

## Bilan minéral du manguiier, variété Amélie.

### Approches pour une détermination de ses besoins en engrais dans le Nord de la Côte d'Ivoire.

J. MARCHAL, T. GOGUEY et C. DIDIER\*

#### A MINERAL ASSESSMENT OF THE MANGO TREE, VARIETY AMELIE.

An assessment of its fertilizer requirements in the North of Côte d'Ivoire.

J. MARCHAL, T. GOGUEY and C. DIDIER.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1991, vol. 46, n° 4, p. 477-487.

**ABSTRACT** - The global mineral immobilizations of two 5-year old Amélie mango trees grown at Lataha, were measured. The following nutrients were dealt with : N, P, K, Mg, Ca, Cl, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B.

One of the two individuals grown on an acid soil with a low calcium content, displayed a better growth. This was correlated with a better Mg and Mn uptake and a lower Ca content.

The immobilizations of mineral nutrients in the plant and their exportation through the fruits are easily matched by the fertilization applied during the five successive years.

However a split dressing for potash could be recommended for adult bearing trees.

The general balance between Nitrogen (N), Phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Potassium (K<sub>2</sub>O) and Magnesium (MgO) within the plant was found to be 10-3-11-2,8.

These ratios, together with the data on the amounts of immobilized elements, allow the formulation of an adapted fertilization.

Le manguiier peut être cultivé sur une large gamme de sols ; cependant les excès de salinité (BHAMBOTA *et al.*, 1963 ; GALAN SAUCO *et al.*, 1989 ; GAZIT, 1976 ; GAZIT et KADMAN, 1983 ; KADMAN *et al.*, 1976) ou de calcaire et les pH élevés (GANGOLLY *et al.*, 1951) ne sont pas favorables. Les études de ses besoins en engrais sont assez peu nombreuses ; en effet il est considéré qu'il est à même de s'alimenter sur la plupart des sols (CHANDLER, 1958).

Les équilibres entre les éléments, les doses appliquées varient selon les auteurs - les conditions pédoclimatiques étant différentes d'une situation à l'autre -. Ainsi MALLIK et DE (1952) recommandent un équilibre 4-1-4 avec une dose de 730 g de N à 12 ans ; RUEHLE et LEDIN (1965)

\* - J. MARCHAL - IRFA-CIRAD - B.P. 5035- 34032 Montpellier Cedex  
T. GOGUEY et C. DIDIER - IRFA-CIRAD - B.P. 856 - Korhogo  
(Côte d'Ivoire).

#### BILAN MINERAL DU MANGUIER, VARIETE AMELIE.

Approches pour une détermination de ses besoins en engrais dans le Nord de la Côte d'Ivoire.

J. MARCHAL, T. GOGUEY et C. DIDIER.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1991, vol. 45, n° 4, p. 477-487.

**RESUME** - La mesure des immobilisations minérales (N, P, K, Ca, Mg, Cl, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B) de deux manguiers variété Amélie, âgés de 5 ans, cultivés à Lataha, a été réalisée.

Une croissance supérieure de l'un des deux est liée à une alimentation meilleure en Mg et Mn et plus restreinte en Ca, en rapport avec le pH plus acide du sol moins riche en Ca.

Les immobilisations dans les organes végétatifs et les exportations par les fruits au cours des 5 années de culture sont largement couvertes par les fumures apportées. Cependant une modification de la répartition des doses de potasse, en fonction de l'âge pourrait être positive. L'accroissement des rendements doit être accompagné d'une augmentation de la fumure potassique. L'équilibre N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO dans la plante entière (10-3-11-2,8) et les quantités d'éléments immobilisés doivent permettre de proposer une fumure adaptée aux besoins.

proposent 2 formulations différentes l'une pour les jeunes arbres - 5-7-5 avec 22 g de N à 1 an - la seconde pour les arbres productifs - 6-3-6-3, en fournissant 100 g de N par année d'âge et par an -. La dose de N (25 g/an) nécessaire est plus faible que celle de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de K<sub>2</sub>O (4-6-8-3) selon YOUNG et MINER (1961) afin de limiter les risques de soft-nose des fruits en Floride. Au Pérou FRANCIOSI (1985) réduit la proportion de l'acide phosphorique avec l'âge :

10-3,3-7 à un an avec 60 g de N

10-1,5-7 à 5 ans et au-delà (650 g de N à 5 ans et 1 400 g/an à 10 ans).

REDDY *et al.* (1991 a) utilisent un engrais contenant les mêmes quantités de fertilisants : 10-10-10 à raison de 100 g de N/an/année d'âge. Mais selon RAO *et al.* (1991) le rendement est influencé plus par l'âge de l'arbre que par les fumures en N, P et K. Les variétés greffées mais aussi les porte-greffe peuvent avoir une influence (REDDY *et al.*, 1991 b).

Dans le Nord de la Côte d'Ivoire la culture traditionnelle du manguiers est une pratique ancienne. Actuellement, des vergers en culture intensive se développent ; des plans de fumure doivent être proposés. La conduite d'essais de nutrition classique demande des délais relativement longs pour obtenir des informations. La pratique du bilan minéral - mesure des quantités d'éléments contenus dans la plante entière - permet d'obtenir rapidement des indications sur les besoins d'arbres ayant une bonne croissance.

Dans ce but un tel travail a été entrepris avec la variété Amélie qui actuellement est la plus courante dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Ainsi deux arbres jeunes (5 ans) en début de production ont été échantillonnés selon cette technique.

### ECHANTILLONNAGE

#### Technique.

La technique d'échantillonnage pratiquée sur le mandarinier Wilking (MARCHAL et LACOEUILHE, 1969) et l'avocatier (MARCHAL et BERTIN, 1980) est employée pour ces manguiers. Cinq groupes d'organes sont distingués: feuilles, rameaux, branches, tronc, racines. Chacun d'eux

est isolé en organes en fonction du diamètre (racines - branches), de l'âge repéré par le degré de lignification (rameaux et feuilles portées par ceux-ci). Le poids de la totalité de chacun des 13 organes ainsi définis est mesuré (tableau 1). Une aliquote représentative, exactement pesée, est prélevée afin de déterminer, après déshydratation dans une étuve à 70°C, les teneurs en matière sèche et en éléments minéraux. Les racines sont dégagées par un jet d'eau sous pression : seule une partie du chevelu est perdue. L'aliquote des organes lignifiés (branches, racines, tronc) est constituée de sciure obtenue par tranchage de ceux-ci, avec une scie à chaîne, à des intervalles réguliers. Les rameaux sont découpés en petits fragments de moins de 2 cm de long qui sont homogénéisés.

#### Réalisation.

Cet échantillonnage est répété sur 2 manguiers de la variété Amélie greffée sur mangot local. Les arbres sont issus d'une même parcelle du verger IRFA de Lataha, près de Korhogo (Nord Côte d'Ivoire). Ils sont âgés de 5 ans et ont reçu les mêmes traitements en particulier de fumure (tableau 2). Seul leur mode de plantation diffère : l'un (N° 1) a été mis en place dans un trou de plantation comblé en respectant les différents horizons de sol. Le second (N° 2) a été planté sans trouaison préalable. Au cours des

TABLEAU 1 - Masse des organes des arbres.

	Arbre 1					Arbre 2				
	Masse fraîche		Masse sèche		% MS	Masse fraîche		Masse sèche		% MS
	kg	% du total	kg	% du total		kg	% du total	kg	% du total	
<b>Feuilles</b>										
de l'année plus âgées, sur rameaux non lignifiés	26,40	14,9	10,53	10,9	39,9	17,95	15,6	7,07	11,1	39,4
lignifiés $\varnothing < 1$ cm	20,70	11,7	9,82	10,1	47,4	10,50	9,1	4,96	7,9	47,3
lignifiés $\varnothing > 1$ cm	5,90	3,3	2,79	2,8	47,3	3,60	3,1	1,77	2,8	49,2
	2,80	1,6	1,34	1,4	48,0	3,65	3,2	1,84	2,9	50,5
<b>Total</b>	55,80	31,5	24,48	25,2		35,70	31,0	15,64	24,7	
<b>Rameaux</b>										
de l'année plus âgés non lignifiés	6,70	3,8	2,44	2,5	36,4	10,50	9,1	4,08	6,4	38,9
lignifiés	7,90	4,5	3,34	3,5	42,3	0,80	0,7	0,34	0,5	42,7
	9,10	5,1	4,19	4,3	46,1	5,40	4,7	2,56	4,0	47,3
<b>Total</b>	23,70	13,4	9,97	10,3		16,70	14,5	6,98	10,9	
<b>Branches</b>										
1 cm $< \varnothing < 5$ cm	39,25	22,2	25,40	26,2	64,7	32,10	27,9	23,61	36,9	73,6
$\varnothing > 5$ cm	16,60	9,4	10,38	10,7	62,5	6,60	5,8	3,94	6,2	59,8
<b>Total</b>	55,85	31,6	35,78	36,9		38,70	33,7	27,55	43,1	
<b>Tronc</b>	10,00	5,6	6,59	6,8	65,9	8,90	7,7	4,83	7,6	54,3
<b>Racines</b>										
$\varnothing > 3$ cm	24,25	13,7	16,28	16,8	67,2	9,41	8,2	6,02	9,4	64,0
0,5 $> \varnothing > 3$ cm	6,20	3,5	2,99	3,1	48,3	5,02	4,4	2,49	3,8	49,6
$\varnothing < 0,5$ cm	1,26	0,7	0,84	0,9	66,8	0,56	0,5	0,34	0,5	61,1
<b>Total</b>	31,71	17,9	20,11	20,8		14,99	13,1	8,85	13,7	
<b>Arbre entier</b>	177,06		96,93			114,99		63,85		

TABLEAU 2 - Fumure appliquée (en 2 apports/an) en grammes par arbre.

	fumier	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	dolomie
A la plantation (juin 1985)	10 kg		130		1 000
1986		280	80	230	1 300
1987		340	90	300	1 000
1988		350	90	320	1 600
1989		300	100	300	4 000
1990		400	125	360	4 000
<b>Total</b>		<b>1 670</b>	<b>615</b>	<b>1 510</b>	<b>12 900</b>

5 années de culture aucune taille n'a été pratiquée. Les 3 premières années une irrigation à la cuvette a été apportée.

La première récolte significative est obtenue à 5 ans (en avril 1990) : respectivement 16,0 kg (arbre 1) et 28,4 kg (arbre 2) et seulement 3,1 kg en moyenne à 4 ans. Le bilan a été réalisé en période végétative (novembre 1990) avant la différenciation des fleurs.

Au niveau de chaque arbre, un prélèvement de sol, pour analyse, est pratiqué à cette période à 3 profondeurs (0-20, 20-40 et 40-100 cm) à l'aplomb du feuillage. Le sol caillouteux est sablo-limono-argileux de 0 à 20 cm ; argilo-sablo-limoneux entre 20 et 40 cm. Cette dernière texture se prolonge jusqu'à 1 m pour l'arbre 1 ; elle est plus argileuse dans l'horizon 40 cm-1 m de l'arbre 2. Un horizon très gravillonnaire est présent à 40 cm environ.

Les teneurs de 13 éléments minéraux (N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B) sont mesurées dans chaque aliquote déshydratée. En admettant que chacune d'elle est bien représentative de l'organe, les quantités d'éléments que celui-ci contient peuvent être calculées.

Le manguiier est relativement sensible aux excès de Na et Cl qui se traduisent par des brûlures. De tels symptômes ne sont pas observés dans ce verger loin de toute mer ; les analyses de ces 2 éléments donnent ainsi des indications sur les niveaux d'alimentation normale. Par contre, dans ce secteur, des insuffisances de B sont observées en particulier sur des papayers qui sont très sensibles. Les manguiiers n'ont pas, semble-t-il, révélé de symptômes de malnutrition ; leurs besoins seraient donc limités ; ces analyses fournissent des informations sur les doses à apporter éventuellement.

#### BILAN PONDERAL

Le feuillage représente près du tiers de la masse fraîche et du quart de la masse sèche des arbres (tableau 1).

Leurs teneurs en matière sèche sont très nettement différenciées : les feuilles de l'année - comme les rameaux - sont beaucoup plus aqueuses. De ce fait, si leur masse fraîche représente environ la moitié du poids des feuilles de l'arbre, leur importance se restreint si la matière sèche est considérée.

Les feuilles récoltées sur les rameaux non lignifiés de plus d'un an ont probablement été émises l'année précéden-

te ; elles représentent une proportion encore importante du feuillage. Les plus âgées ont dû chuter pour une grande part mais certaines subsistent au moins 3 ans ; elles sont retrouvées sur les rameaux lignifiés de diamètre supérieur à 1 cm.

L'accroissement du diamètre et de la hauteur de la frondaison de l'arbre 2 est le plus élevé des deux arbres de 1989 à 1990 à l'opposé des années précédentes. La masse de rameaux qu'il a émise en 1990 est largement supérieure à celle de l'arbre 1 et sa proportion plus forte. L'inverse est observé pour les rameaux plus âgés en accord avec l'évolution de la frondaison. Les effets sont moindres, bien que sensibles, sur les proportions des classes de feuilles.

La part des branches est relativement restreinte si elle est comparée à celle mesurée chez d'autres espèces. Leur lignification et leur accroissement semblent être relativement lents au moins dans les conditions de Korhogo et durant les 5 premières années. Leur masse fraîche est identique à celle des feuilles ; leur masse sèche est proportionnellement plus forte - en relation avec des teneurs élevées en matière sèche -. Il est surprenant de constater que celle-ci est la plus importante dans la branche du diamètre le plus faible et particulièrement dans l'arbre 2.

Le système racinaire de l'arbre 1 est nettement le plus développé en quantité et en proportion tout particulièrement les grosses racines. Cette différence peut-elle être due au mode de plantation ? La trouaison aurait favorisé leur croissance et celle des autres parties de l'arbre dont la masse (177 kg de matière fraîche et 97 kg de matière sèche) est très supérieure à celle du second (115 et 64 kg respectivement). Cet effet est favorable les toutes premières années, les différences concernent essentiellement les plus grosses racines. Par la suite il est probable que les racines atteignent dans les deux cas des zones qui n'ont pas été travaillées ; elles sont ainsi dans les mêmes conditions.

#### COMPOSITION MINERALE

##### Teneur en éléments minéraux.

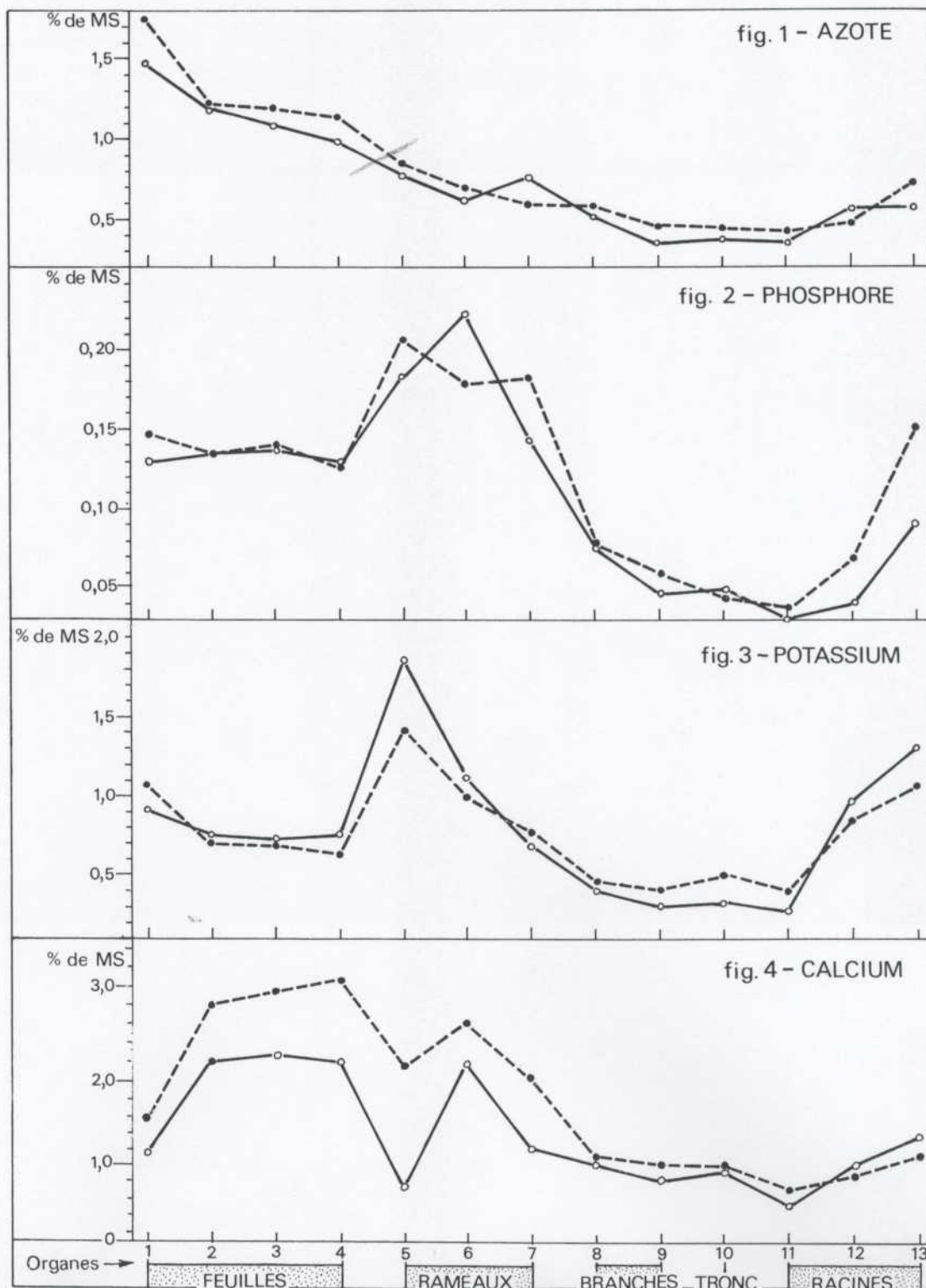
Les feuilles sont les organes les plus riches en N, Ca, Mg, S, Cl et Mn (figures 1, 4, 5, 6, 7, 10) et d'autant plus qu'elles sont jeunes, à l'exception de Ca et de Mn qui s'accumulent avec l'âge.

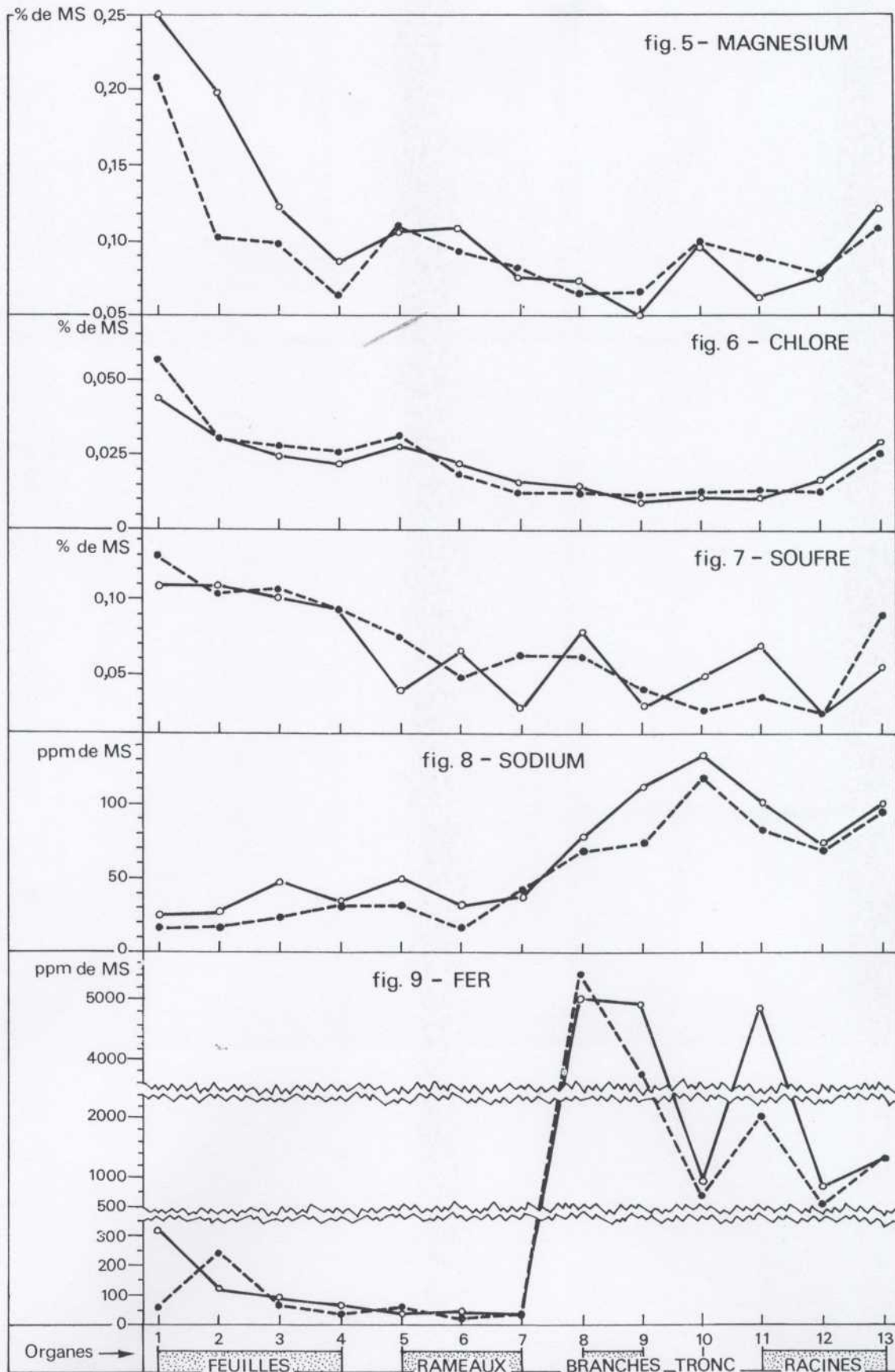
Dans les rameaux les teneurs de ces mêmes éléments diminuent avec l'âge, ainsi que celles en P et K qui atteignent les niveaux les plus élevés de la plante (figure 2, 3). Les branches sont les organes les plus pauvres. Dans les racines les taux augmentent avec la réduction du diamètre.

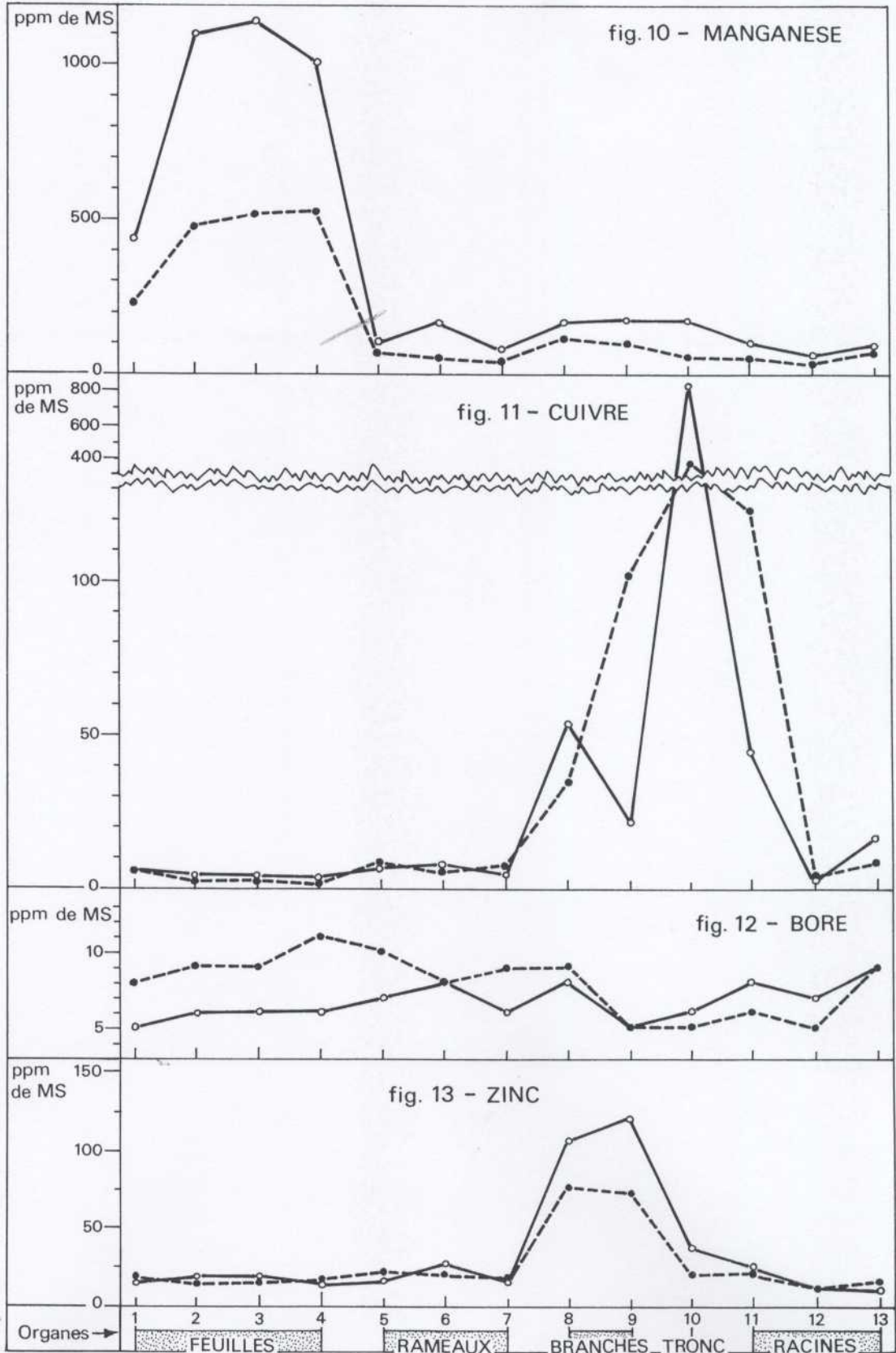
Figures 1 à 13 - TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DES ORGANES VEGETATIFS DE DEUX MANGUIERS «AMELIE».

○ — arbre 1  
● - - - arbre 2

ORGANES	1	Feuilles	de l'année
	2		plus âgées, sur rameaux non lignifiés
	3		" " " " lignifiés $\varnothing < 1\text{cm}$
	4		" " " " lignifiés $\varnothing > 1\text{cm}$
	5	Rameaux	de l'année
	6		plus âgés non lignifiés
	7	" " lignifiés	
	8	Branches	$1\text{cm} < \varnothing < 5\text{cm}$
	9		$\varnothing > 5\text{cm}$
	10	Tronc	
	11	Racines	$\varnothing > 3\text{cm}$
	12		$3\text{cm} > \varnothing > 0,5\text{cm}$
	13		$\varnothing < 0,5\text{cm}$







A l'opposé les niveaux de Na, Fe, Cu et Zn sont les plus forts dans les branches et le tronc (figures 8, 9, 11, 13). Les organes n'ont-ils pas été contaminés par du fer du sol ? Ses taux sont en effet très élevés et les masses immobilisées dépassent celles de P ou de Mg.

Le tronc et les branches les plus grosses ont été traitées avec des produits fongicides à base de cuivre ; les teneurs mesurées reflètent ces traitements ; la migration éventuelle de ce métal vers les organes apparaît très réduite sauf peut-être vers les grosses racines par suite d'un écoulement ? Il est possible que les produits contiennent également du zinc relativement abondant dans les branches. Le bore est toujours à des niveaux compris entre 5 et 10 ppm (figure 12) sans différences caractéristiques entre les organes. C'est l'élément globalement le moins abondant dans ces arbres. Leurs besoins sont peut-être limités ou bien ces faibles quantités peuvent traduire une alimentation insuffisante, liée à la pauvreté du sol, mais qui ne se révèle pas par des symptômes. Seuls des apports de bore permettraient de juger de leur intérêt.

La distribution des éléments d'un organe à l'autre est très comparable pour les 2 arbres ; cependant les niveaux peuvent être très différents notamment en Ca, Mg et Mn.

Le calcium est très largement plus abondant dans l'arbre 2 le moins bien alimenté en Mg et Mn (figures 4-5-10).

Les teneurs moyennes des arbres (entiers - parties aériennes ou pousses de l'année) confirment les forts écarts pour ces 3 éléments (tableau 3) ; les autres sont relativement proches avec une tendance à un effet de dilution dans l'arbre 1 pour N, P, K, Cl et B.

Toutefois les feuilles et les rameaux de l'année de l'arbre 2 sont sensiblement plus riches en N, P, S, et aussi en K et Cl mais seulement dans les feuilles. Ce résultat paraît indi-

quer une meilleure activité d'absorption des racines de cet arbre au cours de la dernière année.

L'analyse du sol au niveau des 2 arbres révèle une différence très sensible de composition. Le sol de l'arbre 2 est le moins acide et le plus riche en Ca - particulièrement en profondeur - mais aussi en Mg et K (tableau 4). Le fort niveau de Ca dans le sol et dans la plante provoque une réduction antagonique de l'absorption de Mg mais n'a pas d'influence sur celle de K. Sous l'influence conjuguée du pH et de la richesse en Ca la quantité de Mn absorbé par l'arbre 2 est limitée.

L'alimentation plus restreinte en Ca et plus intense en Mg et en Mn s'additionne probablement à l'effet positif de la trouaison entraînant une meilleure croissance de l'arbre 1.

#### Quantités d'éléments contenus dans les arbres.

L'arbre le plus lourd immobilise les quantités les plus importantes de chacun des éléments analysés même si leurs teneurs sont plus faibles pour certains d'entre eux (tableaux 5, 6, 7). Les immobilisations sont donc principalement dépendantes de la masse des organes pour autant que les éléments soient disponibles en quantités suffisantes. L'écart le plus réduit est observé avec Ca à l'opposé de Mn.

Les feuilles contiennent pratiquement la moitié de N et encore plus de Mn. Les métaux Fe, Cu, Zn mais aussi Na sont particulièrement abondants dans les branches sous l'influence possible de contaminations (Fe) et de traitements sanitaires (Zn, Cu).

Les immobilisations dans les racines représentent toujours une faible part du total de chacun des 13 éléments.

TABLEAU 3 - Teneurs moyennes des arbres.

	Arbre	% MS							ppm MS					
		N	P	K	Ca	Mg	Cl	S	Na	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Pousses de l'année	1	1,34	0,140	1,09	1,03	0,222	0,041	0,095	30	5,6	261	6	370	16
	2	1,40	0,168	1,19	1,77	0,171	0,047	0,108	23	8,5	62	7	169	18
Parties aériennes	1	0,75	0,101	0,61	1,25	0,117	0,021	0,073	66	6,6	2 470	94	369	63
	2	0,81	0,106	0,66	1,52	0,095	0,022	0,072	55	8,2	2 685	56	178	47
Arbre entier	1	0,67	0,087	0,55	1,11	0,106	0,019	0,070	71	7,1	2 826	83	312	54
	2	0,76	0,097	0,63	1,40	0,086	0,021	0,066	59	7,9	2 528	60	161	43

TABLEAU 4 - Analyse des cations échangeables du sol au niveau de 2 arbres en meq pour 100 g.

Profondeur (cm)	Arbre 1			Arbre 2		
	0-20	20-40	40-100	0-20	20-40	40-100
pH	5,6	5,3	5,5	6,0	5,7	6,6
Ca	1,10	1,80	2,25	1,80	4,10	6,55
Mg	0,45	0,73	0,95	0,53	0,85	1,33
K	0,09	0,06	0,04	0,38	0,20	0,28
Capacité d'échange	3,4	5,4	6,4	4,0	7,2	10,0

TABLEAU 5 - Quantités d'éléments minéraux contenus dans les organes de l'arbre 1.

	grammes							milligrammes					
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	S	Na	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Feuilles de l'année plus âgées sur rameaux non lignifiés lignifiés $\phi < 1$ cm $\phi > 1$ cm	154,9	13,7	96,0	117,2	26,3	4,6	11,4	263	55	3 289	63	4 551	161
	116,9	13,3	72,6	223,3	19,3	3,0	10,6	285	63	1 208	40	10 800	165
	30,2	3,8	20,0	65,4	3,4	0,7	2,8	129	18	266	11	3 184	52
	13,2	1,7	10,2	30,4	1,1	0,3	1,3	46	8	95	3	1 357	19
Rameaux de l'année plus âgés non lignifiés lignifiés	18,8	4,5	45,4	17,0	2,6	0,7	1,0	122	18	110	18	259	40
	20,7	7,4	36,9	71,0	3,6	0,7	2,1	107	28	162	25	551	86
	31,9	6,0	28,4	49,7	3,2	0,7	1,1	159	25	191	21	365	68
Branches 1 cm $< \phi < 5$ cm $\phi > 5$ cm	129,5	19,1	103,1	249,1	18,5	3,6	19,6	1 955	198	127 147	1 351	4 317	2 730
	34,2	4,8	32,3	81,9	5,3	0,9	2,7	1 152	53	51 186	235	1 836	1 269
Tronc	24,4	3,2	21,0	57,9	6,3	0,7	3,2	870	40	6 069	5 484	1 153	243
Racines $\phi > 3$ cm $3 > \phi > 0,5$ cm $\phi < 0,5$	57,0	4,9	45,1	74,9	10,1	1,8	11,1	1 612	151	79 465	726	1 628	383
	17,1	1,2	15,9	28,4	2,2	0,5	0,7	219	20	2 607	10	174	33
	4,8	0,8	5,7	10,9	1,0	0,2	0,5	84	7	1 078	15	81	10

TABLEAU 6 - Quantités d'éléments minéraux contenus dans les organes de l'arbre 2.

	grammes							milligrammes					
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	S	Na	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Feuilles de l'année plus âgées sur rameaux non lignifiés lignifiés $\phi < 1$ cm $\phi > 1$ cm	122,2	10,4	75,3	107,7	14,8	4,0	9,0	127	54	424	41	1 611	118
	60,6	6,7	34,6	136,3	5,0	1,5	5,2	119	42	1 233	14	2 372	76
	20,9	2,5	12,2	51,6	1,7	0,5	1,9	41	16	140	6	917	29
	20,8	2,3	11,4	56,6	1,2	0,5	1,7	60	20	89	4	977	29
Rameaux de l'année plus âgés non lignifiés lignifiés	34,3	8,4	57,8	90,5	4,4	1,3	3,1	131	41	270	32	284	97
	2,3	0,6	3,4	8,6	0,3	0,1	0,2	6	3	11	2	18	7
	14,6	4,6	19,1	53,9	2,1	0,3	1,6	105	21	117	17	125	44
Branches 1 cm $< \phi < 5$ cm $\phi > 5$ cm	132,2	18,2	109,1	247,0	15,6	3,1	14,2	1 606	210	127 340	817	2 833	1 818
	17,8	2,3	16,0	39,2	2,6	0,4	1,5	288	21	14 666	405	402	285
Tronc	21,2	2,2	23,1	43,6	4,7	0,6	1,2	565	23	3 409	1 753	293	97
Racines $\phi > 3$ cm $3 > \phi > 0,5$ cm $\phi < 0,5$ cm	25,3	2,2	23,3	37,6	0,5	0,8	1,9	494	39	12 044	741	344	131
	11,7	1,7	12,1	20,8	1,9	0,3	0,6	174	13	1 368	10	95	28
	2,5	0,5	2,0	3,6	0,4	0,1	0,3	33	3	434	3	26	6

En raison de la croissance relativement plus importante des feuilles et encore plus des rameaux de l'arbre 2, au cours de la dernière année, et de leurs plus fortes teneurs en certains éléments, le contenu de la pousse de l'année des deux

arbres est proche (tableau 7) ; Ca, Mg, Fe et Mn, sur lesquels le pH du sol a une influence, et B et Na font cependant exception. L'évolution du comportement de l'arbre 2 se confirme bien.



TABLEAU 7 - Quantité d'éléments immobilisés dans la pousse de l'année, les parties aériennes et souterraines.

	Masse fraîche kg	Masse sèche kg	grammes							milligrammes						
			N	P	K	Ca	Mg	Cl	S	Na	B	Fe	Cu	Mn	Zn	
Pousses de l'année	1	33,1	13,0	173,7	18,2	141,4	134,2	28,9	5,3	12,4	385	73	3 399	81	4 810	201
	2	28,5	11,2	156,5	18,8	133,1	198,2	19,2	5,3	12,1	258	95	694	73	1 895	209
Parties aériennes	1	145,4	76,8	574,7	77,5	465,9	962,9	89,6	15,9	55,8	5 088	506	189 723	7 251	28 373	4 833
	2	100,0	55,0	446,9	58,2	362,0	835,0	52,4	12,3	39,6	3 048	451	147 699	3 091	9 832	2 594
Racines	1	31,7	20,1	78,9	6,9	66,7	114,2	13,3	2,5	12,3	1 915	178	83 150	751	1 883	426
	2	15,0	8,9	39,5	4,4	37,4	62,2	2,8	1,2	2,8	701	55	13 846	754	465	165
Arbre entier	1	177,1	96,9	653,6	84,4	532,6	1 077,1	102,9	18,4	68,1	7 003	684	272 873	8 002	30 256	5 259
	2	115,0	63,9	486,4	62,6	399,4	897,2	55,2	13,5	42,4	3 749	506	161 545	3 845	10 297	2 759

TABLEAU 8 - Composition minérale moyenne du fruit d'Amélie à Korhogo.

	Part des organes (% de la masse fraîche totale)	Teneurs en matière sèche (%)	% MS				
			N	P	K	Ca	Mg
peau	14,5	26,0	0,59	0,093	0,94	0,381	0,175
pulpe	77,5	13,4	0,55	0,108	1,21	0,052	0,090
noyau	8,0						
amande	3,8	24,7	0,91	0,173	1,09	0,116	0,174
coque	4,2	35,0	0,44	0,046	0,38	0,201	0,066

TABLEAU 9 - Quantités d'éléments exportés par les fruits en 1989 et 1990 (en grammes).

		Production (kg)	N	P	K	Ca	Mg
exportation moyenne en 1989		3,1	2,9	0,6	5,5	0,7	0,6
1990	arbre 1	16,0	15,1	2,7	28,3	3,8	3,5
	arbre 2	28,4	26,8	4,9	50,1	6,7	5,3

TABLEAU 10 - Quantités d'éléments immobilisés dans les pousses de l'année et exportées par les fruits (en grammes).

Arbre	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	MgO
1	189	21	48	170	205	138	32	53
2	185	24	55	183	221	205	24	40
Fumure de l'année	400	55	125	300	360	-		

TABLEAU 11 - Quantité totale d'éléments immobilisés et exportés par les arbres.

Arbre	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	MgO
1	672	87	199	567	683	1 082	107	178
2	516	69	158	455	548	904	61	102
Fumure totale	1 670	269	615	1 253	1 510			

TABLEAU 12 - Equilibre entre N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO dans les arbres et la fumure (en prenant pour base 10 les quantités de N immobilisées ou apportées)

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
arbre 1 production de l'année (végétative + fruits) entier	10	2,5	10,8	2,8
	10	3,0	10,2	2,7
arbre 2 production de l'année entier	10	3,0	12,0	2,2
	10	3,1	10,6	2,0
fumure de l'année 1990 depuis la plantation	10	3,7	9,0	
	10	3,1	9,0	

### CONCLUSION

#### Détermination des besoins en engrais.

Si les seules immobilisations dans la pousse végétative de l'année sont considérées, la fumure fournie durant cette période couvre très largement ses besoins (tableau 10). Mais l'accroissement des organes plus anciens et les exportations par les fruits doivent être assurés.

Les fruits de ces deux arbres n'ont pas été analysés individuellement mais seulement un échantillon représentatif du verger. Les exportations peuvent ainsi être estimées. K est l'élément le plus abondant dans trois des quatre parties du fruit qui ont été séparées (tableau 8). Cette richesse est très fréquente dans les fruits de différentes espèces.

En 1989, les exportations par les fruits sont très restreintes. La récolte est alors pratiquement nulle. En 1990 elles représentent, pour l'arbre 2, une part relativement importante de la fumure potassique (tableau 9). Or la production de fruits mais aussi le développement de jeunes organes s'amplifie avec l'âge. Si la somme des immobilisations dans la pousse de l'année et des exportations par les fruits est considérée (tableau 10) et si l'accroissement des parties plus anciennes est prise en compte, il apparaît que cette fumure de l'année doit être renforcée en K ; car l'utilisation de la fumure n'est jamais totale (lixiviation, engrais non atteint par les racines). Les branches et le tronc ont les teneurs les plus faibles en N, P, K, Ca et Mg ; il est donc probable que leur alimentation est assurée en partie par les réserves immobilisées au stade jeune qui sont peut-être renouvelées après migration vers les organes néo-formés.

Théoriquement une partie des éléments contenus dans les vieilles feuilles qui chutent est réutilisée par la plante et s'additionne à la fumure ; donc en cinquième année l'augmentation des doses de K et de N pourrait être relativement réduite si cette réutilisation est effective.

Les quantités totales d'éléments fournis depuis la plantation dépassent très largement les immobilisations et les exportations totales (tableau 11). La fumure des premières années a pu être quelque peu excessive. Si les équilibres

entre N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O et MgO sont considérés dans les arbres et les engrais (tableau 12), il apparaît essentiellement que :

- la fumure potassique par rapport à N ne permet pas d'assurer l'équilibre déterminé dans la plante ; d'autant plus que le sol est pauvre en cet élément ;
- les équilibres sont voisins dans l'arbre entier ou la pousse de l'année et entre les deux arbres à l'exception de Mg.

Après un an de pépinière les équilibres mesurés sont comparables (10 N - 3,9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 11,0 K<sub>2</sub>O - 2,8 MgO) ; seuls les besoins en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sont relativement plus importants. Les quantités d'éléments immobilisés sont alors très réduites ; N : 2,4 g - P : 0,4 g - K : 2,1 g - Mg : 0,4 g.

Une meilleure répartition de la dose totale de N et de K<sub>2</sub>O fournie au cours de ces 5 années aurait pu être plus efficace. Les besoins des très jeunes stades ne nécessitent probablement pas les quantités qui ont été apportées. L'apport de K<sub>2</sub>O doit être renforcé éventuellement à partir de la mise à fruit.

Cette première approche fournit des informations. Toutefois celles-ci doivent être confirmées ; en effet deux arbres seulement ont été analysés 5 ans après leur plantation. Les équilibres peuvent en particulier être modifiés chez des arbres adultes.

Les arbres analysés ont donc reçu en 5 ans une fumure couvrant apparemment largement leurs besoins ; ils ne présentaient aucun symptôme de malnutrition. Les feuilles ont été prélevées sans distinguer la classe habituellement utilisée pour le diagnostic foliaire. Il n'est donc pas possible de juger de l'état nutritif de ces arbres en se référant par exemple aux indications de YOUNG et KOO (1969).

Toutefois, chaque année, des prélèvements foliaires sont réalisés dans ce verger, en suivant le mode opératoire recommandé (MARCHAL, 1984). Les analyses ne révèlent pas de déséquilibres entre éléments.

## BIBLIOGRAPHIE

- BHAMBOTA (J.R.), SINGH (P.P.) and GUPTA (M.R.). 1963.  
Studies on salt tolerance of mango plant.  
*Punjab Hort. J.*, 3, 164-170.
- CHANDLER (W.H.). 1958.  
Evergreen orchards.  
2nd ed. *Lea and Febiger, Philadelphia*, 535 p.
- FRANCIOSI (R.). 1985.  
El cultivo del mango en el Perú.  
*Fopex cd., Lima*, 73 p.
- GALAN SAUCO (V.), ACUNA BATTERO (F.), SOCORRO MONZON (A.R.), HERRERA RODRIGUEZ (L.) y FERNANDEZ GALVAN (D.). 1989.  
Tolerancia de distintos patrones de mango (*Mangifera indica* L.) a la salinidad.  
*Actas de Horticultura. III Congreso de la SECH*, 1, 83-89.
- GANGOLLY (S.R.), SINGH (R.), KATYAL (S.L.) and SINGH (D.). 1957.  
The mango.  
*Indian Council Agr. Res., New Delhi*, 530 p.
- GAZIT (S.). 1970.  
C. Mango. 3. Nutritional problems.  
*In the Division of Subtropical Horticulture. The Volcani Institute of Agricultural Research, 1960-1969*, 101-104.
- GAZIT (S.) and KADMAN (A.). 1983.  
Selection of mango rootstocks for calcareous soils and saline irrigation water in the Arava.  
*In Institute of Horticulture. Scientific Activities, 1977-1981. Special Publication 222, The Volcani Center*, 93.
- KADMAN (A.), GAZIT (S.) and ZIV (G.). 1976.  
Selection of mango rootstock for adverse water and soil conditions in arid areas.  
*Acta Horticulturae*, 57, 81-88.
- MALLIK (P.C.) and DE (B.N.). 1952.  
Manures and manuring of the mango and the economics of mango culture.  
*Indian J. Agric. Sci.*, 22, 151-166.
- MARCHAL (J.). 1984.  
Manguier.  
L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales.  
Coordonnateurs MARTIN-PREVEL, GAGNARD, GAUTIER.  
*Ed. Lavoisier, Technique et Documentation*, 399-411.
- MARCHAL (J.) et LACOEUILHE (J.J.). 1969.  
Bilan minéral du mandarinier 'Wilking'.  
Influence de la production et de l'état végétatif de l'arbre sur sa composition minérale.  
*Fruits*, 24 (6), 299-318.
- MARCHAL (J.) et BERTIN (Y.). 1980.  
Contenu en éléments minéraux des organes de l'avocatier 'Lula' et relation avec la fumure.  
*Fruits*, 35 (3), 139-149.
- RAO (G. SP.), RAMACHANDER (P.R.), REDDY (Y.T.N.) and KOHLI (P.R.). 1991.  
Modelling for yield response in mango cv. Alphonso with relation to N, P, K fertilizer application.  
*Proceedings du 3e Symposium sur le manguier, Darwin (Australie)* 89, à paraître.
- REDDY (Y.T.N.), KUHLI (R.R.) and RAO (GSP). 1991.  
Effect of different levels of N, P and K on growth yield and quality of mango cv. Alphonso.  
*Proceedings du 3e Symposium sur le manguier, Darwin (Australie)*, 89, à paraître.
- REDDY (Y.T.N.), KUHLI (R.R.) and SINGH (G.). 1991.  
Nutrition influence of rootstocks on growth yield and fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.).  
*Proceedings du 3e Symposium sur le manguier, Darwin (Australie)* 89, à paraître.
- RUEHLE (G.D.) and LEDIN (R.B.). 1965.  
Mango growing in Florida, mango studies.  
*Florida Mango Forum. Univ. of Florida, Agric. Exp. Sta. Gainesville, Bull.* 574, 89 p.
- YOUNG (J.W.) and MINER (J.J.). 1961.  
Relationship of nitrogen and calcium to «soft nose» disorder in mango fruits.  
*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 78, 201-208.
- YOUNG (T.W.) and KOO (R.C.J.). 1969.  
Mineral composition of Florida mango leaves.  
*Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 82, 324-328.

**BALANCE MINERALE DEL MANGO, VARIEDAD AMELIE.**  
Determinación de sus necesidades en abono en el Norte de la Côte d'Ivoire.

J. MARCHAL, T. GOGUEY y C. DIDIER.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1991, vol. 46, n° 4, p. 477-487.

RESUMEN - La medida de las inmobilizaciones minerales (N, P, K, Ca, Mg, Cl, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B) de dos mangos perteneciendo a la variedad Amélie, de 6 años de edad, y cultivados en Lataha, fué realizada.

Un crecimiento superior de uno de los dos sujetos está ligado con una mejor alimentación en Mg y Mn y más limitada en Ca, en relación con el pH más ácido del suelo menos rico en Ca.

Las inmobilizaciones en los órganos vegetativos y las exportaciones por las frutas en el transcurso de los 5 años de cultivo son largamente cubiertas por los abonos aportados. Sin embargo, una modificación de la repartición de las dosis de potasa, con arreglo a la edad podría ser positiva. El crecimiento de los rendimientos se debe acompañar de una aumentación del abono potásico. El equilibrio N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO en la planta entera (10-3-11-2,8) y las cantidades de elementos inmobilizadas deben permitir proponer un abono adaptado a las necesidades.

