

Fertilisation des cultures fruitières en Afrique intertropicale.

J. GODEFROY, J. MARCHAL et R. NAVILLE*

FERTILISATION DES CULTURES FRUITIERES EN AFRIQUE
INTERTROPICALE.

J. GODEFROY, J. MARCHAL et R. NAVILLE (IRFA).

Fruits, Mai 1985, vol. 40, n° 5, p. 327-344.

RESUME - Les cultures fruitières sont importantes pour la nutrition des populations africaines. Les productions exportent des éléments minéraux des sols en fonction des rendements de diverses espèces. On rappelle les bilans minéraux des plantes fruitières, les recherches agronomiques réalisées, et la politique de fertilisation conseillée dans les différents systèmes existants, du verger de case à la plantation industrielle. Nombreux tableaux.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il nous paraît nécessaire de présenter un certain nombre de caractéristiques générales des cultures fruitières en Afrique et de préciser le sens de quelques termes utilisés en agronomie fruitière.

LES CULTURES FRUITIERES EN AFRIQUE

Les cultures fruitières jouent un rôle primordial dans l'alimentation des populations et dans l'économie des pays africains. D'après les statistiques publiées par la FAO, la production annuelle de fruits de l'Afrique intertropicale est de 23 millions de tonnes dont 8,7 millions (37 p. 100) dans les pays francophones. Ces statistiques concernent

seulement les Etats qui communiquent à la FAO leurs estimations de production (cf. liste des pays avec ventilation par espèces fruitières dans le tableau annexe 1). D'autre part, elles ne font état que des principaux fruitiers, à savoir : agrumes, bananes douces et plantains, ananas, avocats et mangues. Dans ces données ne figurent pas la goyave, la papaye, le mangoustan et la grenadille, mais ces fruits ne doivent pas influencer sensiblement le niveau global de production. D'après d'autres sources d'information, la production de papayes, pour l'ensemble de l'Afrique, serait de 200 000 tonnes.

Pour l'avocat, la FAO ne donne pas de chiffres de production du Sénégal ; pour la mangue, il n'y a pas non plus de données afférentes au Congo et à la Guinée, alors que ces trois pays sont producteurs. Pour les diverses raisons mentionnées, les chiffres que nous publions sont, vraisemblablement, sous-estimés, mais ils rendent compte néanmoins de l'importance des cultures fruitières en Afrique. Sur les 23 à 24 millions de tonnes produites, 96 p. 100 seraient autoconsommés et 4 p. 100 exportés en Europe ou dans les pays africains voisins (cf. tableaux annexes 2 et 3).

* - J. GODEFROY - Département fruitier du CIRAD - Laboratoire d'agropédologie - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX
J. MARCHAL - Département fruitier du CIRAD - Service de Physiologie - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX
R. NAVILLE - Département fruitier du CIRAD - Service Développement industriel - 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS

Les principaux pays francophones producteurs sont : le Zaïre (2,2 millions de tonnes «Mt»), le Rwanda (2,1 Mt), la Côte d'Ivoire (1,4 Mt) et le Cameroun (1,1 Mt). Des différentes espèces fruitières, la banane plantain est la plus cultivée avec une production de 5,7 Mt (66 p.100), suivie par la banane douce : 1,1 Mt (13 p. 100), l'ananas : 0,7 Mt (8 p. 100), les agrumes : 0,5 Mt (6 p. 100), la mangue : 0,45 Mt (5 p. 100) et l'avocat : 0,07 Mt (1 p. 100). Pour l'Afrique intertropicale, la banane plantain atteint une production de 13 à 14 millions de tonnes.

Ces quelques chiffres montrent l'importance de la banane plantain, consommée cuite comme légume, dans l'alimentation des populations de la zone équatoriale et tropicale humide. En Côte d'Ivoire, par exemple, (CHATAIGNIER, 1979), le plantain est la deuxième production vivrière, à égalité avec le manioc (20 p. 100 chacun), contre 40 p. 100 pour l'igname, 8 p. 100 pour le riz et 5 p. 100 pour le maïs.

Il faut mentionner, également, l'importance de la mangue dans l'alimentation des populations des régions tropicales sèches et sahéliennes.

Un autre aspect à prendre en considération concernant les cultures fruitières est le rôle nutritionnel spécifique des fruits, étant donné leur richesse en vitamines et en sels minéraux divers.

ESTIMATION DES QUANTITES D'ELEMENTS MINERAUX PRELEVES DANS LES SOLS D'AFRIQUE PAR LES PRODUCTIONS FRUITIERES

La connaissance de la composition minérale des fruits (tableau annexe 4), composition relativement «constante» pour une espèce fruitière donnée, ainsi que les statistiques des productions fruitières (tableau annexe 1), permettent d'estimer les quantités d'éléments minéraux extraits annuellement des sols de l'Afrique. Ces estimations sont résumées dans les tableaux 1 et 2.

Les chiffres du tableau 1 donnent un ordre de grandeur de l'appauvrissement des sols, si les prélèvements d'éléments minéraux par les récoltes ne sont pas compensés par des apports d'engrais minéraux ou organiques. A ces valeurs, il faut ajouter les exportations par les 200 000 tonnes de papayes produites en Afrique intertropicale, qui représentent : 600 t de N, 160 t de P₂O₅, 720 t de K₂O, 345 t de CaO et 140 t de MgO. Si l'on tient compte des fruitiers secondaires ne figurant pas dans les statistiques de la FAO (goyaviers, grenadilles, mangoustaniers, etc.) et de l'absence de données de quelques pays (cf. paragraphe 1), on peut évaluer les exportations d'éléments par les récoltes à 42 500 tonnes d'azote, 12 500 t de P₂O₅, 138 000 t de K₂O, 9 000 t de CaO ainsi que de MgO.

TABLEAU 1 - Quantité d'éléments minéraux exportés annuellement (*) des sols par les cultures fruitières (**) (en tonnes).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Afrique intertropicale	41 700	12 220	137 130	8 319	8 877
Afrique francophone	15 810	4 750	53 320	2 779	3 416
Zaïre	4 050	1 220	13 640	738	877
Côte d'Ivoire	2 300	690	7 750	383	516
Cameroun	2 230	670	7 990	307	478

* - calculs effectués sur les productions moyennes de trois années (1980 à 1982)

** - papayes non incluses.

TABLEAU 2 - Quantités d'éléments minéraux exportés annuellement (*) des sols de l'Afrique francophone par les différentes cultures fruitières (en tonnes).

	Ananas	Bananes douces	Bananes plantains	Avocats	Agrumes	Mangues
N	648 (4)	2 059 (13)	11 396 (72)	207 (1)	954 (6)	545 (2)
P ₂ O ₅	216 (5)	572 (12)	3 419 (72)	59 (1)	212 (4)	273 (6)
K ₂ O	1 728 (3)	7 435 (14)	41 595 (78)	407 (1)	1 060 (2)	1 090 (2)

* - calculs effectués sur les productions moyennes de trois années (1980 à 1982). Entre parenthèses, pourcentage par rapport aux exportations totales.

SIGNIFICATION DE QUELQUES TERMES UTILISES EN AGRONOMIE FRUITIERE PRESENTATION DES RESULTATS

Pour les cultures fruitières semi-pérennes, telles que l'ananas et les deux sous-groupes de bananiers, on parle généralement de «plantation». Le mot «verger», *sensu stricto*, est un lieu planté d'arbres fruitiers. Toutefois, en agronomie fruitière, on emploie ce mot dans un sens plus large. Ainsi le terme «verger de case» est utilisé pour désigner diverses plantes fruitières : ananas, bananiers type doux et plantains, papayers, arbres fruitiers et même les plantes condimentaires ou aromatiques. C'est au sens large que nous emploierons le mot verger ou verger fruitier.

Pour les plantes semi-pérennes, les rendements sont mesurés par «cycle» et les programmes de fumure sont également établis par cycle. La longueur d'un cycle varie suivant les cultures et, pour une même plante, en fonction des conditions du milieu et des techniques culturales, d'où la nécessité d'en préciser la durée.

Les bilans des quantités d'éléments minéraux exportés par les récoltes, établis par les physiologistes, sont toujours exprimés en éléments : N, P, K, Ca, Mg. Pour permettre une comparaison avec les engrais minéraux, nous les avons calculés en oxydes : P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO.

STRUCTURES DES EXPLOITATIONS

La politique de fertilisation devant tenir compte de la structure des vergers, nous en donnerons une description succincte. Nous distinguerons trois types principaux de vergers.

Le verger de case.

Composé de diverses espèces fruitières en petit nombre, il est situé comme son nom l'indique, à proximité de la case. La production est essentiellement autoconsommée. Les travaux agricoles sont réalisés par les membres de la famille.

Le verger familial.

Contigu à l'habitation ou situé à quelques kilomètres, sa superficie dépasse rarement 5 hectares. Il est, généralement, composé de diverses espèces fruitières en parcelles monospécifiques ou polyspécifiques. La production est destinée en partie à la famille, en partie à la commercialisation. Dans le second cas, les transactions se font soit sur le marché du village, soit directement sur l'exploitation avec des transporteurs qui achemineront les produits sur les centres urbains. La main-d'oeuvre est principalement familiale, ou bien des ouvriers travaillant «au contrat».

La plantation commerciale.

La superficie est très variable, d'une dizaine d'hectares à plus d'une centaine d'hectares, voire plus de mille hectares. Même pour les arbres fruitiers, on emploie de préférence le mot «plantation» plutôt que celui de «verger». Il s'agit presque toujours de parcelles en culture monospécifiques, exploitées intensivement, mais avec des degrés variables d'intensification et de mécanisation des techniques culturales. Lorsque la culture est très mécanisée et conduite de façon très intensive, on utilise aussi le terme de «plantation industrielle». La quasi-totalité des fruits sont commercialisés : approvisionnement des centres urbains, exportations, conserveries, usines d'extraction d'huiles essentielles dans le cas des agrumes. La main-d'oeuvre est constituée de salariés permanents et temporaires. On trouve, dans ce type d'exploitation, des structures juridiques très variées : sociétés privées, particuliers, sociétés nationales ou d'économie mixte, projets fruitiers, coopératives, etc.

Entre ces trois grands types d'exploitations, il peut exister des structures intermédiaires. Ainsi J.J. BARAER (1983) mentionne les vergers villageois au Burkina Faso. Les arbres (manguiers) disséminés dans tout le village près des concessions et des puits appartiennent à plusieurs familles. A l'intérieur d'une même famille, certains arbres peuvent appartenir à différents membres.

BASES D'ETABLISSEMENT DES PROGRAMMES DE FERTILISATION

Plusieurs approches sont utilisées pour établir les programmes de fertilisation :

- a) Caractérisation de la fertilité des sols, en particulier analyse de leurs constituants chimiques.
- b) Bilan des éléments minéraux exportés par les récoltes et immobilisés dans la plante.
- c) Expérimentation agronomique *in situ* (essais fumures).
- d) Utilisation du diagnostic foliaire.
- e) Transposition des études réalisées dans d'autres pays sous des conditions pédologiques et climatiques similaires.

La caractérisation chimique des sols permet de déterminer les éléments minéraux qui devront être apportés par la fertilisation. Elle est souvent suffisante pour programmer les fumures : calcique, magnésienne et phosphatée.

Les bilans minéraux des exportations par les récoltes de fruits et les immobilisations dans la plante servent à évaluer les besoins des cultures en éléments nutritifs. L'évaluation est faite sur des prévisions de rendement.

Les essais de fumure au champ permettent de déterminer la fertilisation optimale, en intégrant tous les facteurs conditionnant l'élaboration du rendement : sol, climat, pertes d'éléments nutritifs par lixiviation, état sanitaire des végétaux, techniques culturales, etc. Seule l'expérimentation agronomique permet de réaliser une étude économique de la fertilisation (notion de productivité).

Le diagnostic foliaire est employé, en complément des analyses de terre, pour contrôler la nutrition des plantes. Il permet d'identifier des carences latentes ou se manifestant par des symptômes foliaires, ainsi que des déséquilibres anioniques ou cationiques dans le végétal ou dans les fruits.

En absence d'expérimentation locale, on utilise également les connaissances acquises ailleurs dans des conditions de milieu aussi comparables que possible, en les transposant ou en les adaptant.

PRODUCTION DES DIVERSES CULTURES FRUITIÈRES

Comme mentionné ci-dessus, la programmation de la fertilisation doit tenir compte des niveaux prévisionnels des récoltes ou « espérance de rendement ». Dans ce paragraphe, nous indiquerons, pour les différentes espèces, les niveaux de production moyens obtenus dans quelques pays. Les données que nous présentons proviennent principalement d'observations faites dans des plantations de type commercial, employant des techniques culturales intensives (fertilisation, lutte contre les ravageurs, etc.). Dans la majorité des cas, les mesures de rendement ont été effectuées dans des stations expérimentales. Il existe, en effet, actuellement, très peu d'observations faites dans les vergers de case ou de type familial. Dans les plantations privées de type commercial, les données disponibles ne concernent, en général, que la moyenne de la production des fruits uniquement commercialisés (tonnage des fruits commercialisés divisé par la superficie de la plantation en hectares).

Sauf mention spéciale, les rendements indiqués sont les productions « brutes » de fruits ; ce sont en effet ces quantités qu'il faut prendre comme base de calcul pour estimer les exportations d'éléments minéraux du sol par les récoltes. Les rendements en fruits commercialisables, surtout lorsqu'il s'agit de fruits exportés, peuvent être très différents (élimination des fruits trop gros ou trop petits, tachés, trop mûrs, etc.). Pour les bananiers, la production est estimée en poids de régimes, c'est-à-dire les fruits et les hampes, lesquelles sont aussi exportées de la parcelle cultivée. La proportion de fruits dans un régime est de 92 p. 100 pour les bananes douces et de 94 p. 100 pour les bananes plantains.

ANANAS.

L'ananas, ainsi que le bananier type « doux » et le papayer, sont les fruitiers qui ont les productivités les plus élevées. En Côte d'Ivoire, sur la station de recherches de l'Anguédédou, (sol ferrallitique fortement désaturé), en culture non irriguée, le rendement moyen de fruits (1960 à 1978) produits pour la conserverie est de 90 t/ha par cycle de production de 15 à 16 mois. Ces rendements sont obtenus dans des parcelles avec une densité de 51 300 plants/ha et dans lesquelles est appliquée la fertilisation minérale (N, P, K, Ca, Mg) conseillée aux planteurs de Côte d'Ivoire (J.-J. LACOEUILHE, 1978 et X. PERRIER, 1979).

Sur le même site et avec le même cultivar : Cayenne lisse, les parcelles cultivées pour la commercialisation à l'état « frais » produisent, avec une densité de 61 500 plants/ha, 65 à 70 t/ha par cycle de 13 à 14 mois. Avec la même variété et la même densité, mais sur les riches sols volcaniques de la station de recherches fruitières du Cameroun, on atteint, en culture non irriguée, des rendements moyens (5 cycles) de 75 t/ha/cycle, uniquement avec une fertilisation azotée (J. GODEFROY et J.P. GAILLARD, 1977). Dans les deux pays cités, les rendements moyens dans les plantations privées de type industriel sont de 40 à 60 t/ha/cycle pour les productions destinées à être commercialisées à l'état « frais » et de 60 à 80 t pour celles destinées aux conserveries (C. PY, communication orale). Ces écarts s'expliquent par les différences de durées des cycles et par la fumure plus abondante appliquée dans les cultures pour la conserverie, dont la production est orientée vers l'obtention de gros fruits.

BANANIERS TYPE « DOUX ».

A la station de recherches d'Azaguié (Côte d'Ivoire), sur sol minéral hydromorphe drainé, représentatif des sols des bananeraies ivoiriennes, en culture irriguée intensive, on obtient des rendements de 45 à 50 t/ha de régimes, par cycle de 10 mois (J. GODEFROY et J. GUILLEMOT, 1975). Le cultivar est le 'Poyo' à la densité de 2 000 bananiers/ha.

Avec le même cultivar, mais en bananeraie non irriguée, sur les sols tourbeux de la vallée de l'Agnéby (Côte d'Ivoire), les rendements sont comparables dans les zones mises en valeur depuis moins d'une décennie (X. PERRIER, 1978-1979 ; J. GODEFROY et al., 1978). Dans les zones où la culture du bananier est ancienne (plus de 20 ans), les rendements sont plus faibles : 35 à 40 t/ha/cycle (P. LOSSOIS, 1981).

Au Cameroun, sur sol brun eutrophe andique, de la station de Nyombé, les rendements atteignent 55 à 60 t/ha par cycle de 9 mois, en culture intensive irriguée (R. MALLESSARD, 1978). Le cultivar est l'"Americani", à la densité de 1820 bananiers/ha.

Au Burkina Faso, sur sol ferrugineux modal du centre fruitier du Kou, près de Bobodioulasso, en culture irriguée, les rendements sont de 30 à 35 t/ha par cycle de 10 à 12 mois, avec le cultivar 'Poyo' (J.P. MEYER, communication orale).

BANANIERS PLANTAINS.

Tous les agronomes spécialistes de cette culture mentionnent les très grandes variations des rendements en fonction des conditions climatiques et pédologiques, des cultivars, des systèmes d'exploitation (vergers mono ou polypécifiques) et du degré d'intensification des techniques culturales.

J.C. FLINN et J.M. HOYOUX (1976) indiquent les niveaux de production suivants :

- Zaïre : en culture monospécifique semi-intensive : 20 à 30 t/ha/an
- Ghana : en culture monospécifique semi-intensive : 20 t/ha/an
- Nigéria : en culture monospécifique semi-intensive : 15 t/ha/an sur les sols ferrugineux, 30 à 50 t sur les sols alluviaux. D'après les auteurs, les rendements en vergers traditionnels polypécifiques sont du même ordre de grandeur que ceux de l'igname et du manioc : 6 à 8 t/ha/an.

Au Cameroun, Ph. MELIN et collaborateurs (1976) ont obtenu, dans des essais conduits en culture intensive irriguée, avec le cultivar type 'French' d'origine locale (N'Jock Korn à la densité de 1 650 bananiers/ha), des rendements de 45 t/ha en premier cycle (13-14 mois) à Nyombé (altitude 80 mètres) et 54 t/ha à Ekona (altitude 550 mètres), mais avec une durée de cycle de 16 à 18 mois.

En Côte d'Ivoire, à la station d'Azaguié (altitude 80 mètres), SERVY DJEDJE (1983) obtient, avec le 'N'Jock Korn' planté à la même densité, 51 t/ha en premier cycle (13 mois) et 43 t au deuxième cycle (11 mois), en culture intensive irriguée. Sur le même site mais avec le type 'Corne', qui est le cultivar dominant en Côte d'Ivoire (90 p. 100), les rendements sont seulement de 27 t au premier cycle (11 mois) et de 22 t au deuxième cycle (9 mois).

G.F. WILSON (1976) évalue les rendements moyens en culture polypécifique à 10 t/ha au Ghana et à 15 t/ha au Nigéria. L'auteur estime possible d'atteindre 20 t/ha avec quelques améliorations des techniques culturales.

PAPAYERS.

A la station d'Azaguié (Côte d'Ivoire), sur sol ferrallitique fortement désaturé, une plantation faite sur une défriche forestière a produit, en culture intensive irriguée

un rendement élevé : 84 t/ha pour un cycle de 18 mois (J. BOURDEAUT, 1971). Sur le même site, mais sur un sol de mise en valeur ancienne (bananeraies), le rendement n'est que de 52 t dans le même temps, malgré une fertilisation minérale abondante (X. PERRIER, 1978).

Sur les sols bruns eutrophes andiques du Cameroun (station de Nyombé), les rendements varient entre 50 et 77 t/ha en 18 mois suivant l'importance des fertilisations azotées et potassiques (J.P. GAILLARD, 1974).

Des rendements du même ordre ont été obtenus à la station fruitière du Kou au Burkina Faso, en culture irriguée et fertilisée : 65 t/ha pour un cycle de 17 mois (J.P. MEYER, 1983).

Dans tous les exemples cités, la variété est le papayer 'Solo', planté à la densité de 2 000 plants/ha.

AGRUMES.

Les rendements de quelques parcelles expérimentales montrent de grandes variations entre sites et sur un même site entre espèces (tableau 3). Les exemples choisis concernent des vergers fertilisés mais non irrigués, sauf celui du Niger.

MANGUIERS.

Dans le livre «Le Manguier» publié par F. de LAROUSILHE (1979), l'auteur indique les rendements suivants, obtenus en vergers fertilisés mais non irrigués, sur stations expérimentales, avec les variétés les plus productives et à une densité de plantation de 100 arbres/ha :

- 45 à 60 t/ha/an à Loudima (Congo) sur des arbres de 8 ans ;
- 20 à 30 t/ha/an à Foulaya (Guinée) sur des arbres de 9 ans ;
- 10 à 13 t/ha/an à Bamako (Mali) sur des arbres de 9 ans.

A la Réunion, en verger monospécifique (densité 150 arbres/ha), la production moyenne de la septième à la neuvième année est de 10 t/ha/an de fruits commercialisés (J. FREYSSINEL, 1983).

Au Burkina Faso, dans la région de Koudougou, un agriculteur possédant 2 hectares de verger bien entretenu, composé d'arbres ayant entre 10 et 20 années d'âge, a commercialisé 15 t de mangues en 1981, 20 t en 1982, 17 t en 1983 dont 50 à 70 p. 100 pour l'exportation, soit un rendement moyen de 8 à 9 t/ha/an (J.J. BARAER, 1983).

AVOCATIERS.

Au Cameroun, à Foubot qui est une région climatique

TABLEAU 3 - Rendement de divers agrumes en tonnes/hectare/an.

	Nb arbres/ha	Années d'âge observées	Oranger	Pomélo	Citronnier	Mandariner	Lime de Tahiti	Tangelo						
Cameroun-Nyombé (1) sol brun andique altitude : 80 m	125 160 210	} 6e à 12e	24	26	19	13		10						
Cameroun-Foumbot (2) sol volcanique altitude : 1 100 m	200								13	7	44	8	31	14
Côte d'Ivoire-Azaguié (3) sol ferrallitique altitude : 80 m	200									22				
Niger-Gabougoura (4) sol d'alluvions du Niger	155	8e à 11e	9	20	19									
Mauritanie-Rindiao (5) sol d'alluvions du Sénégal	300	8e à 10e	6	27	8	9	9	8						

(1) - J.Y. REY, 1982 (2) - D. DUCELIER, 1984 (3) - J.A. OBENDOU, 1984 (4) - A. HAURY, 1982
(5) - P. LOSSOIS, 1982.

(altitude 1 100 mètres) et pédologique (sols bruns andiques riches en éléments fertilisants) favorables à la culture de l'avocatier, les rendements moyens entre la 7e et la 9e année après la plantation sont de 12 t/ha/an dans un verger planté à une densité de 100 avocats/ha (D. DUCELIER, 1983). Des productions du même ordre de grandeur sont mentionnées par C. VUILLAUME (1983) à la Réunion. En Côte d'Ivoire, des productions de 7 à 9 t/ha sont considérées comme satisfaisantes en plantation commerciale (P. MERLE et al., 1968).

ESTIMATIONS DES BESOINS DES PLANTES EN ELEMENTS MINERAUX BILANS

Connaissant la composition minérale des fruits (tableau annexe 4), une première évaluation des besoins minima des plantes peut être faite en fonction de la production. A

titre d'exemple, nous avons effectué les calculs, pour les diverses cultures fruitières, en prenant comme base les rendements obtenus en culture intensive (tableau 4).

Les chiffres de ce tableau représentent les quantités minimales d'éléments minéraux nécessaires pour la production des fruits et également les quantités de N, P, K, Ca, Mg, exportées de la parcelle par les récoltes, c'est-à-dire l'appauvrissement du sol. A ces quantités, il faut ajouter les besoins de la plante pour l'élaboration de la matière végétale (tiges, feuilles, racines). L'estimation de ces besoins en éléments minéraux ou «immobilisations» est délicate, en particulier pour les cultures pérennes. En effet, s'il est possible de faire le bilan minéral d'un arbre entier, malgré le travail important que cela représente, il est difficile d'apprécier les quantités d'éléments nécessaires à la croissance annuelle d'un arbre.

TABLEAU 4 - Quantités d'éléments minéraux contenus dans les fruits récoltés en kg/ha.

fruits	rendements pris comme base de calcul	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
ananas «frais»	70 t/ha par cycle de 13 à 14 mois	65	20	170	10	20
ananas «conserve»	90 t/ha par cycle de 15 à 16 mois	80	25	215	15	25
bananes «douces»	55 t/ha par cycle de 10 mois	100	30	360	15	20
bananes «plantains»						
type 'Corne'	25 t/ha par cycle de 10 mois	50	15	185	7	10
type 'French'	50 t/ha par cycle de 12 mois	100	30	365	15	20
papayes	60 t/ha par cycle de 18 mois	180	65	215	105	40
agrumes	25 t/ha/an	45	10	50	30	10
mangues	15 t/ha/an	20	10	35	5	5
avocats	12 t/ha/an	35	10	65	2	5

TABLEAU 5 - Quantités d'éléments minéraux contenus dans la plante entière, fruits exclus (en kg/ha).

plantes	Nb plantes/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
Ananas							
CV Cayenne lisse	51 300	190	35	550	110	75	Anguédédou-Côte d'Ivoire J.J. LACOEUILHE (1978)
Bananiers type «doux»							
S/Gr. Cavendish	1 700	180	50	1 000	230	90	Nyombé-Cameroun J. MARCHAL, R. MALLESSARD (1979)
Bananiers plantains							
CV Amou	1 430	150	50	1 325	180	50	idem
CV French Sombre	1 430	130	40	1 075	150	45	
CV N'Jock Korn	1 430	85	25	780	115	40	
Agrumes							
Mandariniers de 6 ans	200	230	35	135	405	40	La-Réunion-Station de Bassin Martin - B. AUBERT et J. MARCHAL (1980)
Tangelos de 6 ans	200	165	30	100	310	35	
Avocatiers							
Var. Lula, arbre de 6 ans	240	370	95	475	315	75	Martinique-Plantation Bellevue J. MARCHAL et Y. BERTIN (1980)

Dans le tableau 5, nous présentons quelques bilans effectués sur les principales cultures fruitières. Il faut préciser que les immobilisations d'éléments minéraux dans un végétal et à fortiori sur un hectare de culture sont fortement dépendantes des techniques culturales (fumure, densité de plantation, irrigation, etc.) et des niveaux de production. Ces bilans : exportations par les récoltes et immobilisations dans la plante, permettent néanmoins, à condition de les moduler en fonction des situations, d'estimer les quantités d'éléments qui devront être fournies à la culture par le sol et/ou la fertilisation.

Dans le cas des bananiers, où il y a une corrélation étroite entre la masse des régimes et celle de la plante entière, il est possible de calculer les besoins totaux (immobilisations + exportations) en éléments nutritifs pour produire une masse donnée de régimes (tableau 6).

Pour des arbres, même adultes, la croissance végétative annuelle est très variable en fonction du milieu, des techniques culturales et également de l'année. L'estimation des

besoins en éléments minéraux est donc très délicate. D'après les observations faites sur les agrumes (B. AUBERT et J. MARCHAL, 1980) et sur les avocatiers (J. MARCHAL et Y. BERTIN, 1980), les «pousses» de l'année (feuilles, tiges, grossissement des branches et des troncs) représentent de l'ordre de 30 p. 100 des éléments minéraux contenus dans les parties aériennes de l'arbre. Dans les bilans, on doit aussi tenir compte des restitutions au sol : chutes annuelles des vieilles feuilles et des bois de taille si cette technique est pratiquée. Le problème est que ces «recyclages» sont difficiles à quantifier, à moins d'effectuer des pesées, ce qui demande beaucoup de personnel.

EXPERIMENTATIONS AGRONOMIQUES

Bien que la caractérisation chimique des sols et les bilans minéraux dans la plante (exportations et immobilisations) permettent une bonne évaluation des besoins en éléments fertilisants nécessaires à une culture, il est toujours souhaitable de compléter ces études par des investigations au

TABLEAU 6 - Quantités d'éléments minéraux nécessaires en kg pour produire 1 tonne de régimes de bananes (J. MARCHAL et R. MALLESSARD, 1979).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Bananiers type «doux»					
S/gr. Cavendish	4	1	20	3,5	1,5
Bananiers plantains					
CV Amou	5	1,5	35	4	1,5
CV French Sombre	6	1,5	40	5	2
CV N'Jock Korn	4	1	25	3	1,5

champ. Comme nous l'avons déjà mentionné, seule l'expérimentation agronomique permet d'intégrer tous les facteurs du milieu intervenant dans l'élaboration du rendement et de comparer la rentabilité de diverses fertilisations.

A titre d'exemple, nous présentons sur les figures 1 à 6 les résultats de quelques-uns des très nombreux essais «fertilisation» réalisés sur les stations de recherches fruitières du Cameroun et de Côte d'Ivoire.

ANANAS.

La figure 1 présente les résultats d'un essai conduit de 1960 à 1978 à la station d'Anguédédou en Côte d'Ivoire, sur un sol à réserves très faibles en éléments nutritifs. Le traitement «fumure minérale + fumure organique» est une fertilisation «de luxe». La production de ce traitement représente la potentialité maximale de la culture dans les conditions du milieu, avec les techniques culturales actuellement pratiquées. On remarquera que la fumure minérale seule (FM), qui est celle conseillée aux planteurs de Côte d'Ivoire, permet d'atteindre 93 p. 100 de la potentialité maximale.

A partir du troisième cycle, les parcelles «sans fumure» (T 1) n'ont pu être replantées qu'en prélevant des rejets dans celles qui sont fertilisées, car dans «T 1» leur production était très insuffisante pour assurer la replantation des cycles suivants. Cet «apport extérieur» de rejets représente 10 kg/ha de N, 5 kg de P₂O₅, 30 kg de K₂O. Précisons aussi que les fruits produits dans les parcelles non fertilisées ont un calibre trop petit pour la vente aux conserveries et que les qualités gustatives des fruits sont très médiocres : fruits sans parfum et à saveur «plate».

Au contraire, l'essai n° 2 (figure 2) a été réalisé, entre 1966 et 1975, sur un sol très riche en cations (K, Ca, Mg) et en phosphore (300 ppm de P assimilable Dyer et 3 500 ppm de P total). Seul l'engrais azoté améliore le rendement. La fertilisation potassique n'accroît pas la production, mais elle améliore la qualité gustative des fruits. Comme dans l'essai précédent, les replantations des parcelles «N₀» sont faites avec des rejets prélevés dans des parcelles fertilisées en azote.

BANANIERS.

A l'exception du Cameroun, il n'est pas envisageable de cultiver le bananier en plantation commerciale sans un minimum de fertilisation N, P, K, Ca, Mg. La majorité des essais «fertilisation» réalisés en Côte d'Ivoire ont donc eu pour objet de comparer des doses d'apports d'engrais azotés et potassiques, les autres éléments (P, Ca, Mg) étant appliqués uniformément.

Dans l'essai réalisé au Cameroun de 1959 à 1972 (figure 3), seule la fertilisation azotée s'avère nécessaire, les réserves

en éléments minéraux nutritifs étant élevées, comme le montrent les teneurs du sol après 15 années de culture du bananier sans fertilisation minérale.

	Eléments échangeables ou assimilables	Eléments totaux
Ca mé/100 g de terre	15	85
Mg mé/100 g de terre	4	170
K mé/100 g de terre	3	25
P mg/kg de terre	320 (Dyer)	2 300

PAPAYERS.

L'essai réalisé à Azagué en Côte d'Ivoire (figure 4) démontre la nécessité de fertiliser le sol pour obtenir une production qui puisse rentabiliser les frais de culture, en particulier l'irrigation. Au Cameroun (figure 5), la fertilisation azotée est indispensable ; l'engrais potassique augmente également les rendements, bien que le sol soit bien pourvu en cet élément.

AGRUMES.

A la station d'Azagué (figure 6), sur sol ferrallitique très pauvre en réserves minérales, l'expérimentation montre que pour avoir une production satisfaisante de pomélos (20 à 25 t/ha/an), il est nécessaire d'apporter une fertilisation minérale complète : N, P, K, Ca, Mg. Sans fumure, la production est de 4 à 5 kg par arbre, soit moins d'une tonne/ha/an.

FERTILISANTS

Il existe de nombreux types de fertilisants ; les plus couramment utilisés et les plus faciles d'emploi sont les engrais minéraux. D'autres produits, dont la composition est indiquée dans le tableau annexe 5, ont été également expérimentés à l'IRFA. Il s'agit de fertilisants organiques comme les fumiers de ferme de provenances diverses, les composts urbains, les résidus de récolte tels que les écarts de triage des usines de conditionnement des bananes (hampes et mains), les parches de café, les cabosses et les téguements de la fève de cacao, etc. (J. GODEFROY, 1979). Il n'est pas possible, dans cette synthèse, de présenter les conclusions des diverses expérimentations réalisées. La faible teneur en éléments fertilisants de ces produits organiques nécessite de les apporter en quantité élevée, ce qui pose des problèmes de transport et des manutentions importantes. Un autre inconvénient est leur composition minérale très variable d'un lot à l'autre. A titre d'exemple, pour apporter l'équivalent de 100 kg d'urée, il faut de 7 à 10 tonnes de fumier de bovins ; 10 tonnes de ce produit apportent 85 à 150 kg de K₂O et 20 à 80 kg de P₂O₅ (analyse de 5 lots).

Il faut citer aussi la technique du «paillage» qui consiste

ESSAI DE FERTILISATION DE L'ANANAS
 Station de Recherches fruitières d'Anguédou - Côte d'Ivoire
SOL FERRALLITIQUE FORTEMENT DESATURE,
PAUVRE EN Ca, Mg, K, P, M ORGANIQUE

LATITUDE : 5°25' N
 LONGITUDE : 4°08' O
 ALTITUDE : 20 mètres

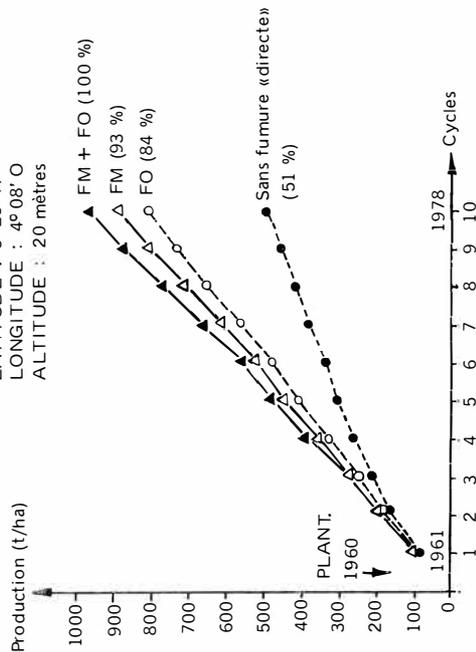


Figure 1 - PRODUCTION CUMULEE DE 1961 à 1978.

FUMURE MINERALE (FM) ET ORGANIQUE (FO) PAR CYCLE DE PRODUCTION* (15-16 mois) en kg/ha.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fumier
	400	200	1 000	400	250	75 000

* intervalle de temps entre la plantation et la récolte.

FICHE TECHNIQUE

Densité : 51 300 plantes/ha.
 Engrais : urée, SO₄K₂, phosphat dolomique ;
 N et K : 10 pulvérisations foliaires ; P, Ca, Mg, fumier : 1 apport à la plantation.
 Antécédent cultural : Forêt.

Non irrigué
 Essais en blocs avec 6 répétitions.
 Culture de fruits pour conserverie.
 CV Cayenne lisse.

Doc. J.J. LACOEUILHE et J. GODEFROY

ESSAI DE FERTILISATION «NK» DE L'ANANAS
 Station de Recherches fruitières de Nyombé - Cameroun
SOL BRUN EUTROPHE ANDIQUÉ,
RICHE EN Ca, Mg, K, P, M ORGANIQUE

LATITUDE : 4°35' N
 LONGITUDE : 9°39' E
 ALTITUDE : 80 mètres

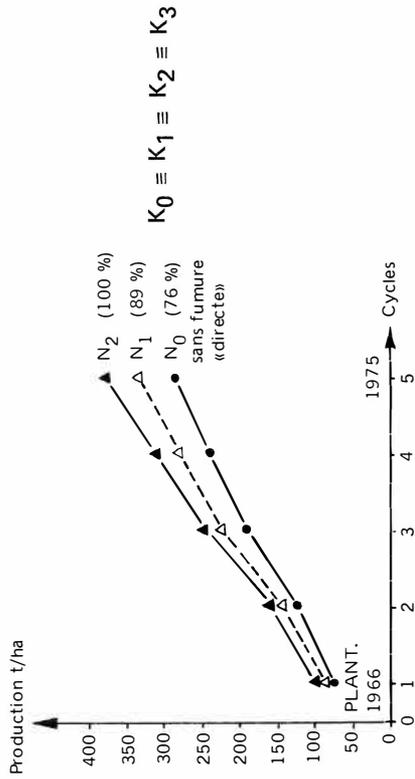


Figure 2 - PRODUCTION CUMULEE DE 1967 à 1975.

FUMURE PAR CYCLE DE PRODUCTION* (13-14 mois) en kg/ha de N et K₂O.

	N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
	0	125	250	0	125	250	500

* intervalle de temps entre la plantation et la récolte.

FICHE TECHNIQUE

Densité : 61 500 plantes/ha.
 Engrais : urée, SO₄K₂ : 3 pulvérisations foliaires.
 Antécédent cultural : bananiers.
 Non irrigué.

Essai en blocs incomplets avec 5 répétitions.

Culture de fruits pour commercialisation «frais», C.V. Cayenne lisse.

Doc. J.P. GAILLARD et J. GODEFROY

ESSAI DE FERTILISATION «NPK» DU BANANIER
 Station de Recherches fruitières de Nyombé - Cameroun
SOL BRUN EUTROPHE ANDIQUÉ,
RICHE EN Ca, Mg, K, P, M. ORGANIQUE

LATITUDE : 4°35' N
 LONGITUDE : 9°39' E
 ALTITUDE : 80 mètres

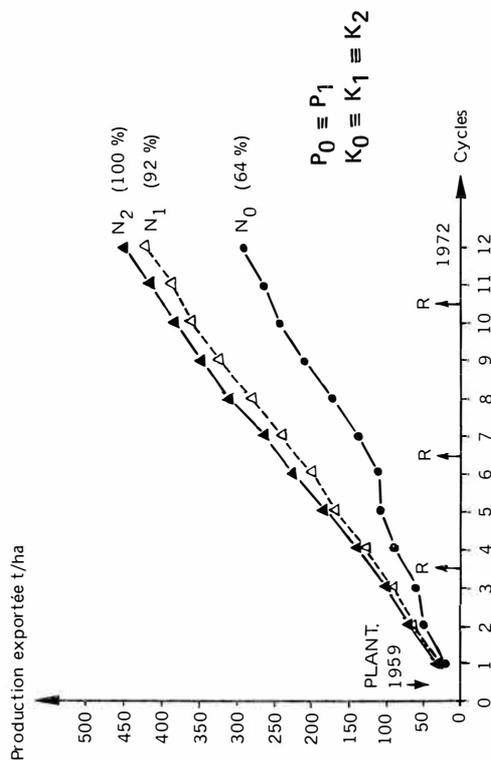


Figure 3 - PRODUCTION CUMULEE DE 1960 à 1972
 (R = Replantation).

FUMURE EN kg/ha/an de N, P₂O₅ et K₂O.

N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	K ₂
0	140	280	0	150	0	420	840

FICHE TECHNIQUE

Densité : 1 820 plantes/ha.
 Engrais : SO₄(NH₄)₂, phosphate bicalci- que, CIK ; 3 épandages/an pour N et K ; 1 épandage/an pour P.
 Antécédent cultural : cultures vivrières.
 Culture non irriguée.
 Essai factoriel avec 36 parcelles élémen- taires.
 Cultivar 'Poyo'.

ESSAI DE FERTILISATION DU PAPAYER

Station de Recherches fruitières d'Azaguié - Côte d'Ivoire
SOL FERRALLITIQUE FORTEMENT DESATURÉ,
PAUVRE EN Ca, Mg, K, P, M. ORGANIQUE

LATITUDE : 5°25' N
 LONGITUDE : 4°08' O
 ALTITUDE : 80 mètres

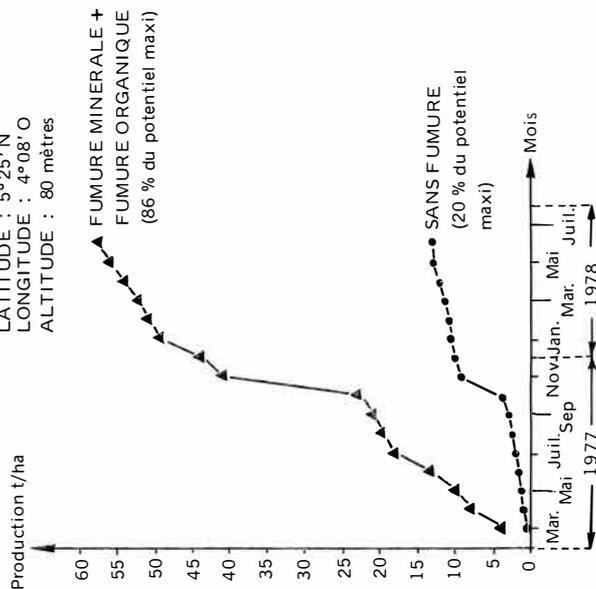


Figure 4 - PRODUCTION CUMULEE ENTRE LE 8ème ET LE 21ème MOIS APRES PLANTATION.

FUMURE en kg/ha/20 mois.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fumier
500	560	520	1 200	800	60 000

FICHE TECHNIQUE

Densité : 2 000 plantes/ha.
 Engrais : SO₄(NH₄)₂, SO₄K₂, scories P, phospal, dolomie ; 18 épandages pour N et K ; 2 épandages pour P, Ca, Mg ; fumier à la plantation.
 Antécédent cultural : Bananiers.
 Culture irriguée.
 Essai en blocs avec 4 répétitions.
 Variété 'Solo'.

ESSAI DE FERTILISATION «NK» DU PAPAYER
 Station de Recherches fruitières de N'ombé - Cameroun
SOL BRUN EUTROPHE ANDIQUÉ,
RICHE EN Ca, Mg, K, P, M. ORGANIQUE

LATITUDE : 4°35' N
 LONGITUDE : 9°39' E
 ALTITUDE : 80 mètres

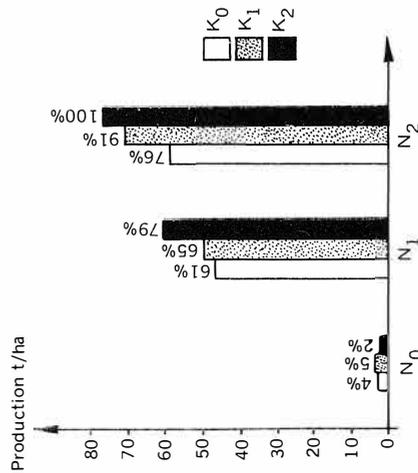


Figure 5 - PRODUCTION DE PAPAYES EN 12 MOIS DE RECOLTE, SOIT 18 MOIS APRES LA PLANTATION (1971-1972).

FUMURE en kg/ha/18 mois de N et K₂O

N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂
0	300	600	0	300	600

FICHE TECHNIQUE

Densité : 2 000 plantes/ha.
 Engrais : urée et CIK : 5 épandages.
 Antécédent cultural : Ananas.
 Culture non irriguée.
 Essai factoriel avec 27 parcelles élémentaires.
 Variété 'Solo'.

Doc. J.P. GAILLARD.

ESSAI DE FERTILISATION «NPK» DU POMELO
 Station de Recherches fruitières d'Azaguié - Côte d'Ivoire
SOL FERRALLITIQUE FORTEMENT DESATURÉ,
PAUVRE EN Ca, Mg, K, P, M. ORGANIQUE

LATITUDE : 5°25' N
 LONGITUDE : 4°08' O
 ALTITUDE : 80 mètres

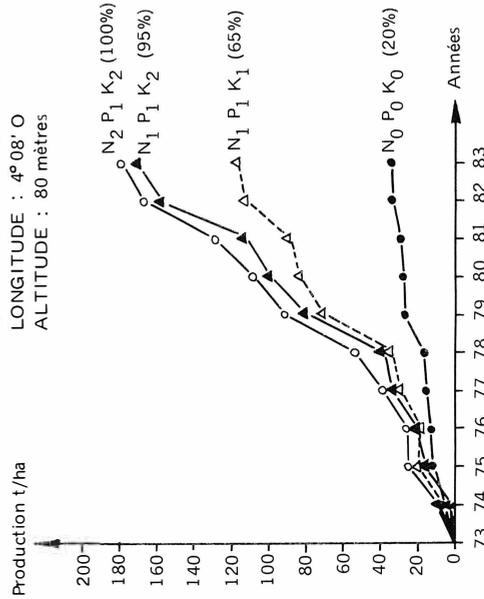


Figure 6 - PRODUCTION CUMULEE.

FUMURE en kg/ha/an de N, P₂O₅, K₂O (arbres de plus de dix ans).

N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	K ₂
0	120	240	0	75	0	115	230

Amendement calco-magnésien tous traitements : 380 kg CaO et 120 kg MgO.

FICHE TECHNIQUE

Densité : 200 plantes/ha.
 Engrais : urée, SO₄K₂, phospal, dolomie ;
 3 épandages/an pour N et K ; 1 épandage/an pour P, Ca, Mg.
 Antécédent cultural : Verger d'avocatsiers.
 Culture non irriguée.
 12 types de fumure avec 12 arbres par parcelle.
 Variété 'Shambar' greffée sur mandarinier 'Cléopâtre'.

Doc. J.A. OBENDOU.

à couvrir la surface du sol de débris végétaux coupés dans la forêt, les friches, le bord des chemins, etc. Avec cette technique, on enrichit les terres cultivées au détriment des non cultivées ; il s'agit donc d'un «transfert» de fertilité.

D'après une étude réalisée au Gabon par les auteurs sur 2 plantes de paillage (Afromomum et Ningougou), pour fournir les éléments minéraux nécessaires pour produire un régime de bananes plantains de 20 kg (25 à 30 t/ha), il faudrait apporter 40 à 60 kg de paillage par bananier en premier cycle (60 à 90 tonnes/ha) et 20 à 30 kg en deuxième cycle et suivants (30 à 45 t/ha).

A titre d'information, mentionnons les études sur les plantes fixatrices d'azote qui sont actuellement en cours à l'IRFA/GERDAT, plantes qui pourraient être utilisées pour le paillage ou comme engrais verts.

POLITIQUE DE FERTILISATION DES CULTURES FRUITIERES

Il n'est pas possible, dans le cadre de cette synthèse, de traiter dans le détail des problèmes de fertilisation de toutes les espèces fruitières intertropicales dans tous les pays africains. Nous nous limiterons à exposer les principes généraux d'une politique rationnelle de fertilisation.

Nous avons montré que l'utilisation de diverses méthodes d'investigation telles que l'étude des sols, les bilans minéraux dans le végétal et les fruits, les expérimentations agronomiques ainsi que les recherches entreprises sur d'autres continents permettaient d'établir, sur des bases valables, des programmes de fertilisation. Ceux-ci devront tenir compte de nombreux facteurs, principalement :

- espèces fruitières cultivées ;
- fertilité intrinsèque des sols (teneurs en éléments minéraux nutritifs assimilables et totaux ou réserves) ;
- climatologie, en particulier la pluviosité qui conditionne la lixiviation des fertilisants minéraux et organiques ou contenus dans les résidus de culture ;
- structure des exploitations et destination des productions (autoconsommation, marchés nationaux, exportations conserveries, etc.) ;
- intensification de la culture et objectifs de rendement ;
- seuils de rentabilité.

VERGERS DE CASE

Dans ces vergers, les productions à l'unité de surface sont très faibles et les besoins en éléments minéraux sont faibles également. Sauf le cas des sols très riches, ce qui est exceptionnel en Afrique (ex. sols bruns eutrophes andiques du Cameroun sur lesquels il est possible de cultiver sans fertilisant), on se fixera comme objectif d'apporter les quantités d'éléments minéraux prélevés dans le sol par les récoltes.

Dans ce type de verger, on peut considérer que les réserves du sol sont suffisantes pour fournir, à titre de «prêt», les éléments immobilisés dans la plante. Ceux-ci seront «restitués» au sol en fin de cycle, sous forme de résidus de culture (cas des plantes semi-pérennes) ou annuellement avec la chute des feuilles (arbres fruitiers).

La production des vergers de case étant autoconsommée, l'achat d'engrais minéraux est difficilement envisageable. On devra utiliser au maximum tous les résidus organiques ou minéraux tels que les résidus de récolte des cultures fruitières, les parches de café, les coques de cacao, les ordures ménagères, les fumiers divers, les cendres des foyers, etc. La technique du paillage avec des débris végétaux divers : plantes spontanées ou résidus de culture, est très recommandée. En plus de son action de fertilisant, le paillis améliore le bilan hydrique des sols et les protège du compactage et contre l'érosion pluviale. En plantation de type commercial, le «frein» à la pratique de cette excellente technique est son coût en main-d'oeuvre (salariés) et l'éloignement des parcelles de récolte du paillis. Ces problèmes ne se posent pas, généralement, pour les vergers de case, car ces travaux peuvent être réalisés par une main-d'oeuvre familiale et il est possible de récolter le paillis à proximité du verger.

PLANTATIONS DE TYPE COMMERCIAL.

Dans ces plantations et à fortiori dans celles de type industriel, les problèmes se posent de façon très différente. L'agriculteur doit rechercher une productivité optimale, afin de «couvrir» ses frais fixes et de fonctionnement (main-d'oeuvre salariée, intrants divers, etc.) et faire des bénéfices. Des rendements élevés nécessitent des besoins importants en nutriments (exportations et immobilisations) et rendent indispensable la fertilisation, pour pallier à la pauvreté, quasi-générale, des sols de l'Afrique intertropicale. Dans la grande majorité des cas, il est nécessaire d'apporter une fumure minérale «complète» : N, P, K, Ca, Mg, et souvent en oligo-élément, en particulier en zinc. Quelques cas de carence en soufre ont été aussi observés sur bananiers (doux et plantains) au Gabon (N'Toum), au Cameroun (Mungo) et en Côte d'Ivoire (Azaguié). Le cas des sols bruns eutrophes andiques de la station de Nyombé (Cameroun) où la fumure peut être limitée à l'apport d'engrais azoté (bananiers) et potassique (papayers et ananas pour la qualité), est assez exceptionnel en Afrique. Ces sols couvrent une faible superficie : environ 1 000 hectares sur les 4 à 5 000 ha des sols des bananeraies de ce pays.

Les recherches réalisées par l'IRFA dans le domaine de la fertilisation ont privilégié les essais «N-K» car ces 2 éléments sont quantitativement les plus importants, comme le montrent les études de bilans minéraux dans les fruits et dans les plantes. Physiologiquement, tous les éléments majeurs : N, P, K, Ca, Mg, S, ont une grande importance. Avec l'azote, les carences les plus «spectaculaires» obser-

vées sur les cultures fruitières sont souvent dues à des déficiences en phosphore et en calcium, carences se manifestant par une inhibition quasi-totale de la croissance des végétaux. Des cas de « carence totale » en phosphore ont été observés sur ananas au Mali, sur sol d'alluvions du Niger (1970), en Côte d'Ivoire sur sol ferrallitique (Agboville, 1969), en Guadeloupe en 1969 sur un andosol (également sur bananiers). A l'île de la Réunion (1982), dans un verger de papayers plantés sur un sol ferrallitique brun, dans lequel les teneurs en P varient, les hauteurs des arbres à 5 mois sont les suivantes :

	hauteurs (cm)	P dans sols (0-20 cm) P désorbé résine en 48 h en ppm de P	P dans feuilles (% de la M.S.)
Haut du versant	25	9	0,18
Milieu du versant	50	9	0,27
Bas du versant	210	19	0,40

De très nombreux cas de carences en magnésium ont été également observés par le passé sur les cultures fruitières en Guinée et en Côte d'Ivoire, et récemment (1982) au Gabon (Okoloville) sur agrumes et sur bananiers.

Fertilisation : P, Ca, Mg.

Comme nous l'avons déjà précisé, les programmes de fumure phosphatée, calcique et magnésienne, sont établis d'après le diagnostic sol et contrôlés par diagnostic foliaire. A titre d'exemple, pour les sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire, nous considérons comme teneur minimale en phosphore du sol : 25 à 30 ppm de P assimilable «Dyer». Pour la calcium et le magnésium, les quantités d'amendements sont calculées pour satisfaire aux trois conditions suivantes :

1. Ca échangeable ≥ 3 mé/100 g, Mg échangeable $\geq 0,8$ mé/100 g (extraction acétate d'ammonium N à pH 7)
2. Taux de saturation en cations du complexe absorbant (S/CEC) $> 50-55$ p. 100
3. pH «eau» $\geq 5,5$.

Lorsque les sols sont déficients en Ca et Mg, ce qui est fréquent, il est conseillé des apports de dolomie (carbonate de Ca et de Mg) ou de chaux magnésienne. Dans le cas où un seul de ces éléments est insuffisant, on fertilisera avec des amendements calciques (calcaire, chaux) ou magnésiens (sulfate de magnésie, kiésérite, patent-kali).

Le type d'engrais phosphaté est choisi (lorsque choix il y a ...) en fonction de l'acidité du sol. Les terres de l'Afrique intertropicale étant très souvent acides, on recherche de préférence des engrais phosphatés riches en

calcium tels que les phosphates calciques ou les scories de déphosphoration.

Beaucoup d'agriculteurs préfèrent utiliser des engrais complexes : N, P, K. Dans ce cas, les doses d'engrais à épandre sont calculées en fonction des besoins en azote et en potassium qui sont élevés. Même avec les engrais ternaires qui ont des teneurs faibles en P_2O_5 , la fumure phosphatée est toujours très largement suffisante pour une fertilisation d'entretien. Lorsque les sols sont très carencés en phosphore, on complète avec une fumure «de fond» à la plantation. Pour les arbres fruitiers, l'engrais phosphaté (ainsi que les amendements calco-magnésiens) est mélangé à la terre du trou de plantation avec, à chaque fois que cela est possible, du fumier ou un compost (25 à 30 kg/arbre).

Fertilisation N et K.

Les fumures azotées et potassiques sont programmées en utilisant comme base de calcul les bilans minéraux dans la plante (immobilisations) et dans les récoltes (exportations). Les quantités ainsi calculées sont «majorées» pour tenir compte de la lixiviation d'une fraction des engrais épandus. On applique un coefficient de correction lixiviation «K_l», variable en fonction de l'élément considéré (N ou K), de la pluviométrie annuelle et de la répartition des pluies, des caractéristiques du sol (infiltrabilité, caractéristiques du complexe absorbant).

Comme nous l'avons déjà mentionné, pour les arbres fruitiers l'estimation des besoins annuels de la plante (immobilisations dues à la croissance végétative de l'année) est délicate, de même que l'appréciation des «recyclages» d'éléments nutritifs contenus dans les résidus de culture (feuilles mortes, bois de taille).

Pour les cultures semi-pérennes, les immobilisations pour un cycle sont celles de la totalité du végétal. Suivant les plantes et les itinéraires techniques pratiqués, les éléments minéraux contenus dans les résidus de culture sont recyclés ou non (problème lié à la lixiviation, en relation avec la durée de l'intervalle destruction de la parcelle - replantation du cycle suivant). Il n'est pas possible, dans le cadre de cette synthèse générale, de développer ce sujet. A titre d'exemple, nous comparerons, pour le bananier et l'ananas, les besoins calculés par la méthode des bilans et les résultats obtenus dans les essais agronomiques.

Pour une culture d'ananas en Côte d'Ivoire (figure 1, 8e cycle), le calcul par la méthode des bilans donne 280 kg de N et 785 kg de K_2O . Les programmes de fumure établis d'après les résultats des essais agronomiques sont de 400 kg de N et 1 000 kg de K_2O , soit des coefficients de correction «K_l» de 1,4 pour N et de 1,3 pour K. Ces valeurs sont cohérentes d'après les évaluations de la lixiviation des engrais réalisés en lysimètre sur le même sol et avec les résultats des expérimentations avec de l'azote 15.

Pour le bananier, les calculs ont été effectués d'après les rendements de l'essai «N - P - K» Cameroun (figure 3), sur une révolution (intervalle entre deux replantations) de 4 cycles (175 t/ha de régimes). Nous avons considéré que les résidus de culture des 1er, 2e et 3e étaient recyclés. Les calculs du bilan minéral donnent des besoins en azote de 465 kg/ha et l'expérimentation agronomique de 560 kg (N₁), soit un K₁ = 1,2 valeur très cohérente, compte tenu de la teneur en matière organique de ce sol (N organique 3 p. 1000).

Pour les arbres fruitiers, la méthode des bilans, dans l'état actuel de nos connaissances, ne peut être utilisée que pour quantifier les exportations d'éléments nutritifs par les récoltes. Des études des immobilisations annuelles, en relation avec la croissance végétative, seraient à entreprendre sur les diverses espèces fruitières dans les conditions climatiques et de culture des régions intertropicales. Actuellement, les programmes de fertilisation sont établis soit d'après les conclusions des expérimentations réalisées localement, soit en transposant ou en adaptant les résultats des recherches réalisées dans d'autres pays tels que la Floride (EU) (agrumes, avocatiers), l'Inde (manguiers), le Brésil (agrumes).

Les engrais N et K les plus couramment conseillés pour les cultures fruitières sont : l'urée, le chlorure ou le sulfate de potassium. Dans quelques cas particuliers, on recommande l'ammonitrate, le phosphate d'ammonium, le patent-kali (sulfate de K et de Mg). Sauf cas particulier des sols riches en calcium et à pH basique, le sulfate d'ammonium est déconseillé, en raison de son action fortement acidifiante.

VERGERS DE TYPE FAMILIAL.

La politique de fertilisation doit être intermédiaire entre celle recommandée pour les vergers de case et pour les plantations commerciales. L'agriculteur devrait utiliser au maximum toutes les ressources en fertilisants organiques de l'exploitation, conseillées pour les vergers de case, et compléter avec des engrais minéraux. Les programmes de fumure minérale sont établis sur les mêmes bases que pour les plantations de type commercial, pour le phosphore, le calcium et le magnésium (analyses de sol). Pour l'azote et le potassium, la fertilisation doit, au minimum, compenser les exportations de ces éléments par les récoltes. En verger de type familial, les frais fixes de culture sont beaucoup moins élevés qu'en plantation de type commercial ou industriel. Il est possible d'obtenir une rentabilité satisfaisante avec des rendements «moyens», ce qui permet de réduire le coût de la fertilisation minérale. L'une des causes principales de la lixiviation du calcium et du magnésium et de l'acidification des sols cultivés étant l'utilisation des engrais azotés et, à un degré moindre, celle des engrais potassiques, la réduction

des fumures N et K permet, également, de réduire les apports d'amendements calco-magnésiens.

CONCLUSION

Dans ce document de synthèse sur la fertilisation des cultures fruitières en Afrique intertropicale, nous avons mentionné la place importante occupée par les cultures fruitières dans l'alimentation des populations et dans l'économie des pays africains : production de 24 millions de tonnes (Mt) de fruits dont 96 p. 100 sont autoconsommés et le reste exporté. Les fruits les plus cultivés sont : les bananes plantains : 13,5 Mt, les bananes douces : 4,5 Mt, les agrumes ; 2,5 Mt, les ananas : 1,2 Mt et les mangues : 1 Mt.

Les prélèvements d'éléments minéraux dans les sols, par les récoltes, sont annuellement de l'ordre de 42 500 tonnes d'azote (N), 12 500 tonnes de phosphore (P₂O₅), 138 000 tonnes de potassium (K₂O), 9 000 tonnes de calcium (CaO), ainsi que de magnésium (MgO). La «non restitution» de ces éléments sous forme d'engrais minéraux ou organiques entraîne un appauvrissement des terres. En réalité, compte tenu de la lixiviation des fertilisants par les eaux pluviales, les besoins en engrais doivent être majorés de 10 à 30 p. 100 suivant les éléments, en fonction de leur «degré de mobilité» dans les sols.

Les programmes de fertilisation doivent évidemment tenir compte des espèces fruitières et des réserves minérales des sols, mais aussi des niveaux de production, lesquels peuvent être très différents suivant la structure des exploitations : vergers de case, vergers de type familial, plantations de type commercial.

Les différentes méthodes utilisées pour programmer la fertilisation ont été décrites et commentées : diagnostic sol, méthode des bilans des exportations d'éléments minéraux par les récoltes et des immobilisations dans la plante, diagnostic foliaire, essais agronomiques au champ.

L'évolution de la fertilité des sols sous cultures fruitières, qui a fait l'objet de nombreux travaux réalisés par le Laboratoire d'Agropédologie de l'IRFA, n'a pas été abordée dans cette synthèse, limitée aux problèmes directement liés à la fertilisation. Nous mentionnerons seulement qu'une fumure minérale rationnelle permet une amélioration progressive de la fertilité chimique des sols tropicaux. En revanche, une fertilisation minérale «déséquilibrée», telle que des apports uniquement d'engrais azotés et potassiques, peut conduire à de graves déséquilibres cationiques et à une acidification des terres, avec pour conséquence des teneurs élevées en aluminium toxique pour les végétaux. Dans de nombreux sols d'Afrique intertropicale, il est indispensable d'appliquer une fertilisation «complète» : N, P, K, Ca, Mg et quelquefois d'apporter des oligo-éléments, en particulier du zinc.

TABLEAU ANNEXE 1 - Production fruitière des pays d'Afrique intertropicale (1980-1982) (en tonnes).

	Tous fruits			Agrumes			Ban. douces			Ban. plantains			Ananas			Avocats			Mangues		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
Bénin	40 000	40 000	40 000	12 000	12 000	12 000	13 000	13 000	13 000	969 000	979 000	983 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	12 000	12 000	12 000
Cameroon	1 125 000	1 141 000	1 146 000	3 000	3 000	3 000	97 000	97 000	97 000	969 000	979 000	983 000	35 000	40 000	40 000	35 000	40 000	40 000	24 000	25 000	26 000
Congo	182 000	185 000	187 000	3 000	3 000	3 000	25 000	26 000	26 000	34 000	34 000	35 000	102 000	103 000	104 000	102 000	103 000	104 000	18 000	19 000	19 000
Rép. Centrafricaine	165 000	169 000	171 000	17 000	17 000	17 000	79 000	82 000	84 000	61 000	62 000	62 000	780 000	780 000	780 000	330 000	350 000	350 000	6 000	6 000	6 000
Côte d'Ivoire	1 346 000	1 381 000	1 361 000	57 000	62 000	64 000	163 000	173 000	180 000	780 000	780 000	780 000	225 000	227 000	230 000	17 000	17 000	18 000	10 000	10 000	10 000
Guinée	491 000	494 000	513 000	150 000	150 000	155 000	99 000	100 000	110 000	225 000	227 000	230 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	32 000
Gabon	72 000	72 000	72 000	1 000	1 000	1 000	8 000	8 000	8 000	63 000	63 000	63 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	30 000	30 000	30 000
Burkina Faso	33 000	33 000	33 000	3 000	3 000	3 000	288 000	288 000	288 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	55 000	58 000	58 000	55 000	58 000	58 000	23 000	23 000	24 000
Madagascar	630 000	627 000	631 000	91 000	92 000	94 000	288 000	288 000	288 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	55 000	58 000	58 000	55 000	58 000	58 000	173 000	174 000	175 000
Mali	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	55 000	58 000	58 000	55 000	58 000	58 000	22 000	22 000	22 000
Ruanda	2 050 000	2 100 000	2 158 000	11 000	11 000	11 000	14 000	15 000	15 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	32 000	32 000	33 000
Togo	25 000	26 000	26 000	20 000	21 000	21 000	6 000	6 000	6 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	30 000	30 000	31 000
Sénégal	58 000	59 000	60 000	30 000	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	137 000	137 000	137 000
Tchad	30 000	30 000	30 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Zaire	2 189 000	2 212 000	2 229 000	155 000	156 000	157 000	310 000	312 000	313 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	137 000	137 000	137 000
Comores	32 000	32 000	33 000	1 000	1 000	1 000	5 000	7 000	6 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Réunion	10 000	12 000	11 000	1 000	1 000	1 000	5 000	7 000	6 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Afrique francophone	8 500 000	8 635 000	8 724 000	521 000	529 000	539 000	1 139 000	1 151 000	1 141 000	5 616 000	5 699 000	5 780 000	700 000	729 000	731 000	700 000	729 000	731 000	72 000	74 000	76 000
Afrique intertropicale (Algérie, Maroc et Tunisie exclus)	22 184 000	22 452 000	22 862 000	2 470 000	2 508 000	2 537 000	1 364 000	1 418 000	1 445 000	13 203 000	13 322 000	13 652 000	1 205 000	1 246 000	1 258 000	1 205 000	1 246 000	1 258 000	119 000	123 000	126 000

- pas de renseignement

Source : FAO

TABLEAU ANNEXE 2 - Consommation fruitière apparente des pays d'Afrique intertropicale (1980-1982). (en tonnes).

	Tous fruits			Agrumes			Ban. douces			Ban. plantains			Ananas			Avocats			Mangues		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
Bénin	40 000	40 000	40 000	12 000	12 000	12 000	13 000	13 000	13 000	969 000	979 000	983 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	12 000	12 000	12 000
Cameroon	1 059 833	1 085 773	1 094 953	13	40	57	38 000	45 000	48 000	969 000	979 000	983 000	29 000	37 000	38 000	29 000	37 000	38 000	23 820	24 733	25 896
Congo	182 036	185 000	187 090	3 036	3 000	3 090	25 000	26 000	26 000	34 000	34 000	35 000	102 000	103 000	104 000	102 000	103 000	104 000	18 000	19 000	19 000
Rép. Centrafricaine	165 011	169 000	171 000	17 011	17 000	17 000	79 000	82 000	84 000	61 000	62 000	62 000	780 000	780 000	780 000	330 000	350 000	350 000	6 000	6 000	6 000
Côte d'Ivoire	1 015 523	1 065 343	1 059 039	57 622	62 425	64 599	46 000	72 000	65 000	780 000	780 000	780 000	117 000	136 000	134 000	117 000	136 000	134 000	5 208	5 112	5 480
Guinée	488 000	491 000	511 000	150 000	150 000	155 000	99 000	100 000	110 000	225 000	227 000	230 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	32 000
Gabon	72 230	72 302	72 302	1 230	1 302	1 220	8 000	8 000	8 000	63 000	63 000	63 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	30 000	30 000	30 000
Burkina Faso	36 422	35 558	33 859	3 156	3 047	3 040	3 484	3 127	2 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	55 000	58 000	58 000	55 000	58 000	58 000	22 970	23 000	24 000
Madagascar	627 687	626 047	630 000	90 985	92 000	94 000	285 732	279 047	279 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	173 000	174 000	175 000
Mali	21 979	21 106	21 550	19	42	42	1 000	1 000	1 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	3 999	3 988	3 992	3 999	3 988	3 992	20 960	21 064	20 550
Ruanda	2 050 000	2 100 000	2 158 000	11 017	11 024	11 025	14 000	15 000	15 000	2 050 000	2 100 000	2 158 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	32 000	32 000	33 000
Togo	25 017	26 024	26 025	22 754	23 434	23 455	6 398	7 796	7 965	2 050 000	2 100 000	2 158 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	30 000	30 000	30 000
Sénégal	61 152	61 230	64 420	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	137 000	137 000	137 000
Tchad	30 000	30 000	30 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	33 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Zaire	2 189 000	2 212 000	2 229 000	155 000	156 000	157 000	310 000	312 000	313 000	1 434 000	1 454 000	1 469 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	137 000	137 000	137 000
Comores	32 000	32 000	33 000	4 762	4 792	4 267	5 008	7 021	6 002	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Réunion	13 769	15 801	14 261	4 762	4 792	4 267	5 008	7 021	6 002	1 434 000	1 454 000	1 469 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	32 000	32 000	33 000
Afrique francophone	8 109 659	8 271 184	8 375 417	528 605	536 106	545 753	965 622	1 002 991	1 010 967	5 616 000	5 699 000	5 780 000	477 999	508 988	510 992	477 999	508 988	510 992	70 998	72 895	75 376
Afrique intertropicale (Algérie, Maroc et Tunisie exclus)	20 950 719	21 293 148	21 694 207	1 892 828	1 942 660	1 951 091	4 140 806	4 257 072	4 303 576	13 203 000	13 322 000	13 652 000	1 205 000	1 246 000	1 258 000	1 205 000	1 246 000	1 258 000	105 168	110 542	112 042

- pas de renseignement

TABLEAU ANNEXE 3 - Exportations fruitières des pays d'Afrique intertropicale (1980-1982). (en tonnes).

	Tous fruits			Agrumes			Ban. douces			Ban. plantains			Ananas			Avocats			Mangues			
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	
	Cameroun	65 198	55 294	51 126	18	27	22	59 000	52 000	49 000				6 000	3 000	2 000	180	267	104			
Congo	77	26	57																77	26	57	
Côte d'Ivoire	331 143	316 145	301 611	49	63	51	117 000	101 000	85 000				213 000	214 000	216 000	792	888	520	307	194	40	
Guinée	3 000	3 000	2 000										3 000	3 000	2 000							
Burkina Faso	218	616	1 181				2 268	953	1 000										218	616	1 181	
Madagascar	2 313	953	1 000	15																		
Mali	1 040	956	1 450				500	34	35													
Sénégal	1 165	371	360	643	322	304																
Réunion	1	12	8																			
Afrique francophone	404 160	377 353	358 773	725	412	377	178 768	153 987	135 035				222 001	220 012	220 008	1 024	1 170	645	1 642	1 772	2 728	
Afrique intertropicale (Algérie, Maroc et Tunisiste exclus)	1 274 430	1 218 814	1 233 876	594 576	581 736	600 590	246 359	201 304	188 826				416 092	420 093	426 558	13 832	12 458	13 958	3 591	3 223	3 947	

Sources : FAO
Douanes

TABLEAU ANNEXE 5 - Quantités d'éléments fertilisants (kg) contenus dans une tonne de produit frais.

Nature	M.O.*	N	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
1. fumiers						
Ferme bovins (5 lots)	104 à 168	5,0 à 6,8	4,2 à 8,7	2,7 à 6,0	8,4 à 14,9	2,1 à 8,0
Ferme cheval (1 lot)	111	4,9	3,4	3,0	6,6	4,1
Parc des abattoirs (4 lots)	159 à 232	4,7 à 7,4	3,5 à 5,3	1,5 à 2,7	3,9 à 7,4	2,3 à 4,4
2. compost urbain						
Humuci (3 lots)	114 à 137	5,6 à 7,2	13,0 à 15,4	1,2 à 1,7	3,3 à 4,6	3,0 à 4,6
3. bananier						
hampes des régimes (1 lot)		1,6	0,8	0,3	18,6	0,7
mains (1 lot)		1,8	0,3	0,4	6,3	0,5
4. café						
parothes (2 lots)	236	11,6 à 12,4	7,3 à 7,4	2,3	14,5 à 15,1	1,2 à 1,4
5. cacao						
cabosses (1 lot)		7,4	5,3	2,7	11,6	0,9
téguments de la fève (1 lot)	676	26,1	4,5	9,0	32,4	9,4
6. ananas						
résidus de conserverie et de jus (6 lots)	64 à 116	0,7 à 1,2	0,1 à 0,5	0,1 à 0,2	2,2 à 3,4	0,3 à 0,5
7. brasserie						
drèches (1 lot)	233	9,4	0,6	0,5	0,06	
8. scierie						
sciure (1 lot)	344	0,9	2,2	0,3	0,9	0,3

* - la teneur en matière organique est estimée en multipliant la teneur en C par 1,73.

TABLEAU ANNEXE 4 - Exportations d'éléments minéraux en kilogrammes dans une tonne de fruits frais.

Fruits	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Ananas	0,9	0,3	2,4	0,14	0,27
Bananes «douces»	1,8	0,5	6,5	0,24	0,40
Bananes «plantains»	2,0	0,6	7,3	0,28	0,43
Papayes	3,0	0,8	3,6	1,72	0,68
Avocats	2,8	0,8	5,5	0,18	0,33
Agrumes	1,8	0,4	2,5	1,21	0,29
Mangues	1,2	0,6	2,4	0,34	0,30

Dans la mesure du possible, les agriculteurs devraient s'efforcer d'utiliser au maximum toutes les ressources locales de produits fertilisants organiques ou minéraux tels que les fumiers, les composts, les ordures ménagères, les résidus de culture, le paillis, les sous-produits industriels ou des usines agro-alimentaires. A titre d'exemple, la cimenterie de N'Toum au Gabon commercialise un sous-produit très intéressant (40 p. 100 de CaO, 10 p. 100 de K₂O, 1 p. 100 de MgO) pour amender les sols de la région qui sont fortement acides.

Au niveau des pays, il devrait être possible de mieux valoriser les richesses minières nationales telles que les gisements de phosphates, de calcaires, de dolomies, qui existent dans certains pays africains.

Des recherches sont en cours à l'IRFA/GERDAT sur les plantes fixatrices d'azote, lesquelles pourraient être utilisées pour le paillage ou comme engrais vert dans les cultures fruitières.

Malgré les efforts à entreprendre pour une meilleure utilisation des ressources locales et nationales, des importations d'engrais minéraux seront encore longtemps nécessaires si l'Afrique souhaite maintenir le niveau actuel des productions fruitières et, à fortiori, pour l'accroître. En effet, selon la FAO, la production alimentaire de l'Afrique a baissé de 10 p. 100 entre 1970 et 1980. Si les courbes démographiques actuelles se prolongent, le nombre de personnes sous-alimentées passera de 72 millions au milieu des années 1970 à 127 millions en l'an 2000.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (B.) et MARCHAL (J.). 1980.
Comparaison du bilan minéral total d'un agrume sain et d'un agrume atteint de Greening.
Doc. IRFA/Réunion, Sep. 1980, 10 p.
- BARAER (J.J.). 1983.
Le verger traditionnel de manguiers dans la région du centre-ouest en Haute-Volta.
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 23, 4 p.
- BARAER (J.J.). 1983.
Bilan de quatre campagnes d'exportation de mangues en Haute-Volta.
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 26, 4 p.
- BOURDEAUT (J.). 1971.
Fertilisation du papayer «test N-K».
Doc. IRFA, R.A. 71, n° 102, 5 p.
- CHATAIGNIER (J.). 1979.
L'économie de la banane plantain en Côte d'Ivoire.
Doc. MRS et INRA, série Etudes et Recherches n° 44, Station d'Economie et de Sociologie rurale ENSA, Montpellier.
- DUCELIER (D.). 1983.
Premiers résultats du verger d'avocatiers de Foubot (Cameroun).
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 51, 12 p., tabl.
- DUCELIER (D.). 1984.
Situation de la culture des agrumes au Cameroun, région littorale et nord-ouest.
Doc. IRFA, R.A. 84, n° 14, 16 p.
- FLINN (J.C.) et HOYOUX (J.M.). 1976.
Le bananier plantain en Afrique.
Fruits, 31 (9), p. 521-530.
- FREYSSINEL (J.). 1983.
Analyse économique d'un verger de manguiers.
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 49, 6 p.
- GAILLARD (J.P.). 1974.
Fertilisation du papayer 'Solo' au Cameroun.
Doc. IRFA, R.A. 74, n° 93, 6 p.
- GODEFROY (J.) et GUILLEMOT (J.). 1975.
Action comparée des apports d'urée et de sulfate d'ammonium sur les caractéristiques chimiques d'un sol de bananeraie. Relation avec la productivité.
Fruits, 30 (1), p. 3-10.
- GODEFROY (J.) et GAILLARD (J.P.). 1977.
Evolution des caractéristiques chimiques et structurales d'un sol brun eutrophe du Cameroun sous culture d'ananas.
Fruits, 32 (10), p. 591-597.
- GODEFROY (J.) et al. 1978.
Action du chaulage sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité d'un sol tourbeux en culture bananière.
Fruits, 33 (2), p. 77-90.
- GODEFROY (J.). 1979.
Composition de divers résidus organiques utilisés comme amendement organo-minéral.
Fruits, 34 (10), p. 579-584.
- HAURY (A.) et al. 1982.
Résultats des essais porte-greffe des agrumes entrepris au Niger.
Fruits, 37 (9), p. 509-522.
- LACOEUILHE (J.J.). 1978.
Conservation de la fertilité d'un sol ferrallitique de basse Côte d'Ivoire cultivé en ananas.
Fruits, 33 (4), p. 241-256.
- LAROUSILHE (F. de). 1979.
Le manguiier.
Ed. Maisonneuve et Larose, Collection techniques Agricoles et Productions tropicales, 312 p.
- LOSSOIS (P.). 1982.
Biométrie et expérimentation à la Station fruitière de Rindiao en Mauritanie.
Rapport de Mission, Fev. 1982, 6 p.
- MALLESSARD (R.). 1978.
Essai fractionnement de la fumure azotée en bananeraie (essai BA.CA.NYO. 82).
Doc. IRFA, R.A. 78, 24 p.
- MARCHAL (J.) et MALLESSARD (R.). 1979.
Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers à fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'.
Fruits, 34 (6), p. 373-392.
- MARCHAL (J.) et BERTIN (Y.). 1980.
Contenu en éléments minéraux des organes de l'avocatier 'Lula' et relation avec la fumure.
Fruits, 35 (3), p. 139-149.
- MARTIN-PREVEL (P.). 1962.
Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime.
Fruits, 17 (3), p. 123-128.
- MARTIN-PREVEL (P.) et al. 1968.
Les éléments minéraux dans le bananier 'Gros Michel' au Cameroun.
Fruits, 23 (5), p. 259-269.
- MELIN (Ph.). 1976.
Potentiel de productivité de deux cultivars de 'French plantain'.
Fruits, 31 (11), p. 655-660.
- MERLE (P.) et al. 1968.
L'avocatier en Côte d'Ivoire.
Doc. IFAC, 37 p.

- MEYER (J.P.). 1983.
Projet fruitier Haute-Volta. Evolution du Centre de la vallée du Kou.
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 21, 10 p.
- OBENDOU (J.A.). 1984.
Résultats de l'essai agrumes AG.CI.AZA.6 (pomélos)
Doc. interne, non publié.
- PERRIER (X.). 1978.
Essai «papayers» Côte d'Ivoire PA.CI.AZA.19.76.
Fiches commentaires n° 1 et 2, juillet-septembre 1978.
- PERRIER (X.). 1978-1979.
Essai BA.CI.ABY.227. Fiche commentaire n° 1 du 27.6.78 et fiche commentaire n° 2 du 17.5.79.
Doc. IRFA.
- PERRIER (X.). 1979.
Essai ananas épuisement 1960. Fiche commentaire du 23.8.79.
Doc. IRFA, 12 p.
- REY (J.Y.). 1982.
Notes sur la collection standard d'agrumes de Nyombé au Cameroun.
Fruits, 37 (3), p. 167-179.
- SERY DJEDJE. 1983.
Amélioration de la culture du bananier plantain.
Synthèse des résultats agronomiques obtenus (1980-1982).
Doc. MRS/IRFA Côte d'Ivoire, 22 p.
- VUILLAUME (C.). 1983.
La collection d'avocatiers de la station de Bassin-Martin, la Réunion.
Doc. IRFA, R.A. 83, n° 43, 7 p.
- WILSON (G.F.). 1976.
Le plantain dans les systèmes de culture des tropiques humides.
Fruits, 31 (9), p. 517-519.



DARBONNE
SOCIÉTÉ CIVILE DARBONNE

Siège social : 6, boulevard JOFFRE
91490 MILLY-LA-FORET B.P. 8
Tél. (6) 498.95.95 --- Télex 690373

PLANTS de FRAISIERS

Tous nos pieds-mères sont issus de méristèmes

PLANTS de FRAMBOISIERS

Pour toutes informations sur nos productions
DEMANDER NOTRE CATALOGUE GRATUIT

GRIFFES d'ASPERGES

Sélection DARBONNE n°4
Sélection DARBONNE n°3
Nouveauté : Hybride de clones
DARBONNE n°231
La gamme complète
des nouveaux hybrides INRA

... Une visite en vaut la peine