bordure proche de <i>Gliricidia</i> sp	Lignes centrales entourées par le soja vert	Ecart
2 mois	51,56	41	10,56
4 mois	161,32	158,5	2,82

4.9 Taux de couverture des parcelles : Les résultats ont montré une nette différence entre les systèmes de culture (Tableau 11). Dans l'ensemble, les systèmes améliorés de culture en couloirs (dense) ont bien couvert le sol comparativement au système traditionnel (moyennement dense). Les taux moyens

obtenus à 2, 4 et 6 mois après plantation avec les systèmes améliorés ont été respectivement 3,1, 3,5 et 3,6. Ceux du système traditionnel ont débuté avec un taux de 2,7, ensuite 1,9 et en fin 2,4. Le site d'Assikasso a présenté des résultats relativement plus intéressants que les autres sites.

Tableau 11 : Taux de couverture des parcelles

Systèmes de culture		Culture en couloirs			Système traditionnel (témoin)		
Culture dominante selon les périodes		Yavo+ soja vert	Yavo+ <i>Gliricidia</i>	Yavo+ <i>Gliricidia</i>	Manioc local+arachide	Manioc local	Manioc local
Sites	Périodes	2 mois	4 mois	6 mois	2 mois	4 mois	6 mois
Padiégnan (NPK)	2002	2,7	3,1	3,4	2,7	1,9	2,6
	2003	2,6	3,4	3	2,6	1,8	2,3
Duffrebo (NPK)	2002	3,5	3,6	3,8	2,9	1,7	2,1
	2003	2	3,5	3,7	2	1,9	2,2
Amoriakro (NPK)	2002	3,4	3,3	3,8	2,5	1,9	2,5
	2003	3,2	3,2	3,6	2,8	1,8	2,4
Assikasso (fiente)	2002	3,7	3,8	3,8	2,9	2,3	2,7
	2003	3,9	3,9	3,9	2,9	2,1	2,5
Moyenne		3,1	3,5	3,6	2,7	1,9	2,4
Ecart-type		0,6	0,3	0,7	0,3	0,2	0,2
Coefficient de variation		19,4%	8,6%	19,4%	11,1%	10,5%	8,3%

Evaluation visuelle du couvert végétal des parcelles : 1 = peu dense, 2 = moyennement dense, 3 = dense, 4 = très dense

Le manioc amélioré (Yavo) et le soja vert se sont développés très tôt et se sont associés pour tisser une couverture végétale. Cette couverture est devenue très dense 45 jours après plantation (Figure 3 B) voire après la récolte du soja vert (Figure 3 C et D). De façon générale, un sarclage (6% des temps de travail) en début de culture (10 à 15 jours après plantation) de l'association manioc / soja vert / *Gliricidia* (Figure 3 A) a suffi pour le maintien d'une couverture végétale plus longue, voire permanente, durant la période de culture. Ceci a jugulé

l'enherbement réduisant ainsi les charges des travaux champêtres comparativement au système traditionnel (association manioc local / arachide).

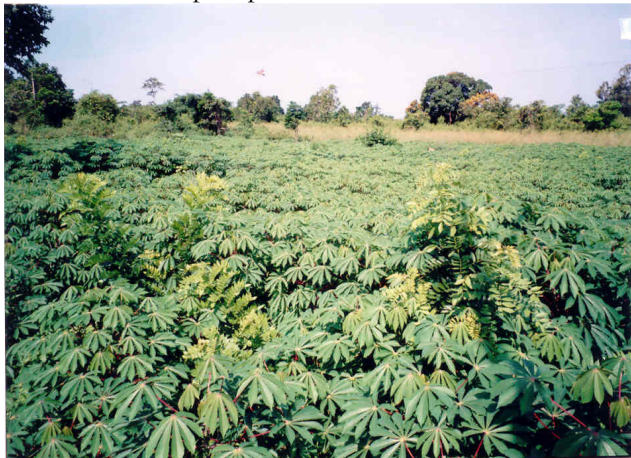
Dans le système traditionnel, 4 sarclages ont été effectués au niveau de l'association manioc local (Gloussi) / arachide avant que le manioc ne soit assez bien implanté pour étouffer la croissance des mauvaises herbes. Le sarclage a été l'activité la plus consommatrice en temps de travail (29%) pendant la saison de culture.



A – Un sarclage en début de culture et couverture du sol, 2 semaines après plantation



B - Couverture du sol : 45 jours après plantation



C - Couverture du sol : 4 mois après plantation



D - Couverture du sol : 6 mois après plantation

Figure 3 : Architecture des systèmes améliorés lors de la croissance aérienne des plants ; à 2, 4 et 6 mois après plantation.

5 DISCUSSION

La variabilité d'une année à l'autre des taux de germination et de débourrage des variétés introduites, à savoir : Yavo, soja vert (Mung bean) et *Gliricidia sepium* pourraient s'expliquer par la qualité des variétés, le niveau de fertilité des sols, le passé cultural, le moment de la plantation et du désherbage des parcelles. Les taux de germination et de débourrage des variétés introduites relevés en 2002 ont été statistiquement supérieurs à ceux de 2003. Le climat de l'année 2002 (1498 mm de pluies) s'est avéré le plus arrosé comparativement à l'année 2003 (1174 mm de pluies). Comme cela a été démontrés par Vine *et al.* (1985), il faut un certain degré d'humidité du sol pour réussir l'association culturale d'où l'importance de la pluviométrie au moment de la mise en place des

parcelles. Une fois démarrés, les jeunes plants peuvent résister à la sécheresse. Le faible taux de débourrage a été observé avec *Gliricidia sepium* (36%). *Gliricidia sepium* se développe bien de façon générale dans les faibles et moyennes altitudes respectivement 0-800 m et 800-1200 m (Kang *et al.*, 1999). Le cas d'Abengourou ne semble pas être une contrainte au bon développement de *Gliricidia sepium*. Le faible taux de débourrage de *Gliricidia sepium* pourrait s'expliquer du retard de plantation accusé après la coupe des chicots (4 à 5 jours après la coupe), à l'exposition des chicots aux rayonnements solaires intenses, au non-respect de la profondeur de plantation (25 cm), la taille des chicots (1,5 cm) et de la compétition entre le

manioc et le *Gliricidia sepium*. Il faudrait donc une meilleure gestion des chicots avant la plantation.

La variété locale de manioc (Gloussi) a présenté de grandes tailles (210 cm) comparativement à la variété améliorée Yavo (182 cm). Mais de façon générale, la croissance des plants de manioc a été plus importante entre le deuxième et le quatrième mois après plantation. Avant et après cette période, la croissance des plants a été lente. En effet, les deux premiers mois de développement correspondent à la phase d'installation, phase pendant laquelle la croissance végétative est ralentie au détriment de celle des racines. Entre le deuxième et le quatrième mois après plantation, c'est la phase de développement du système aérien. Ici, le système racinaire est maintenant fonctionnel et la croissance caulinaire est reprise de façon vive. A partir du quatrième mois après plantation, c'est la tubérisation. Pendant cette phase, la croissance végétative est ralentie tandis que les racines tubéreuses se développent pour atteindre, quelques mois plus tard, leur croissance optimale (Silvestre et Arraudeau, 1983 ; Barampama, 1992).

La culture du manioc demande un contrôle efficace des mauvaises herbes, spécialement durant la phase initiale lente de son développement pour des rendements optimum. Ce contrôle peut être effectif à travers des pratiques comme cela a été démontré dans la présente étude par l'association culturale, la densité de plantation et l'utilisation de variétés améliorées. La présence du soja vert a affecté le développement initial du manioc en culture associée. Les lignes de manioc proche du *Gliricidia sepium* ont eu plus d'espace pour se développer contrairement à celles situées à l'intérieur des lignes

6 CONCLUSION

Ce travail a permis de mettre en évidence la croissance aérienne des plantes en culture associée de manioc et le taux de couverture des parcelles. Le soja vert et les variétés de manioc (Yavo et Gloussi) ont présenté des taux de germination et de débouillage supérieurs à 65%. Toutefois, le débouillage de *Gliricidia sepium* a été mauvais sur les deux cycles de production, en moyenne 36%. La culture en couloirs comparée au système

de soja. Ce constat a été fait par Tsay *et al.* (1989). Toutefois, Tsay *et al.* (1985, 1987, 1988a,b, 1989) s'accordent à signifier que dans un sol où l'azote est disponible, l'association du manioc et du soja apparaît être particulièrement un système productif. L'azote a été appliqué comme fumure de fond à 10 t pour la fiente de poule et 200 kg pour l'engrais NPK₁₀₋₁₈₋₁₈ dans la présente étude favorisant une association durable entre le manioc et le soja vert et une utilisation efficace des éléments nutritifs du sol. Cette durabilité a été manifeste par une couverture permanente du sol durant le cycle végétatif des plants. Le soja récolté tôt, trois mois après semis, a permis à son tour au manioc de recouvrir rapidement le sol et capter les radiations solaires.

L'association culturale manioc amélioré Yavo / soja vert / *Gliricidia sepium* a bien couvert le sol comparativement au système traditionnel, l'association manioc local Gloussi / arachide. La couverture de feuillage du manioc, du soja vert et du *Gliricidia sepium* a défavorisé la croissance des mauvaises herbes ; réduisant ainsi le nombre de sarclages qui était de quatre dans le système traditionnel, à un dans le système amélioré de culture en couloirs. Une partie de la main-d'œuvre familiale, surtout les femmes, se trouve libérée grâce à la réduction du nombre de sarclage. Cette main-d'œuvre libre s'oriente vers d'autres activités (activités extra-agricoles, travail salarié, etc.). Ces dernières procurent des revenus additionnels. De façon unanime avec Unamma et Ene (1985), la plantation plus dense protège les cultures des mauvaises herbes et le sol contre l'érosion (Kotschi *et al.*, 1990).

traditionnel a assuré une couverture permanente du sol et une réduction du nombre de sarclages. Une bonne couverture végétale est très importante pour prévenir la dégradation du sol et permettre sa réhabilitation. Le soja vert est approprié pour être utilisé comme plante de couverture dans la culture du manioc. La culture en couloirs du manioc constitue un atout certain pour une large diffusion.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aweto A.O, Obe O and Ayanniyi O.O: 1992. Effects of shifting and continuous cultivation of cassava (*Manihot esculenta*)

intercropped with maize (*Zea mays*) on a forest alfisol in south-western Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 118:195-198.

- Bado B.V : 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudaniennes du Burkina Faso. Thèse, Faculté des études supérieures de l'Université Laval, Québec, Canada. 184 p.
- Barampama A : 1992. Le manioc en Afrique de l'Est. Éditions Karthala et IUED. 287 p.
- Behi Y.E.N, Diallo S.S, Ayemou S.A, Kouadio K.K.H, Abega J, Kouame P, Ayemou A, Lehman B et Girardin O : 2002. Evaluation agronomique et technologique de variétés améliorées de manioc en Côte d'Ivoire en vue de leur diffusion. Dans : Bioterre, revue internationale des sciences de la vie et de la terre. Actes du colloque international, thème : la recherche en partenariat pour un développement durable en Afrique de l'Ouest. Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS), du 27 – 29 août 2001, Abidjan - Côte d'Ivoire. pp 271-285.
- Dagnelie P : 2003. Principes d'expérimentation, planification des expériences et analyses de leurs résultats. Edition Les presses agronomiques de Gembloux. 397p.
- Dervin C : 1999. Initiation au logiciel statistique SAS sous UNIX. Edition Institut National Agronomique, Paris (France). 63 p.
- Djogo A : 1995. Foncier rural et intensification de l'agriculture en Côte d'Ivoire. Rapport de recherche, n° 2 – novembre 1995. 25 p.
- Durot C: 2002. S.A.S., Statistical Analysis System. Edition. 54 p.
- Gouet J.P et Philipeau G : 1992. Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance ? Edition ITCF, Paris (France). 47 p.
- Howeler R.H: 1991). Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. *Field Crops Research*, 26:1-18.
- Howeler R.H. and Cadavid L.F: 1990. Short-and long-term fertility trials in Colombia to determine the nutrient requirements of cassava. *Fertilizer Research*, 26:61-80.
- Kang B.T, Atta-Krah A.N and Reynolds L: 1999. Alley farming. The tropical agriculturalist. CTA, IITA. 110p.
- Kotschi J, Water-Byer A, Adelhelm R et Hoesle U: 1990. Agriculture écologique et développement agricole. GTZ. 134 p.
- Mosso K, Bohoua G et Gnakri D: 2000. Détoxification en cyanure des aliments dérivés du manioc. UFR des sciences et technologie des aliments. Université d'Abobo-Adjamé. Côte d'Ivoire. 9p.
- Silvestre P et Arraudeau M: 1983. Le manioc. Techniques agricoles et productions tropicales. Edition G.P. Maisonneuve et Larose et ACCT. Paris, France. 263 p.
- Steiner G.K: 1984. Cultures associées dans les petites exploitations agricoles, en particulier en Afrique de l'Ouest. Eschborn, GTZ. 384 p.
- Tsay J.S, Fukai S and Wilson G.L: 1985. Soybean response to intercropping with cassava. In: Schanmugasundaram, S and Sulzberger, E.W, Eds, Soybean in tropical and subtropical cropping systems. AVRDC, Tainan, Taiwan. pp 13-24.
- Tsay J.S, Fukai S and Wilson G.L: 1987. The response of cassava (*Manihot esculenta*) to spatial arrangements and to soybean intercrop. *Field Crops Research*, 16: 19-31.
- Tsay J.S, Fukai S and Wilson G.L: 1988a. Effects of relative sowing time of soybean on growth and yield of cassava in cassava/soybean intercropping. *Field Crops Research*, 19: 227-239.
- Tsay J.S, Fukai S and Wilson G.L: 1988b. Intercropping cassava with soybean cultivars of varying maturities. *Field Crops Research*, 19: 211-225.
- Tsay J.S, Fukai S and Wilson G.L: 1989. Growth and yield of cassava as influenced by intercropped soybean and by nitrogen application. *Field Crops Research*, 21: 83-94.
- Unamma R.P.A et Ene L.S.O: 1985. Evaluation de la nocivité des mauvaises herbes dans la culture du manioc – culture intercalaire du maïs dans la forêt humide du Nigeria. In: Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B et Mahungu, N.M. plantes – racines tropicales : culture et emplois en Afrique : actes du second symposium triennal de la société internationale pour les plantes – racines. Direction Afrique, 14 – 19 août 1983, Douala, Cameroun. Ottawa, Ont., CRDI. pp 62-64.
- Vine P.N, Ajayi O.B, Mitchozounou D.M, Hounkpatin E.J et Hounkpevi T: 1985.

Procédés de conservation du sol dans la production du manioc et de l'igname. Dans : Terry,E.R., Doku,E.V., Arene,O.B et Mahungu,N.M. Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique.

Actes du second symposium triennal de la société internationale pour les plantes-racines tropicales. Direction Afrique, Douala, Cameroun. Ottawa, Ont., CRDI. pp 69 – 72.