

Rendements en tubercules frais et teneurs en matière sèche de soixante-dix nouvelles variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cultivées dans le centre de la Côte d'Ivoire

*Bakayoko S.^{1,2}, Kouadio K.K.H.^{1,3}, Soro D.^{1,2}, Tschannen A.², Nindjin C.², Dao D.², Girardin O²

¹ : Université d'Abobo-Adjamé, URES de Daloa, Département des Sciences de la Terre, 02 BP 150 Daloa 02, Côte d'Ivoire

² : Centre Suisse de Recherches Scientifiques, 01 BP 1303 Abidjan 01

³ : Université de Cocody (Abidjan), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire de Pédologie et de Géologie appliquée, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Adresse du principal auteur: *BAKAYOKO Sidiky, Tél: +225 07 41 41 83 e-mail : sidiky_bakayoko@yahoo.fr

Mots clés: manioc, variétés améliorées, rendement, teneur en matière sèche, Côte d'Ivoire.

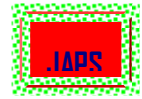
Keywords: cassava, improved varieties, yield, dry matter, Côte d'Ivoire.

1 RESUME

Des caractéristiques de 70 variétés améliorées de manioc (*Manihot esculenta* Crantz), récoltées à 15 et 18 mois après plantation sur les sols ferrallitiques moyennement désaturés sableux, à Bringakro dans le Centre de la Côte d'Ivoire (altitude 150 m, 06°40' N, 05°09' W) ont été étudiées de 2002 à 2005. Cette étude avait pour objectif d'identifier les rendements, les taux de matière sèche, les indices de récolte et les taux de pourriture des différentes variétés. Les rendements en racines tubéreuses fraîches et les taux en matière sèche les plus élevés ont été obtenus par des variétés améliorées (76 t.ha⁻¹ et 46%). Les périodes de récoltes ont influencé de façon significative les rendements moyens et les taux de matière sèche des tubercules. A 15 mois après plantation, en septembre, les rendements moyens en tubercules ont atteint 45 t.ha⁻¹ contre 39 t.ha⁻¹ à 18 mois en décembre. Les taux moyens de matière sèche ont été de 38 et 36% respectivement à 15 et 18 mois après plantation. La classification des variétés a montré que les clones à forts rendements en racines fraîches ont tendance à accumuler beaucoup d'eau, par conséquent ils ont une faible teneur en matière sèche. Les clones dont le rendement en tubercules frais, est élevé ont un indice de récolte élevé et un taux de pourriture bas.

ABSTRACT

Characteristics of 70 varieties of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz), harvested at 15 and 18 months after planting on a moderately unsaturated ferrallitic sandy soil of Bringakro in the centre of Côte d'Ivoire (altitude 150 m, 06°40' N, 05°09' W) were studied. This study aimed to identify yields, dry matter content, the harvest indices and rates of decay of the different varieties. The yields of fresh tuberous roots and dry matter rate were obtained highest by improved varieties (76 t.ha⁻¹ and 46%). The harvest periods were significantly influenced by the average yield and dry matter content of tubers. At 15 months after planting, at September, the mean root yields were about 45 t.ha⁻¹ against 39 t.ha⁻¹ at 18 months at December. The dry matter rates were about 38 and 36% respectively at 15 and 18 months after planting. The



classification of the varieties showed that the clones with strong fresh roots outputs tend to accumulate much water; consequently they have low dry matter content. The clones with high fresh tuber yield have a high harvest index and a low rot rate..

2 INTRODUCTION

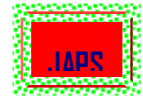
En Côte d'Ivoire, la superficie des terres cultivées avec le manioc, est de 350'000 hectares pour une production de 2'450'000 tonnes, soit un rendement de 7 t.ha⁻¹ (Anonym, 2010), alors que le potentiel du manioc est estimé à 60 t.ha⁻¹ en terres fertiles (Anonyme, 1980). Depuis quelques années, on observe une stagnation de la production, liée à une stagnation des surfaces cultivées. Le système de culture se caractérise par une culture manuelle extensive du type défriche-brûlis où la jachère occupe une place de choix dans la reconstruction de la fertilité des sols. Malheureusement, la rareté des terres écourte la durée de la jachère (1 à 3 ans) dans la zone guinéenne (Ndabalishye, 1995). L'absence de rotation des cultures entraîne une augmentation des maladies et des infestations de parasites, d'où des rendements faibles.

Il existe d'autres obstacles à la production parmi lesquelles l'utilisation de variétés locales très sensibles aux maladies et aux ravageurs. On pourrait citer la cochenille et les maladies virales du manioc. Les périodes de surproduction alternent avec celles de pénuries si bien qu'il est difficile d'assurer un approvisionnement constant du marché à prix régulier. La disponibilité du manioc, par tête d'habitant et par année, a chuté de 101,5 kg en 1997 à 98 kg en 2010 en Côte d'Ivoire sur l'ensemble de la période (Anonym, 2010). A partir des années soixante-dix, avec la création du CIAT en Colombie et de l'IITA au Nigéria, les recherches ont porté sur des aspects plus fondamentaux comme la classification et la variabilité du manioc. A la fin des années quatre-vingt, l'ORSTOM a réalisé, en Côte d'Ivoire, une évaluation du polymorphisme isoenzymatique du manioc et d'une espèce proche, résistante à la mosaïque virale africaine et à la bactériose. Plus récemment, des travaux ont été entrepris sur les

marqueurs moléculaires au Royaume-Uni, au Brésil, en Colombie, aux États-Unis, en France, aux Pays-Bas et à Singapour. Un réseau sur les Biotechnologies du manioc, le CBN (Cassava Biotechnology Network), a été créé pour faire le point sur les avancées dans ce domaine et dégager les priorités de recherche (Anonyme, 1993).

Selon l'ORSTOM, l'IRAT et l'IDESSA, la Côte d'Ivoire possède près d'une centaine de cultivars locaux dont *Agba ouffoué*, *Agba sampié*, *Agba Kangba*, *Agba Koumassi*, *Bonoua Rouge*, *Nanitafléma*, *Djéboubobaba*, *Kokobassié*, *Gbangougè* (Kouakou, 1990). D'une manière générale, les variétés traditionnelles de la Côte d'Ivoire se caractérisent par un long cycle de production, un faible nombre de racines par plante (moyenne=3), une faible production en racines fraîches, une petite taille et un court pédoncule.. (Kouakou, 1990).

Pour répondre à la demande croissante due à la forte croissance démographique, une intensification de la production s'impose, en vue d'exploiter les potentialités de cette plante pour la sécurité alimentaire. Cela implique que des aliments devraient être disponibles toute l'année pour soutenir l'énergie et la santé des ménages et pour couvrir les besoins nutritionnels. L'atteinte de cet objectif passe par la mise au point et l'observation attentive de techniques culturelles efficaces et surtout de cultivars performants, adaptés au milieu et résistants à la plupart des fléaux qui menacent le manioc. Il devient alors indispensable de procéder à une amélioration des systèmes de production (Ndabalishye, 1995), voire à une introduction de nouvelles technologies de culture offrant des garanties de stabilité, afin de couvrir les besoins des populations, tout en préservant les ressources naturelles (Pellet et Mabrouk, 1993).



L'étude a consisté à la mise en place en 2002, d'un essai de sélection variétale portant sur 70 variétés améliorées. Ces cultivars ont été importés de l'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) à Ibadan au Nigéria, par le CSRS (Centre Suisse de Recherches Scientifiques), dans le but d'obtenir des variétés de maniocs plus productifs et moins sensibles aux maladies. L'objectif principal de ce travail est

3 MATERIEL ET METHODES

3.1. Site d'étude : Les essais ont été conduits dans le champ expérimental (altitude 150 m, 06°40' N, 05°09' W) du Centre Suisse de Recherches Scientifique, à Bringakro, situé à 180 km au Nord d'Abidjan (Côte d'Ivoire). La parcelle occupe la pente faible (1 à 2%) d'un interfluve. La jachère était composée essentiellement d'*Imperata cylindrica* (Poaceae), de *Chromolaena odorata* (Asteraceae), avec une absence d'éléments grossiers et par endroit des débris végétaux et des turricules d'*Hyperiodrilus africanus* (Oligochaeta, Eudrilidae).

3.2 Sols : Les sols sont du type ferrallitique moyennement et faiblement désaturé et sont caractérisés par des teneurs élevées en sables fins et une faible épaisseur d'humus.

La granulométrie des horizons du sol a varié de la surface (0-28 cm) à la profondeur (28-53 cm). Les sables ont été prépondérants en surface et en profondeur (78,9-79,5%). Le taux d'argiles (kaolinite surtout) a augmenté progressivement avec la profondeur (5,2-8,6%), mais est resté inférieur à celui des limons (15,3-12%). Le pH du sol a été acide en surface (5) et en profondeur (5,8). Le rapport C/N a été normal en surface (12) et a diminué avec la profondeur (8). Le taux de matière organique est resté faible sur l'ensemble de la parcelle et a diminué progressivement en profondeur de 0,89 à 0,58%. La répartition de la matière organique a été hétérogène dans les horizons. Elle a été pourvue en surface (0,89%) et a décliné rapidement en profondeur (0,58%). La teneur en azote total (0,045%) est restée insuffisante sur la parcelle entière. Ce sol a été donc très pauvre en cet élément, ce qui a justifié le faible taux de matière organique. Le phosphore total a été faible pour les deux niveaux. Il a été de 146 ppm en surface et 133 ppm en profondeur. La CEC a été très

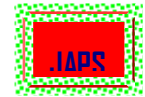
de contribuer à l'amélioration de la production du manioc en Côte d'Ivoire, à travers l'introduction de nouvelles variétés. Afin de déterminer les caractéristiques de ces clones, le poids des tubercules frais, le poids des plants frais, le nombre de tubercules avariés, le poids des tubercules secs et le poids des plants secs ont été étudiés.

faible et a augmenté de la surface vers la profondeur (2,4 et 2,8 méq/100 g de sol). Concernant les bases échangeables, S (calcium, magnésium, potassium et sodium), les teneurs ont été faibles (0,881 à 0,747 méq/100 g) et très inférieures aux seuils critiques. Le taux de saturation en bases a été moyen (37 à 27%).

3.3 Climat du site : La région se caractérise par un climat équatorial de transition avec deux maxima et deux minima, une grande saison des pluies (Mars à Juillet) avec un total moyen de 850 mm d'eau, une petite saison sèche (Juillet à Août), une petite saison des pluies (Septembre à Octobre) qui a donné environ 185 mm et une grande saison sèche (Novembre à Février). L'harmattan, vent sec et dominant souffle de décembre à février pendant la grande saison sèche. La pluviométrie moyenne annuelle a été de 1153 mm de 2002 à 2005 avec une température moyenne de 26°C, une humidité relative moyenne de 77% et un rayonnement solaire global mensuel de 394 MJ m⁻².

3.4 Matériel végétal : Soixante-dix (70) nouvelles variétés améliorées de manioc (*Manihot esculenta*) issues de l'IITA basé à Ibadan au Nigéria, ont été introduites en Côte d'Ivoire. Ces variétés étaient composées d'une part de 56 vitro-plants réceptionnés en Juin 1998 et d'autre part de 14 boutures introduites en Juin 2002. Les vitro-plants étaient en production sur la station de recherche du Centre Suisse de recherches Scientifiques où ont été récoltées les boutures pour la mise en place des essais de la présente étude. Une variété locale (Anader2) très cultivée dans la région et bien appréciée par les populations, a été utilisée comme témoin (Tableau 1)

3.5 Dispositif expérimental : Les variétés provenant des vitro-plants étant nombreuses (56), avec une quantité limitée de boutures pour chaque

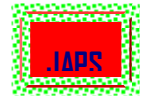


lignée et les variétés reçues en faible quantité en 2002 (14). le dispositif expérimental utilisé a été l'« augmented design » (Figure 1). Ce dispositif permet, en effet, l'évaluation d'un nombre élevé de variétés, sans gonfler la taille du champ expérimental à une taille trop élevée, avec comme conséquence une

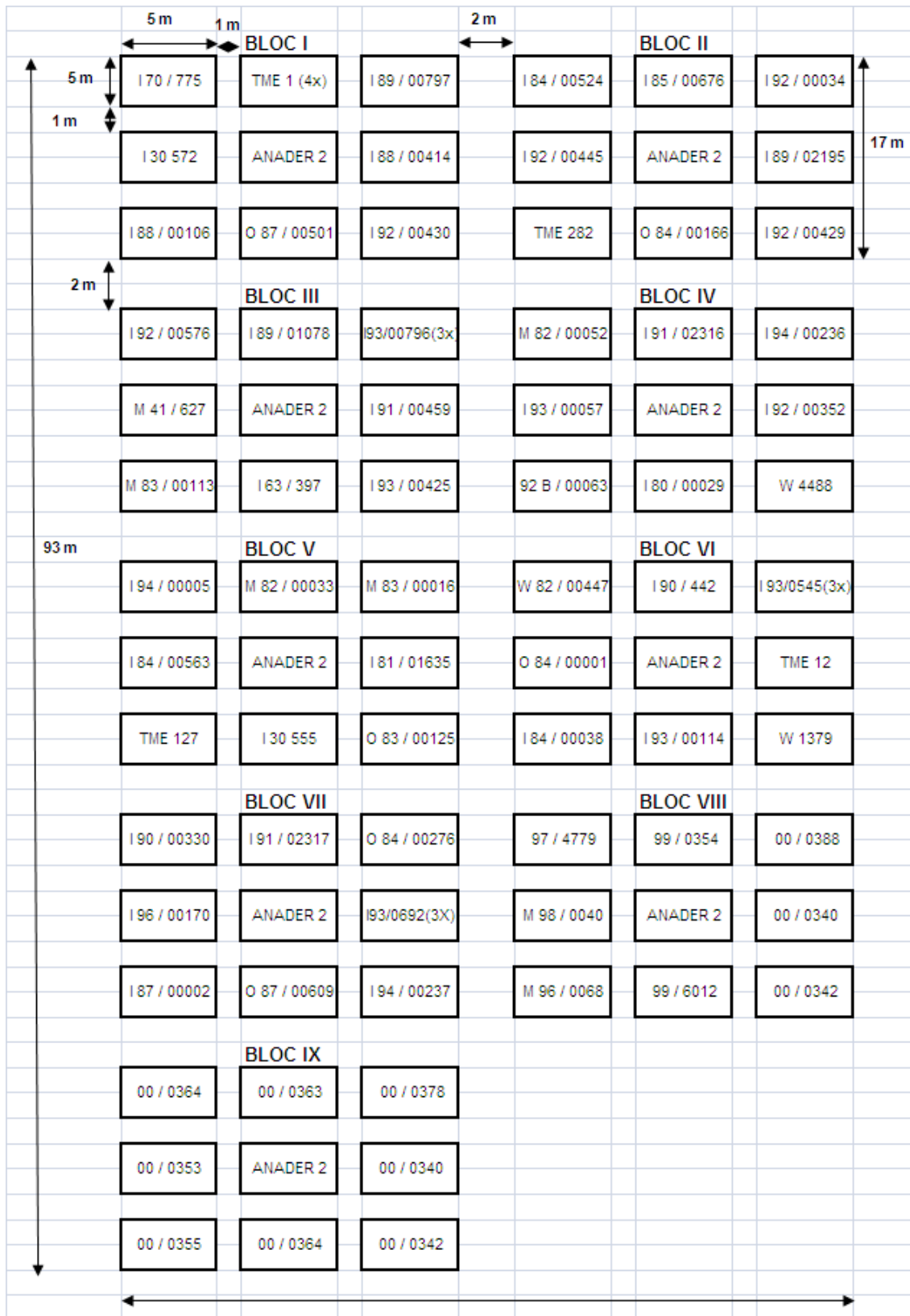
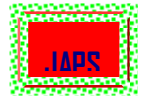
hétérogénéité à l'intérieur de chaque bloc (Lin et Poushinsky, 1983). Ceci est possible, parce que chaque variété n'est que plantée une fois, et l'effet bloc est estimé avec un témoin qui est répété dans chaque bloc.

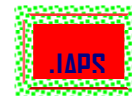
Tableau 1 : Liste des variétés de manioc utilisées

Codes	Clones	Origine	Nature	Codes	Clones	Origine	Nature
1	Anader2	locale	bouture				
2	97/4779	IITA	bouture	37	I 88 / 00414	IITA	vitro-plant
3	M98/0040	IITA	bouture	38	I 92 / 00430	IITA	vitro-plant
4	M96/0068	IITA	bouture	39	I93/00796(3x)	IITA	vitro-plant
5	99/0354	IITA	bouture	40	I 91 / 00459	IITA	vitro-plant
6	99/6012	IITA	bouture	41	I 93 / 00425	IITA	vitro-plant
7	00/0388	IITA	bouture	42	M 83 / 00016	IITA	vitro-plant
8	00/0340	IITA	bouture	43	I 81 / 01635	IITA	vitro-plant
9	00/0342	IITA	bouture	44	O 83 / 00125	IITA	vitro-plant
10	00/0346	IITA	bouture	45	O 84 / 00276	IITA	vitro-plant
11	00/353	IITA	bouture	46	I93/0692(3X)	IITA	vitro-plant
12	00/0355	IITA	bouture	47	I 94 / 00237	IITA	vitro-plant
13	00/0363	IITA	bouture	48	I 84 / 00524	IITA	vitro-plant
14	00/0364	IITA	bouture	49	I 92 / 00445	IITA	vitro-plant
15	00/0378	IITA	bouture	50	TME 282	IITA	vitro-plant
16	I 70 / 775	IITA	vitro-plant	51	M 82 / 00052	IITA	vitro-plant
17	I 30 572	IITA	vitro-plant	52	I 93 / 00057	IITA	vitro-plant
18	I 88 / 00106	IITA	vitro-plant	53	92 B / 00063	IITA	vitro-plant
19	I 92 / 00576	IITA	vitro-plant	54	W 82 / 00447	IITA	vitro-plant
20	M 41 / 627	IITA	vitro-plant	55	O 84 / 00001	IITA	vitro-plant
21	M 83 / 00113	IITA	vitro-plant	56	I 84 / 00038	IITA	vitro-plant
22	I 94 / 00005	IITA	vitro-plant	57	I 85 / 00676	IITA	vitro-plant
23	I 84 / 00563	IITA	vitro-plant	58	O 84 / 00166	IITA	vitro-plant
24	TME 127	IITA	vitro-plant	59	I 91 / 02316	IITA	vitro-plant
25	I 90 / 00330	IITA	vitro-plant	60	I 80 / 00029	IITA	vitro-plant
26	I 96 / 00170	IITA	vitro-plant	61	I 90 / 442	IITA	vitro-plant
27	I 87 / 00002	IITA	vitro-plant	62	I 93 / 00114	IITA	vitro-plant
28	TME 1 (4x)	IITA	vitro-plant	63	I 92 / 00034	IITA	vitro-plant
29	O 87 / 00501	IITA	vitro-plant	64	I 89 / 02195	IITA	vitro-plant
30	I 89 / 01078	IITA	vitro-plant	65	I 92 / 00429	IITA	vitro-plant
31	I 63 / 397	IITA	vitro-plant	66	I 94 / 00236	IITA	vitro-plant



32	M 82 / 00033	IITA	vitro-plant	67	I 92 / 00352	IITA	vitro-plant
33	I 30 555	IITA	vitro-plant	68	W 4488	IITA	vitro-plant
34	I 91 / 02317	IITA	vitro-plant	69	I 93/0545(3x)	IITA	vitro-plant
35	O 87 / 00609	IITA	vitro-plant	70	TME 12	IITA	vitro-plant
36	I 89 / 00797	IITA	vitro-plant	71	W 1379	IITA	vitro-plant



**Figure 1** : Dispositif expérimental de l'essai

Dans chaque bloc, les petites parcelles ont été disposées selon un schéma $p \times p$; la parcelle centrale étant utilisée pour le témoin (variété contrôle). Les petites parcelles ont une forme carrée (5 m X 5 m), soit 25 m², de façon à ce que les distances entre la parcelle centrale et les huit parcelles testées soient relativement uniformes. A la plantation, des boutures de 15-20 cm de long ont été insérées de façon oblique sur les lignes, à l'écartement de 1 x 1 m (densité de plantation 10'000 plants/ha). L'essai a été mise en place le 16 juin 2002, puis à la même date en 2003 à raison de 25 pieds par sous parcelle. Les lignées testées ont été affectées aléatoirement aux parcelles non-témoins. La variété distribuée au hasard comprend 5 lignes de 5 m (3 lignes utiles et 2 lignes de bordures) par date de plantation.

3.6 Collecte des données : Les plants ont été récoltés sur les lignes utiles pour observations, à 15 et 18 mois après plantation. A chaque récolte, pour chaque cultivar, 5 plants ont été prélevés au hasard sur chacune des lignes utiles. Le prélèvement a été effectué de façon à ne pas perturber les autres plants. Après la récolte, le rendement en racines tubéreuses (R), le taux de pourriture (TP), et l'indice de récolte (IR), ont été obtenus par les formules suivantes en utilisant les valeurs pesées par sous-parcelle :

$$R \text{ (t.ha}^{-1}\text{)} = PTFR / SSP$$

$$TP \text{ (\%)} = (NRPU / NRPU \times NRSU) \times 100$$

$$IR \text{ (sans unité)} = PSR / PSTP$$

4 RESULTATS

4.2 Rendements : Les rendements ont été de 45 t.ha⁻¹ à 15 mois contre 39 t.ha⁻¹ à 18 mois, après plantation pour l'ensemble des variétés. Les variétés ont été moins productives à 18 mois, de près de 6 t.ha⁻¹ par rapport à la récolte à 15 mois, soit une diminution de 15 %. La différence entre les deux périodes de récolte a été significative ($p < 0,05$). Le rendement moyen de l'ensemble des nouvelles variétés a été de 34 t.ha⁻¹ contre 49 t.ha⁻¹ pour la

où

PTFR : Poids Total des Racines tubéreuse fraîches (t)

SSP : Surface de la Sous-Parcelle (ha)

NRPU : Nombre de Racines tubéreuses Pourries par Parcelle Utile

NRSU : Nombre de Racines tubéreuses Saines par parcelle Utile

PSR : Poids de Racines tubéreuses séchées

PSTP : Poids Total Plante et racines tubéreuses séchées

Ces mesures ont été effectuées pour chaque variété et pour chaque bloc à différentes périodes.

Ensuite, dix tubercules de chaque variété par bloc ont été broyés au moulin. La masse de chaque échantillon frais a été relevée. Après séchage à l'étuve à 104°C et pendant 24 H, jusqu'à obtenir un poids constant, la masse de l'échantillon séché a été aussi relevée. Le taux de matière sèche a ainsi été calculé à partir de la formule suivante :

$$Ms = [\text{Poids de l'échantillon sec (g)} / \text{poids de l'échantillon frais (g)}] \times 100$$

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

variété témoin (*ANADER2*). Là aussi, la différence de rendement a été significative. Cependant, il n'y a pas eu d'effet d'interaction entre la variété et la période de récolte. Les rendements des nouvelles variétés ont été significativement différents entre eux. Les variétés *99_6012* (76 t.ha⁻¹), *I94_00005* (72 t.ha⁻¹), *I81_0169* (70 t.ha⁻¹), *M82_005* (63 t.ha⁻¹), *TME282* (55 t.ha⁻¹), et *I88_0041* (49 t.ha⁻¹) ont produit des rendements significativement supérieurs au témoin (

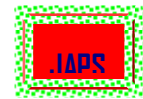


Tableau 2).

Tableau 2 : Classement des variétés de manioc selon la moyenne des rendements

ordre	variétés de manioc	code	rendement (t/ha) ¹ C M	ordre	variété	code	rendement (t/ha) ¹ C M
1	A N A D E R 2	0	50	36	I96_0017	1	32
2	99_6012	1	76 ^{ss}	37	M 41_627	1	32
3	194_0000	1	72 ^{ss}	38	I84_0016	1	32
4	181_0163	1	70 ^{ss}	39	I93_0005	1	31
5	190_0033	1	69	40	I89_0079	1	31
6	M 82_0005	1	63 ^{ss}	41	I92_0042	1	30
7	190_442	1	60	42	92B_0006	1	29
8	193_0042	1	59	43	W 4488	1	28
9	191_0045	1	58	44	I80_0002	1	27
10	W 1379	1	58	45	T M E 12	1	26
11	T M E 282	1	55 ^{ss}	46	I93_0692	1	25
12	193_0079	1	55	47	T M E 1_4x	1	25
13	I30_555	1	53	48	M 83_0011	1	24
14	191_0231	1	52	49	O 83_0012	1	22
15	M 82_0003	1	51	50	M 98_0040	1	22
16	192_0057	1	49	51	I87_0000	1	21
17	188_0041	1	49 ^{ss}	52	I30_575	1	20
18	W 82_0044	1	48	53	97_4779	1	20
19	I84_0000	1	47	54	99_0354	1	19
20	T M E 127	1	46	55	M 96_0068	1	18
21	I84_0052	1	45	56	00_0364	1	17
22	I63_397	1	45	57	O 87_0060	1	16
23	087_0050	1	44	58	I92_0043	1	14
24	193_0011	1	42	59	00_0342	1	14
25	00_0388	1	41	60	00_0346	1	12
26	I89_0107	1	40	61	I70_775	1	10
27	194_0023	1	40	62	I92_0044	1	10
28	192_0035	1	40	63	00_0340	1	10
29	O 84_0027	1	40	64	I89_0219	1	7
30	M 83_0001	1	37	65	00_0363	1	5
31	I84_0003	1	36	66	I92_0003	1	5
32	I84_0056	1	35	67	00_0353	1	3
33	00_0378	1	35	68	00_0355	1	1
34	I85_0067	1	33				
35	I88_0010	1	33				

¹Carré moyen ajusté (Least Square Mean

^{ss} significativement supérieur au témoin

A N A D E R 2 au seuil de $p < 0,05$, selon le test de Fisher

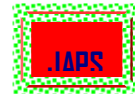
4.3 Teneur en matière sèche : La teneur en matière sèche des variétés a été de 38% à 15 mois contre 36% lors de la récolte à 18 mois. La différence observée entre les deux périodes a été significative au seuil de $p < 0,05$. Le taux de matière sèche moyen de l'ensemble des nouvelles variétés était égal à 37% tout comme celui du témoin. Il n'y a pas non plus d'effet

4.4 Classification des variétés

d'interaction entre la variété et la période de récolte. La différence entre les taux moyens de matière sèche des variétés 00_0388 (46%), M96_0068 (44%), 00_0342 (44%), 99_0354 (44%), I92_0042 (42%), TME282 (42%), I93_0079 (41%), I89_0107 (41%), 00_0364 (40%), 00_0353 (40%) et le taux du témoin (37%) a été significative (

4.4.1 Analyse en Composantes Principales :

Les axes principaux ont expliqué le système d'une



manière assez forte (38% de variance pour l'axe 1 ; 62% de variance totale expliquée par le cumul des deux premiers axes) (**Error! Reference source not found.**4). Chaque axe principal explique une valeur de la variance totale non négligeable. Les représentations de cette ACP ne prennent en compte que deux axes principaux. Ainsi, la dispersion visualisée représente approximativement 62% (axe 1 et axe 2) de la variation du système étudié (Figure 2). Certaines variétés ont été génétiquement très proches (00_0364 et 00_0353) tandis que d'autres ont présenté des génotypes très éloignés (TME127 et 99_0354).

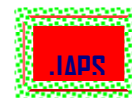
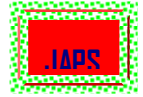


Tableau 3 : Classement des variétés de manioc selon la moyenne des teneurs en matière sèche

ordre	variété de manioc	code	teneur en matière sèche (%) ¹ CM	ordre	variété	code	teneur en matière sèche (%) ¹ CM
1	ANADER2	0	37	35	97_4779	1	37
2	00_0388	1	46 ^{ss}	36	M82_0003	1	37
3	M96_0068	1	44 ^{ss}	37	I80_0002	1	37
4	00_0342	1	44 ^{ss}	38	I91_0231	1	37
5	99_0354	1	44 ^{ss}	39	M83_0011	1	37
6	I92_0042	1	42 ^{ss}	40	I84_0016	1	37
7	I88_0010	1	42	41	I96_0017	1	37
8	TME282	1	42 ^{ss}	42	I93_0005	1	37
9	00_0340	1	42	43	93_0011	1	37
10	I70_775	1	42	44	00_0378	1	37
11	TME12	1	42	45	I93_0692	1	36
12	W82_0044	1	42	46	I89_0219	1	36
13	W4488	1	41	47	I63_397	1	36
14	I93_0079	1	41 ^{ss}	48	W1379	1	36
15	M83_0001	1	41	49	00_0346	1	36
16	I89_0107	1	41 ^{ss}	50	I92_0044	1	36
17	I92_0043	1	41	51	M82_0005	1	36
18	I84_0056	1	41	52	00_0355	1	36
19	O83_0012	1	41	53	I89_0079	1	36
20	I94_0000	1	41	54	I92_0003	1	35
21	92B_0006	1	40	55	I91_0045	1	34
22	00_0364	1	40 ^{ss}	56	O87_0050	1	34
23	TME1_4x	1	40	57	I92_0057	1	34
24	I30_575	1	40	58	M41_627	1	34
25	00_0353	1	40 ^{ss}	59	087_0050	1	33
26	M98_0040	1	40	60	99_6012	1	33
27	I84_0000	1	39	61	I87_0000	1	32
28	I94_0023	1	39	62	I90_0033	1	32
29	I93_0042	1	39	63	00_0363	1	31
30	I88_0041	1	38	64	TME127	1	31
31	I81_0163	1	38	65	I90_442	1	30
32	I30_555	1	38	66	O84_0027	1	29
33	I84_0003	1	38	67	I85_0067	1	27
34	I84_0052	1	38	68	O87_0060	1	25
				¹ Carré moyen ajusté (Least Square Mean)			
				^{ss} Significativement supérieur au témoin ANADER2 au seuil de p<0,05 selon le test de Fisher			

Tableau 4 : Répartition de la variance expliquée par les axes de l'ACP

Axes	Variance du système expliquée	Variance cumulée (%)
1	0,38	38
2	0,24	62
3	0,17	79



4	0,14	93
5	0,07	100

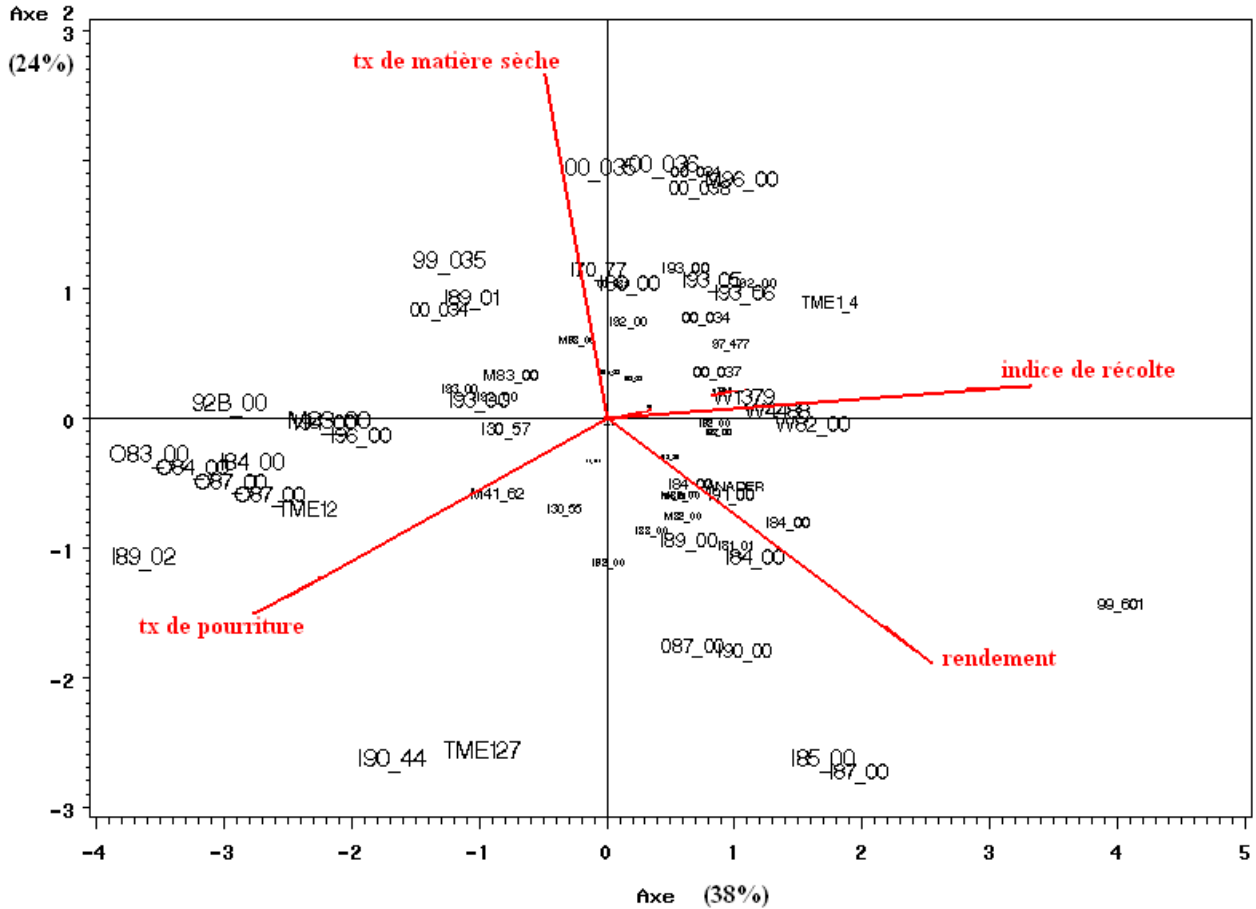


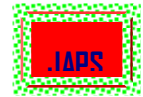
Figure 2 : Corrélation entre variétés de manioc et caractéristiques observées

4.4.2 Classification hiérarchique : Les variétés ont été sériées en 6 classes, sur la base des caractéristiques mesurées (Tableaux 5 et 6). La classe I, constituée de 21 variétés, est caractérisée par un taux de matière sèche élevé (39%), avec un rendement faible (25 t.ha⁻¹). La classe II, avec 10 variétés, comprend les variétés qui ont un taux moyen de matière sèche (37%) et un rendement moyen (44 t.ha⁻¹). Quant à la classe III, elle comprend 9 clones caractérisés par un taux de matière sèche faible (36%), un rendement élevé (53 t.ha⁻¹), un taux de

pourriture faible (12%) et un indice de récolte très fort (70%). La classe IV, avec 10 variétés regroupe les clones à forte teneur en matière sèche (38%) et à rendement moyen (34 t.ha⁻¹). La classe V comprenant 6 clones, est caractérisée par un faible taux de matière sèche (37%), un rendement très fort (69 t.ha⁻¹) et un taux de pourriture bas (14%). Enfin, la classe VI, avec 12 variétés est celle des clones à forte teneur en matière sèche (38%), à très faible rendement (13 t.ha⁻¹), avec un fort taux de pourriture (31%).

Tableau 5 : Répartition des variétés de manioc par classe

identifiant	variétés	Classe	identifiant	variétés	Classe
-------------	----------	--------	-------------	----------	--------



OB14	99_6012	V	OB26	I84_0056	I
OB67	TME282	V	OB61	O84_0027	I
OB50	I94_0000	V	OB33	I89_0219	I
OB25	I84_0052	V	OB22	I84_0000	I
OB21	I81_0163	V	OB41	I92_0043	I
OB30	I88_0041	V	OB44	I93_0005	I
OB55	M82_0005	III	OB69	W4488	I
OB34	I90_0033	III	OB7	00_0364	I
OB10	087_0050	III	OB70	W82_0044	I
OB27	I85_0067	III	OB38	I92_0003	I
OB24	I84_0016	III	OB59	M98_0040	I
OB40	I92_0042	III	OB3	00_0346	I
OB46	I93_0042	III	OB11	92B_0006	I
OB36	I91_0045	III	OB53	M41_627	I
OB15	ANADER2	III	OB12	97_4779	I
OB8	00_0378	II	OB19	I70_775	I
OB47	I93_0079	II	OB20	I80_0002	I
OB16	I30_555	II	OB13	99_0354	I
OB29	I88_0010	II	OB58	M96_0068	I
OB54	M82_0003	II	OB52	I96_0017	I
OB9	00_0388	II	OB45	I93_0011	I
OB37	I91_0231	II	OB6	00_0363	VI
OB31	I89_0079	II	OB2	00_0342	VI
OB43	I92_0057	II	OB57	M83_0011	VI
OB65	TME127	II	OB60	O83_0012	VI
OB68	W1379	IV	OB4	00_0353	VI
OB35	I90_442	IV	OB23	I84_0003	VI
OB66	TME1_4x	IV	OB49	I93_0692	VI
OB18	I63_397	IV	OB5	00_0355	VI
OB39	I92_0035	IV	OB1	00_0340	VI
OB32	I89_0107	IV	OB28	I87_0000	VI
OB17	I30_575	IV	OB63	O87_0060	VI
OB51	I94_0023	IV	OB64	TME12	VI
OB56	M83_0001	IV	OB48	I93_0543	
OB42	I92_0044	IV	OB62	O87_0050	

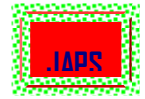
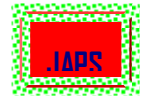
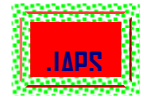


Tableau 6 : Caractérisation des classes de manioc



Classe I					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	21	39	3	30	43
rendement (t/ha)	21	25,15	2,59	19,45	29,5
taux de pourriture (%)	21	25	19	1	74
indice de récolte (%)	21	59	14	23	76
Classe II					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	10	37	5	29	45
rendement (t/ha)	10	44,92	2,4	40,6	47,7
taux de pourriture (%)	10	16	10	3	30
indice de récolte (%)	10	67	5	60	75
Classe III					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	9	36	5	29	43
rendement (t/ha)	9	53,75	3,33	49,99	58,75
taux de pourriture (%)	9	12	5	2	20
indice de récolte (%)	9	70	6	61	77
Classe IV					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	10	38	3	30	42
rendement (t/ha)	10	34,66	2,91	30,9	38,4
taux de pourriture (%)	10	22	11	1	43
indice de récolte (%)	10	65	9	53	79
Classe V					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	6	37	3	32	42
rendement (t/ha)	6	69,16	7,23	61,75	80,2
taux de pourriture (%)	6	14	4	6	19
indice de récolte (%)	6	68	7	61	77
Classe VI					
Variable	N	moyenne	déviation std	Minimum	Maximum
taux de matière sèche (%)	12	38	5	27	42
rendement (t/ha)	12	13,83	3,58	7	18,05
taux de pourriture (%)	12	31	20	5	68
indice de récolte (%)	12	54	16	20	71

5 DISCUSSION



Cette évaluation de 70 nouvelles variétés a montré une très grande variation de rendement et de taux de matière sèche. L'étude a confirmé leur forte variabilité via les caractères étudiés (rendement en racines fraîches, teneur en matière sèche, indice de récolte et taux de pourriture). La richesse variétale paraît donc élevée au sein de cette collection. Cette variabilité pourrait s'expliquer par un excès en hétérozygotes dans les variétés (Penet, 1999). Ces résultats sont en accord avec les recherches de Olsen et Schaal (1999), lorsqu'ils ont constaté que les variétés cultivées de manioc étaient beaucoup hétérozygotes. La collection constitue donc, un bel exemple de gestion dynamique des ressources génétiques susceptible de maintenir une diversité génétique appréciable. Les résultats obtenus tendent également à montrer l'existence de groupe de proximité génétique avec les variétés proches au regard des caractéristiques observées. Cette proximité peut s'expliquer par des liens avec l'échange de gènes au cours de la reproduction sexuée (Penet, 1999).

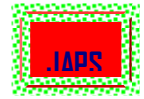
Il ressort de ces études que le manioc est une plante fortement hétérozygote. Selon Penet (1999), l'excès d'hétérozygotes dans les variétés peut trouver plusieurs explications, comme le phénomène d'hétérosis et d'auto-incompatibilité.

La variété locale de la collection est peu productive par rapport à certaines variétés améliorées. Cette conclusion est en accord avec les résultats de N'zué *et al.* (2004) qui ont constaté que les variétés améliorées du CNRA avaient des rendements significativement supérieurs aux variétés locales. Cette situation s'explique par le fait que la sélection récurrente pratiquée à l'IIITA, consiste à transmettre dans les nouvelles variétés des caractères d'intérêt agronomique provenant de géniteurs préalablement choisis. Ces observations sont identiques à celles de Bakayoko (2000) où les variétés améliorées de maïs ont produit des rendements significativement supérieurs aux variétés locales, lors des essais réalisés à Adzopé en Côte d'Ivoire. Les géniteurs utilisés sont des cultivars traditionnels et des variétés améliorées préexistantes dans lesquels les géniteurs introgressent parfois les gènes d'intérêt, d'espèces sauvages apparentées au manioc. Les performances des variétés améliorées de manioc au niveau des rendements ont été observées dans plusieurs travaux (Wydra et Verdier, 2002 ; El-Sharkawy, 2003). Les

résultats montrent une grande variabilité de rendement du manioc. En fait, des différences significatives dues aux génotypes ont été observées entre les rendements en racines tubéreuses fraîches. Cette différence pourrait s'expliquer d'une part, par la croissance des racines de stockage et d'autre part, par le nombre de racines par plant. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par d'autres auteurs (Hodeba et Dixon, 1997 ; Ssemakula *et al.*, 1997).

Il a été constaté que les clones qui ont des rendements très élevés présentent une teneur en matière sèche faible, et donc ont tendance à accumuler beaucoup d'eau. Ces variétés ne peuvent, par conséquent pas être vulgarisées. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus lors de la sélection variétale effectuée par l'IDESSA et la SODEPALM (Anonyme, 1983).

L'analyse des teneurs en matière sèche a montré des différences significatives entre les variétés. Ceci est en accord avec les travaux de Abéga et Lambot (2000) qui ont observé des différences hautement significatives entre les taux de matière sèche de plusieurs clones améliorés. Ces différences pourraient s'expliquer par les propriétés génotypiques de ces variétés (El-Sharkawy, 2003). Selon cet auteur, la production de la matière sèche suit une évolution analogue à celle de l'indice foliaire. L'indice foliaire le plus propice au développement des tubercules de manioc semble se situer entre 3 et 5 (Ekanayake *et al.*, 1997). La répartition de la matière sèche entre les différents organes de la plante, subit de nombreux changements en cours de cycle (Osiru, 1990). Selon cet auteur, la croissance et le développement du manioc peuvent être influencés par plusieurs facteurs écologiques. Tel est le cas, par exemple des jours longs qui entraînent une baisse notable des rendements, des basses températures qui peuvent retarder considérablement la tubérisation, et de la sécheresse susceptible de précipiter le déclin de l'indice foliaire. Conformément aux résultats obtenus, la période propice pour la récolte du manioc se situe au mois de Septembre, pendant la petite saison de pluie. La grande saison sèche (Décembre) est défavorable à la production de matière sèche. Selon cet auteur, la teneur en matière sèche varie avec la période de récolte. Il affirme que la production foliaire est fortement réduite en début de saison sèche, afin de limiter la transpiration. Pourtant, la



réduction de la surface foliaire et la fermeture des stomates ralentissent le rythme de croissance de la culture pendant les périodes de sécheresse.

Bien que le manioc puisse rester enfoui dans le sol et être récolté au fur et à mesure des besoins, il semble que la récolte en une seule fois au mois de septembre, soit beaucoup plus avantageuse lorsque les racines doivent être transformées. Ces résultats concordent avec d'autres rapports antérieurs (Anonyme, 1974), d'après lesquels, même si les rendements en racines

fraîches peuvent être plus élevés après une production hâtive (Avril - Juin), les teneurs en matière sèche et en fécule sont au plus bas après les plantations d'avril mais, ensuite augmentent régulièrement jusqu'en Novembre – Février, lorsque les plantations en saison sèche ont été irriguées. Dans notre étude, en absence d'irrigation, les taux de matière sèche ont baissé en décembre, indiquant que le manque d'humidité freine l'accumulation de la matière sèche.

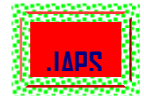
6 CONCLUSION

Dans ce travail, plusieurs variétés améliorées performantes de manioc ont été identifiées selon les critères tels que le rendement et la teneur en matière sèche. Ces variétés présentent un réel atout pour le monde paysan. Cela s'est traduit par les variétés améliorées à haut rendement comparativement aux rendements du manioc en Côte d'Ivoire. Ces variétés

ont une teneur en matière sèche élevée. Ce travail ouvre la voie à une intensification de la production du manioc en Côte d'Ivoire par l'introduction de nouvelles variétés. Les racines sont à même de fournir plus d'énergie alimentaire par hectare que les céréales et le manioc peut être cultivé tout au long de l'année, afin de renforcer la sécurité alimentaire.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abéga J. et Lambot C : 2000. Évaluation technologique de clones améliorés de manioc, rapport intermédiaire N° 2. CRD Nestlé (Edition), Abidjan (Côte d'Ivoire), 24 pp.
- Anonyme : 1974. Cassava Annual Report, 1970-1972. Working Document No. 82, CIAT (Editor), Cali, Colombia, 118 pp.
- Anonyme : 1980. MEMENTO DE L'AGRONOME. Collection "Techniques rurales en Afrique" (Edition), Ministère de la coopération, Paris, France. 1604 pp.
- Anonyme : 1983. Rapport semestriel d'exécution technique n° 7, recherches d'accompagnement manioc. IDESSA/SODEPALM, MINAGRA et MRS (Edition), Bouaké, Côte d'Ivoire, 79 pp.
- Anonyme: 1993. Cassava Program Report, 1987-1989. Working Document No. 91. CIAT (Editor), Cali, Colombia. 621 pp.
- Anonym: 2010. FAO Statistical databases. Rome (Italy). <http://www.fao.org>.
- Bakayoko S : 2000. Étude des caractéristiques agronomiques de deux variétés hybrides de maïs d'origine thaïlandaise en zone forestière de la Côte d'Ivoire : cas d'Adzopé. Diplôme d'Étude Approfondie, Université de Cocody, UFR STRM, Abidjan, Côte d'Ivoire, 46 pp.
- Dagnelie P : 2003. Principes d'expérimentation, planification des expériences et analyse de leurs résultats. Les presses agronomiques de Gembloux (Edition), Belgique. 397 pp.
- Ekanayake IJE, Osiru DSO and Porto MCM: 1997. Agronomy of Cassava. IITA (Edition), Ibadan, Nigeria, 30 pp.
- El-Sharkawy MA: 2003. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology* 53: 621-641.
- Hodeba DM. and Dixon AGO: 1997. Genetics relationships among cassava clones with varying levels of resistance to African mosaic disease using RAPD markers. *African Journal of Root and Tuber Crops* 2: 28-32.
- Kouakou NI : 1990. Le manioc, programme de vulgarisation de nouvelles variétés. Compagnie ivoirienne pour le développement des cultures vivrières (Edition), Côte d'Ivoire. 135 pp.
- Lin CS. and Poushinsky G: 1983. A modified augmented design for an early stage of plant selection involving a large number of test lines without replication. *Biometrics* 39: 553-561.



- Ndabalishye I: 1995. Agriculture vivrière ouest-africaine à travers le cas de la Côte d'Ivoire. IDESSA (Edition), Côte d'Ivoire. 382 pp.
- N'zué B, Zohouri PG et Sangaré A: 2004. Performances agronomiques de quelques variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans trois zones agroclimatiques de la Côte d'Ivoire. *Agronomie africaine* XVI : 1-7.
- Olsen KM. and Schaal BA: 1999. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96: 5586-5591.
- Osiru DSO : 1990. Morphologie et physiologie. *in*: Le manioc en Afrique tropicale. IITA (Edition), Ibadan, Nigeria, pp. 17-27.
- Pellet D. and Mabrouk A: 1993. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. II. Phosphorus uptake and use efficiency. *Field Crops Research* 35: 13-20.
- Penet L : 1999. Impact des pratiques paysannes sur la diversité génétique des variétés locales de manioc. Diplôme d'Etudes Approfondies, Université de Dakar, Sénégal, 38 pp.
- Ssemakula GN, Baguma YK, Otim-Nape GW, Bua A. and Ogwal S: 1997. Breeding for resistance to mosaic disease in Uganda. *African Journal of Root and Tuber Crops* 2: 36-42.
- Wydra K. and Verdier V: 2002. Occurrence of cassava diseases in relation to environmental, agronomic and plant characteristics. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93: 211-226.