

Bilan de l'évolution de la fertilité d'un sol ferrallitique sous verger d'agrumes en milieu tropical humide.

*J. GODEFROY et J.P. PENEL**

BILAN DE L'EVOLUTION DE LA FERTILITE D'UN SOL FERRALLITIQUE SOUS VERGER D'AGRUMES EN MILIEU TROPICAL HUMIDE.

J. GODEFROY et J.P. PENEL (IRFA).

Fruits, Jul.-aug. 1985, vol. 40, n° 7-8, p. 475-484.

RESUME - L'évolution des caractéristiques physico-chimiques d'un sol ferrallitique cultivé en pomélos a été suivie pendant 8 années, ainsi que la production des arbres.

Une fertilisation minérale complète (N-P-K-Ca-Mg) améliore la fertilité chimique du sol par rapport à celui sous végétation naturelle (forêt). En revanche, la mise en culture entraîne une nette dégradation de la structure et une faible diminution de la teneur du sol en matière organique (moins 10 %).

Les auteurs concluent en proposant une échelle d'interprétation des analyses de terre pour la culture des agrumes sur sol ferrallitique désaturé en cations.

De nombreux travaux réalisés par le Laboratoire d'Agropédologie de l'IRFA ont été consacrés à l'évolution des sols sous culture de bananiers et d'ananas (cf. bibliographie) ; ce thème d'étude n'a pas, à notre connaissance, été abordé dans les vergers tropicaux. Dans cet article, nous présentons les résultats d'observations agropédologiques (8 années) et agronomiques (11 années), effectuées dans un verger de pomélos planté sur sol ferrallitique du sud de la Côte d'Ivoire.

Le suivi agronomique de cette expérimentation a été assuré par les agronomes qui se sont succédés de 1971 à 1984 sur la station de recherches d'Azaguié : J. BOURDEAUT, A. FOUQUE, P. SOULEZ et J.A. MARTIN.

CONDITIONS DE L'ETUDE

Le site expérimental est un essai de fumure minérale «N-K» dans lequel sont comparés 2 niveaux (simple et double) de fumure azotée (N1, N2) et potassique (K1, K2). Ces 2 niveaux, ainsi que l'absence de fumure (N0, K0), sont combinés deux à deux, ce qui donne 9 types de fumures (3²). Toutes les parcelles sont uniformément fertilisées en phosphore (P1), en calcium et en magnésium. Les quantités d'engrais augmentent en fonction de l'âge du verger (tableau annexe 1) ; ils sont épandus en couronne à la limite de la frondaison des arbres.

Contiguë à cet essai, une parcelle de 1 325 m² (27 arbres) a été utilisée pour étudier les conséquences sur la culture, de la suppression de la fumure phosphatée (P0), dans ce sol pauvre en phosphore.

* - J. GODEFROY et J.P. PENEL - IRFA - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX.

Lorsque l'essai a débuté (1973), les arbres avaient 2 années de plantation (1971) et ils avaient été fertilisés uniformément en N-P-K-Ca-Mg. Après la déforestation (1952), le sol a été cultivé en bananiers puis en avocats (1960).

Les pomélos de variété «Shambar» sont greffés sur mandariniers «Cléopâtre». La densité de plantation est de 200 arbres/ha (7 x 7 m). Le verger n'est pas irrigué.

L'évolution physico-chimique du sol de l'horizon supérieur (0-25 cm) a été suivie annuellement pendant 8 années. C'est dans cet horizon que les racines sont les plus nombreuses (80 p. 100) ; en dessous de cette profondeur, la charge en graviers et en cailloux déjà forte en surface devient très importante et limite le développement des racines. Les échantillons de terre (mélange de 36 prélèvements élémentaires par parcelle) sont prélevés chaque année en petite saison sèche (août), à la limite de frondaison des arbres dans la zone d'épandage des engrais. La surface du sol sous la frondaison est désherbée chimiquement, le reste du verger est laissé enherbé.

Le verger étant situé en lisière de forêt et les sols étant les mêmes pédologiquement dans les 2 sites, il est possible de les comparer et, ainsi, de juger de l'évolution du sol cultivé depuis la déforestation (30 ans). Le sol forestier étant en équilibre climacique, ses caractéristiques physico-chimiques actuelles sont les mêmes qu'au moment du défrichement. Pour l'échantillonnage, nous avons délimité 3 «placettes» de 100 m² ; sur chacune, un échantillon de terre a été constitué par le mélange de 30 prélèvements élémentaires.

CARACTERISTIQUES DU MILIEU

Le verger est situé sur la station de recherches fruitières d'Azaguié dans le sud de la Côte d'Ivoire. Les coordonnées géographiques sont les suivantes :

- latitude : 5° 38' N
- longitude : 4° 05' O
- altitude : 80 mètres.

Le climat est de type tropical humide. La température moyenne annuelle est de 26°C avec des variations de faible amplitude : moyennes des minima et maxima mensuels : 21 et 31°C. La pluviosité annuelle moyenne des 30 dernières années est de 1700 mm ; au cours de la période étudiée, les écarts maximaux par rapport à la moyenne sont de plus 200 et moins 600 mm (Figure 1).

Paysage de collines : le verger est situé en haut de versant, dans une zone où la pente varie entre 5 à 10 p. 100.

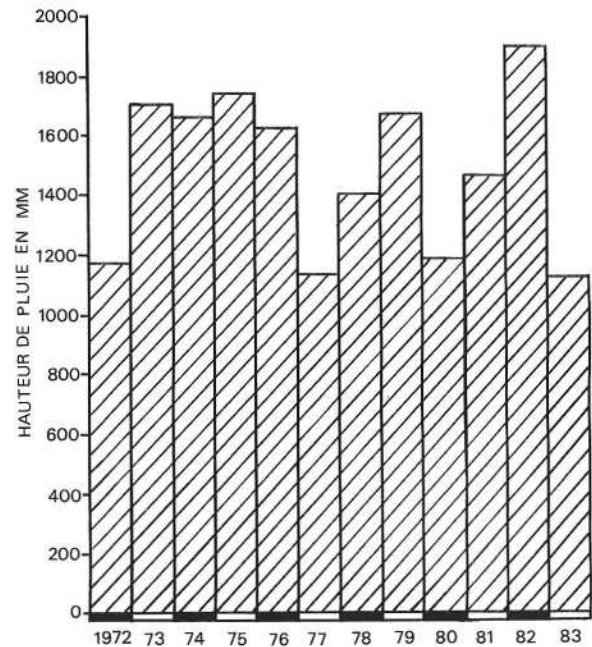


Fig. 1 • PLUVIOMETRIE ANNUELLE 1972-1983. Station de recherches d'Azaguié, Côte d'Ivoire. (moyenne = 1490 mm, écart-type = 271 mm).

Le sol, développé sur roche mère schisteuse, est un sol ferrallitique fortement désaturé, remanié modal, faciès brun-vif «7,5 YR 5/6» (classification française CPCSC) ou xanthic ferralsol (classification FAO). Les caractéristiques physico-chimiques du sol du verger et de la forêt au commencement de l'étude sont résumées dans le tableau annexe 2. Les commentaires de ces caractéristiques seront faits en même temps que ceux des résultats des 8 années d'observations.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Pour chaque caractère considéré, nous étudierons d'une part l'action des traitements (fumure minérale), d'autre part l'évolution dans le temps. Pour certaines déterminations «délicates» telles que les tests de structure, des différences entre années peuvent provenir de l'analyse et non d'une évolution (différences systématiques entre séries d'analyses). Pour pallier à cet inconvénient, il y a toujours intérêt à étudier les variations relatives, par rapport à un sol de référence, plutôt que les variations absolues. Comme mentionné ci-dessus, celui choisi est un sol forestier adjacent au verger.

Caractéristiques physiques.

- Texture et charge en éléments grossiers.

La composition granulométrique de la terre fine (infé-

rieure à 2 mm) n'est pas modifiée par la fumure minérale, ni par la mise en culture (Figure 2). Par contre, si la fertilisation n'interfère pas sur la charge du sol en graviers et en cailloux, la proportion d'éléments grossiers (quartz)

est beaucoup plus élevée dans le verger : 40 p. 100 contre 10 p. 100 sous forêt dans l'horizon 0-25 cm.

Cet enrichissement en graviers et en cailloux de l'horizon supérieur du sol du verger est antérieur à la plantation d'agrumes. Il est probable que cette dégradation du sol cultivé se soit produite après la déforestation, pendant la période où le sol était en culture bananière. Sous forêt, on observe un horizon de graviers et de cailloux de quartz entre 25 et 50 cm de profondeur. En culture bananière, ces éléments grossiers sont « remontés » dans les 25 premiers cm de sol par les labours ; leur proportion augmente par érosion de la terre fine de la surface du sol (ROOSE, GODEFROY, 1977).

Dans ce verger, où le sol est maintenu couvert par la végétation naturelle (enherbement permanent), à l'exception de la zone sous la frondaison, l'érosion est probablement faible mais aucune mesure n'a été faite pour confirmer cette hypothèse.

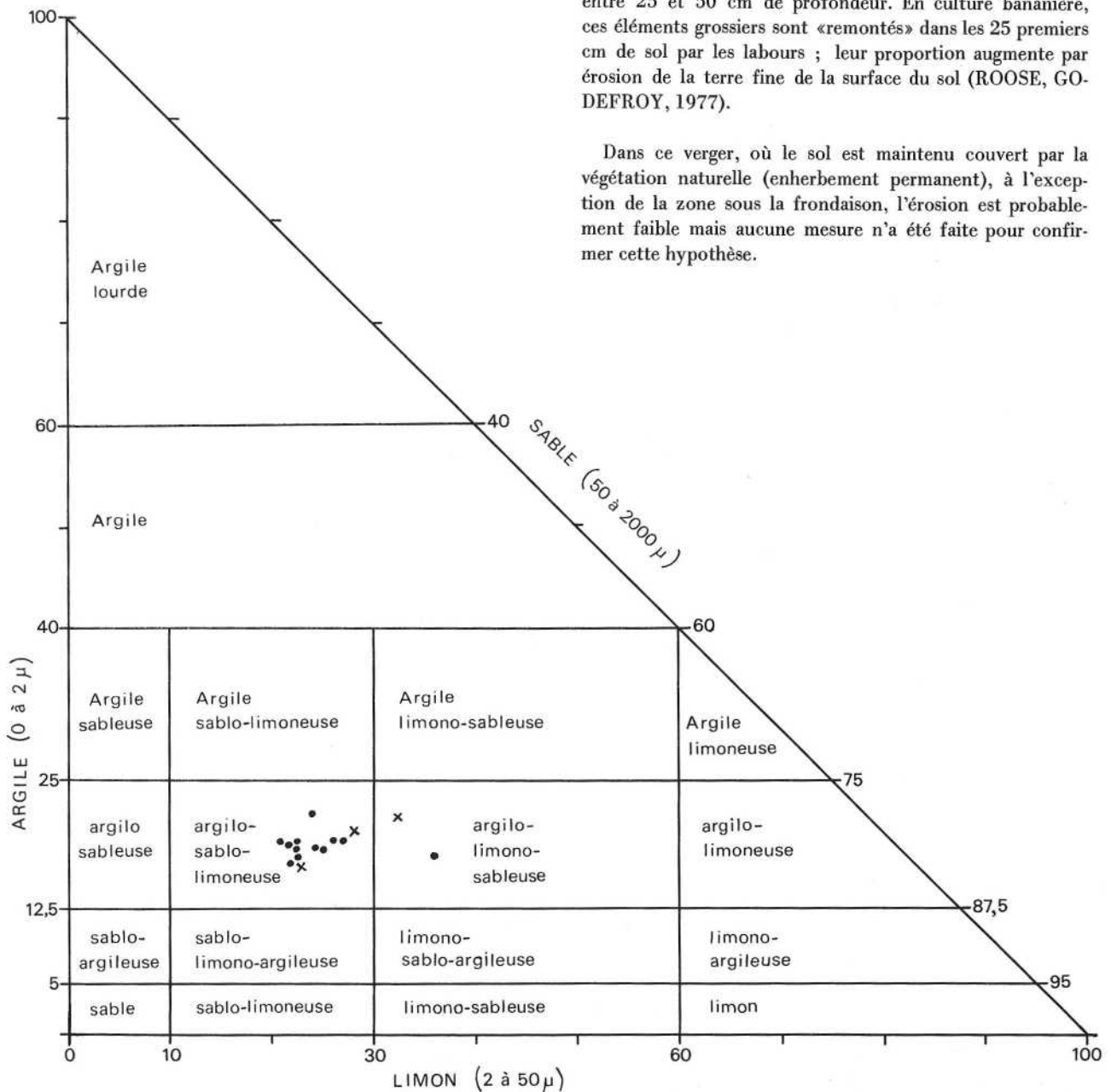


Fig. 2 • CLASSES TEXTURALES (TERRE FINE, HORIZON 0-25 CM) D'APRES LE TRIANGLE DU LABORATOIRE DE PHYSIQUE DU SOL DE L'INRA (• = verger, x = forêt).

TABLEAU 1 - Tests d'appréciation de la stabilité de la structure ; moyenne des 8 années ; horizon 0-25 cm.

	Forêt		Verger		Valeur indiciaire du verger par rapport à la forêt (100)
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Agrégats alcool (p. 100) *	24,2	4,6	19,8	3,2	81
Agrégats benzène (p. 100) *	11,1	4,2	6,9	1,9	62
Indice de percolation (K cm/h)	2,2	0,7	1,5	0,3	68

* - agrégats «vrais» = fraction agrégée de 0,2 à 2 mm moins les sables grossiers (0,2 à 2 mm).

TABLEAU 2 - Caractéristiques hydriques ; 1981 ; horizon 0-25 cm.

	Verger N = 12	Forêt N = 3
Humidité à pF 2,5 (p. 100)	15,7 ± 0,5	19,5 ; 15,5 ; 19,4
Humidité à pF 4,2 (p. 100)	9,8 ± 0,5	12,6 ; 9,5 ; 12,9
Eau utile = pF 2,5 - pF 4,2 (p. 100)	5,9 ± 0,3	6,9 ; 6,0 ; 6,5

● Structure.

La stabilité de la structure est appréciée par 3 tests. Le taux d'agrégats alcool permet d'apprécier la cohésion ; le taux d'agrégats benzène fait ressortir le rôle de la matière organique sur la stabilité de la structure, en accentuant les effets de la non mouillabilité des agrégats ; le test de percolation «K» mesure une vitesse d'infiltration de l'eau sur une colonne de terre remaniée.

La structure n'est pas influencée par la fertilisation minérale. En revanche, on observe une nette diminution de la stabilité des agrégats à l'action de l'eau et de «K» dans le sol cultivé, par rapport à celui sous forêt (tableau 1). Cette dégradation, déjà appréciable en 1974, ne s'est pas amplifiée au cours des 8 années de culture fruitière arbustive.

● Caractéristiques hydriques.

Les caractéristiques hydriques, humidités pondérales à la capacité au champ estimées par une mesure à pF 2,5 et humidités au point de flétrissement (pF 4,2) ont été déterminées sur les échantillons prélevés en 1981. La fumure minérale n'a pas d'action sur ces caractéristiques, par contre les humidités à ces pF sont légèrement plus élevées dans le sol sous forêt (plus 16 p. 100 et plus 19 p. 100) mais non la réserve en eau utile (tableau 2). Ces dif-

férences sont en relation avec les teneurs en matière organique des sols.

Caractéristiques chimiques.

● Matière organique.

La fertilisation minérale n'interfère pas sur les teneurs en matière organique (C et N organiques) du sol, ni sur le rapport C/N. Pour d'autres cultures fruitières telles que le bananier et l'ananas, la fumure minérale, particulièrement azotée, améliore le statut organique du sol en raison d'une augmentation de la masse de résidus de culture qui sont incorporés au sol. Dans le cas des arbres fruitiers, la masse de résidus végétaux est peu différente que le sol soit fertilisé ou non. Dans ce verger de pomélos, les diamètres moyens des frondaisons et les hauteurs des arbres sont en 1983, de 6,10 et 5,40 m dans la parcelle N0 K0, et de 6,40 et 5,10 m dans la parcelle N2 K2 qui donne la production maximale, soit des différences de volume de 4 p. 100 seulement.

Le sol du verger est un peu plus pauvre en matière organique que celui de la forêt mais l'on n'observe pas d'évolution notable au cours de la période étudiée. Sur les moyennes de 8 années, les teneurs en C et N de la terre sont de 89 et 93 p. 100 de celles sous forêt (tableau 3).

TABLEAU 3 - Matière organique ; moyenne de 8 années ; horizon 0-25 cm.

	Verger	Forêt
C organique (p. 1000)	14,9 ± 1,0	16,8 ± 1,4
N total (p. 1000)	1,24 ± 0,08	1,34 ± 0,10
Rapport C/N	12,0	12,5

TABLEAU 4 - Caractéristiques du complexe adsorbant en 1981, soit 8 années après l'application d'une fumure minérale différenciée ; horizon 0-25 cm.

Traitements	N0	N1	N2	K0	K1	K2	Forêt
Ca échangeable (mé/100 g)	3,3	2,9	2,4	3,1	2,9	2,5	0,7
Ca total (mé/100 g)	6,1	4,8	3,9	5,0	5,2	4,6	1,9
Mg échangeable (mé/100 g)	1,7	1,4	1,2	1,5	1,4	1,4	0,4
Mg total (mé/100 g)	7,0	6,2	5,9	5,9	8,6	6,5	4,2
K échangeable (mé/100 g)	0,3	0,1	0,1	0,03	0,2	0,2	0,1
K total (mé/100 g)	9,8	9,8	10,7	9,3	10,3	10,7	12,1
Taux de saturation (p. 100)	76	66	53	69	64	61	2
pH sur pâte saturée d'eau	6,0	5,7	5,2	5,7	5,6	5,6	3,9
Al échangeable (mé/100 g)	0	0	0	0	0	0	1,4

● Cations et pH.

L'action des fumures minérales azotées et potassiques est celle observée dans les sols ferrallitiques et, généralement, dans tous les sols (tableau 4).

- Appauvrissement en calcium et en magnésium avec les apports croissants d'engrais azotés, avec pour conséquence une diminution des taux de saturation en cations du complexe adsorbant et des pH.

- Accroissement des teneurs en potassium échangeable dans «K1» et «K2» par rapport à «K0», mais absence de différences entre les 2 doses d'engrais potassique.

Les écarts observés entre traitements augmentent durant les 4 à 5 premières années puis se stabilisent.

Compte tenu de la fertilisation calco-magnésienne qui est pratiquée : 3 kg/an de dolomie par arbre adulte (600 kg/ha), ainsi que des apports de calcium avec l'engrais phosphaté (scories de déphosphoration), le complexe adsorbant est moyennement saturé en cations, même avec la fumure azotée maximale (N2) ; les pH sont moyennement à faiblement acides (5,5 à 6,0 dans N1 ; 4,9 à 5,7 dans N2). Dans toutes les parcelles, les teneurs en aluminium échangeable (extraction KCl N) sont nulles. On rappellera que l'engrais azoté utilisé est de l'urée qui est la forme la moins acidifiante.

Avec l'apport d'engrais potassique (K₂SO₄) on n'observe pas, comme dans certains vergers corses, d'acidification du sol, l'anion SO₄²⁻ étant «neutralisé» par les amendements calco-magnésiens.

Les évolutions des teneurs du sol en cations échangeables et des pH sous culture et sous forêt sont représentées sur les graphiques de la figure 3. Pour leur clarté, nous n'avons figuré que l'évolution dans la parcelle «N1 K2» ; ce traitement est celui qui donne la productivité optimale aussi c'est la fumure qui est conseillée aux agriculteurs.

La terre du verger qui est fertilisée (N-P-K-Ca-Mg) est plus riche en Ca et Mg que celle de forêt et le pH est plus élevé de 1,5 unité d'où l'absence d'aluminium toxique, alors que dans le sol forestier les teneurs en Al échangeable sont élevées : 1,1 à 1,7 mé/100 g (100 à 150 ppm).

La fumure potassique permet de maintenir un niveau en K équivalent à celui sous forêt mais le sol ne s'enrichit pas, ce qui confirme l'importance de la lixiviation des engrais potassiques dans les sols ferrallitiques à faible capacité d'échange cationique (GODEFROY et MARTIN, 1969 ; GODEFROY et ROOSE, 1970 et 1975). Les teneurs les plus faibles s'observent dans les parcelles «N1 K0» et «N2 K0» et les plus élevées dans «N0 K1» et «N0 K2».

● Phosphore.

Sans apport d'engrais phosphaté, ce sol déjà très défi-

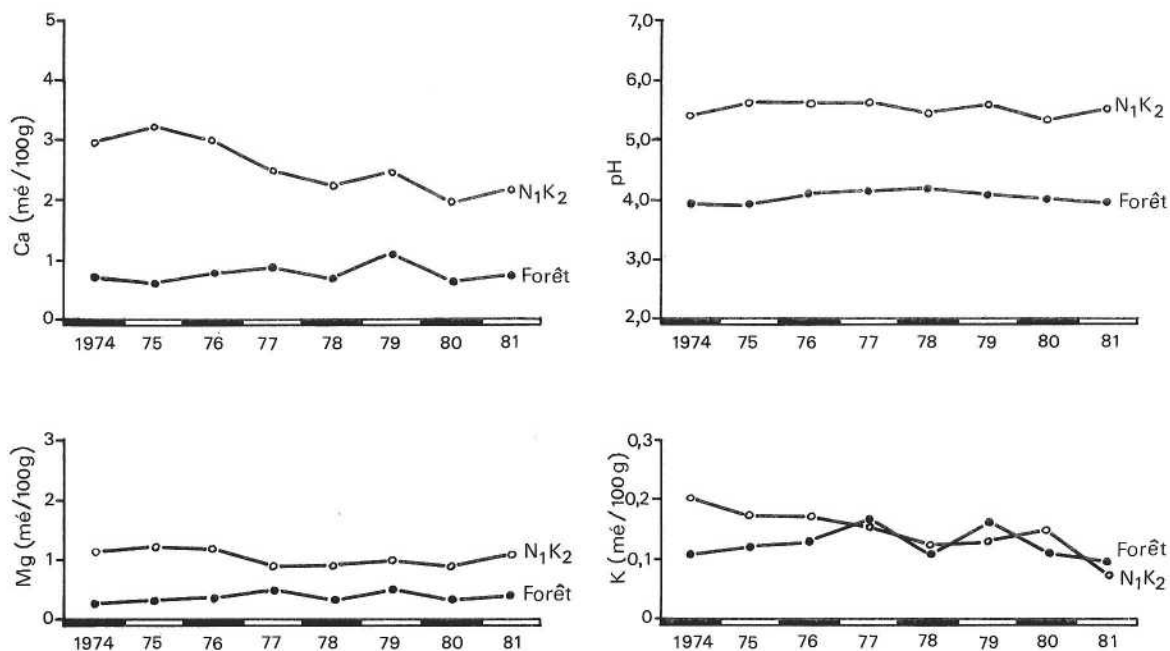


Fig. 3 • EVOLUTION DES TENEURS DU SOL EN Ca, Mg, K, ECHANGEABLES ET DU pH SOUS CULTURE (○—○) ET SOUS FORET (●—●). HORIZON 0-25 CM

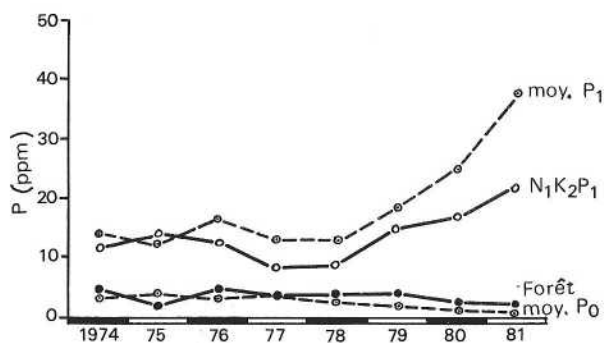


Fig. 4 • EVOLUTION DES TENEURS DU SOL EN PHOSPHORE "ASSIMILABLE" (DYER), HORIZON 0-25 CM.

cient en cet élément (2 à 5 ppm de P. Dyer sous forêt), ne contient plus que des traces de P «assimilable», lorsque les arbres atteignent le stade adulte (Figure 4 et tableau 5). En revanche, les parcelles fertilisées s'enrichissent en phosphore «assimilable» et total.

Les teneurs en P total, légèrement plus élevées dans le verger non fertilisé (P0) par rapport au sol forestier s'expliquent par la fertilisation phosphatée pratiquée sur ce terrain avant la mise en place de l'essai (bananeraie et verger d'avocats).

PRODUCTION

L'étude agronomique détaillée de cet essai devant être faite ultérieurement, nous nous limiterons aux résultats concernant la production des arbres dans les divers traite-

TABLEAU 5 - Statut phosphorique en 1981 ; horizon : 0-25 cm (en ppm de P).

	Forêt	Verger de pomélos		
		Moy. parcelles P0	Moy. parcelles P1	Parcelle N1 K2 P1
P. Dyer	2	1	28	22
P. Imphos/Gerdat *	0,6	0,1	21	13
P. total	95	112	273	190

* - P. désorbé sur une résine échangeuse d'anions (Imphos, 1980).

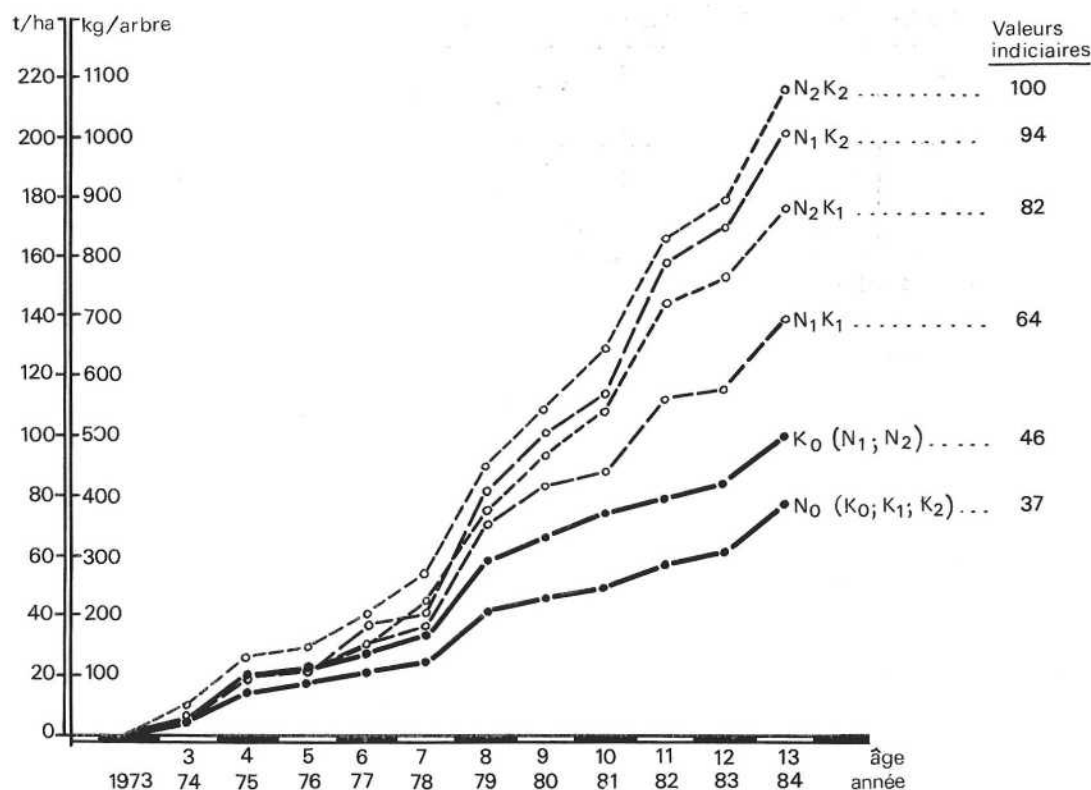


Fig. 5 • PRODUCTION CUMULEE; MOYENNE DE 12 ARBRES; FERTILISATION : P - Ca - Mg UNIFORME.

ments. Ce sont les conclusions de cette étude qui nous ont conduit à considérer que l'évolution de la fertilité dans la parcelle «N1 K2» était représentative de celle d'un verger d'agrumes, puisque c'est cette fertilisation qui est vulgarisée en Côte d'Ivoire (J.A. MARTIN, communication personnelle).

Les productions cumulées depuis la mise à fruits des arbres jusqu'à la récolte 1984 sont présentées sur la figure 5. Ces résultats montrent que les parcelles sans fumure azotée (N0) ou potassique (K0), ont des rendements très faibles ; les productions moyennes annuelles (1982, 1983, 1984) sont de 10 t/ha (N0) et 8,5 t (K0). Les parcelles les plus productives sont «N2 K2» et «N1 K2» avec le même rendement moyen pour les trois dernières années : 29,6 t/ha/an mais une production cumulée depuis 1974 légèrement supérieure dans N2 K2 (plus 6 p. 100). Économiquement, la fumure N1 K2 est la plus intéressante, puisqu'en diminuant de moitié les dépenses en engrais azoté, on obtient un rendement presque équivalent à N2 K2. D'autre part, sur le plan de la fertilité du sol, nous avons montré (cf. étude du complexe adsorbant) que les taux de saturation en cations du complexe adsorbant et les pH étaient un peu plus élevés dans N1 par rapport à N2. Pour

des raisons à la fois de rentabilité de la fumure et d'évolution de la fertilité du sol, il n'y a pas intérêt à «exagérer» les apports d'engrais azotés. Précisons que les fruits sont commercialisés sur le marché local, à un prix peu rémunérateur. Quels que soient les traitements, les variations des productions annuelles sont très élevées (tableau 6). Une meilleure connaissance des causes de la très forte irrégularité des rendements, permettrait de fertiliser plus rationnellement.

Sans fertilisation phosphatée (P0), la production moyenne des trois dernières récoltes (1982 à 1984) est inférieure de 60 p. 100.

CONCLUSION

Cette étude réalisée dans un verger d'agrumes de Côte d'Ivoire montre qu'une fertilisation minérale rationnelle permet d'améliorer les caractéristiques chimiques des sols ferrallitiques fortement désaturés en cations. À leur mise en culture, ces sols sont très pauvres en calcium, magnésium, potassium, phosphore et ils sont fortement acides (pH = 4,0). Une fertilisation minérale complète (N-P-K-Ca-Mg) permet, en quelques années, de corriger ces

TABLEAU 6 - Production annuelle de pomélos (t/ha) entre la 7ème et la 13ème année après la plantation.

Traitements * / Années	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
N2 K2	15,5	36,3	17,7	19,4	38,2	12,2	38,4
N1 K2	6,6	40,6	19,8	13,4	44,6	11,2	32,8
N1 K1	6,2	35,6	11,6	5,6	23,9	2,9	23,4

* - Fertilisation : P-Ca-Mg uniforme.

déficiences et d'élever le pH de 1,5 à 2,0 unités, éliminant ainsi l'aluminium toxique, initialement présent dans le sol forestier.

Contrairement aux propriétés agrochimiques, les caractéristiques physiques sont moins favorables dans le sol du verger. La stabilité de la structure est plus faible et surtout la charge en éléments grossiers (graviers et cailloux) est beaucoup plus élevée que sous forêt, conséquence de l'érosion de l'horizon superficiel. La détérioration des propriétés physiques est, en fait, antérieure à la création de ce verger d'agrumes, le terrain ayant été cultivé en bananiers après la déforestation. Cette dégradation ne s'est pas amplifiée au cours des huit années d'observations. On rappellera que seul le sol sous la frondaison de l'arbre est nu et que le reste du verger est enherbé en permanence ; cette végétation limite fortement le ruissellement des eaux de pluie et l'érosion de la terre fine.

Dans ce type de sol, l'étude agronomique a montré le rôle primordial de la fertilisation potassique associée, évidemment, à la fumure azotée. L'apport d'engrais potassique accroît la production en augmentant le poids des fruits mais il n'a pas d'action sur le développement des arbres (FOUQUE, 1980). En plus de ces deux éléments N et K, il est nécessaire dans ce sol ferrallitique, bien représentatif des sols du sud de la Côte d'Ivoire sur lesquels sont implantés les vergers fruitiers, d'amender les terres en calcium, magnésium et phosphore.

S'il est préférable, pour la programmation de la fertilisation azotée et potassique de se baser sur l'expérimentation agronomique ou sur les niveaux de production (bilans des exportations par les récoltes) plutôt que sur les analyses de terre, pour les autres éléments de la fumure (Ca, Mg, P), le diagnostic sol peut être utilement employé. En l'état actuel de nos connaissances, nous considérons que les

TABLEAU ANNEXE 1 - Fertilisation en grammes par arbre et par an - Densité de plantation : 200 arbres/ha.

	1971 *	1972	1973	1974	1975	1976	1977 à 1978	1979 à 1981	1982 à 1984
N	{N0	65	85	0	0	0	0	0	0
	{N1	65	85	115	280	380	540	600	600
	{N2	65	85	390	560	760	1 080	1 200	1 200
K ₂ O	{K0	20	30	0	0	0	0	0	0
	{K1	20	30	60	85	115	175	175	575
	{K2	20	30	120	170	230	350	350	1 150
P ₂ O ₅	{P0	0	0	0	0	0	0	0	0
	{P1	0	0	55	80	110	165	165	365
CaO	{P0	300	600	600	900	1 200	750	900	900
	{P1			750	1 125	1 500	1 050	900	1 900
MgO	200	400	400	600	800	500	500	600	600

Forme des apports : Urée, sulfate de potassium, scories de déphosphoration de 1971 à 1976 et de 1982 à 1984 (18 p. 100 de P₂O₅ et 50 p. 100 de CaO), phospal de 1977 à 1981 (34 p. 100 de P₂O₅), dolomie.

Fractionnement des épandages : N et K : 3 par an (mars, juillet, octobre) ; P, Ca, Mg : 1 par an (septembre).

* - en plus des apports mentionnés, tous les arbres ont reçu à la plantation : 50 kg de fumier de bovins, 2 kg de scories de déphosphoration, 2 kg de dolomie ; ces fertilisants ont été mélangés à la terre du trou de plantation.

TABLEAU ANNEXE 2 - Caractéristiques physico-chimiques du sol (1974) (terre fine ≤ 2 mm.

	Verger		Forêt	
	0-25	25-50	0-25	25-50
Profondeur (cm)				
Caractéristiques physiques :				
<i>Granulométrie</i> (p. 100)				
- argile (0 à 2μ)	16	18	17	20
- limon fin (2 à 20μ)	7	8	8	8
- limon grossier et sable fin (20 à 200μ)	35	29	36	28
- sable grossier (200 à $2\,000\mu$)	38	42	37	42
<i>Structure</i>				
- agrégats vrais alcool (p. 100)	18	9	20	7
- agrégats vrais benzène (p. 100)	5	2	13	2
- indice de percolation (cm/h)	1,0	0,4	1,3	0,4
Caractéristiques chimiques				
<i>Matière organique</i>				
- C organique (p. 1000)	16,5	8,2	18,4	9,4
- N total (p. 1000)	1,4	0,8	1,4	0,7
- Rapport C/N	12	11	13	13
<i>Complexe adsorbant</i>				
- Ca échangeable (mé/100 g)	3,2	1,2	0,7	0,3
- Mg échangeable (mé/100 g)	1,4	0,4	0,2	0,1
- K échangeable (mé/100 g)	0,17	0,12	0,11	0,06
- CEC (mé/100 g)	7,7	4,9	7,5	4,8
- Ca + Mg + K/CEC (p. 100)	63	35	7,5	10
- pH (eau sur pâte saturée)	5,4	4,6	4,0	4,1
<i>Phosphore</i>				
- P Dyer (ppm)	19	10	5	2

quantités d'engrais doivent être programmées de façon à s'approcher des niveaux de fertilité du sol suivants :

Ca échangeable *	2,5 à 3,0 mé/100 g
Mg échangeable *	0,8 à 1,2 mé/100 g
Taux de saturation en cations **	> 50-55 p. 100
pH (pâte saturée)	5,5 à 6,0
P « assimilable » (Dyer)	20 à 25 ppm
P « assimilable » (Imphos)	10 à 15 ppm

* - Cations extraits par l'acétate d'ammonium N à pH 7,0
 ** - CEC : saturation du complexe adsorbant par CaCl_2 N puis N/10 ; déplacement de Ca par KNO_3 N ; dosage de Ca.

Il serait souhaitable d'avoir une meilleure connaissance des facteurs d'élaboration du rendement, de façon à moduler la fumure en fonction de l'espérance de production. Les

années à faible production (déficit hydrique élevé, alternance physiologique ... ?) des économies d'engrais azotés et potassiques devraient être possibles.

BIBLIOGRAPHIE

1. FOUQUE (A.). 1980.
Essai fumure d'agrumes en Côte d'Ivoire.
Fruits, 35 (4), 245-250.
2. GODEFROY (J.) et LECOQ (J.). 1969.
Evolution des caractéristiques chimiques et structurales d'un sol volcanique sous culture bananière.
Fruits, 24 (5), 257-271.
3. GODEFROY (J.) et LOSSOIS (P.). 1969.
Action de la fumure organique sur les caractéristiques chimiques et structurales d'un sol de bananeraie.
Fruits, 24 (1), 21-42.
4. GODEFROY (J.) et MARTIN (Ph.). 1969.
Evolution des éléments minéraux du sol dans un essai de fumure minérale en bananeraie de basse Côte d'Ivoire.
Fruits, 24 (9-10), 425-435.
5. GODEFROY (J.) et ROOSE (E.). 1970.
Estimation des pertes par lixiviation des éléments fertilisants dans

- un sol de bananeraie de basse Côte d'Ivoire.
Fruits, 25 (6), 403-420.
6. GODEFROY (J.) et TISSEAU (M.-A.). 1972.
Evolution des propriétés agrochimiques d'un sol ferrallitique de basse Côte d'Ivoire sous culture d'ananas. Comparaison avec une jachère.
Fruits, 27 (4), 255-267.
 7. GODEFROY (J.) et MELIN (Ph.). 1973.
Action des apports de soufre sur les caractéristiques d'un sol volcanique en culture bananière.
Fruits, 28 (8), 255-261.
 8. GODEFROY (J.). 1974.
Evolution de la matière organique du sol sous culture du bananier et de l'ananas. Relations avec la structure et la capacité d'échange cationique.
Thèse Fac. Sci. Nancy.
 9. GODEFROY (J.). 1975.
Evolution des teneurs des sols en éléments fertilisants sous culture d'ananas. Caractéristiques chimiques des sols de Côte d'Ivoire.
Fruits, 30 (12), 749-756.
 10. GODEFROY (J.) et JACQUIN (F.). 1975.
Influence de la végétation sur l'humification en sol ferrallitique.
Cah. ORSTOM, Série pédol., XIII, (3/4), 275-298.
 11. GODEFROY (J.) et JACQUIN (F.). 1975.
Relation entre la stabilité structurale des sols cultivés et les apports organiques en conditions tropicales ; comparaison avec les sols forestiers.
Fruits, 30 (10), 595-612.
 12. GODEFROY (J.) et ROOSE (E.). 1975.
Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de la Côte d'Ivoire.
Fruits, 30 (4), 223-235.
 13. GODEFROY (J.). 1976.
Evolution des teneurs des sols en éléments fertilisants sous cultures bananières ; caractéristiques chimiques des sols de Côte d'Ivoire.
Fruits, 31 (2), 75-82.
 14. GODEFROY (J.) et LACOEUILHE (J.-J.). 1976.
Effets de chaulage sur la culture de l'ananas dans un sol ferrallitique fortement désaturé.
Fruits, 31 (10), 605-615.
 15. 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), 591-597.
 16. GODEFROY (J.) et MELIN (Ph.). 1977.
Evolution de la fertilité d'un sol brun eutrophe du Cameroun sous culture bananière.
Fruits, 32 (1), 3-8.
 17. GODEFROY (J.) et LASSOUDIÈRE (A.). 1978.
Action du chaulage sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité d'un sol tourbeux en culture bananière.
Fruits, 32 (2), 77-90.
 18. GODEFROY (J.) et PENEL (J.-P.). 1980.
Etude agropédologique, essai AG.CIAZA.6.
Doc. IRFA ; RA 1980, doc AG.68 ; 7 p.
 19. GODEFROY (J.) et DORMOY (Micheline). 1982.
Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans les sols des bananeraies martiniquaises.
Fruits, 38 (5), 373-387 et 38 (6), 451-459.
 20. IMPHOS-GERDAT. 1980.
Le phosphore dans les sols intertropicaux : appréciation des niveaux de carence et des besoins en phosphore.
Publication scientifique n° 2, Institut mondial du phosphate (IMPHOS) ; dec. 1980, 48 p.
 21. LACOEUILHE (J.-J.). 1978.
Conservation de la fertilité d'un sol ferrallitique de basse Côte d'Ivoire cultivé en ananas.
Fruits, 33 (4), 241-256.
 22. PENEL (J.-P.) et GODEFROY (J.). 1982.
Evolution saisonnière de l'azote minéral de quelques sols tourbeux tropicaux sous culture bananière.
Fruits, 37 (10), 581-593.
 23. PRALORAN (J.-C.). 1971.
Les agrumes.
Ed. Maisonneuve et Larose, 11 rue Victor Cousin - 75005 Paris
 24. REITZ (H.J.) et al., 1972.
Recommended fertilizers and nutritional sprays for Citrus.
Bul. 536 C. Dec. Institut of Food and agricultural Sciences University of Florida, Gainesville.
 25. ROOSE (E.J.) et GODEFROY (J.). 1977.
Pédogénèse actuelle comparée d'un sol ferrallitique remanié sur schiste, sous forêt et sous bananeraie de basse Côte d'Ivoire.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., XV (4), 409-436.



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