

# LES SOLS DE BANANERAIES DE LA CÔTE-D'IVOIRE

par B. DABIN et N. LENEUF

*Pédologues.*

*Maîtres de Recherches à l'O. R. S. T. O. M.*

*Depuis 1953, les études pédologiques de l'O. R. S. T. O. M. intéressant la production bananière ont été surtout orientées sur la prospection des sols vierges susceptibles de posséder une vocation particulièrement favorable pour cette culture. Des termes de comparaison avaient été pris dans les plantations BAFECAO et ORANGE où les sols présentent le plus de caractères favorables (sols sur roches basiques) et nous nous sommes efforcés dans toutes nos prospections depuis 1953 de trouver des sols ayant des paramètres équivalents de fertilité sur des superficies suffisamment vastes.*

*En février 1958, une étude approfondie des différents sols de bananeraies de Côte-d'Ivoire est entreprise par nos soins au Centre de Pédologie de l'O. R. S. T. O. M. (Adiopodoumé). Elle a pour objet de déterminer les caractères généraux morphologiques et analytiques des sols de plantations en fonction de leur origine géologique et de leur position topographique ; de connaître les transformations qu'ils ont pu subir du fait de leur exploitation en culture bananière plus ou moins ancienne ; de formuler des conclusions qui serviront ultérieurement, soit dans le choix des terrains, soit pour l'amélioration éventuelle de certaines techniques culturales.*

*Les prélèvements nécessaires à cette étude ont été faits durant l'année 1958 dans un certain nombre de bananeraies choisies en fonction de l'origine géologique des terres et des variations climatiques de la basse Côte d'Ivoire. Nous avons effectué les analyses au laboratoire de Pédologie d'Adiopodoumé.*

*Des dosages d'oligoéléments ont été réalisés au laboratoire de spectrographie de l'I. D. E. R. T. à Bondy et complètent utilement toutes les données analytiques courantes sur les sols de la zone forestière de Côte d'Ivoire.*

*Nous tenons à remercier vivement la Direction de la COBAFRUIT pour toute l'aide qui nous a été apportée lors de la réalisation de ce travail, ainsi que les planteurs chez lesquels nous avons effectué nos prélèvements et qui nous ont toujours fourni avec beaucoup de bienveillance et de sympathie les renseignements d'ordre cultural.*

## 1. GÉNÉRALITÉS

### SITUATION GÉNÉRALE DE LA ZONE BANANIÈRE

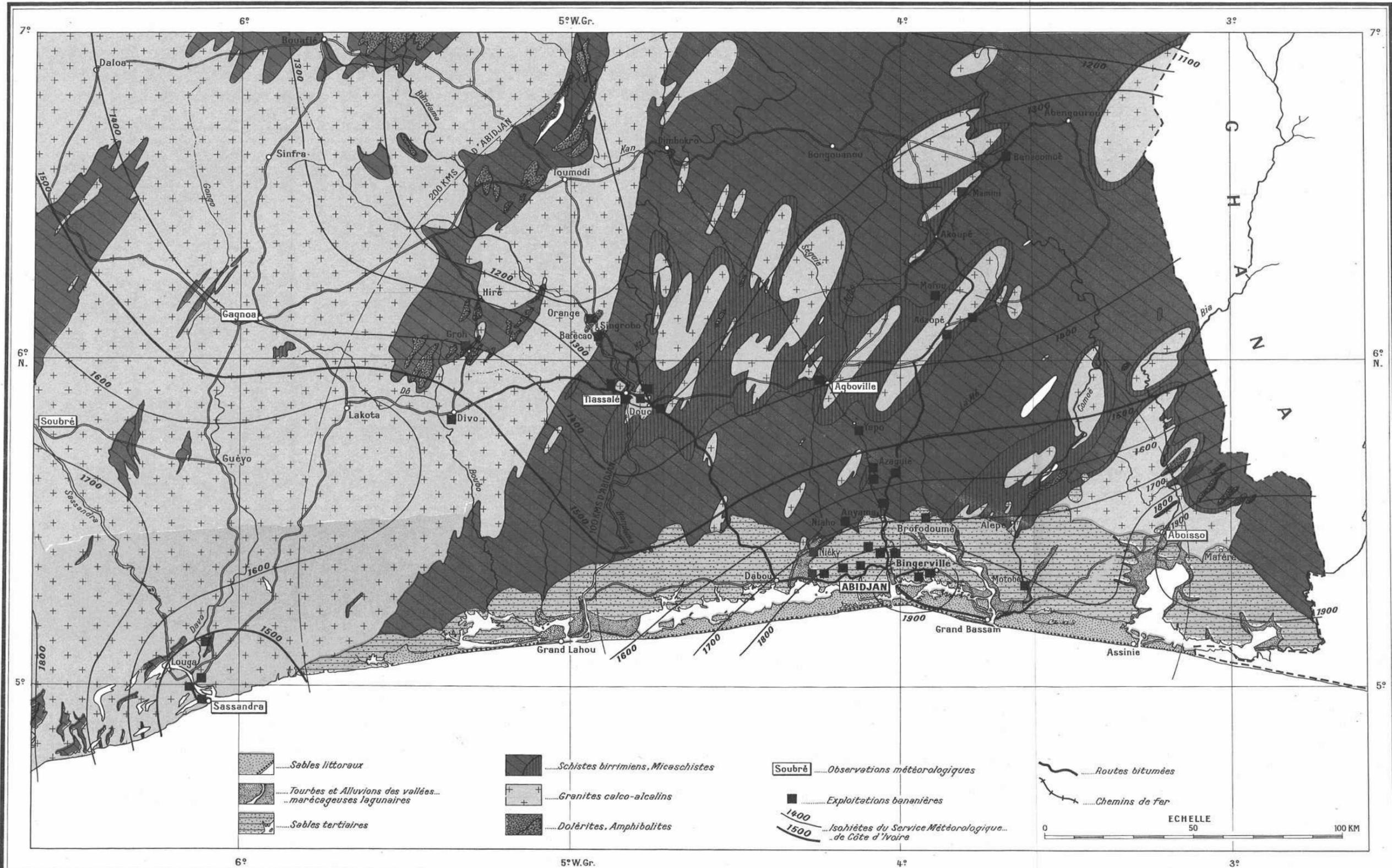
La situation géographique des principales bananeraies de la Côte d'Ivoire a été conditionnée au départ par la facilité des moyens de communication assurant l'évacuation des fruits (chemin de fer, route, lagune...) sur le wharf de Port-Bouet.

Ce fait explique la concentration des plantations à proximité d'Abidjan sur les alluvions et marécages proches de la lagune Ebrié, ainsi que dans les régions schisteuses d'Azaguié et d'Agboville. L'ouverture du port qui a permis un accroissement rapide des tonnages exportés, le développement d'un système

routier permanent en profondeur dans le territoire, ont provoqué une véritable décentralisation des secteurs bananiers au profit de régions plus lointaines, plus productives, sans dépasser toutefois un rayon de 200 km autour d'Abidjan, limite après laquelle les frais de transport deviennent prohibitifs. Au-delà de cette limite, surtout au Nord, le facteur climatique intervient également pour limiter la production.

Sur Sassandra, le groupement bananier s'est maintenu assez près du port, mais le développement des possibilités du wharf ou la création éventuelle d'un autre port assurerait un développement rapide en profondeur, par suite de conditions pédologiques et climatiques favorables dans cette région.

# SITUATION GÉOLOGIQUE ET CLIMATIQUE DES PRINCIPALES EXPLOITATIONS BANANIÈRES DE CÔTE D'IVOIRE



La carte schématique jointe indique la position actuelle des principaux secteurs bananiers de la Côte d'Ivoire.

L'examen de leur situation géologique montre que tous les grands éléments de la géologie locale sont représentés dans le substratum des sols de bananeraies : schistes birrimiens et micaschistes, granites, roches basiques (dolérites-amphibolites), sables tertiaires néogènes, alluvions fluviatiles, tourbes.

La constitution physico-chimique de ces différentes roches sera mentionnée lors de l'étude morphologique des sols, pour bien montrer les rapports directs de la roche et du sol, et l'influence prépondérante de la roche-mère dans le choix des sites bananiers. Les *granites et les schistes* constituent pratiquement l'essentiel de la géologie ivoirienne en forêt et en savane. Les *sables tertiaires* répartis sur une bande de 20 à 30 km de large parallèlement à la côte, de Fresco à la frontière du Ghana, formant des plateaux dominant les lagunes de 30 à 40 m., jouent un rôle important dans la géologie et la pédologie de la zone forestière proche du littoral. Les *roches basiques* (dolérites, amphibolites, gabbros...) occupent des sites isolés dans la zone schisteuse du birrimien supérieur, en général peu étendus par rapport à l'ensemble du territoire.

Les alluvions fluviatiles ont un développement de quelques centaines de mètres de large sur les berges des grands cours d'eau (Comoë, Bandama, Sassandra...).

Les marécages tourbeux d'origine forestière ont leur extension maximum dans la basse vallée de l'Agnébi et dans certaines vallées lagunaires de la région d'Abidjan et de Bingerville.

## LES FACTEURS CLIMATIQUES

La Côte d'Ivoire forestière est a priori favorisée au point de vue climatique pour l'installation de bananeraies permanentes.

Une bonne production bananière étalée sur l'ensemble de l'année sans l'appoint de techniques complémentaires d'irrigation demande :

1. Une pluviométrie suffisante et bien répartie (1 600 à 2 000 mm).
2. L'absence de saison sèche très marquée (manque de pluies et état hygrométrique de l'air très bas) et fraîche (abaissement de température risquant de retarder la sortie et la maturité des fruits). A l'appui de ces remarques, le climat exceptionnel de l'année 1958 (juillet à octobre) a été démonstratif.

Quelles sont donc les conditions climatiques ivoi-

riennes qui sont loin d'être uniformes pour l'ensemble de la zone bananière ?

La basse Côte d'Ivoire est incluse dans un climat de type guinéen forestier à deux saisons de pluie. Nous étudierons plusieurs points caractéristiques de cette zone :

1. *Abidjan-Aboisso*, représentatif de toute la bande côtière Est : pluviométrie élevée (1 800 à 2 000 mm) et forte hygrométrie de zone forestière.

2. *Agboville-Tiassale-Gagnoa* : pluviométrie moyenne, 1 300 à 1 400 mm et saison sèche plus marquée, en zone forestière et à la limite savane-forêt.

3. *Sassandra* : pluviométrie moyenne de 1 400 mm sur la bande côtière.

### *Abidjan-Aboisso.*

Cette zone climatique est la plus favorable pour le bananier :

— *pluviométrie moyenne* élevée, variant de 1 487 à 2 756 mm (moyenne de 1 936 mm) répartie sur l'ensemble de l'année ; minimum moyen mensuel de 25 à 50 mm en janvier-février ; pratiquement pas de mois sec sauf année exceptionnelle ;

— *hygrométrie permanente* très élevée. Variations : maximum moyen mensuel 95 à 97 % ; minimum moyen mensuel 69 à 77 % ; minimum absolu 10 % en février ;

— *températures* : relativement constantes sans extrêmes très écartés.

Variations : maximum moyen mensuel : 31°9 et 27°4, minimum moyen mensuel : 21°5 et 24°7.

Températures extrêmes absolues : 15°2 et 36°2.

Les facteurs défavorables ont peu d'acuité dans cette région ; ils peuvent résider éventuellement : — dans un harmattan prolongé de 6 à 8 jours, amenant un fort abaissement de l'hygrométrie diurne et de la température ; — dans la présence d'une petite saison sèche anormale comme en 1958 s'étalant de juillet à octobre et provoquant un retard important dans la végétation.

En résumé, cette région naturelle est particulièrement favorable pour les productions continues étalées sur l'ensemble de l'année.

### *Tiassalé-Gagnoa-Agboville.*

La pluviométrie est moins abondante dans ces trois régions forestières situées à la limite sud des savanes baoulées. Les moyennes enregistrées pour les trois postes d'Agboville, Tiassalé-Gagnoa sont respectivement de 1 379, 1 305 et 1 396 mm sur 27, 20 et 27 ans. Les écarts entre année sèche et année pluvieuse peuvent être assez grands :

Gagnoa : 783 à 1 789 mm ;  
 Tiassalé : 978 à 2 204 mm ;  
 Agboville : 943 à 2 102 mm.

Les possibilités de mois secs ou très secs sont situées en décembre, janvier, février, juillet et août pour Agboville, novembre à février, juillet et août pour Tiassalé, décembre à février, juillet et août pour Gagnoa. Les risques de sécheresse totale sont importants en janvier-février, alors qu'en juillet-août, malgré un arrêt des pluies l'hygrométrie peut se maintenir à de fortes valeurs.

Au-dessous d'une certaine pluviométrie, suffisante pour le bananier et que l'on peut estimer à 1 300/1 400 mm, la durée des mois secs conditionne essentiellement la végétation du bananier et sa fructification. Les réserves d'eau du sol peuvent assurer une alimentation suffisante de la plante pendant 1 à 2 mois après les dernières pluies, si l'insolation n'est pas trop violente.

Au-delà, l'irrigation du bananier s'impose. La réussite de la culture bananière dans les régions de Agboville, Tiassalé et Gagnoa repose donc sur des aléas climatiques. Le pourcentage d'années naturellement favorables est plus réduit que dans la région climatique d'Abidjan-Aboisso.

La variation de *températures* est plus forte que dans la zone forestière littorale :

maximum moyen mensuel : 33°4 à 28°6  
 minimum — : 22°2 à 20°7  
 extrêmes absolus : 11 et 37°6.

Variations de l'hygrométrie :

maximum moyen mensuel : 97 et 98 %  
 minimum — : 54 et 71 %  
 minimum absolu : 22 % en janvier  
 12 à 16 % en novembre-février.

Les vents peuvent être assez violents au début des saisons pluvieuses (mars-avril et octobre-novembre). Dans la région de Tiassalé-Gagnoa, ils sont subits, violents et de très courte durée. En général le vent cause peu de dégâts aux bananiers surtout dans les secteurs où une protection forestière a été maintenue autour des plantations.

Les vents de Côte d'Ivoire ne peuvent être comparés en intensité et en durée avec ceux des Antilles.

*Sassandra.*

Le poste climatique situé en bordure de mer révèle une pluviométrie comparable à celle de Gagnoa et Agboville : 1 425 mm. Mais faute de données météorologiques, il semble que les conditions climatiques Nord-Sassandra, dans l'intérieur de la zone forestière, soient plus humides, se rattachant nettement à la région Ouest et soient intermédiaires entre Tabou-Taï et Gagnoa. A Soubré, la pluviométrie est déjà plus élevée, 1 617 mm et les variations extrêmes observées sur 10 ans seulement sont de 1 234 et 2 421 mm. Les mois secs sont répartis sur décembre-janvier et février (1).

*Variations du nombre de jours de pluie.*

	MOYENNE ANNUELLE	VARIATIONS
Abidjan .....	150	120 à 180
Agboville .....	112	89 à 176
Tiassalé.....	83	50 à 120
Gagnoa .....	98	50 à 161
Sassandra .....	85	
Soubré .....	110	85 à 139

*Nombre d'années avec pluviosité nulle en décembre et janvier.*

	DÉCEMBRE	JANVIER
Abidjan .....	0	3 (sur 18 ans)
Agboville .....	0	5 (sur 27 ans)
Tiassalé.....	2	6 (sur 20 ans)
Gagnoa .....	3	3 (sur 27 ans)

(suivant A. Loué).

(1) Résultats météorologiques extraits du rapport de A. CHABRA. « Étude climatologique provisoire de la Côte d'Ivoire » décembre 1955 et de la publication de A. LOUÉ « Nutrition minérale du caféier en Côte d'Ivoire » 1957.

## 2. LES SOLS

### Morphologie et caractères généraux physico-chimiques

L'ensemble de la zone d'exploitation bananière se trouve soumise à des conditions climatiques forestières, déterminant une altération de type ferrallitique pour

les sols de plateaux sur schistes, granites et roches basiques.

Les matériaux ferrallitiques accumulés par l'action



des eaux dans les zones basses : fonds de vallées, bordures lagunaires, terrasses fluviales récentes, évoluent par contre sous l'influence de conditions hydromorphes conduisant à un lessivage du sol et à une accumulation superficielle de matières organiques (terres humifères marécageuses), parfois très profondes (tourbes forestières de l'Agnébi).

Sur les zones sableuses des plateaux tertiaires (sables néogènes), l'évolution des sols est surtout orientée vers un lessivage profond de type ferrugineux tropical.

Les conséquences de l'évolution primaire ferrallitique du lessivage et de l'hydromorphie, sur les propriétés physico-chimiques des sols seront analysées pour les différentes régions géologiques.

### A. SOLS SUR SCHISTES BIRRIMIENS

Les secteurs bananiers d'Azaguié et d'Agboville représentent la zone d'extension maximum des bananeraies sur socle schisteux. La roche-mère est un schiste du type arkosique, ou parfois un schiste argileux bariolé, riche en silice et filons de quartz.

Composition chimique des roches schisteuses.

	SCHISTE ARKOSIQUE	SCHISTE ARGILEUX BARIOLÉ
SiO <sub>2</sub> .....	59,03	75,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	20,26	9,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,20	5,90
TiO <sub>2</sub> .....	0,93	0,52
MnO <sub>2</sub> .....	0,004	0,006
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,11	0,12
CaO .....	0,22	0,27
MgO .....	0,70	0,90
K <sub>2</sub> O .....	4,30	1,59
Na <sub>2</sub> O .....	0,91	2,14
Perte au feu .....	5,14	1,90

(Analyses de l'I. D. E. R. T., Bondy).

N. B. : Ces roches sont pauvres en feldspaths et plagioclases, à dominance potassique dans la première roche, sodique dans la seconde. La proportion de CaO et MgO est faible.

Les sols ferrallitiques de plateaux et pentes sont moyennement « profonds », caractérisés par un horizon superficiel sableux à sablo-argileux, de 10 à 40 cm, de teinte ocre jaune clair ou ocre rosé, surmontant un horizon parfois très caillouteux (éléments désagrégés

de quartz filonien, plus ou moins rubéfié ; quelques concrétions ferrugineuses).

Les horizons sous-jacents sont constitués par de l'argile tachetée (ocre jaune, ocre rouge et gris-blanc) et de la roche-mère altérée, se présentant sous l'aspect d'un schiste sériciteux très friable, bariolé ocre jaune ou violacé. Les affleurements de roche saine sont rares et se trouvent le plus souvent dans le fond de thalwegs étroits (Azaguié-IFAC).

Les bas de pente et les thalwegs sont par contre occupés par des sols plus « profonds », plus homogènes, constitués par des éléments fins colluvionnés. Les éléments quartzeux grossiers, lorsqu'ils existent sont en général assez profonds (vers 1 m.). La texture est sableuse fine ou sablo-argileuse. Ces sols subissent un engorgement hydromorphique temporaire ou prolongé, en profondeur et en surface, soit par les eaux de la nappe phréatique peu profonde (moins de 1 m), soit par l'excès d'eau des grandes chutes de pluies.

Dans ces régions schisteuses, les différences d'altitudes entre plateaux et thalwegs sont faibles, mais le relief est très tourmenté, avec des pentes raides.

Les vallées sont souvent très étroites amenant des conditions difficiles d'exploitation. Les vallées larges (200 à 300 m) sont rares. Les bas-fonds nécessitent d'importants travaux de drainage.

Nous donnerons la description morphologique et les variations des caractères physico-chimiques de quelques sols de plateau et bas-fond de la zone schisteuse.

#### 1. Morphologie des profils.

##### a) Plateau et haut de pente.

*Profil W.S. 3* (plantation Walter-Schalterer, Azaguié, carré Biéniamé).

0-3 cm : gris-brun, humifère, sablo-argileux, graviers de quartz dispersés en surface.

3-40 cm : ocre jaunâtre, argilo-sableux, graviers quartzeux.

40-80 cm : tacheté brun-rouge, ocre, gris-blanc, argilo-limoneux.

à 80 cm : éléments schisteux altérés, violacés.

*Profil B. R. 1* (plantation S. G. A. C., Brun au Téké).

0-15 cm : brun humifère, sablo-argileux grumeleux.

15-40 cm : brun ocre rosé, argilo-sableux.

40-60 cm : tacheté ocre et rouge, argilo-sableux, quelques graviers de quartz.

à 60 cm : niveau très compact de quartz.

##### b) Bas de pente.

*Profil DUV. 2* (plantation Duvernet, Azaguié).

0-10 cm : gris-brun humifère, sablo-limoneux.

10-50 cm : tacheté gris, ocre et rouille, sablo-argileux fin frais.

	Sols de plateau et haut de pente sur schistes						Sols de bas de pente sur schistes						Sols de bas-fonds (colluvions) en zone schisteuse					Sols de bas fonds (alluvions) en zone schisteuse			
	Profil W.S.3.			Profil B.R.1			Profil DUV.2			Profil NH.1			Profil WS.5		Profil ST.6			Profil NH.6		Profil GEL.1	
<b>ANALYSE PHYSIQUE</b>																					
Profondeur	0/15	15/40	90/100	0/15	40/60	0/10	30/50	0/10	30/40	60/70	0/15	40/60	0/15	50/60	100/110	0/10	30/40	0/15	50/60		
Refus 2 m/m	19,7	30,8	2,0	3,1	6,7	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	24,1	0	0	0	0		
Argile	25,5	36,2	52,2	25,2	32,2	15,0	23,7	17,0	22,7	24,7	7,0	7,5	11,0	15,0	19,7	9,7	11,5	14,0	18,5		
Limon	13,0	9,7	24,7	12,5	11,5	19,0	22,2	11,0	5,5	9,0	13,5	14,7	12,2	15,0	10,5	7,5	7,2	13,5	13,5		
Sable fin	32,8	24,8	13,8	35,2	30,3	51,9	43,7	48,3	48,4	44,5	59,6	60,3	42,1	39,9	26,7	65,6	60,0	65,0	62,2		
Sable grossier	23,7	26,5	6,6	19,7	22,2	11,2	9,1	22,5	99,2	20,8	19,2	20,5	30,9	29,5	42,0	15,1	12,1	6,4	5,2		
Matière organique	2,5			3,4		2,1		2,6			2,0		2,4			3,1		1,1			
Carbone %	1,484			2,015		1,202		1,559			1,191		1,429			1,858		0,646			
Azote %	0,127			0,161		0,129		0,128			0,101		0,122			0,157		0,067			
C/N	11,6			12,5		9,9		12,1			11,8		11,7			11,8		9,6			
pH	5,68	4,77	4,60	4,51	4,36	4,56	5,09	5,40	4,82	4,66	6,30	4,86	4,55	4,68	4,89	5,25	4,80	4,55	4,82		
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>																					
<b>Bases échangeables (méc %)</b>																					
Ca O	4,44	2,02	1,48	4,66	1,26	1,56	1,00	4,48	1,46	1,16	4,76	0,92	2,92	0,92	1,56	1,60	0,98	1,36	1,20		
Mg O	1,34	0,70	0,60	0,81	0,40	0,48	0,64	0,84	0,34	0,30	1,39	0,26	0,59	0,30	0,44	0,44	0,12	0,28	0,28		
K2 O	0,26	0,29	0,17	0,65	0,12	0,14	0,04	0,24	0,07	0,08	0,65	0,74	0,27	0,15	0,15	0,08	0,04	0,07	0,05		
Na2 O	0,02	0,04	0,01	0,06	0	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	0,01	0	0,14	0	0	0,01	0,03	0	0		
Somme	6,06	3,05	2,26	6,18	1,78	2,20	1,72	5,61	1,92	1,57	6,81	1,92	3,92	1,37	2,15	2,13	1,17	1,71	1,53		
<b>Acide phosphorique (o/oo)</b>																					
Total	1,134			1,027		0,360		0,854			0,905		0,918			0,347		0,241			
Assimilable	0,239			0,332		0,045		0,102			0,551		0,500			0,023		0,039			

50-80 cm : gris clair, argilo-sableux, graviers de quartz blanc, très humide.

*Profil NH 1* (plantation du Niaho).

0-10 cm : gris-brun organique, sablo-limoneux, grumeleux fin.

10-40 cm : tacheté ocre et rouge, sablo-argileux, plus compact, petites concrétions noirâtres (Mn).

40-70 cm : tacheté gris, ocre et rouge, plus argileux, frais ; quelques graviers de quartz.

c) *Bas-fonds* : vallée étroite, sol sur alluvions.

*Profil W. S. 5* (plantation Walter-Schalterer à Azaguié, carré Salifou).

0-5 cm : gris foncé, sableux, humifère.

5-20 cm : gris-beige clair, quelques traces rouille, sableux.

20-60 cm : gris clair, traces ocres très diffuses, sableux à sablo-argileux.

A 60 cm : gris clair, très sableux, humide.

*Profil S. T. 6* (plantation Sainte Thérèse à Azaguié, carré 11).

0-10 cm : gris-beige, sableux, humifère.

10-70 cm : tacheté gris et ocre rouille, sablo-argileux.

Vers 70 cm : gris clair et taches rouille et ocre rouge, argilo-sableux grossier.

Vers 100 cm : graviers quartzueux, argileux et sables grossiers.

*Vallée large* : sol sur alluvions.

*Profil N. H. 6* (plantation du Niaho, sous forêt récemment débroussée).

0-4 cm : gris foncé, sableux fin, humifère, légèrement grumeleux.

4-70 cm : gris-beige, sableux à sablo-limoneux frais.

*Profil GEL. 1* (plantation Gelin, Agboville, carré 11).

0-20 cm : gris foncé, sableux à sablo-argileux.

20-50 cm : gris-beige, sablo-argileux.

50-60 cm : gris clair, avec traînées ocre sec.

Dans les sols de bas de pente, le caractère hydromorphe est seulement marqué en profondeur.

Dans les sols de vallées étroites, l'hydromorphie est élevée dès la surface et se manifeste par l'apparition d'un horizon de Gley, humide, à très faible profondeur.

Dans les sols de vallées plus larges sur alluvions, les caractères hydromorphes de surface sont moins accusés par suite de la profondeur souvent plus grande de la nappe phréatique.

## 2. Caractères physico-chimiques.

A la surface du sol (0-10 cm), la texture minérale représente un caractère permanent qui risque peu d'être modifié par la culture du bananier (sauf dans le cas de violents phénomènes d'érosion par ruissellement, rares dans les bananeraies), alors que les autres caractères : structure, teneur en matière organique et éléments chimiques, pH, ont pu subir d'importantes modifications, indiquant une amélioration ou une dégradation du sol.

Les horizons de profondeur (dès 30 cm) ont des caractéristiques plus stables et comparables à celles des anciens sols forestiers. Quelques prélèvements de sols sous forêt, ou en zone en voie de déforestation, pourrions nous servir de témoins pour juger ces modifications.

Les variations de caractères dans les différents profils seront données pour l'horizon de surface 0/15, dont l'influence est déterminante dans la fertilité des sols de bananeraies et pour l'horizon sous-jacent de 30 à 50 cm, dont les caractères physiques (principalement texture, structure, perméabilité) peuvent influencer favorablement ou défavorablement les bonnes conditions de fertilité du sol superficiel.

#### a) Sols de plateau et pente.

Les résultats analytiques portent sur 16 profils de plantation et 2 profils sous forêt.

L'horizon superficiel est parfois très caillouteux principalement sur les pentes, mais en général le refus à 2 mm ne dépasse pas 20 %. La terre fine a une texture assez constante et les différentes fractions présentent les limites suivantes :

Argile : 12 à 25 % (moyenne 18).

Limon : 5 à 13 % (moyenne 8).

Sable fin : 32 à 49 % (moyenne 42).

Sable grossier : 17 à 34 % (moyenne 24).

Dans l'horizon profond (30 à 50 cm), la partie graveleuse est souvent plus importante, jusqu'à 55 %, et la texture est plus argileuse ; teneur en argile de 19 à 36 % (moyenne 27).

La teneur en matière organique totale varie de 1,7 à 4 %, mais les valeurs les plus fréquemment observées sont de l'ordre de 1,7 à 2,5 %, comme la plupart des sols de forêt non dégradés. Le rapport C/N de la matière organique est de l'ordre de 8 à 12. La teneur en azote total est pratiquement de 0,1 à 0,15 % (moyenne 0,144 %). Les sols sous forêt sont inclus dans ces limites (0,122 et 0,128).

Le pH est nettement acide : variation de 4,1 à 6,2 en surface (moyenne 5,1). La culture a provoqué en général une élévation sensible du pH superficiel (apports minéraux). Les sols forestiers sont les plus acides (4,1 et 4,4). En profondeur (30-50), le pH varie peu et est comparable en forêt et en plantation : 4 à 4,9 ; moyenne 4,5.

En surface, la teneur en bases échangeables peut présenter d'assez fortes variations suivant l'importance des apports antérieurs d'amendements et engrais. Alors que les sols forestiers typiques ont une teneur faible en bases échangeables totales (1,71 et

1,68 méq. %), dans les sols cultivés, elle peut atteindre plus de 8 méq. %.

Mais les équilibres de cations Ca, Mg et K ont changé : les efforts de fumures ayant porté souvent sur les engrais phosphocalciques et potassiques, il semble que dans la plupart des plantations, le déséquilibre se soit accusé pour le Magnésium, par rapport à CaO, K<sub>2</sub>O et la somme totale des bases échangeables.

	CaO/MgO	MgO/K <sub>2</sub> O	S/MgO
Sols forestiers.	0,9 et 3,1	8 et 16	4,2 et 2
Sols cultivés.	2,8 à 6,7	1,2 à 5,5	4,0 à 8,6

Ce déséquilibre a provoqué dans certains cas l'apparition de maladies de carence (bleu), en particulier dans les sols (—) DUV 1 et B. L. 2 où le rapport Ca/Mg est élevé : 6,3 et 6,4.

La teneur en CaO varie de 0,8 à 5,66 méq. %.

La teneur en MgO varie de 0,4 à 1,78 méq. %.

La teneur en K<sub>2</sub>O, très faible dans les sols sous forêt (0,05 méq. %) a été considérablement accrue dans les plantations : 0,09 à 1,10 méq. %.

La proportion de Na<sub>2</sub>O est excessivement faible dans tous les sols.

Dans le sous-sol (30 à 50 cm) l'apport des fumures minérales est déjà peu sensible sur la composition chimique du sol et nous retrouvons les valeurs voisines de celles des sols sous forêt. La somme des bases échangeables varie de 1,30 à 3,05 (moyenne de 2,0 méq. %).

La teneur superficielle en phosphore est faible dans les sols sous forêt : 0,23 et 0,36 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total ; 0,045 et 0,058 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable.

Elle a été considérablement améliorée dans les sols de plantations :

0,310 à 1,100 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total

0,080 à 0,510 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable.

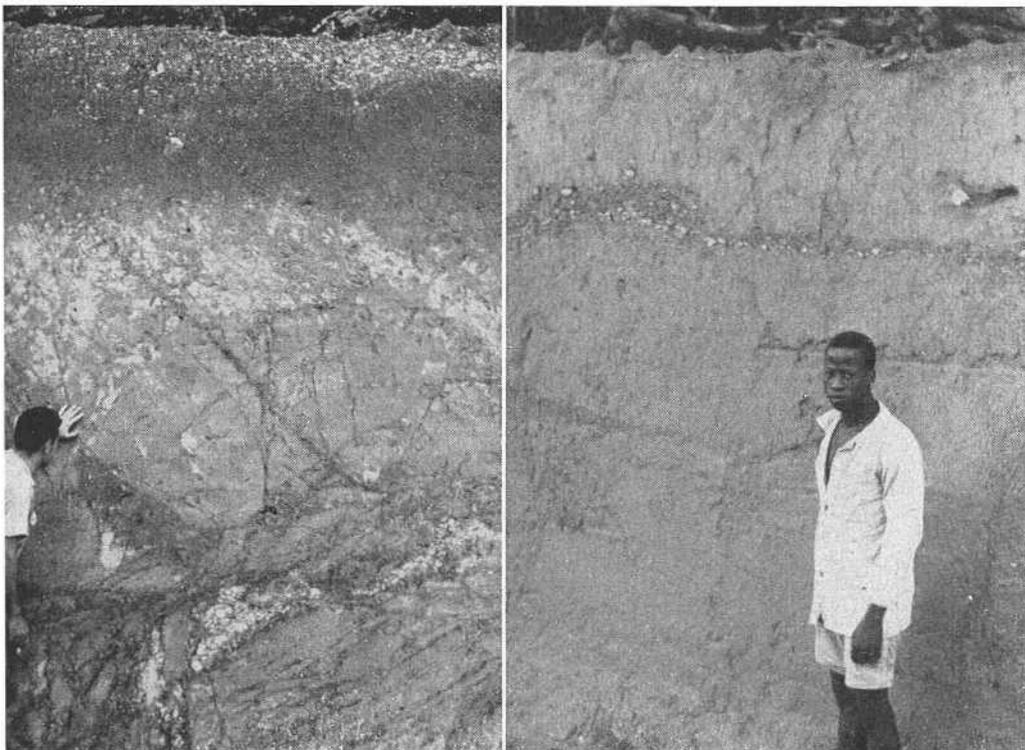
Le rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ayant tendance à présenter des valeurs élevées sous forêt (3 à 6), a été fortement abaissé dans les plantations, à des valeurs comprises entre 1 et 2.

#### b) Sols de bas-fonds et bas de pente.

Entre sols de bas de pente, sols de vallées étroites et sols de vallées larges, les caractéristiques texturales varient peu. Dans les sols de vallées étroites, nous pouvons signaler la présence fréquente d'horizons de graviers quartzueux à une profondeur de 40 à 70 cm.

Dans les sols sur alluvions et de bas de pente, la portion graveleuse est pratiquement inexistante.

En surface, pour l'ensemble de 33 profils de sols, les fractions argileuse, limoneuse et sableuse varient dans les proportions suivantes :



PHOTOS 1. — *A gauche* : sols sur schistes (région d'Azaguié-Yapo). *Ci-centre* : alluvions sur zone schisteuse avec graviers alluviaux (région de la Comoé) (Photo Leneuf.)

- argile : 6 à 33 % (moyenne de 11 %) ;
- limon : 3 à 19 % (moyenne de 10 %) ;
- sable fin : 39 à 69 % (moyenne de 55 %) ;
- sable grossier : 2 à 34 % (moyenne de 17 %).

En profondeur (30-40), la fraction argileuse augmente sensiblement :

- argile : 4 à 43 % (moyenne de 14 %) ;
- limon : 5 à 22 % (moyenne de 10 %) ;
- sable fin : 28 à 72 % (moyenne de 55 %) ;
- sable grossier : 2 à 35 % (moyenne de 13 %).

Les sols de bas-fonds ont en moyenne une texture sablo-limoneuse très homogène.

La teneur en matière organique totale varie de 1,4 à 3,1 % (moyenne de 2,1 %). Le rapport C/N a une échelle de variation plus étalée que dans les sols de plateaux (8 à 15,7) mais la majorité des valeurs est cependant groupée de 9 à 12 ; les teneurs en azote total varient de 0,067 à 0,181 (moyenne de 0,115 %). Des valeurs élevées s'observent dans les sols sous forêt ou récemment débroussés, ainsi que dans les plantations anciennes ( $N > 0,15$  %).

Quelques valeurs faibles ( $N < 0,1$  % dans certaines plantations) sans relation apparente avec des baisses de rendement.

Le pH présente des variations très importantes (3,8 à 7,5, moyenne de 5,4), mais la plupart des valeurs

sont groupées de 4,5 à 5,5. Les chiffres les plus élevés sont observés sur de vieilles plantations (plus de 20 ans) fortement enrichies en CaO. Signalons une valeur très basse du pH (3,8) sous forêt, en zone très sableuse et chimiquement pauvre.

En profondeur, le pH a de plus larges variations que dans les sols de plateau ; il est en général moins acide : variations de 4,5 à 7,8 (moyenne de 5,8). Ce phénomène semble en relation avec une migration profonde des fumures minérales de surface (voir bases échangeables).

La somme des bases échangeables présente en surface de fortes variations :

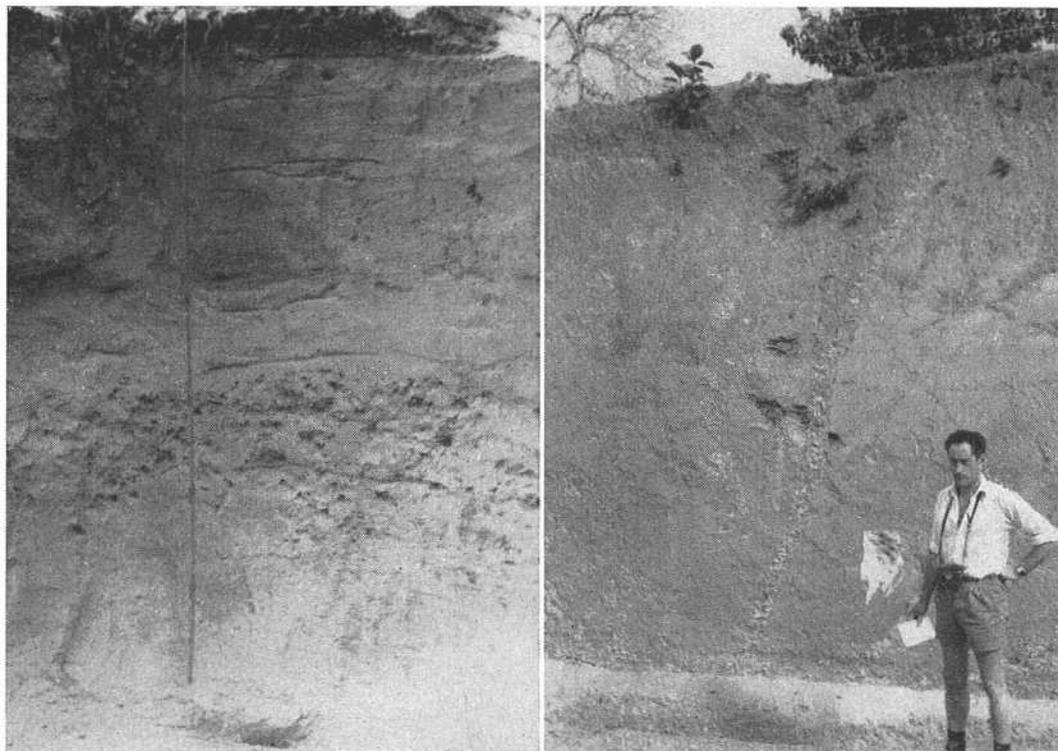
— faible à moyennement faible dans certains sols sous forêt (0,97, 1,07, 1,44 et 2,13 méq. %) avec un rapport CaO/MgO de l'ordre de 3 à 4 et une teneur en  $K_2O$  très faible, 0,05 à 0,08 méq. % ;

— de plus en plus élevée dans les sols de plantation suivant leur ancienneté d'exploitation et les apports minéraux fournis, 1,77 à 14,77 méq.

CaO est toujours le cation dominant. Par contre le rapport CaO/MgO présente de plus fortes variations qu'en forêt (1 à 8), mais les valeurs sont fréquemment abaissées entre 1 et 3 par suite d'apports importants de chaux magnésienne.

Le rapport MgO/ $K_2O$  présente également de fortes

PHOTOS — 2. *A droite* : sols ferrallitiques sur granite à muscovite, traversé de filons de pegmatite (région d'Agboville) *Ci-contre* : sols de bas de pente sur colluvions sableuses d'origine granitiques (région de Divo).  
(Photo Lenenf.)



variations, 0,5 à 21. Les valeurs les plus faibles, 0,5 et 0,7 (profils NH 4 et 5), sont observées dans une plantation très productive. Des valeurs élevées (15) peuvent être observées dans les bas-fonds de mauvaise fertilité (MAF. 1, AGU 4), plus ou moins stériles (BR 2).

Le rapport S/MgO présente des valeurs groupées de 2 à 6, à l'exception des 2 profils (NH 4 et 5) où ce rapport atteint 8 et 11 (en relation probable avec un fort apport de fumures organiques par des coques de cafés, 40 t/ha ?).

Pour l'ensemble des sols de plantations, en surface, la teneur en CaO varie de 1,36 à 10,75 méq. % ;

la teneur en MgO varie de 0,30 à 2,66 méq. % ;

la teneur en K<sub>2</sub>O varie de 0,05 à 0,85 méq. %.

En profondeur, les sols de bas-fonds présentent une somme des bases échangeables parfois importante, en relation directe avec la richesse chimique de l'horizon superficiel : variation de 1,26 à 5,80 méq. % (moyenne de 2,49 méq. %). Ce fait peut expliquer, dans ces sols sableux à faible pouvoir tampon, les valeurs relativement élevées du pH à 30/50 cm de profondeur. Un certain enrichissement en bases se ferait au niveau de la nappe phréatique temporaire.

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est faible sous forêt :

0,2 à 0,3 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total ;

0,023 à 0,058 ‰ de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable.

Sous plantations, l'enrichissement par scories a donné des valeurs assez élevées : maximum de 0,9 à 1 ‰ dans les cultures les plus anciennes. La proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable devient aussi très élevée (0,2 à 0,5 ‰).

Le rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a des valeurs réparties surtout entre 1 et 3, légèrement plus élevées sous forêt (3 à 4), exceptionnel de 7,8 dans des bas-fonds plus ou moins stériles.

## B. SOLS SUR GRANITES

Les sols de bananeraies sur granites sont représentés dans deux secteurs principaux, situés l'un au Nord de Sassandra, l'autre au Nord d'Akoupé (Mamini).

Quelques petites plantations récentes existent également dans la région de Ndouci (Basile). Du fait de conditions climatiques moins pluvieuses dans les régions de Ndouci et Akoupé, les sols ferrallitiques formés sur plateau sont moins lessivés, alors que les sols de la région nord de Sassandra ont un degré de lessivage se rapprochant de celui des sols d'Azaguié.

La roche-mère granitique est représentée dans la région de Sassandra par des *migmatites*. Dans la région d'Akoupé et de N'Douci, ce sont des *granites* calcocalcins à *biotite*, ou à *biotite* et *muscovite*. Certaines

plantations voisines d'Adzopé sont par contre situées sur des *granites calco-alcalins à muscovite* très leuocrates. Nous jugeons utile de donner dans un tableau la constitution minéralogique type de quelques-unes de ces roches.

Nous ne connaissons pas encore de bananeraies installées sur sols ferrallitiques issus de granodiorites. Il est à peu près certain qu'une extension se fera dans un avenir proche sur de tels sols dans les régions Nord-Divo et de la Bia (Nord d'Aboisso). Ces roches donnent en général des sols dont les caractères physico-chimiques se rapprochent de ceux issus de l'altération de roches basiques ou de gneiss riches en amphiboles.

**Constitution minéralogique.**

1. — *Migmatite* (5 km N de Sassandra).

- quartz
- plagioclases
- microcline
- biotite
- hornblende verte
- épidote
- sphène
- zircons
- apatite

2. — *Granite à biotite* (roche Divo-Tiassalé).

- quartz
- microcline
- plagioclases
- biotite avec pennine
- sphène
- apatite
- calcite
- épidote
- muscovite rare

3. *Granite à biotite et muscovite* (carrière de l'Akébéfia)

- quartz
- plagioclases
- microcline
- muscovite
- pennine
- biotite
- épidote
- zoïsite
- sphène
- calcite
- apatite

4. *Granite à muscovite* (Divo-Tiassalé).

- quartz
- plagioclases
- microcline
- épidote
- chlorite

5. *Granodiorite* (Hiré).

- quartz
- plagioclases
- biotite
- épidote
- hornblende dverte
- sphène
- apatite
- zircons
- chlorite (pennine)

*Composition chimique.*

	GRANITES A BIOTITE (DIVO)	GRANITES A DEUX MICAS (AKEBE- FIA)	GRANO- DIORITE
SiO <sub>2</sub> .....	71,64	71,53	65,69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13,30	11,42	12,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,90	1,40	10,05
TiO <sub>2</sub> .....	0,29	0,20	0,54
MnO <sub>2</sub> .....	0,01	0,01	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,16	0,18	0,36
CaO.....	2,33	1,18	4,38
MgO.....	0,70	0,5	1,90
K <sub>2</sub> O.....	2,42	4,2	1,59
Na <sub>2</sub> O.....	4,90	5,1	4,40

(Analyses de l'IDERT-Bondy.)

Les profils prélevés sont en nombre plus restreint que dans la zone schisteuse, par suite de la moindre extension des plantations. Ce sont surtout des sols de plateaux ; des termes de comparaison ont été pris dans les parcelles forestières voisines.

*Morphologie des profils.*

L'étude morphologique de ces sols montre en général une répartition des horizons assez voisine de ceux de la zone schisteuse, et il est quelquefois difficile en l'absence d'affleurements de roche-mère de distinguer nettement les sols ferrallitiques sur granites ou sur birimien schisteux. Cependant la fraction graveleuse est souvent moins importante par suite d'une densité moins grande des filonnets de quartz dans la roche-mère. Sous un horizon humifère brun, la teinte générale du sol peut être ocre beige clair ou ocre rouge suivant la richesse initiale de la roche-mère en éléments minéraux ferromagnésiens.

Les sols issus de migmatites riches en biotite ont des teintes brun-rouge foncé particulièrement accusées, alors que les granites à muscovite d'Adzopé donnent des teintes pédologiques très claires (beige rosé). La zone d'altération de la roche peut être très profonde et la couche d'argile tachetée est souvent épaisse de plusieurs mètres.

En général un profil complet se présente de haut en bas :

- un horizon sableux à sablo-argileux gris-brun (0 à 15) ;
- un horizon sablo-argileux ocre jaune ou ocre rouge, avec quelques éléments grossiers de 10 à 50 cm environ ;

— un niveau graveleux (quartz et petites concrétions) ;

— un horizon d'argile tachetée (ocre rouge, gris-blanc et rouille) qui surmonte la roche altérée en place.

La couche d'argile tachetée est mieux caractérisée que dans les sols sur schistes.

Nous donnerons ci-après la description de la partie superficielle de sols de plateau situés sous forêt et sous plantations.

#### *Sols sous forêt.*

*Profil MM. 7* (plantation de Mamini-Akoupé).

0-15 cm : brun-rouge foncé, sablo-argileux, litière végétale sur 2 cm environ, légèrement humifère.

15-20 cm : brun-rouge, argilo-sableux.

*Profil LK 4* (nord de Sassandra, route Lakota).

0-5 cm : brun-noir, organique, sablo-argileux, structure grumeleuse.

5-10 cm : gris-blanc, sablo-argileux, petites concrétions ferrugineuses vernissées.

10-40 cm : brun-jaune, quelques taches rouges, argileux, structure polyédrique.

40-100 cm : id<sup>o</sup>, avec taches rouges plus denses.

à 100 cm : roche granitique très altérée.

#### *Sols de plantations.*

*Profil MM. 6* (plantation de Mamini-Akoupé).

0-10 cm : gris-brun sablo-argileux légèrement humifère.

10-30 cm : brun ocre rosé, argilo-sableux.

30-50 cm : brun argilo-sableux.

*Profil BOS. 3* (plantation Bossard, nord de Sassandra).

0-8 cm : gris, sablo-argileux, peu humifère.

8-30 cm : gris, ocre, sablo-argileux.

30-60 cm : ocre, argilo-sableux, quelques petites concrétions ferrugineuses.

### **Caractères physico-chimiques.**

Les prélèvements effectués viennent de trois plantations où aucun apport minéral n'a été fait pendant la durée de l'exploitation. Aussi, les modifications subies par les sols d'origine viennent essentiellement du fait de l'installation de la culture bananière.

La fraction graveleuse est très réduite en surface (moins de 6 %), mais peut être plus importante vers 30/50 cm dans certains sols sur forte pente (30 à 40 %). Les différentes fractions de la terre fine peuvent varier ainsi :

- argile : 11 à 39 % (moyenne de 23 %) ;
- limon : 4 à 11 % (moyenne de 6 %) ;
- sable fin : 23 à 58 % (moyenne de 43 %) ;
- sable grossier : 13 à 56 % (moyenne de 21 %).

Les sols de plateaux sur granites à biotite et sur migmatites ont une texture plus argileuse que les sols sur schistes arkosiques.

En profondeur, la fraction argileuse devient nettement plus importante.

— argile : 21 à 43 % (moyenne de 31 %) ;

— limon : 3 à 11 % (moyenne de 9 %) ;

— sable fin : 20 à 44 % (moyenne de 47 %) ;

— sable grossier : 10 à 35 % (moyenne de 13 %).

Dans les sols prélevés, la teneur en matière organique est relativement faible 0,9 à 2,7 % (moyenne de 1,8). Ce fait tient probablement à l'absence de paillage dans ces plantations depuis leur exploitation. Le sol sous forêt (MM7) présente l'une des valeurs les plus élevées (2,3 %). Le rapport C/N est bas dans l'ensemble ; il varie pour 9 profils de 6,4 à 10,5, indiquant une évolution très satisfaisante de la matière organique. D'ailleurs, les teneurs en azote total sont assez élevées et varient de 0,086 à 0,148 % (moyenne de 0,117 %). Les sols sous forêt présentent les teneurs maxima en azote.

De la situation géographique des sols de N'Douci et Akoupé, en zone climatique moins pluvieuse, résulte un lessivage moins accentué qui se traduit par une somme de bases échangeables et un pH plus élevés.

En surface, le pH varie de 4,4 à 7,9, mais la plupart des valeurs se répartissent entre 5 et 6. Deux valeurs de 7 sont en rapport avec une teneur exceptionnelle en bases échangeables. En profondeur, le pH est légèrement plus acide : 4,3 à 6,3 et les valeurs sont surtout réparties entre 4,5 et 6.

La somme totale des bases échangeables varie de 1,88 à 21,49 méq. % ; valeurs très élevées pour certains profils de Mamini bien qu'ils n'aient pas reçu de fumures minérales. La valeur moyenne de 5 des prélèvements de surface se situe entre 5 et 7 méq. % pour N'Douci-Akoupé et seulement vers 2 méq. % pour la région de Sassandra.

Les valeurs de 15 et 21 méq. % à Mamini sont exceptionnelles et peuvent être mises en relation soit avec la présence d'anciens sites de villages, soit avec des affleurements restreints de filons de roche basique (amphibolites). Ces deux sols ainsi pourvus en bases présentent les pH les plus élevés (7,0 et 7,9).

Comment s'équilibrent les cations ? Le rapport CaO/MgO a des variations réduites (1,8 à 4,8). Le rapport MgO/K<sub>2</sub>O présente des valeurs élevées s'étalant jusqu'à 8 et 19 ; 2 valeurs faibles révèlent des sols mieux pourvus en potasse.

Le rapport S/MgO est très constant et varie de 3 à 5,9.

Dans l'ensemble des prélèvements de surface :

	Sols sur granites de la Région Nord AKOUPÉ et N'DOUCI						Sols sur granites de S'SSANDRA				Sols sur granites - Banfonds de plantation		Sols rouges ferrallitiques sur roches basiques					
	M.M.6 (plantation)		B.A.S.1 (plantation)		M.M.7 (forêt)		L.K.4 (forêt)		B.O.S.3 (plantation)		B.O.S.1		IRO 86 plantations récentes		IRO 88		Z.8 (forêt)	
<b>ANALYSE PHYSIQUE</b>																		
Profondeur	0/10	40/50	0/10	40/50	100/120	0/15	40/50	0/10	40	0/10	40/50	0/10	40/60	0/15	40/50	0/20	0/20	50/60
Refus	0	0	0	0	0	0	0	22,2	8,8	1,2	3,3	0	0	18,2	52,4	0	0,3	0,5
Argile	19,0	37,2	11,7	21,5	35,0	30,0	41,7	25,0	53,2	18,7	28,7	17,7	31,2	30,5	67,5	31,0	26,7	71,0
Limon	4,7	4,5	4,7	7,0	6,2	6,7	4,5	2,5	5,5	4,2	5,2	10,7	9,7	38,7	14,2	38,5	33,5	9,2
Sable fin	58,7	44,1	23,9	39,1	28,0	46,7	41,0	15,6	8,0	40,1	36,1	50,6	47,0	12,5	5,7	21,7	14,6	9,0
Sable grossier	15,3	12,4	56,6	31,4	27,2	13,5	11,3	55,3	31,7	37,1	30,0	20,5	13,3	12,5	12,2	8,3	9,9	6,7
Matière organique	1,6		1,5		2,3			1,5		0,9		2,4		8,8		3,5	3,5	
C %	0,989		0,914			1,356		0,894		0,551		1,445		5,229		2,172	2,480	
N %	0,122		0,087			0,148		0,078		0,086		0,144		0,380		0,264	0,345	
C/N	8,1		10,4			9,1		11,4		6,4		10		14,7		8,2	7,1	
pH	6,43	5,62	6,20	6,12	6,30	6,40	6,30	4,69	4,63	4,45	4,36	5,15	4,47	6,8	7,1	6,9	7,12	5,54
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>																		
<b>Bases échangeables (mécq %)</b>																		
Ca 0	4,14	3,16	5,66	4,16	4,68	6,46	2,64	1,36	1,18	1,26	1,08	4,38	1,26	17,80	6,10	13,20	14,50	1,98
Mg 0	2,24	2,60	1,16	1,76	4,04	1,33	2,32	0,60	0,70	0,54	0,36	1,46	2,46	7,34	0,40	6,41	6,32	1,52
K2 0	0,40	0,24	0,07	0,03	0,05	0,07	0,04	0,04	0,02	0,07	0,04	0,08	0,05	0,21	0,03	0,25	0,29	0,02
Na2 0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08	0,06	0,06	0,02	0,06
Somme	6,82	6,04	6,93	5,99	8,85	7,86	5,00	2,02	1,91	1,88	1,49	5,92	3,80	25,43	6,59	19,92	20,93	3,58
<b>Acide phosphorique (o/oo)</b>																		
Total	0,385		0,849	0,243		0,360		0,258		0,271		0,474		1,040		0,761	0,827	0,540
Assimilable	0,037					0,027				0,036								

la teneur en CaO varie de 1,26 à 17,2 méq. % ;

la teneur en MgO varie de 0,54 à 4 méq. % ;

la teneur en K<sub>2</sub>O varie de 0,07 à 0,5 méq. %.

Les sols sous forêt ou récemment débroussés présentent les valeurs minima en potasse échangeable (0,07 méq. %).

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dans ces sols qui n'ont reçu aucune amélioration phosphatée est surtout moyenne à faible (variations de 0,84 à 0,27 ‰, moyenne de 0,529).

La proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est toujours faible (0,027 à 0,064) à l'exception du profil MM 1 déjà très riche en bases et à pH basique où nous avons une valeur de 0,254 ‰.

Le rapport  $\frac{N \text{ total } \text{‰}}{P_2O_5 \text{ total } \text{‰}}$  varie de 1,1 à 4,1 ; les valeurs les plus élevées sont dans les sols sous forêt ou zone récemment débroussées.

Nous n'avons relevé qu'un sol de plantation en *banfonds* de zone granitique, typique d'une bonne fertilité sur débroussement forestier récent, et sans application d'engrais, ni paillage. Nous en donnerons la description morphologique et les caractères analytiques.

*Profil BOS. 1* (plantation Bossard, Sassandra).

0-50 cm : gris sableux fin, humifère.

5-40 cm : ocré, sablo-argileux.

40 cm : taches grises très diffuses.

60-80 cm : tacheté ocre et brun rouille, argilo-sableux puis devient de plus en plus sableux et humide.

La texture est sablo-argileuse en surface (17 % d'argile) puis argileuse en profondeur (31 %). La teneur en matière organique est de l'ordre de 2,4 % avec un rapport C/N de 10. La teneur en azote total est bonne (0,144 %). Le pH, moyennement acide en surface (5,1) devient très acide à 30/50 (4,4). La somme des bases échangeables est de l'ordre de 6 méq. % en surface : le rapport CaO/MgO est de 3 ; le rapport MgO/K<sub>2</sub>O est très élevé (18) et devrait traduire un déséquilibre en potasse. En profondeur ce sol est assez bien pourvu en bases échangeables (3,8 méq. %) avec une forte proportion de magnésium (rapport CaO/MgO de 0,4). La teneur en acide phosphorique total est moyenne : 0,47 ‰.

### C. SOLS SUR ROCHES BASIQUES

Les sols de bananeraies sur roches basiques occupent encore une étendue assez restreinte. Jusqu'en 1957, ils étaient strictement localisés dans la région Nord de N'Douci (Plantations Orange à Singrobo et Bafecao à Brimbo). Depuis, l'installation de la coopérative de Groh dans la région Nord-Divo, et l'étude pédolo-

gique d'ensemble de cette région (Groh-Hiré-Iroporia-Tabo), devraient assurer une extension rapide des bananeraies sur les sols formés sur amphibolites, dolérites et granodiorites.

Dans cette étude, nous donnerons une documentation morphologique et analytique sur les sols de la Bafecao et de la Coopérative de Groh. La citation des sols de bananeraies de la plantation Orange se fera dans le chapitre sols sur alluvions dont ils en représentent un cas tout à fait particulier (alluvions sur roche basique altérée).

Les roches basiques du birrimien supérieur sont constituées le plus fréquemment :

- de dolérites,
- de roches « vertes » caractérisées par leur couleur et qui sont fréquemment des amphibolites, des schistes amphiboliques et des chloritoschistes, issus de la métamorphisation des roches basiques anciennes (microdiorites et microgabbros).

Nous donnerons ci-après la constitution minéralogique de quelques-unes de ces roches particulièrement riches en minéraux calco-magnésiens.

<i>Roche verte</i>	<i>Dolérite</i>
Actinote.	Hornblende verte (très abondante)
Chlorite.	Plagioclases très altérés
Épidote.	Quartz
Calcite.	
Quartz peu abondant.	

(Plaques minces de P. Picot 1957).

*Constitution chimique.*

CONSTITUTION CHIMIQUE	ROCHE VERTE	AMPHIBOLITE	DOLÉRITE
SiO <sub>2</sub> .....	64,53	54,56	49,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16,20	14,67	12,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,80	8,60	16,30
TiO <sub>2</sub> .....	0,71	0,78	1,66
MnO <sub>2</sub> .....	0,05	0,01	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,29	0,15	0,23
CaO.....	2,55	8,10	9,40
MgO.....	2,10	6,80	5,70
K <sub>2</sub> O.....	1,36	0,31	0,54
Na <sub>2</sub> O.....	2,63	3,30	3,20
Perte au feu.....	3,68	1,01	3,20

*Morphologie des profils.*

Les sols de la coopérative bananière de Groh sont constitués d'une part, de *sols ferrallitiques rouges, profonds, argileux*, dont le concrétionnement ferrugineux peut être plus ou moins dense, d'autre part, de *sols*

*bruns* ou *brun-jaune, hydromorphes*, dont l'évolution est liée à un processus d'hydromorphie pétrographique développé sur une altération récente de roches basiques.

Les sols de la Bafecao sont constitués également de sols ferrallitiques rouges assez concrétionnés, sur amphibolite et sur lesquels les bananeraies ont une faible extension; mais surtout de sols jaunes à hydromorphie mixte, formés sur des accumulations colluviales de matériaux altéré, de roches amphiboliques et schisteuses.

*Sols rouges ferrallitiques.*

*Profil IRO 86* (coopérative de Groh, sur pente, plantation récente, 1957).

- 0-10 cm : brun foncé, argilo-limoneux, humifère, structure grumeleuse, concrétions ferrugineuses venant d'un apport latéral d'une cuirasse de butte.
- 10-70 cm : brun-rouge foncé, argileux, structure à tendance polyédrique, quelques concrétions ferrugineuses.

*Profil Z. 8* (coopérative de Groh, sur pente et sous forêt non débroussée).

- 0-10 cm : brun foncé humifère, argilo-limoneux.
- 10-60 cm : brun-rouge foncé, argileux, pas de concrétions.

*Sol hydromorphe « jaune »* : concrétions (hydromorphie mixte).

*Profil BAF. 1* (plantation Bafecao à Brimbo, topographie plane).

- 0-20 cm : gris-noir, sablo-argileux, humifère, sous litière organique, structure plus ou moins uniforme.
- 20-100 cm : gris beige et ocre, taches rouges, sablo-argileux légèrement compact.
- 100-150 cm : ocre jaune, argilo-sableux, oncrétions ferrugineuses rouille peu durcies.
- à 150 cm : niveau de concrétions noirâtres (Mn) et graviers de quartz.

*Sol hydromorphe brun* (hydromorphie pétrographique).

*Profil Z. 2* (coopérative de Groh, sous forêt, sur forte pente).

- 0-30 cm : brun foncé, argilo-organique, grumeleux.
- 30-60 cm : brun-jaune foncé; argileux, débris de roche-mère doléritique en voie d'altération.
- à 60 cm : dolérite massive.

**Caractères physico-chimiques.**

*Sols rouges ferrallitiques.*

Nos prélèvements portent essentiellement sur des sols sous forêt ou plantés en bananeraies dans le cours

de l'année 1957, mais n'ayant encore reçu aucun apport minéral, ni paillage.

Les sols ferrallitiques ont une texture argilo-limoneuse très caractérisée en surface (25 à 50 % d'argile, 13 à 28 % de limon), puis nettement argileuse vers 30 à 40 cm (60 à 70 % d'argile, 10 à 15 % de limon). La fraction graveleuse (0 à 18 % de gravillons ferrugineux) varie suivant l'importance des apports latéraux venant du démantèlement de cuirasses topographiquement plus élevées (Iro 86 à Groh). La profondeur des horizons concrétionnés ou cuirassés est très variable; elle sert en général de critère de base pour la cartographie des aptitudes culturales des sols de 50/80 cm; l'influence au-delà, du concrétionnement est très limitée sur la culture bananière.

La teneur en matière organique des sols sous forêt se situe en général entre 3,5 et 5 %. Le rapport C/N est peu élevé, au-dessous de 10; la teneur en azote total est de l'ordre de 0,25 à 0,35 %. Dans le cas du profil IRO 86, une litière végétale plus épaisse explique ce fort pourcentage de matière organique (8 %) ayant d'ailleurs un rapport C/N nettement plus élevé (14,5).

Le pH superficiel est voisin de la neutralité : 6,4 à 7,1. La somme totale des bases échangeables est très élevée : 14 à 25 méq. %. Le calcium est le cation dominant; le rapport CaO/MgO présente des valeurs très constantes se situant entre 2 et 4.

Les teneurs en K<sub>2</sub>O sont moyennes, mais relativement faibles, (0,2 à 0,3 méq.) par rapport aux cations Ca et Mg, ce qui peut amener un certain déséquilibre en potasse (Rapport MgO/K<sub>2</sub>O variant de 8 à 35).

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total est importante dans l'horizon de surface et en relation avec la matière organique totale. La proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est faible comme dans la plupart des sols sous forêt.

En profondeur, la somme des bases échangeables s'abaisse rapidement; 3 à 6 méq. % vers 40 à 50 cm, puis 2 à 3 méq. vers 1 m. Le pH s'abaisse aussi graduellement, faiblement acide vers 40/50 (5,5 à 6) puis nettement acide en profondeur dans les horizons désaturés en bases. La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total est faible dans les horizons profonds : 0,2 à 0,4 ‰.

#### *Sols bruns, brun-jaune, à hydromorphie pétrographique.*

Ces sols, constitués directement sur la zone d'altération des roches-mères basiques, présentent fréquemment une richesse chimique et organique exceptionnelle pour des sols tropicaux. Moyennement argileux en surface (35 à 40 % d'argile avec une forte fraction limoneuse), ils ont un pourcentage élevé de matière organique

dont le rapport C/N est bas (8 à 9), traduisant une minéralisation très satisfaisante.

Le pH présente des valeurs basiques en surface (7,6 à 8,0) en relation avec l'importance de la somme des bases échangeables et de la matière organique très évoluée. Ces valeurs se maintiennent en profondeur (6,5 à 8).

Le fort pourcentage d'argiles à haute capacité d'échange (illite ou montmorillonite) existant dans ces sols est saturé par la quantité importante de cations Ca et Mg libérés dans l'altération de la roche.

S varie de 13 à 42 méq % dans les sols sous forêt. MgO est parfois le cation dominant surtout dans les horizons profonds. La teneur en K<sub>2</sub>O échangeable (0,2 à 9,3 méq. %) est identique à celle des sols rouges ferrallitiques, nettement déséquilibrée par rapport à MgO.

Les valeurs de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total sont élevées : 1,1 à 1,3 ‰.

Les sols brun-jaune à hydromorphie mixte (topographique et pétrographique) de la Bafécao présentent des résultats analytiques assez voisins mais moins élevés.

La texture est toujours argileuse, plus riche en sable fin (40 à 60 %) : la teneur en matière organique est de l'ordre de 3 à 4 %. Le rapport C/N est bas (9,8); la teneur en azote total est très satisfaisante (0,2 ‰).

Le pH est compris entre 6 et 7 pour les divers horizons de surface.

La somme totale des bases échangeables est de 8 à 10 méq. %, avec un rapport CaO/MgO de 2,5 et une teneur très satisfaisante en K<sub>2</sub>O (0,47 méq. %), due partiellement à quelques apports d'engrais potassiques (sol exploité depuis 3 ans environ).

La teneur en acide phosphorique total est moyenne en surface (0,45 ‰), faible en profondeur (0,18 ‰); La proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est faible dès la surface (0,055 ‰).

Ces trois types de sols représentent dans leur état physico-chimique, des terres particulièrement appropriées à la culture bananière. Nous aborderons plus loin les propriétés structurales et leur influence sur la végétation du bananier.

#### **D. SOLS SUR SABLES TERTIAIRES**

Les sols sur sables tertiaires ont des propriétés physico-chimiques souvent moins favorables pour l'extension des bananeraies. Cependant des plantations se sont installées sur ces sols pour différentes raisons non pédologiques.

	Sols sur roches basiques avec hydromorphie pétrographique et mixte							Sols sur sables tertiaires (Plantations)						Sols sur sables tertiaires (forêt)			
	F.M. 7 (plantations)		Z. 2 (forêt)		B.A.F. 1 (plantations)			G.B. 1 Plateau		B.A.R. 5			G.B. 2		D.A.B.	A.D.1.	A.D.2.
										Bas de pente			Plateau				
<b>ANALYSE PHYSIQUE</b>																	
Profondeur	0/10	70	0/20	40/50	0/20	40	60/80	0/15	30/40	0/10	30/40	60/70	0/15	30/40	0/10	0/10	0/10
Refus 2 m/m	0	78	10,1	34,6	1,1	5,6	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Argile	39,7	36,5	41,5	30,5	19,7	26,2	34,0	14,7	18,7	19,0	38,2	14,5	13,2	13,7	13	11,6	14,5
Limon	18,7	19,0	21,2	18,0	15,0	15,2	15,7	2,2	3,7	11,0	8,5	2,5	3,7	5,5	2	2,7	1,7
Sable fin	17,7	17,9	13,7	15,4	50,7	45,7	35,6	27,8	21,8	32,1	20,5	19,3	27,7	25,6	25	30	24
Sable grossier	4,5	17,0	8,4	26,8	11,5	9,8	9,0	52,3	53,9	34,6	29,1	62,7	50,7	53,0	56	55	56
Matière organique	6,5		11,5		3,4			1,8		3,5		2,2		2,3			
Carbone %	3,785		6,812		1,997			1,095		2,083		1,325		1,400	1,068	1,340	
Azote %	0,385		0,805		0,202			0,088		0,173		0,105		0,098	0,078	0,114	
C/N	9,8		8,4		9,8			12,4		12,0		12,6		14,6	13,8	11,8	
pH	7,6	6,3	8,06	7,06	6,4	6,2	5,8	5,39	4,93	5,70	4,83	5,42	4,86	4,82	4,2	3,84	3,8
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>																	
<b>Bases échangeables (méq %)</b>																	
Ca O	34,0	21,5	40,70	11,15	5,41	3,57	3,71	1,60	1,12	5,94	1,28	0,98	2,50	1,32	0,91	0,76	1,12
Mg O	8,67	9,33	7,66	8,34	2,62	2,50	3,32	0,72	0,26	0,58	0,34	0,18	0,59	0,26	0,50	0,20	0,44
K2 O	0,20	0,2	0,30	0,10	0,47	0,13	0,20	0,15	0,05	0,18	0,07	0,08	0,10	0,05	0,10	0,04	0,06
Na2 O	—	—	0,04	0,06	0,04	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0	0,01	0,15	0,03	0,04
Somme	42,87	31,03	48,60	19,65	8,54	6,26	7,29	2,47	1,44	6,70	1,73	1,25	3,19	1,64	1,66	1,03	1,66
<b>Acide phosphorique (o/oo)</b>																	
Total	1,154		1,349	0,372	0,450	0,182	0,126	0,915		1,46		0,928				0,75	0,85
Assimilable	0,078				0,055			0,045		0,080	0,032		0,080				

1. Par suite des conditions climatiques favorables et des facilités de transport sur Abidjan.

2. Pour étendre certaines plantations de bas-fonds souvent à l'étroit dans les vallées marécageuses proches de la lagune et les compléter par un secteur de plateau plus facile à exploiter.

3. Dans le cas particulier de la coopérative du Nieky, pour compenser les pertes subies dans les terrains tourbeux particulièrement atteints par l'inondation au cours de ces dernières années.

Les sols sur sables tertiaires sont en général très homogènes en surface et en profondeur par suite d'une roche-mère meuble très profonde. Cette roche-mère est essentiellement un matériau sablo-argileux : sables quartzueux, argile kaolinique et hydroxydes de fer. La réserve (Ca-Mg-K-Na) y est extrêmement faible ; par contre le phosphore y est assez abondant. Nous distinguons des sols de plateaux souvent très sableux, des sols de pente et bas de pente plus argileux et quelquefois bien pourvus en matière organique. Les prélèvements décrits ont été effectués à la Coopérative de Brofodoumé et dans les plantations des km 17 et 33 de la route de Dabou.

### Morphologie des profils.

Sur les plateaux, sous un horizon superficiel sableux,

légèrement humifère brun ou gris-brun, les horizons sous-jacents ont une teinte générale ocre jaune et une texture sablo-argileuse. Des sondages profonds montrent un matériau homogène jusqu'à 1 m, puis la texture devient plus argileuse entre 1 m et 1,50 m.

Les sols de forte pente présentent fréquemment une texture superficielle plus argileuse par suite de l'entraînement par ruissellement des éléments sableux meubles (profils tronqués).

*Profil G. B. 1* (plantation De Brecey, sur plateau).

0-10 cm : brun, sableux, légèrement humifère, particulière.

10-40 cm : brun, sableux à sablo-argileux.

à 50 cm : brun ocre et taches beiges.

Les sols de pente observés dans trois plantations montrent parfois une texture plus argileuse à proximité des zones marécageuses ; ils sont plus riches en matière organique, présentent une texture plus hétérogène en profondeur (niveaux de sable grossier et argile) et renferment fréquemment des nappes phréatiques peu profondes, formant source, assurant une hydromorphie presque permanente.

*Profil B A R 5* (plantation S. G. A. C., km 17, bas de pente).

0-10 cm : brun, sablo-argileux grossier, humifère.

40-50 cm : ocre jaune et traces rougeâtres diffuses, argilo-sableux plastique, humide.

50-70 cm : gris clair, traces ocre rouge, sableux grossier, très humide.

à 70 cm : nappe phréatique.

*Profil G. B. 3* (plantation de Brecey, route de Dabou, bas de pente).

0-10 cm : brun, sablo-argileux, légèrement organique.

10-30 cm : brun foncé, sablo-argileux, frais.

30-50 cm : brun foncé, sablo-argileux, très humide (taches grises).

### Caractères physico-chimiques.

Des prélèvements de sols sous forêt ont été donnés dans un tableau complémentaire et serviront de termes de comparaison avec les sols de plantations, améliorés par des fumures minérales.

Aucune fraction graveleuse ne vient perturber la texture superficielle des sols de plateaux ; seuls certains sols de pente, très localisés, peuvent présenter un gravillonnement ferrugineux, venant d'un démantèlement de niveaux anciens cuirassés. Ce fait est cité pour mémoire (Plantation De Brecey).

La texture superficielle est très sableuse sur plateau et haut de pente (3 à 15 % d'argile) ; le sable grossier représente l'élément dominant. Les sols de pente ont une texture nettement plus argileuse (19 à 32 % d'argile).

A faible profondeur (30-40 cm) : légère augmentation de la teneur en argile.

Les teneurs en matière organique sont les plus élevées dans les sols de bas de pente (2,2 à 3,5 %). Elles sont parfois très faibles dans les plantations de plateau (0,9 %). La teneur moyenne sous forêt se situe vers 1,5 à 2 %. Le rapport C/N présente des valeurs étalées de 9 à 15 ; en forêt les valeurs sont parmi les plus fortes (11 à 14).

Le pH est toujours très acide sous forêt, voisin de 4. Les fumures minérales ont relevé sensiblement le pH sous plantation (variations de 4,8 à 5,7). Le pH est aussi très acide en profondeur (4,5 à 5,2).

La somme totale des bases échangeables des sols sous forêt est faible (1,03 à 1,66 méq. %), même dans certains sols assez bien pourvus en matière organique. Dans les plantations, les valeurs de S sont plus variables suivant les apports antérieurs, parfois importants, de chaux ou de chaux magnésienne, de scories et d'engrais potassiques.

Valeurs de S : 0,93 et 1,59 méq. % dans deux plantations n'ayant pas reçu d'engrais.

2 à 6 méq. % dans les plantations avec engrais.

La teneur en CaO est la plus variable : 0,68 à

5,94 méq. %, la teneur en MgO peut osciller de 0,10 à 1,96 méq. % ; la teneur en K<sub>2</sub>O reste dans des valeurs faibles, 0,04 à 0,18 méq. %.

Les sols de plantations à rendement médiocre présentent les teneurs les plus faibles en azote et bases échangeables (Coopérative de Brofodoumé).

Le rapport CaO/MgO varie de 1,0 à 6,8 ; les valeurs les plus élevées de ce rapport correspondent à deux plantations médiocres ; les valeurs de 1,0 ; 1,8 ; 2,2 sont observées dans les plantations à production satisfaisante.

Les parcelles les plus productives présentent également les meilleures valeurs de K<sub>2</sub>O (0,12 à 0,18 méq. %).

En profondeur, la teneur moyenne en bases échangeables sur plantation se situe à 1,2 méq. %, avec de faibles variations (0,8 à 1,7 méq. %). L'influence des apports d'engrais de surface est déjà bien atténuée, mais elle existe cependant, puisque dans les sols sous forêt, S. présente des valeurs très faibles variant de 0,4 à 0,7 méq. %.

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est en général élevée. Les sols les mieux pourvus sont les plus riches en matière organique, en particulier sur bas de pente. Certains sols de plantations ont reçu une forte amélioration de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par des apports de scories. Sur les prélèvements, nous observons une variation des teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total de 0,6 à 1,5 ‰.

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable sous plantation à bon rendement est de 0,045 à 0,080 ‰, dans les parcelles à faible rendement : 0,040 ‰.

### E. SOLS SUR ALLUVIONS FLUVIATILES

Les terrasses alluviales anciennes de la Comoë, du Bandama et du Sassandra ont été choisies fréquemment pour l'installation de bananeraies (Plantation de la CIAA sur la Comoë à Motobé, Plantations Orange sur le moyen Bandama, Plantation Granderie à Sassandra et Plantation nouvelle de Banacomœ sur la moyenne Comoë).

Le choix des terres a porté surtout sur les flats alluviaux les plus élevés ou sur les bourrelets de berges qui sont à l'abri des inondations moyennes, mais pouvant être atteints par des crues exceptionnelles. Les sols sont profonds, en général à texture limono-argileuse, caractérisés par une hydromorphie temporaire de profondeur et parfois de surface ; leur engorgement doit être combattu par des techniques appropriées de drainage pour la culture bananière. La proximité de la réserve d'eau des rivières a permis aux planteurs de s'installer dans des zones moins favorables au

point de vue climatique mais où les possibilités d'irrigation étaient assurées.

Une classification sommaire de ces sols sur alluvions nous permet de distinguer :

1. Des sols sur *alluvions profondes* (plusieurs mètres), situées :

a) sur les *bourrelets de berge* (Granderie) nettement surélevés topographiquement et où les conditions naturelles de drainage sont satisfaisantes ;

b) dans les *dépressions latérales* au-delà des bourrelets où les techniques de drainage sont indispensables (Granderie, Motobé), par suite de l'engorgement hydrique superficiel ;

c) sur les *terrasses anciennes* (Banacomoë) où un drainage superficiel temporaire peut être nécessaire, par suite du relief très plat qui risque de provoquer un engorgement superficiel temporaire par les eaux de pluies.

2. Des sols sur *alluvions relativement peu épaisses* (moins de 1 m) reposant sur des roches basiques altérées qui contribuent à l'enrichissement en bases (Ca, Mg et Na) des couches superficielles alluviales (Plantation Orange). La disposition topographique d'un flat alluvial avec bourrelet de berge et dépression latérale se retrouve dans cette plantation. Les alluvions sont épaisses de 20 à 50 cm sur le bourrelet, 50 cm à 1 m dans la dépression mal drainée.

Les profils de sols sur alluvions profondes représentent des types hydromorphes classiques, évoluant sur les terrasses anciennes en sols hydromorphes à concrétionnement ferrugineux de nappe (Banacomoë) ou possédant un horizon réducteur proche de la surface (gley) dans les zones les plus humides (Motobé).

Les profils d'alluvions sur roches basiques (amphibolite) sont des sols hétérogènes à deux roches-mères ; un lit de cailloutis quartzeux roulés sépare fréquemment la couche d'altération de la roche de la couche d'alluvions.

Lorsque cette dernière est peu épaisse (20 à 50 cm), le type de sol se rapproche des terres brunes calco-magnésiennes sur roche basique à hydromorphie pétrographique.

Lorsque les alluvions sont plus épaisses, nous avons un sol hydromorphe plus classique, tacheté gris et rouille, évoluant en gley, mais à pH élevé en profondeur, par suite de l'enrichissement en bases par les eaux de nappe qui peuvent présenter dans certains cas d'importantes teneurs en chlorures (nappe du profil BA. 2 ayant environ 8 g de chlorures par litre). Dans la plantation Orange et dans des sites identiques d'alluvions, nous avons relevé fréquemment la présence de nodules carbonatés (CaMg).

### Morphologie des profils.

#### I. ALLUVIONS PROFONDES :

= Sols bien drainés.

*Profil BAC. 3* (plantation Banacomoë, terrasse ancienne ; débroussement récent).

0-10 cm : brun, sablo-argileux, légèrement humifère.

10-60 cm : brun clair rosé, argilo-sableux, quelques concrétions ferrugineuses et quartz rubéfiés dans les racines d'arbres.

*Profil GRA. 1* (plantation Granderie à Sassandra, bourrelet de berge, 8 à 10 m au-dessus de l'étiage).

0-10 cm : gris-brun, sablo-limoneux.

10-90 cm : ocre beige, plus argileux, frais.

*Profil MOT. 6* (plantation C. I. A. A. à Motobé sur la Comoë, bourrelet de berge).

0-5 cm : brun, sablo-limoneux, humifère.

5-70 cm : ocre clair, argilo-sableux.

plus de 70 cm : tacheté gris et ocre, argilo-sableux.

= Sol engorgé.

*Profil GRA. 3* (plantation Granderie à Sassandra, dépression latérale).

0-15 cm : gris-noir, humifère, sablo-limoneux.

15-60 cm : gris-beige, taches ocres, argilo-limoneux humide.

60-70 cm : gris très clair, sablo-argileux grossier, nappe d'eau.

#### 2. ALLUVIONS SUR AMPHIBOLITE ALTÉRÉE :

*Profil O. R. A. 3* (plantation Orange, à Singrobo), sur bourrelet de berge).

0-15 cm : gris-brun foncé, sablo-argileux, légèrement organique, fentes de retrait.

15-40 cm : brun-jaune, argilo-sableux avec graviers quartzeux roulés.

40 et plus : roche amphibolique altérée.

*Profil BA 2* (plantation Orange, dans la zone latérale).

0-8 cm : gris-noir, sablo-argileux fin, très humifère.

8-30 cm : brun argilo-sableux.

30-105 cm : tacheté gris et rouille, argileux, plastique petites concrétions ferrugineuses.

105-135 cm : gris et ocre argileux et graviers (quartz roulés, nodules calcaires, débris de roche altérée).

### Caractères physico-chimiques.

La texture superficielle apparente de ces sols est limono-argileuse. L'analyse mécanique indique en général une fraction importante de sable fin et de limon dans la plupart des profils. Pas de fraction graveleuse.

Argile : variation de 11 à 46 % (moyenne 18 %).

Limon : variation de 10 à 39 % (moyenne 19 %).

Sable fin : variation de 8 à 61 % (moyenne 46 %).

tion). Nous donnerons tout d'abord la description de quelques-uns de ces profils, puis leurs caractères analytiques.

### Morphologie des profils.

#### — TOURBE PROFONDE.

*Profil B. M. 1* (plantation Bonjour-Martinet, carré 15, cultivé depuis 21 ans).

0-15 cm : tourbe noirâtre, grumeleuse, fraîche, sous une couche d'agrégats organiques deséchés (état motteux) gris foncé cubiques (1 à 2 cm).

25-50 cm : tourbe grossière brun rougeâtre, fibreuse débris ligneux grossiers.

50 cm : plan d'eau.

#### — TOURBE SUR ARGILE COMPACTE.

*Profil B. M. 3* (même plantation, carré T. 7 ; exploitée depuis 1957).

0-15 cm : tourbe noirâtre bien décomposée ; fraîche.

15-35 cm : tourbe brun rougeâtre fibreuse.

35-60 cm : argileux gris clair, plastique, humide.

40 cm : plan d'eau.

#### — ARGILE ORGANIQUE SUR ARGILE COMPACTE.

*Profil B. D. M. T. 4* (plantation B. D. M. T., carré 12).

0-15 cm : gris foncé, argilo-organique, frais, plastique sous couche disloquée d'agrégats secs, cubiques.

15-50 cm : brun-noir, argileux et organique.

à 50 cm : tourbe fibreuse rougeâtre ; plan d'eau.

*Profil B. D. M. T. 1* (même plantation carré 29, sol en voie de débroussement).

0-10 cm : noir, argilo-organique.

10-40 cm : argileux, et niveaux discontinus de matières organiques fibreuses peu décomposées.

40-50 cm : gris noir, de plus en plus argileux.

à 50 cm : plan d'eau.

### Caractères physico-chimiques.

La matière organique constitue l'essentiel de l'horizon de surface de tous les sols prélevés à l'exception de deux profils sur argiles organiques.

Sur les échantillons tourbeux séchés à l'air, la teneur en matière organique dosable par la méthode Anne varie de 39 à 63 %. Elle est de 23 et 32 % dans les sols d'argile organique. L'humidité de l'horizon frais est forte et se situe pour les différentes plantations entre 52 et 88 %. L'état de dessiccation de l'horizon superficiel est donc très variable ; il est en relation, d'une part avec la proximité du plan d'eau, d'autre part avec l'ancienneté d'exploitation. Rappelons que R. Portères situe à 40 % le seuil d'humidité au-dessous duquel se produit le flétrissement du bananier et une

	Sols tourbeux des marais de l'Agneby								Sols des vallées lagunaires									
	Tourbes		Tourbes sur argiles		Argile organique				Zone sableuse		Zone sablo-argileuse		Zone argileuse		Même zone sol vierge			
	B.M.1.		B.M.3.		B.D.M.T.4		B.D.M.T.1		G.B.6		G.B.4		B.A.R.1		B.A.R.3			
	première année d'exploitation								stérile		favorable		très favorable					
	1938	1957	1947	1957														
<b>ANALYSE PHYSIQUE</b>																		
Profondeur	0/10	40/50	0/10	40/50	0/20	40/50	0/20	40/50	Profondeur	0/15	30/40	0/15	30/40	0/4	4/20	60	0/40	30/40
Refus 2 m/m	0	0	0	0	0	0	0	0	Refus 2 m/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Matière Organique	46,7	61,6	48,5	2,9	23,0	24,4	32,8	21,9	Argile			21,7	14,5	17,2	45,5	31,5	37,5	61,2
Humidité (échan. frais)	68,8	89,0	62,3	29,2	57,1	77,1	68,1	70,6	Limon			7,5	5,2	19,5	26,0	16,7	21,2	23,0
Carbone	27,48	36,25	28,58	1,723	13,56	14,36	19,05	12,92	Sable fin	19,6	16,0	29,9	29,0	22	11,8	12,4	20,5	10,8
Azote	1,132	1,143	1,272	0,090	0,865	0,551	0,699	0,591	Sable grossier	66,4	74,0	36,5	49,5	28	10,4	31,1	12,3	1,5
C/N	24,2	31,7	22,4	19,1	15,6	26,0	27,2	21,8	Matière organique	3,7		3,7		15,1			7,6	
pH (échan. frais)	5,40	5,20	5,10	4,57	4,02	4,12	4,48	4,40	Carbone	2,152		2,151		0,912			4,484	
									Azote	0,109		0,153		0,898			0,183	
									C/N	19,7		17,9		9,9			24,5	
									pH	4,84	5,24	4,98	4,93	6,34	5,22	5,16	4,56	4,68
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>																		
Bases échangeables (méq %)																		
Ca O	51,2	4,52	30,80	10,86	5,76	1,76	2,0	3,84	Ca O	1,52	1,12	2,46	0,74	28,20	3,20	1,64	1,08	0,68
Mg O	9,2	10,88	5,08	2,80	2,96	1,60	1,60	1,44	Mg O	0,30	0,26	0,53	0,18	4,60	0,54	0,88	0,34	0,04
K2 O	0,44	0,56	0,40	0,40	0,36	0,08	0,08	0,12	K2 O	0,05	0,04	0,11	0,05	0,47	0,13	0,14	0,15	0,04
Na2 O	1	0,04	0	0,24	0	0	0,16	0,04	Na2 O	0,01		0	0,02	0	0,03	0,07	0,21	0,08
Somme	60,84	16,0	36,28	14,32	9,08	3,44	3,84	5,44	Somme	1,88	1,42	3,10	0,99	33,27	3,90	2,73	1,78	0,84
Acide phosphorique (o/oo)																		
Total	6,114		4,03		2,454		1,344		Total	0,776		1,374			3,85		2,66	
Assimilable	2,167		1,815		0,805		0,999		Assimilable	0,185		0,232			0,962	0,115	0,093	0,105

réhumectation difficile du sol (évolution vers l'état « motteux »), d'où la nécessité de maintenir le plan d'eau proche de la surface du sol (30 à 50 cm). L'état motteux est surtout développé sur 1 à 2 cm dans les plantations les plus anciennes (BM 1). Il est possible d'ailleurs que la petite couche de sol réduite à l'état motteux joue un rôle de protection contre une dessiccation plus profonde (effet de « mulch »). Ce problème pourra être abordé à propos du bilan d'eau de ces tourbes.

Le rapport C/N des horizons superficiels varie de 14 à 30; sur 20 prélèvements, ses valeurs ne présentent pas de relations particulières avec l'ancienneté de l'exploitation. La teneur en azote total est toujours très élevée (0,7 à 2,4 %). Elle est en relation directe avec la teneur globale en matière organique.

Malgré les apports minéraux importants réalisés dans les plantations, le pH se maintient dans des valeurs acides et même très acides : variation de 3,5 à 5,4 sur les échantillons frais. Les valeurs les moins acides, 5,1 à 5,4 se trouvent dans les sols ayant reçu un chaulage important récent, et en particulier dans les vieilles parcelles (BM 1). Cet apport minéral se retrouve en partie dans la somme totale des bases échangeables. Le pH peut rester très acide dans de jeunes plantations bien productives ayant reçu des amendements (chaux magnésienne) : pH de 3,7 pour BDMT 3, 3,8 pour GE 2.; (3,5 sur SABA 2) parcelle à rendement médiocre où se manifeste du « bleu » et où les bananiers doivent être replantés chaque année. Dans les parcelles normalement productives, le pH varie entre 4 et 5, comme dans la plupart des tourbes forestières non cultivées. Nous n'avons pas de relations particulières entre les valeurs du pH et le rapport C/N.

La somme des bases échangeables présente des chiffres très variables s'étalant de 3,84 à 60,84 méq. %. La valeur la plus faible se trouve dans une parcelle en voie de débroussement, en cours de plantation et non amendée. La valeur de S la plus élevée se trouve dans l'une des plus anciennes parcelles ayant reçu de forts apports minéraux (coquillages, chaux magnésienne, scories...).

Dans les autres parcelles, il n'y a pas de liaison particulière avec l'ancienneté de l'exploitation. La variété, l'importance et la date des apports minéraux sont à l'origine de ces fortes variations de S. Cette valeur a été calculée sur la matière séchée à l'air. Dans le sol frais en place, vu la forte humidité, si S était exprimé en fonction d'un volume comparable à celui d'un même volume de sol de plateau (fraction organique seulement de l'ordre de 1,5 à 3 %), il est évident que ces valeurs seraient 3 à 4 fois moindre. Dans l'évaluation réelle de S et son influence sur la fertilité générale, il

semble utile de tenir compte de ce fait pour une comparaison éventuelle avec les échelles de fertilité adoptées pour les sols de plateaux.

Le rapport CaO/MgO présente des chiffres très variables : 1,1 à 22.

5,5 dans une vieille parcelle productive (BM 1);

6,0 dans une parcelle atteinte par le « bleu », après traitement avec la chaux magnésienne (BM 3);

22,0 dans une parcelle atteinte par le « bleu » et sans traitement par la chaux magnésienne (BM 4);

6,7 dans une parcelle très productive (SABA-6);

1,2 dans une parcelle où les applications régulières de  $\text{SO}_4\text{Mg}$  (30 g par pied) ne donnent qu'une amélioration temporaire au « bleu »;

1,2 et 1,6 dans des sols forestiers débroussés en 1957-58 et non exploités (BDMT 1 et GB 7).

Le manque d'assimilation de Mg par le bananier ne semble pas dû à priori à un déséquilibre CaO/MgO dans le sol.

Le rapport MgO/K<sub>2</sub>O présente également de fortes variations (2 à 42) liées à l'importance des fumures minérales potassiques et magnésiennes (chaux magnésienne  $\text{SO}_4\text{Mg}$ , scories K, ClK, engrais complet);

20 : dans une vieille parcelle ayant reçu de forts apports Ca-Mg (B. M. 1.).

24, 30, 42 : dans des parcelles de la SABA, ancienne à rendement médiocre (42), récente non cultivée (30), récente amendée (24).

29 : dans une parcelle stérile (GE. 3.).

Les parcelles récentes non amendées ont une teneur très faible en K<sub>2</sub>O (0,08 à 0,020 méq. %). La teneur moyenne des parcelles cultivées, même anciennes, est peu élevée puisque les valeurs de K<sub>2</sub>O sur échantillon sec sont réparties surtout entre 0,2 et 0,5 méq. %, 0,6 à 0,7 pour les sols les mieux pourvus; par contre, 1 à 2 méq. % sur les parcelles ayant reçu de fortes fumures récentes en K<sub>2</sub>O. Le calcul de la teneur en K<sub>2</sub>O sur des échantillons de sol frais donnerait des valeurs très faibles dans la plupart des plantations. A l'exception des sols nettement argileux et parfois bien pourvus en éléments micacés, il ne semble pas qu'une réserve importante puisse s'accumuler dans les sols tourbeux.

La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total varie de 1,344 à 6,38 ‰; elle est parfois très élevée du fait de la richesse du sol en matière organique, ou de forts apports de scories dans la plupart des plantations. Par contre, la proportion importante de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est liée strictement aux apports d'engrais phosphatés.

Dans les plantations, le rapport  $\frac{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ total}}{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ assimilable}}$  varie de 2 à 4, alors que dans les sols sous forêt ou sols récemment déforestés il varie de 7 à 16, bien que les

teneurs en  $P_2O_5$  assimilable soient assez élevées, comparativement aux sols de plateaux :

Tourbes sous forêt : 0,14 à 0,23 ‰ ;

Tourbes de plantations : 0,21 à 2,16 ‰.

En profondeur, les sols ont une teneur élevée en matière organique, avec un apport C/N plus fort qu'en surface. Le pH présente des valeurs plus acides (variations de 3,2 à 5,8) mais surtout localisées vers 4. Les valeurs les plus élevées du pH correspondent aux meilleures teneurs en bases échangeables (30 méq. ‰). La somme totale des bases échangeables varie de 5 à 30 méq. et est plus élevée que dans les sols vierges.

Dans les vallées lagunaires de la route de Dabou, nous retrouvons des sols tourbeux profonds identiques à ceux des marais de l'Agnébi. Mais les apports sableux des plateaux dans ces vallées encaissées et relativement étroites donnent plus de variété à la constitution texturale de ces sols marécageux.

Les sols tourbeux sur argiles plastiques peu profondes sont fréquents (SGAC — km 17) ; les sols très sableux avec un horizon organique superficiel peu épais sont parfois assez étendus (De Brecey — km 33) et constituent des zones médiocres pour la culture bananière.

Nous citerons le profil G. B. 6, particulièrement représentatif de ces zones sableuses alluviales situées au milieu de la vallée de la plantation De Brecey (G. B. 6).

*Profil G. B. 6.*

0-10 cm : gris-blanc, sableux, légèrement organique.  
10-20 cm : brun foncé, sableux et matière organique.  
10-40 cm : brun foncé, sableux grossier.  
à 50 cm : humide.

Ce terrain a donné un premier fruit puis est resté complètement stérile.

Nous citerons deux autres profils dont la texture est par contre plus favorable à la culture bananière :

*Profil G. B. 4* (sur zone moins sableuse, dans la même plantation).

0-15 cm : gris foncé, sablo-argileux, humifère.

15-40 cm : gris, sablo-argileux grossier, humide.

40-70 cm : gris-beige clair, tacheté gris et ocre, sableux à sablo-argileux.

*Profil B. A. R. 1* (sur zone argileuse, plantation S. G. A. C. du km 17, forts apports d'engrais).

0-4 cm : noir, limono-organique, grumeleux.

4-60 cm : gris clair, traces ocres diffuses, argileux, légèrement organique.

60-70 cm : matière organique noire et brun rougeâtre mélangée à l'argile ; débris ligneux grossiers, odeur de  $H_2S$ .

Dans ces sols, les résultats analytiques montrent une variation importante de la texture.

Dans l'horizon de surface des zones sableuses peu favorables, teneur en sable total de 85 à 90 % ; dans les zones argileuses favorables, 35 à 45 % d'argile et une importante fraction limoneuse (environ 20 %). La teneur en matière organique est parfois assez élevée en surface (15 %), mais l'horizon organique est souvent peu épais, rapidement dégradé sur les sols sableux après quelques années de cultures et sa conservation demanderait des paillages fréquents comme dans certains sols de plateaux.

Les variations du rapport C/N sont assez significatives dans les sols cités :

24,5 dans un sol marécageux vierge ;

9,9 dans le même sol fortement amendé ;

19,7 dans les sols d'une zone sableuse où la matière organique superficielle est en voie de dégradation (teneur réduite à 3,7 %).



PHOTO 3. — Sol tourbeux sur argile compacte grise. (Plantation Bonjour-Martinet.)

(Photo Leneuf.)

Le pH présente des valeurs très acides dans les sols non exploités ou peu amendés (4,5 à 4,9) ; il est nettement plus élevé et même voisin de la neutralité dans les zones argileuses très amendées (5,5 à 6,3).

La somme des bases échangeables est faible à l'origine dans tous ces sols ou lorsqu'ils sont exploités avec de faibles fumures (S varie de 1,8 à 3,1 méq. ‰). Les valeurs de S sont amenées à 20 et 30 méq. ‰ dans les sols les plus enrichis par la culture.

Le rapport CaO/MgO est assez élevé (3 à 6) ; de l'ordre de 3 dans un sol vierge.

La teneur en  $K_2O$  échangeable est de l'ordre de 0,3 à 0,5 méq. ‰ dans les sols les plus productifs ; elle est faible dans les sols stériles ou encore sous végétation marécageuse : 0,05 à 0,10 méq. ‰.

La teneur en acide phosphorique total est toujours très élevée dans les sols les plus productifs (1,3 à 6,6 ‰) par suite d'apports massifs de scories et d'une teneur originelle assez élevée dans la matière organique (2,6 ‰ dans un sol vierge).

La proportion de  $P_2O_5$  assimilable est surtout en relation avec l'importance des fumures phosphatées : 0,23 à 0,96 ‰ dans les plantations ; 0,093 dans un sol vierge où le rapport

$$\frac{P_2O_5 \text{ total}}{P_2O_5 \text{ assimilable}}$$

devient très élevé (29) alors qu'il est de 4 à 8 dans les plantations.

Les problèmes de drainage dans les vallées lagunaires sont sensiblement les mêmes que dans les marais de l'Agnébi.

La matière organique tourbeuse de l'horizon de surface demande à conserver une certaine humidité, ce qui nécessite le maintien d'un plan d'eau proche, à 30 ou 50 cm, profondeur assurant cependant un drainage suffisant de la partie superficielle du sol.

Le problème de la salure n'a pas encore été évoqué dans l'étude des sols de marécages. Cependant, il existe dans certaines plantations sur tourbes, proches des rivages lagunaires (région Abidjan-Bingerville).

Dans les sols de la vallée d'Agban une proportion importante de sodium y a été décelée (15 à 30 ‰ de la somme totale des bases échangeables) ainsi que des teneurs importantes en MgO. Les eaux de nappe ont une salure variable avec le mouvement des marées : 0,2 à 2,5 g de ClNa par litre. Le drainage demande à être plus profond dans ces tourbes pour assurer une meilleure élimination de l'excès du sodium et des sels toxiques pour le bananier. Les techniques d'amélioration de ces sols sont identiques à celles des tourbes profondes des marais de l'Agnébi.

(A suivre)

# PIERREFITTE

S<sup>té</sup> G<sup>e</sup> d'Engrais et Produits Chimiques  
4, avenue Vélasquez PARIS 8<sup>e</sup>

AMMONITRATES

NITRATE DE CHAUX  
ET DE MAGNÉSIE

"LE GAULOIS"