

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

(ORSTOM)

Centre d'Adiopodoumé
B.P. Y-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire d'Agronomie
U.R. 509

**RECHERCHE SUR LES SYSTEMES DE CULTURES A BASE MANIOC
EN MILIEU PAYSANNAL DANS LE SUD-EST IVOIRIEN
(BONOUA-ADIAKE)
- ÉVOLUTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS**

TROISIÈME PHASE : Résultats de la campagne 1986-1987

par

GODO Gnahoua et YEBOUA Kabrah

INTRODUCTION

La campagne 1986-1987 marque la deuxième année de notre essai en milieu paysannal qui est conduit au Sud-Est ivoirien (Bonoua-Adiaké) et prévu pour une durée de 4 ans. Les résultats de la première campagne tant au niveau de rendements, immobilisations et restitutions des cultures qu'à celui des caractéristiques chimiques et organiques des sols ont fait l'objet d'un rapport (GODO et YEBOUA, 1987).

Sont présentés dans ce document :

- les rendements, les immobilisations et les restitutions minérales des cultures ;
- l'état d'évolution des caractéristiques chimiques des sols à la fin de cette deuxième campagne.

1. MAETIEL ET METHODES

1.1. Rotation

Les cultures d'igname et de manioc sont représentées en cette deuxième campagne. L'igname suit la séquence culturale maïs/arachide de la première campagne et le manioc, l'igname.

1.2. Fertilisation

La fertilisation de l'igname reste identique à celle de la première campagne

Manioc

Tableau 1 : Eléments fertilisants : doses, formes et dates des apports

Eléments fertilisants	Doses et formes (kg/ha/an)	Date d'apport	
N	46 (Urée)	Mise en place	
		120	30 j. après mise en place
K ₂ O	240 (KCl)	120	90 j. après mise en place
P2O5	40 (phosphate bicalcique)	Mise en place	

Un complément azoté (40 kg/ha de N) sous forme d'urée a été apporté pour améliorer l'aspect végétatif.

Le manioc et l'igname ont reçu lors de la mise en place du Ca⁺⁺ sous forme de chaux. Cet apport n'est pas systématique. Il est basé sur le pH des différentes parcelles ; les parcelles dont le pH est supérieur ou égal à 5,5 ne sont pas chaulées. Dans le cas contraire, elles le sont.

La quantité de chaux à apporter est déterminée par la méthode de titration de l'acidité avec l'hydroxyde de calcium (YEBOUA, 1986). Elle varie de 278 à 347 kg/ha pour les parcelles plantées en igname et est de 487 kg/ha pour celles plantées en manioc.

1.3. Méthodes, densité et matériel de plantation

Manioc

La densité de plantation est de 10.000 pieds à l'hectare (1m²/1m). Les boutures sont issues d'un cultivar local (Bonoua) et mesurent 25 cm de long. Elle sont plantées en position oblique sur une profondeur de 15 cm.

1.4. Caractérisation pédologique et climatologique

Les caractéristiques chimiques des sols des parcelles, après la première campagne, sont consignées dans le tableau 2.

Les données de la pluviométrie enregistrées pendant les 12 mois du cycle cultural sont représentées sur la figure 1. On a enregistré un total de 1.163,2 mm de pluie soit une baisse de 35 % par rapport à la pluviométrie annuelle du Sud-Est.

Contrôle

Les prélèvements d'échantillons de sol ont subi une modification. Au lieu de prélever des échantillons suivant un pas de 10 cm jusqu'à 50 cm de profondeur comme on l'a fait à la fin de la première campagne, deux niveaux ont plutôt été analysés à la fin de la deuxième campagne. Ce sont les couches 0-30 cm et 30-50 cm. Les raisons économiques dictent le présent procédé de prélèvement. On a conscience qu'on perd ainsi des informations quant à la variation fine des propriétés chimiques.

Tableau 2 : Etat des caractéristiques chimiques du sol après une campagne culturale sur défriche de vieille caféière.

MAIS/ARACHIDE FERTILISE

Prof. (cm)	pH	Al. éch.	CEC	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Y	C	N	M.O.	P205 %*Olsen
				me/100 g.			%					
0-10	5,4	0,03	6	2,86	1,77	0,92	0,15	47,67	1,49	0,11	2,6	0,8
10-20	5	0,47	5,89	1,48	0,97	0,42	0,08	25,13	1,19	0,08	2,1	0,3
X0-30	5,1	0,42	6,11	1,87	1,18	0,58	0,1	30,9	1,29	0,09	2,2	0,5
20-30	4,9	0,75	6,43	1,28	0,79	0,4	0,08	19,91	1,18	0,09	2	0,3
30-40	4,9	0,92	6,14	1,1	0,65	0,3	0,12	17,92	1,1	0,08	1,9	0,3
40-50	4,8	1,25	5,95	0,8	0,49	0,24	0,07	13,45	0,96	0,07	1,7	0,3

MAIS/ARACHIDE NON FERTILISE

0-10	5,8	0	5,13	2,44	1,49	0,8	0,13	47,56	1,38	0,13	2,4	0,2
10-20	4,9	0,31	5,68	1,47	0,97	0,42	0,07	25,88	1,13	0,09	2	0,3
X0-30	5,2	0,41	5,66	1,68	1,05	0,53	0,09	30,57	1,21	0,1	2,1	0,3
20-30	4,8	0,92	6,18	1,13	0,69	0,36	0,07	18,28	1,11	0,08	1,9	0,3
30-40	4,8	1,31	6,02	0,8	0,49	0,26	0,05	13,29	1,04	0,07	1,8	0,3
40-50	4,8	1,19	6,11	0,72	0,43	0,22	0,05	11,78	0,94	0,06	1,6	0,3

IGNAME FERTILISEE

0-10	5,5	0	5,53	3,44	1,71	1,44	0,23	62,21	1,62	0,13	2,8	0,2
10-20	5	0,25	4,91	1,76	0,93	0,76	0,03	35,85	1,28	0,1	2,2	0,2
X0-30	5,1	0,33	5,18	2,09	1,07	0,87	0,1	39,6	1,35	0,1	2,3	0,2
20-30	4,7	0,75	5,11	1,06	0,57	0,42	0,03	20,74	1,15	0,08	2	0,2
30-40	4,5	1,42	5,34	0,7	0,39	0,28	0	13,11	1,13	0,08	1,9	0,2
40-50	4,6	1,58	5,44	0,54	0,23	0,18	0,1	9,93	1,01	0,07	1,7	0,3

IGNAME NON FERTILISEE

0-10	5,6	0,03	5,09	3,35	1,65	1,56	0,09	65,82	1,75	0,12	3	0,2
10-20	5,1	0,19	4,94	1,82	0,95	0,8	0,03	36,84	1,24	0,1	2,1	0,2
X0-30	5,2	0,4	5	2,06	1,04	0,94	0,04	40,86	1,39	0,1	2,4	0,2
20-30	4,9	0,97	5,12	1,02	0,51	0,45	0,01	19,92	1,17	0,08	2	0,3
30-40	4,7	1,47	5,82	0,54	0,29	0,22	0	9,28	1	0,08	1,7	0,3
40-50	4,5	1,92	4,97	0,39	0,23	0,14	0	7,85	0,9	0,06	1,6	0,3

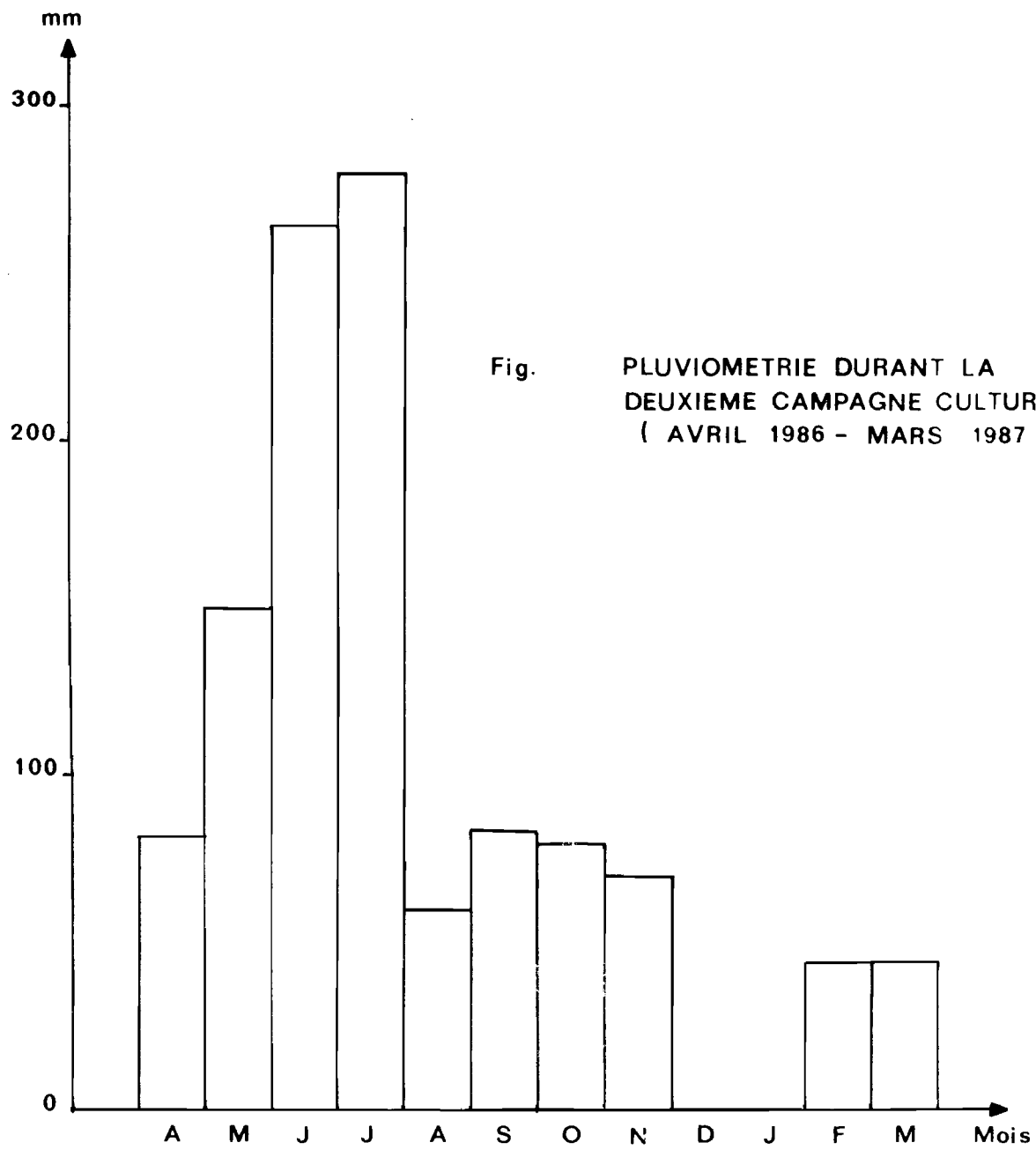
X0-30 : Caractéristiques chimiques de la couche 0-30

S : Somme des bases échangeables

Y : Taux de saturation

CEC : Capacité d'échange cationique

M.O. : Matière organique totale



2. RESULTATS

2.1. Culture d'igname

2.1.1. Rendement en tubercules

Tableau 3 : Poids frais des tubercules (T/ha) à la récolte par type de traitement

Traitements	Rendements
F	2,75
Fo	2,99

La production de tubercules d'igname reste largement en-dessous des 13 T/ha rapportés par GODO et YORO (1985) à la suite d'une enquête agronomique menée dans la région (de Bonoua à Aboisso). Cette spectaculaire baisse de rendement malgré l'apport d'engrais peut être liée aux facteurs suivants :

- baisse sensible de pluviométrie (35 %) ;
- attaque fongique. En effet les feuilles ont présenté des taches noires suivies d'un dessèchement précoce des tiges d'igname.

2.1.2. Production en matière sèche, immobilisations et exportations minérales.

Tableau 4 : Matière sèche (T/ha), teneurs (% de M.S.) et exportations (Kg/ha)

Traitements	Matière sèche (M.S.)	Teneurs			Exportations		
		N	P	K	N	P	K
F	0,58	1,70	0,25	2,16	9,86	1,41	12,42
Fo	0,63	1,50	0,20	1,10	9,54	1,22	7,30

Les faibles quantités de matière sèche sont directement liées à la forte baisse de rendements en tubercules. Ceci rejaillit sur les exportations en éléments minéraux qui sont très faibles et de loin inférieures à celles de l'année dernière.

2.2. Culture du manioc

2.2.1. Rendement utile

Tableau 5 : Poids frais des racines (T/ha) à la récolte en fonction des traitements

Traitements	Rendements
F	9,24
Fo	5,45
F-Fo	3,79*

* différence significative à 5%

Bien qu'il ait une différence significative entre manioc fertilisé (F) et manioc non fertilisé (Fo), il faut signaler que le niveau de rendement est très bas. En effet le rendement du manioc ayant reçu un apport d'engrais (F) est du même ordre de grandeur que celui du manioc cultivé traditionnellement dans la région (GODO et YORO, 1985). En station de recherche, du manioc fertilisé mais cultivé sur défriche manuelle de forêt secondaire, produit environ 18 T de racines à l'hectare et ceci en 4ème année d'une monoculture de manioc.

Dans le cas présent le bas niveau de rendement peut être attribué à la faible pluviométrie et à l'ampleur de l'attaque par la mosaïque africaine du manioc. En effet certaines parcelles n'ont enregistré que très peu de racines tubérisées.

2.2.2. Production en matière sèche, immobilisations, restitutions et exportations minérales

Tableau 6 : Matière sèche (T/ha), teneurs (% de M.S.), immobilisations, restitutions et exportations (kg/ha) en C, N, P et K

		F				Fo			
	Matière sèche	Eléments minéraux	Teneurs	Immobilisations	Matière sèche	Eléments minéraux	Teneurs	Immobilisations	
PARTIE AERIENNE (Restitutions)	7,56	C	41,42	3131,35	6,79	C	43,93	2982,85	
		N	1,05	79,38		N	1,10	74,69	
		P	0,24	18,14		P	0,25	16,98	
		K	0,84	63,50		K	0,56	38,02	
RACINES (Exportations)	2,90	C	44,59	1293,1	1,66	C	43,10	715,46	
		N	1,05	30,45		N	1,00	16,60	
		P	0,19	5,5		P	0,20	3,32	
		K	0,98	28,42		K	0,70	11,62	

La production de biomasse sèche restituable au sol est d'environ 7 T/ha.

Ceci représente un apport de carbone de 3 T/ha.

Les immobilisations minérales (Tableau 6) de la partie aérienne (tige + feuilles + collet) sont supérieures à celles des racines :

Tableau 7 : Etat des caractéristiques chimiques initiales et après deux campagnes culturales sur décharge de jachère de vieille caféière.

ETAT INITIAL												
Prof. (cm)	pH	Al. éch.	CEC	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Y	C	N	M.O.	P205 %°Olsen
				mé/100 g.					%			
0-30	4,7	0,41	5,77	1,17	0,64	0,44	0,07	20,71	1,12	0,1	1,9	0,11
30-50	4,8	0,52	5,79	1,1	0,6	0,45	0,02	18,66	1,05	0,07	1,8	0,09
MANIOC FERTILISE												
0-30	4,9	0,56	5,74	1,53	0,82	0,57	0,14	27,15	0,95	0,08	1,6	0,47
30-50	4,6	1,33	5,63	0,5	0,19	0,24	0,06	8,82	0,78	0,04	1,4	0,53
MANIOC NON FERTILISE												
0-30	4,9	0,65	4,97	1,49	0,85	0,55	0,07	29,88	0,94	0,07	1,6	0,45
30-50	4,6	1,39	5,31	0,34	0,18	0,16	0,01	6,42	0,7	0,04	1,2	0,56
IGNAME FERTILISEE												
0-30	4,8	0,49	5,69	1,4	0,66	0,59	0,14	24,7	1,1	0,08	1,9	0,4
30-50	4,4	1,18	5,92	0,54	0,22	0,23	0,08	9,02	0,88		1,5	0,35
IGNAME NON FERTILISEE												
0-30	4,7	0,68	5,8	1,12	0,54	0,52	0,05	19,44	1,09	0,07	1,9	0,28
30-50	4,4	1,26	5,66	0,4	0,17	0,2	0,03	7,16	0,85	0,06	1,5	0,32

S : Somme des bases échangeables

Y : Taux de saturation

CEC : Capacité d'échange cationique

- 3 à 4 fois pour l'azote ;
- 3 à 6 fois pour le phosphore ;
- 2 à 3 fois pour le potassium.

On comprend alors l'importance du retour au sol des résidus de récolte de cette culture dans le maintien du stock organique et du potentiel de fertilité chimique.

3. ETAT D'EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL

Les données sont consignées dans le tableau 7.

3.1. Bases échangeables (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺)

Tableau 8 : Etat d'évolution des teneurs de Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ et K⁺

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variations par rapport à la valeur initiale					
		En valeur absolue			En pourcentage		
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
IGNAME	F	0,02 mé/100g	0,15 mé/100g	0,07 mé/100g	3	34	100
	Fo	-0,10 mé/100g	0,08 mé/100g	-0,02 mé/100g	-16	18	-29
MANIOC	F	0,18 mé/100g	0,13 mé/100g	0,07 mé/100g	28	30	100
	Fo	0,21 mé/100g	0,11 mé/100g	0,00 mé/100g	33	25	0

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variations par rapport à la valeur initiale					
		En valeur absolue			En pourcentage		
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
IGNAME	F	-0,38 mé/100g	-0,22 mé/100g	0,06 mé/100g	-63	-49	300
	Fo	-0,43 mé/100g	-0,25 mé/100g	0,01 mé/100g	-72	-56	50
MANIOC	F	-0,41 mé/100g	-0,21 mé/100g	0,04 mé/100g	-68	-47	200
	Fo	-0,42 mé/100g	-0,29 mé/100g	-0,01 mé/100g	-70	-64	-50

Les valeurs numériques précédées du signe (-) représentent des pertes et celles sans signe, des gains.

Horizon 0-30 cm (Tableau 8a)

Il y a gain par rapport au niveau initial sous igname et manioc fertilisés. Ces augmentations sont respectivement de 3,34 et 100 % pour Ca, Mg et K sous igname et 28, 30 et 100 % sous manioc. Le gain en Ca sous igname est toutefois négligeable par rapport à Mg et K.

Sous igname non fertilisée on note une baisse en Ca et K mais un gain en Mg (18 %). Sous manioc non fertilisé par contre il y a gain en Ca et Mg (33 et 25 % respectivement). Le potassium n'accuse aucune variation.

Horizon 30-50 cm (Tableau 8b)

On note une diminution d'au moins 47 % pour Ca et Mg mais un gain de 200 % au moins en K sous igname et manioc fertilisés. Sans apport d'engrais, les pertes sont de 70 % pour Ca et de 56 à 64 % pour Mg. Pour la Potassium il y a gain de 50 % et perte de 50 % respectivement sous igname et manioc.

3.2. Le pH

Tableau 9 : Evolution du pH

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale
IGNAME	F	0,1
	F ₀	0
MANIOC	F	0,2
	F ₀	0,2

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale
IGNAME	F	-0,4
	F ₀	-0,4
MANIOC	F	-0,2
	F ₀	-0,2

Le pH de la couche 0-30 cm (Tableau 9a) augmente de 0,1 unité sous igname fertilisée et de 0,2 unité aussi bien sous manioc fertilisé que sous manioc non fertilisé. Il se maintient au niveau initial sous igname non fertilisée.

Au niveau de la couche 0-50 cm (Tableau 9b), il diminue sous les différentes cultures fertilisées et non fertilisées. Cette diminution est plus importante sous igname (-0,4 unité de pH) que sous manioc (-0,2 unité de pH).

3.3. Evolution de l'aluminium échangeable

3.3.1. La teneur absolue

Tableau 10 : Evolution de la teneur absolue de l'aluminium échangeable

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	0,08 mé/100 g	20
	Fo	0,27 mé/100 g	66
MANIOC	F	0,15 mé/100 g	37
	Fo	0,24 mé/100 g	59

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	0,66 mé/100 g	127
	Fo	0,74 mé/100 g	142
MANIOC	F	0,81 mé/100 g	156
	Fo	0,87 mé/100 g	167

On constate (Tableau 10a et b) que le niveau de l'aluminium échangeable augmente aussi bien dans les 30 premiers centimètres qu'en profondeur et sous les différentes cultures fertilisées et non fertilisées.

En général, cette augmentation est plus forte sous manioc que sous igname (Tableau 10a et b) et plus marquée en profondeur qu'en surface.

3.3.2. Le rapport de KAMPRATH :

$$\frac{Al \times 100}{Al + S}$$

$$Al + S$$

Tableau 11 : Valeurs du rapport de KAMPRATH en fonction des traitements

a) Couche 0-30

Cultures	Traitements	Al x100
		Al + S
IGNAME	F	25,9
	Fo	37,8
MANIOC	F	26,8
	Fo	30,4

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Al x100
		Al + S
IGNAME	F	68,6
	Fo	75,9
MANIOC	F	72,7
	Fo	80,4

Al : Valeur absolue de l'aluminium échangeable (mé/100 g)

S : Somme des bases échangeables (mé/100 g)

Le rapport de KAMPRATH semble l'élément d'appréciation du risque de toxicité aluminique le plus parlant (BOYER, 1976). Il conditionne l'action de Al échangeable sur les végétaux (DABIN, 1984-1985). Selon ce même auteur, au-delà d'un rapport de 60 % toutes les plantes sont sensibles, mais les légumineuses sont affectées par un rapport supérieur à 30 %.

On constate (Tableau 11a) que le rapport de KAMPRATH reste inférieur à 30% dans la couche 0-30 cm, sous les cultures fertilisées (26 % et 27 % respectivement sous igname et sous manioc). Mais il devient supérieur ou égal à 30 % sous les non fertilisées : 38 % sous igname et 30 % sous manioc.

En revanche ce rapport prend des valeurs inquiétantes dans la couche 30-50 cm (Tableau 11b) puisqu'il est supérieur à 60 % sous les différentes cultures et dans toutes les conditions de fertilisation. Il varie de 68 à 80 %. Les plus fortes valeurs se rencontrent en conditions non fertilisées (76 à 80 %).

Les valeurs du rapport de KAMPRATH, élevées sur l'ensemble du profil de sol étudié, indiquent l'important risque de toxicité des teneurs en aluminium échangeable enregistrées.

Ce facteur toxicité aluminique s'ajoute donc aux autres facteurs déjà signalés à savoir : faible pluviométrie, maladies pour expliquer le bas niveau de rendement de l'igname et du manioc.

3.4. Matière organique

Tableau 12 : Evolution du Carbone total

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	-0,02 %	-2
	F ₀	-0,03 %	-3
MANIOC	F	-0,17 %	-15
	F ₀	-0,18 %	-16

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	-0,2 %	-16
	F ₀	-0,2 %	-19
MANIOC	F	-0,27 %	-26
	F ₀	-0,35 %	-33

Le Carbone total ne subit pas de variations significatives sous igname fertilisée et non fertilisée dans la couche 0-30 cm (tableau 12a). On enregistre une baisse sensible de cet élément, dans cette même couche, sous manioc en conditions fertilisées (-15 %) et en conditions non fertilisées (-16 %). Dans la couche 30-50 cm (Tableau 12b) le niveau du carbone total baisse sous les différentes cultures fertilisées et non fertilisées. Cette baisse est plus marquée sous manioc (-26 à -33 %) que sous igname (-16 à -19 %).

3.5. Azote total

Tableau 13 : Evolution de l'Azote total

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	-0,02 %	-20
	Fo	-0,03 %	-30
MANIOC	F	-0,02 %	-20
	Fo	-0,03 %	-30

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	-0,02 %	-29
	Fo	-0,01%	-14
MANIOC	F	-0,03 %	-43
	Fo	-0,03 %	-43

L'azote total diminue sous toutes les cultures fertilisées et non fertilisées et dans les deux couches de sol étudiées (tableau 13a et b). Au niveau de la couche 0-30 cm, cette diminution est respectivement de 20 % et 30 % sous cultures fertilisées et non fertilisées.

Cette chute est plus marquée en profondeur (30-50 cm) qu'en surface (0-30 cm) excepté sous igname non fertilisée où la situation s'inverse.

3.6. Phosphore assimilable

Tableau 14 : Evolution du phosphore assimilable

a) Couche 0-30 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	0,29 %*	264
	Fo	0,17 %*	155
MANIOC	F	0,36 %*	327
	Fo	0,34 %*	309

b) Couche 30-50 cm

Cultures	Traitements	Variation par rapport à la valeur initiale	
		En valeur absolue	En pourcentage
IGNAME	F	0,23 %*	256
	F ₀	0,21 %*	233
MANIOC	F	0,44 %*	489
	F ₀	0,47 %*	522

Le Phosphore assimilable connaît une hausse de plus de 100 % sous les deux types de cultures et les deux traitements. Cette hausse est toutefois plus marquée sous manioc que sous igname (tableau 14a et b). Ceci s'explique probablement par le fait que le manioc consomme moins de phosphore que l'igname. L'augmentation du phosphore assimilable est nettement plus forte en profondeur qu'en surface.

4. CONCLUSION

On peut tirer des résultats de la deuxième campagne culturale, les observations suivantes :

L'igname qui a réagi favorablement à la fertilisation lors de la première campagne culturale est restée insensible à l'apport d'engrais au cours de la deuxième sur défriche de vieille caféière. Son rendement a fortement baissé (de 61 à 72 %) par rapport à celui de la campagne précédente. Il semble que cette baisse de rendement soit liée à des facteurs phytopathologique, pluviométrique et/ou à l'effet toxique de l'aluminium échangeable dont la teneur a fortement augmenté.

Le manioc, contrairement à l'igname, réagit favorablement à la fertilisation avec un surplus de rendement racines de 69 % et de biomasse sèche de 11 % par rapport au manioc non fertilisé. Toutefois en valeur absolue, ce rendement n'excède guère les 10 T/ha généralement obtenus en culture traditionnelle (sans engrais). Ainsi comme pour l'igname, ce bas niveau de rendement est à lier à des causes phytopathologiques (virose notamment), climatiques et édaphiques.

Les immobilisations en carbone et en éléments minéraux des résidus de récolte excèdent celles des racines (exportations) leur restitution au sol pourrait en partie compenser les pertes par lixiviation et par exportation.

En ce qui concerne les caractéristiques chimiques du sol, au niveau de la couche profonde (30-50 cm), la tendance évolutive est à la baisse générale de ces propriétés chimiques, par rapport au niveau initial, excepté le phosphore assimilable qui comme nous l'avons vu, connaît une hausse.

Dans les couches superficielles (0-30 cm), la tendance varie selon la nature de la caractéristique chimique. En effet on constate une amélioration du niveau des bases échangeable (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+) et du phosphore assimilable en conditions fertilisées et du pH en conditions fertilisées comme non fertilisées.

L'Azote total baisse de manière significative sous les différentes cultures fertilisées et non fertilisées.

Le Carbone total varie peu sous igname mais sa variation régressive tend à s'amplifier sous manioc.

On constate une augmentation très sensible de la teneur en aluminium échangeable par rapport au niveau initial. Cette hausse est plus marquée dans les couches sous-jacentes qui sont relativement plus pauvres en bases échangeables. En effet le rapport de KAMPRATH y est supérieur à 60 % et ceci a probablement eu une influence dépressive sur le rendement de l'igname et du manioc. Les légumineuses pourraient difficilement croître et se développer dans les couches superficielles où le rapport de KAMPRATH atteint ou dépasse la valeur critique de 30 %.

D'une façon générale il y a acidification progressive des sols, illustrée par l'enrichissement des profils en Al échangeable.

Les campagnes culturales prochaines vont certainement accentuer les tendances évolutives des caractéristiques chimiques du sol des parcelles.

5. BIBLIOGRAPHIE

- BOYER, J. - 1976 - L'aluminium échangeable : incidences agronomiques, évaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XIV, N° 4, pp 259-269.
- DABIN, B. - 1984-1985 - Les sols tropicaux acides.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XXI, N° 1, pp 7-19.
- GODO, G. et YEBOUA, K. - 1987 - Recherche sur les systèmes de cultures à base manioc en milieu paysannal dans le Sud-Est ivoirien (Bonoua-Adiaké). Troisième phase : Résultats de la campagne 1985-1986.
Document ORSTOM, Adiopodoumé, 13 p.
- GODO, G. et YORO, G. - 1985 - Recherche sur les systèmes de cultures à base manioc en milieu paysannal dans le Sud-Est ivoirien (Bonoua-Adiaké). Deuxième phase - Résultats d'enquêtes et observations au champ.
Document ORSTOM Adiopodoumé, 15 p.
- YEBOUA, K. - 1986 - Estimation de la quantité de chaux à apporter aux sols acides, méthode de titration de l'acidité avec l'hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).
Document ORSTOM Adiopodoumé, 4 p.