

# 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 culturel.*

## 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

roucier 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.

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 à 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-Tiassalé-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.

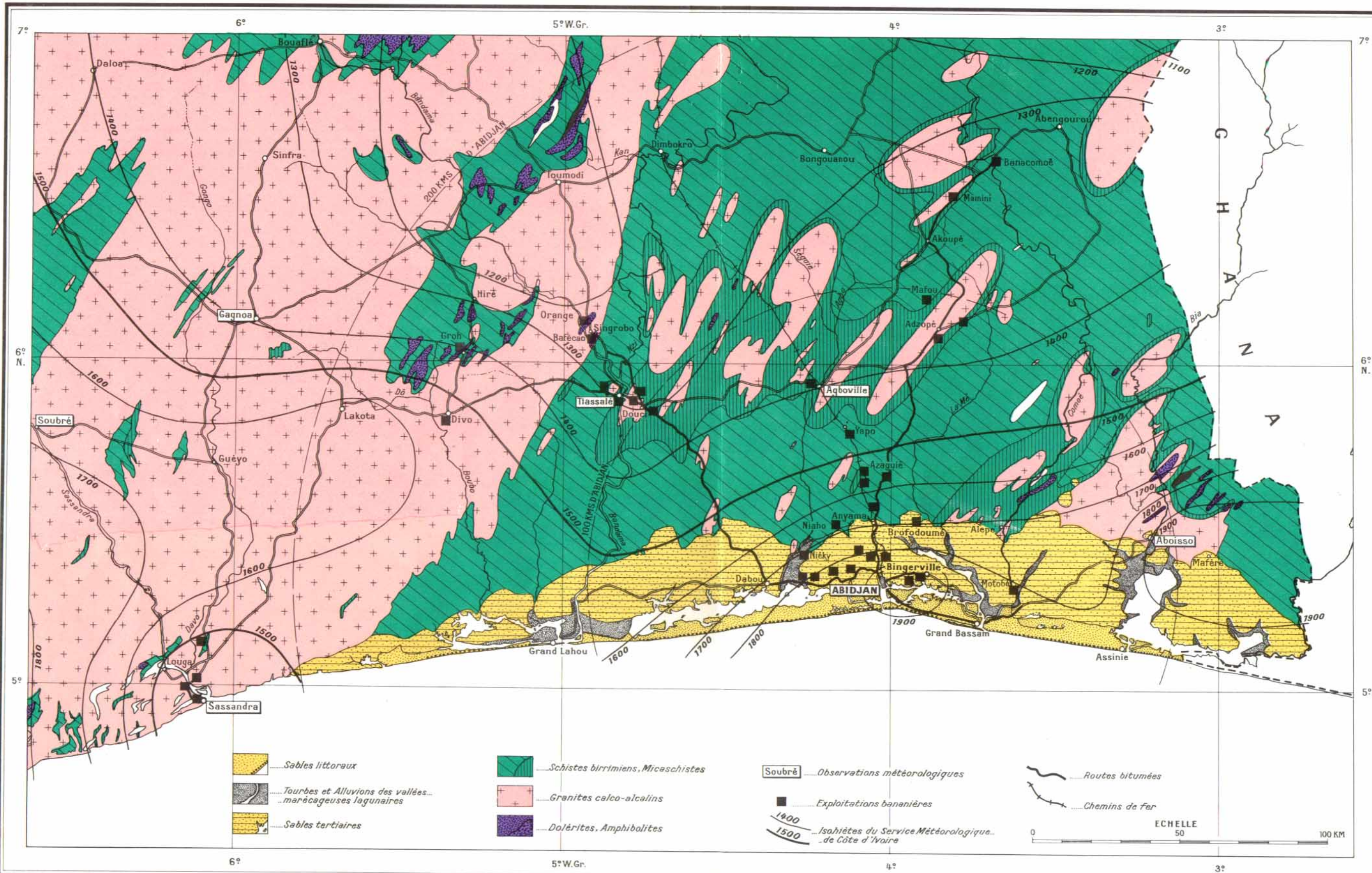
En résumé, cette région naturelle est particulièrement favorable pour les productions continues étalées sur l'ensemble de l'année.

### *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 :



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





*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.

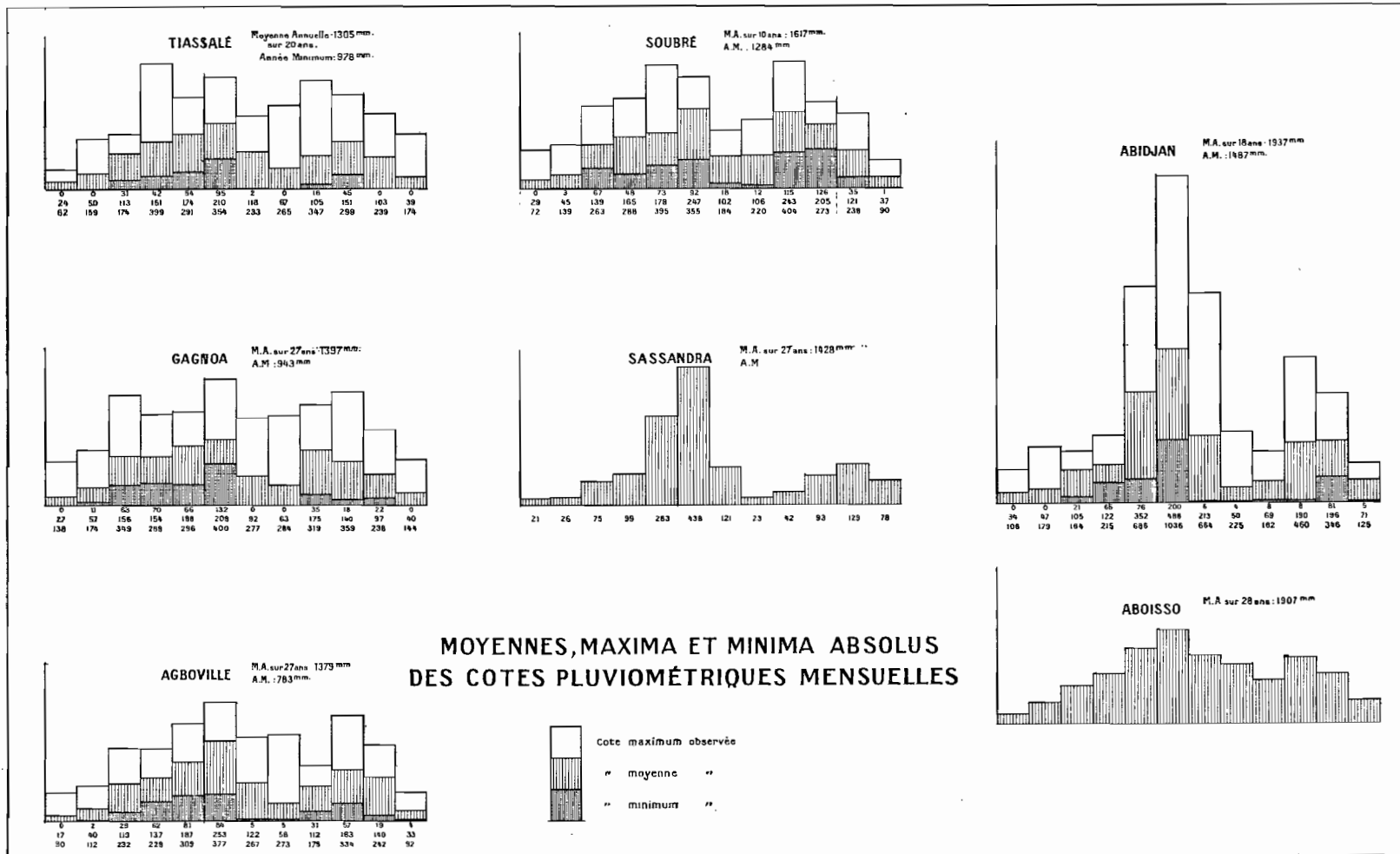
## 2. LES SOLS

### 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 présentent 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	66,0	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 %	1,464			2,015		1,282		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>																						
Bases échangeables (még %)																						
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	0,06	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			
Acide phosphorique (o/oo)																						
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 II).

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 II).

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.

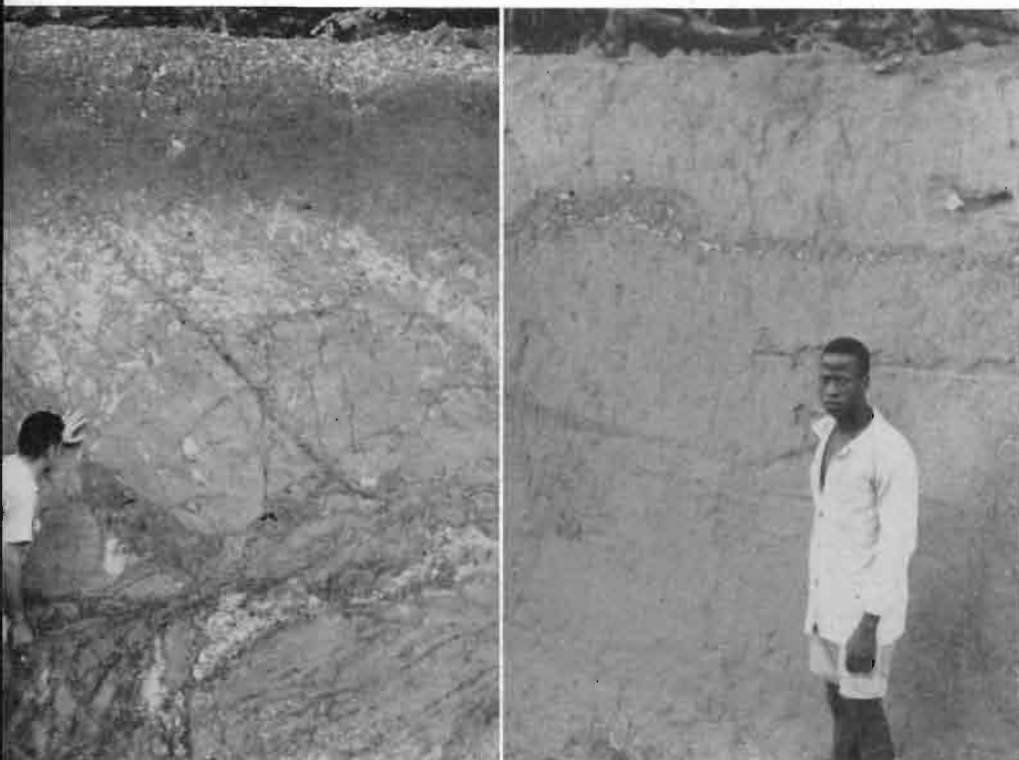
#### b) Sols de bas-fonds et bas de pente.

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 Lenef.)



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* calcaires 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	— épidote
— plagioclases	— sphène
— microcline	— zircons
— biotite	— apatite
— hornblende verte	

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

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

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

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

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

— quartz	— épidote
— plagioclases	— chlorite
— microcline	

#### 5. *Granodiorite* (Hiré).

— quartz	— sphène
— plagioclases	— apatite
— biotite	— zircons
— épidote	— chlorite (pennine)
— hornblende verte	

### 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 AKOUE et N'DOUCI						Sols sur granites de S'SANDRA				Sols sur granites - Bas-fonds 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 (méq %)</b>																		
Ca O	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 O	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
K <sub>2</sub> O	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
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08	0,06	0,06	0,02
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 o/oo, 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 o/oo.

Le rapport  $\frac{N \text{ total } o/oo}{P_2O_5 \text{ total } o/oo}$  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 bas-fonds 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 o/oo.

### 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.

*Roche verte*

Actinote.  
Chlorite.  
Épidote.  
Calcite.  
Quartz peu abondant.

*Dolérite*

Hornblende verte (très abondante)  
Plagioclases très altérés  
Quartz

(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 topographique-ment 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.

	Soils sur roches basiques avec hydromorphie pétrographique et mixte							Soils sur sables tertiaires (Plantations)						Soils 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. Pente
	Bas de pente		Plateau		Plateau			Plateau		Plateau			Plateau			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>Bas échangeables (még %)</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 Nieké, 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 quartzeux, 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 gravillonnage 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 Banacomoe 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* (Banacomœ) 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 (Banacomœ) 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 Banacomœ, 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 Comœ, 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 %).

Sable grossier : variation de 0 à 31 % (moyenne 22 %).

Les planteurs évitent de choisir des terres alluviales trop argileuses et trop compactes en surface.

En profondeur, la texture devient par contre nettement plus argileuse :

argile : moyenne de 28 % (variation de 16 à 60 %) ;

limon : moyenne de 19 %.

Des horizons sableux grossiers peuvent exister dans certains profils hétérogènes.

La teneur moyenne en matière organique est de 2,1 % (variation de 0,6 à 4,6 %). Les plantations anciennes dont les sols ont été peu entretenus présentent des valeurs faibles (0,6 à 2,2 %). Les valeurs les plus élevées se trouvent dans les sols sur alluvions récentes (basses terrasses) ou sous forêt récemment débroussée.

Le rapport C/N peu élevé indique une évolution satisfaisante de la matière organique. Les sols sous forêt présentent dans leur ensemble les valeurs les plus élevées (11 à 13).

Les teneurs en azote total sont très variables ; faibles dans les sols CIAA-MOTOBÉ par suite de l'insuffisance d'apports minéraux et organiques (0,050 à 0,086 %).

Les autres sols ont des teneurs en azote se situant entre 0,090 et 0,300 % et correspondent fréquemment à des sols à rendement satisfaisant.

Le pH est acide en surface (variation de 4,8 à 6,3 : moyenne de 5,3). L'acidité est plus marquée en profondeur : toutes les valeurs observées sont groupées entre 4,6 et 5,3 (moyenne 5,1).

La somme totale des bases échangeables de l'horizon de surface présente des valeurs assez importantes. Les alluvions récentes, accessibles aux inondations, ont des valeurs de S supérieures à 9 méq. % : forte proportion de MgO (rapport CaO/MgO de 1,2 à 1,3) ; teneur correcte en K<sub>2</sub>O : 0,15 à 0,25 méq. %. Les sols des terrasses anciennes (Banacomœ), les sols d'alluvions du Sassandra (Granderie) ont des valeurs de S variant de 4 à 8,5 méq. % : proportion relative de MgO moins importante que dans les sols précédents (rapport CaO/MgO variant de 2,2 à 4,7) teneurs plus faibles en K<sub>2</sub>O (0,06 à 0,19 méq. %).

Les teneurs les plus basses en bases échangeables ont été reconnues dans la plantation de Motobé (CIAA) où les sols semblent plus lessivés et plus acides ; S varie de 1,55 à 3,9 méq. % ; le rapport CaO/MgO est assez bas (1,1 à 2,8), les teneurs en K<sub>2</sub>O sont faibles (0,06

	Sols sur alluvions profondes						Sols sur alluvions reposant sur amphibolite					
	Terrasse ancienne			Bourrelet de berge			Bourrelet de berge		Dépression latérale			
	B.A.C.3.		M.M.6.	G.R.A.1.			O.R.A.3		B.A.2.			O.R.A.1.
	Drainage naturel satisfaisant						Drainage normal		Drainage normal			Drainage abandonné
ANALYSE PHYSIQUE												
Profondeur	0/15	40/60	0/15	50/60	0/10	30/40	0/15	0/10	20/30	70/80	120/50	0/15
Refus 2 m/m	0	0	0	0	0	0	1,3	0	2,0	4,0	25,0	0
Argile	19,2	35,5	16,5	26,5	13,0	16,2	17,5	19,7	23,5	40,7	40,2	12
Limon	10,7	9,2	21,0	19,7	12,5	13,0	11,2	11,0	11,7	10,7	15,2	12,7
Sable fin	48,5	37,1	61,4	52,3	55,5	50,3	50,0	42,5	41,8	30,2	24,4	54,9
Sable grossier	17,3		1,6	1,6	19,2	19,6	16,2	20,2	22,5	15,6	11,7	20,1
Matière organique	2,0		1,4		2,2		2,3		3,3			1,9
Carbone %	1,209		0,867		1,293		1,369		1,970			1,141
Azote %	0,090		0,100		0,118		0,124		0,226			0,093
C/N	13,4		8,6		10,9		11,0		8,7			12,2
pH	5,91	5,06	5,30	4,91	5,52	4,94	6,03	6,0	5,1	4,8	6,4	5,21
ANALYSE CHIMIQUE												
Bases échangeables (méq %)												
Ca 0	5,32	1,56	2,02	1,54	4,54	1,52	7,70	7,68	?	5,60	12,32	3,24
Mg 0	1,76	0,70	1,49	1,22	1,64	0,60	7,03	4,34	4,58	9,12	12,55	4,02
K <sub>2</sub> 0	0,07	0,04	0,42	0,07	0,09	0,07	0,08	0,47	0,13	0,13	0,15	0,09
Na <sub>2</sub> 0	0,01	0,02	0	0,03	0	0,01	0,05	0,24	0,24	2,44	6,61	1,33
Somme	7,16	2,32	3,93	2,86	6,27	2,20	14,86	12,73		17,69	34,63	8,68
Acide phosphorique (o/oo)												
Total	0,416		0,423		0,512		0,499					0,347
Assimilable	0,041		0,032		0,058		0,023		0,076			0,036

à 0,10 méq. ‰). Les sols sur *alluvions amphibolites* présentent par contre les teneurs les plus élevées en bases échangeables : 14 méq. ‰ dans l'horizon de surface. La proportion de MgO est forte (rapport CaO/MgO de 0,8 à 1,7); les teneurs naturelles en K<sub>2</sub>O sont faibles (0,96 à 0,10 méq. ‰). Elles ont été améliorées par les planteurs dans certains sols (0,47 méq. ‰).

La teneur en Na<sub>2</sub>O est infime dans la plupart des sols sur alluvions profondes. Elle augmente cependant légèrement en profondeur dans certains profils (0,10 à 0,13 méq. ‰ au lieu de 0 à 0,04). Par contre, dans les alluvions sur amphibolite, et en particulier dans les sols les moins bien drainés, nous avons des teneurs fortes en Na<sub>2</sub>O.

Dans la plantation Orange, nous citerons les valeurs suivantes dans l'horizon de surface :

Na<sub>2</sub>O — 0 à 0,05 méq. ‰ : sols bien drainés de bourrelet ;

Na<sub>2</sub>O — 0,24 méq. ‰ : sols drainés dans une dépression latérale où la nappe est chlorurée ;

Na<sub>2</sub>O — 1,33 méq. ‰ : sols cultivés en 1953-54 où le drainage a été abandonné depuis 3 ans.

Ces chiffres montrent la nécessité de réaliser un drainage efficace, assurant l'élimination de l'excès de Na<sub>2</sub>O; d'une part pour éviter son effet néfaste sur la stabilité structurale du sol, d'autre part, pour éviter une toxicité éventuelle des chlorures par remontée de la nappe phréatique.

La teneur en acide phosphorique total est élevée dans les alluvions récentes et en relation avec leur teneur en matière organique : 0,8 à 1,3 ‰. Dans les autres sols, elle se situe en général entre 0,2 et 0,5 ‰. La proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est faible (0,020 à 0,050 ‰) sauf dans les plantations ayant reçu quelques apports d'engrais phosphatés (0,118 ‰) ou dans les sols sous forêt riches en matière organique (0,181 ‰).

#### F. SOLS TOURBEUX DES MARAIS DE L'AGNÉBI ET DES VALLÉES LAGUNAIRES

☞ Situés à l'Ouest d'Abidjan, les marais de l'Agnébi représentent l'un des secteurs principaux de la production bananière en Côte d'Ivoire. Encadrés par les plateaux de sables tertiaires à l'Est et à l'Ouest, ils représentent l'aire d'extension d'un ancien delta de l'Agnébi, d'une superficie de 10 à 12 000 ha. La partie nord-ouest du marais, au Sud des confluent du Niéky et de l'Agnébi est seule exploitée, depuis la bordure Est du

plateau jusqu'au milieu du marais où les conditions de drainage deviennent plus difficiles (risques d'inondation).

Les études pédologiques et hydrologiques réalisées récemment dans cette région ont montré l'existence d'anciens bourrelets alluviaux argileux, séparant les zones déprimées, inondées presque en permanence, où se sont accumulées sur place les matières organiques provenant d'une végétation forestière typiquement marécageuse (Forêt à *Symphonia* et Raphiales), et conduisant à la formation de tourbes, plus ou moins profondes, très grossières. Ces tourbières ont retenu l'attention de planteurs qui devaient s'y installer dès 1935-36.

En 1950, R. Portères publiait une étude détaillée dans laquelle il donnait les principaux caractères analytiques des sols de ces plantations et d'utiles renseignements sur leur conduite en culture bananière. Des études pédologiques de l'ORSTOM faites à l'occasion de diverses prospections et en particulier lors du creusement du Drain principal Nord-Sud en 1957, permettaient d'établir une classification détaillée des sols de l'ensemble du marais, ainsi qu'une documentation sur leurs propriétés physico-chimiques les plus caractéristiques.

La présente étude vient en complément pour situer l'évolution particulière des sols de plantation après un certain nombre d'années de cultures et d'apports d'amendements.

La classification adoptée en 1957 pour la cartographie du marais de l'Agnébi distingue :

1. Des sols hydromorphes à horizon réduit, sur les levées argileuses d'origine alluviale.

2. Des sols hydromorphes organiques dans les dépressions tourbeuses.

La teneur en matière organique sert de base pour l'identification des divers horizons :

— tourbe : plus de 40 % de matière organique (échantillon sec) ;

— argile organique : 10 à 40 % de matière organique ;

— argiles compactes : moins de 10 % de matière organique.

Tous les sols de plantations sont rangés dans cette classification et comprennent, soit le terme courant de *tourbes profondes* issues de forêt à *Symphonia*, ou de Raphiales ; soit le terme de *tourbes sur argiles compactes* localisées sur quelques levées argileuses.

Les prélèvements ont été faits dans les plantations SABA, Gentil, Bonjour-Martinet et BDMT, en parcelles récemment exploitées ou en voie de débroussement, et en vieilles parcelles (maximum 20 ans d'exploita-



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 desséchés (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 situé 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				
	1938		première année d'exploitation 1957		1947		1957			stérile		favorable		très favorable						
ANALYSE PHYSIQUE									ANALYSE PHYSIQUE											
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		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		0,912			4,484			
									Azote			0,109		0,153			0,183			
									C/N			19,7		17,9			24,5			
									pH			4,84	5,24	4,98	4,93	6,34	5,22	5,16	4,56	4,68
ANALYSE CHIMIQUE									ANALYSE CHIMIQUE											
Bases échangeables (méq %)									Bases échangeables (méq %)											
Ca O	51,2	4,52	30,80	10,88	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	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)									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 rougâtre 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

$$\frac{P_2 O_5 \text{ total}}{P_2 O_5 \text{ assimilable}}$$

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)



# LES SOLS DE BANANERAIES DE LA COTE-D'IVOIRE<sup>(1)</sup>

(*Première suite*)

par B. DABIN et N. LENEUF

*Pédologues.*

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

## 3. LES SOLS : STRUCTURE ET BILAN D'EAU

### I. GÉNÉRALITÉS.

Le sol est un support physique qui permet à la plante de développer plus ou moins facilement ses racines, lesquelles absorbent de l'eau et respirent. Les trois facteurs : pénétration, alimentation en eau et respiration, conditionnent pour une large part le développement de la plante et le rendement.

Du point de vue sol, les principales propriétés physiques mesurables sont :

- la texture,
- la structure,
- les rapports de l'eau et du sol.

Il existe des relations étroites entre ces différentes propriétés.

La *Texture* est la proportion d'éléments de différentes dimensions.

La *Structure* est l'assemblage, de ces éléments, et la solidité de l'assemblage, ce que l'on appelle aussi *Stabilité Structurale*. L'édifice structural renferme des vides que l'on appelle pores ; le nombre et la dimension des pores caractérisent également la structure, et déterminent pour une grande part les rapports de l'eau et du sol.

La *Stabilité Structurale* est définie par la proportion d'agrégats stables dans l'eau et par la proportion d'éléments colloïdaux pouvant se disperser dans l'eau.

La dispersion et la teneur en agrégats stables permettent de définir un indice d'instabilité :  $I_s$  (Méthode de HENIN et MONNIER).

L'instabilité est en relation avec la perméabilité :  $K$  (relation de HENIN et MONNIER).

La stabilité structurale est calculée d'après l'indice d'instabilité et la perméabilité par la formule suivante :

$$S = 20 (2,5 + \log 10 K - 0,837 \log 10 I_s)$$

$S$  est la stabilité structurale, elle est d'autant plus grande que la perméabilité est plus élevée et que l'indice d'instabilité est plus petit.

La *Porosité* se définit par plusieurs grandeurs.

— La porosité totale qui est la proportion totale de pores par rapport au volume total de sol à saturation.

Cette porosité se divise en *Macroporosité*, constituée de grands pores où l'eau s'écoule facilement pour laisser place à l'air,

et en *Microporosité* où l'eau est retenue par des forces de succion plus ou moins grandes.

Suivant la force de rétention pour l'eau on définit :

— *l'humidité équivalente* : % de pores occupés par de l'eau retenue avec une force de 1 000 G ou  $pF. 3$  ;

— *le point de flétrissement* : % de pores occupés par de l'eau retenue avec une force de 16 000 G ou  $pF. 4,2$ .

On définit également les grandeurs suivantes :

— *Porosité utile* = Porosité totale — point de flétrissement.

— *Eau utilisable* = Humidité équivalente — point de flétrissement.

— *Capacité minima pour l'air*. = Porosité totale — humidité équivalente.

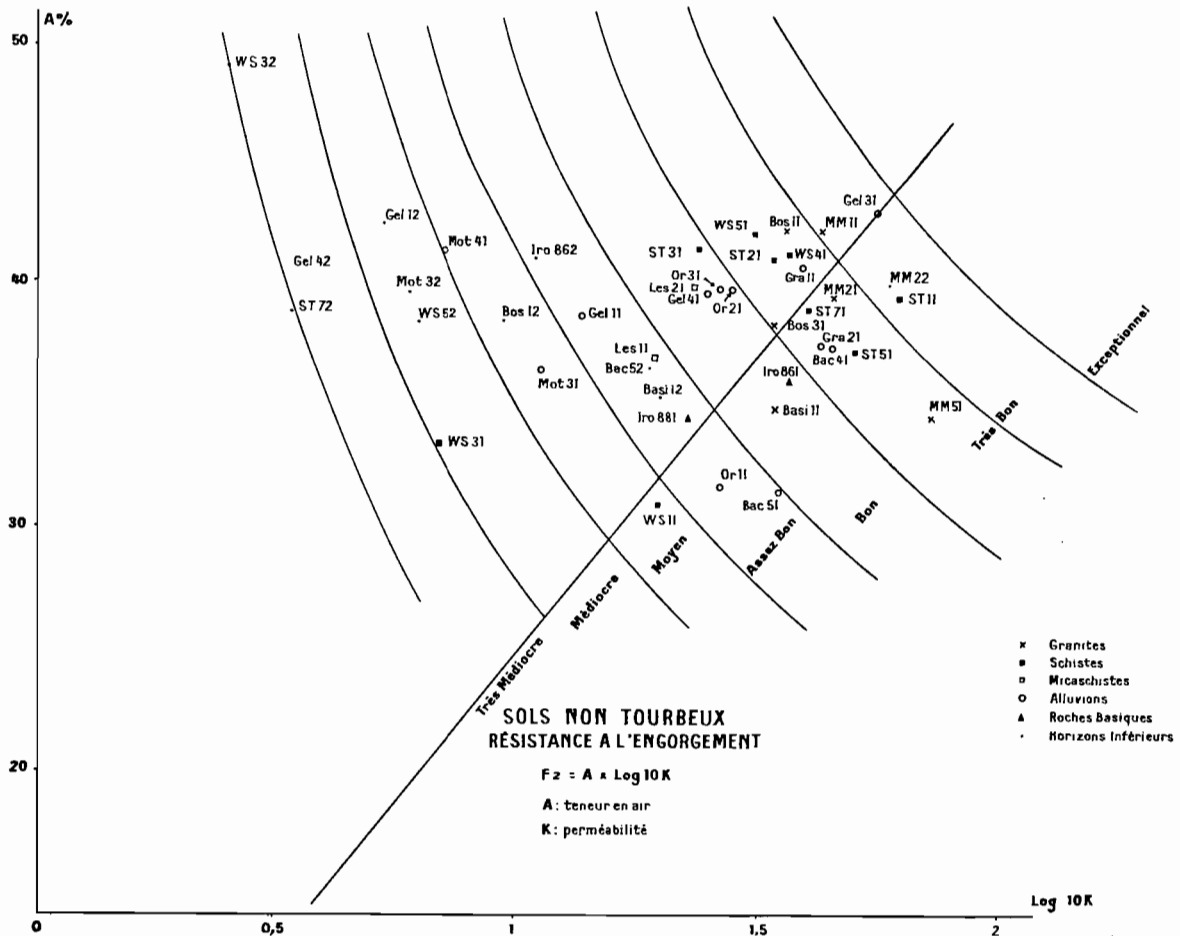
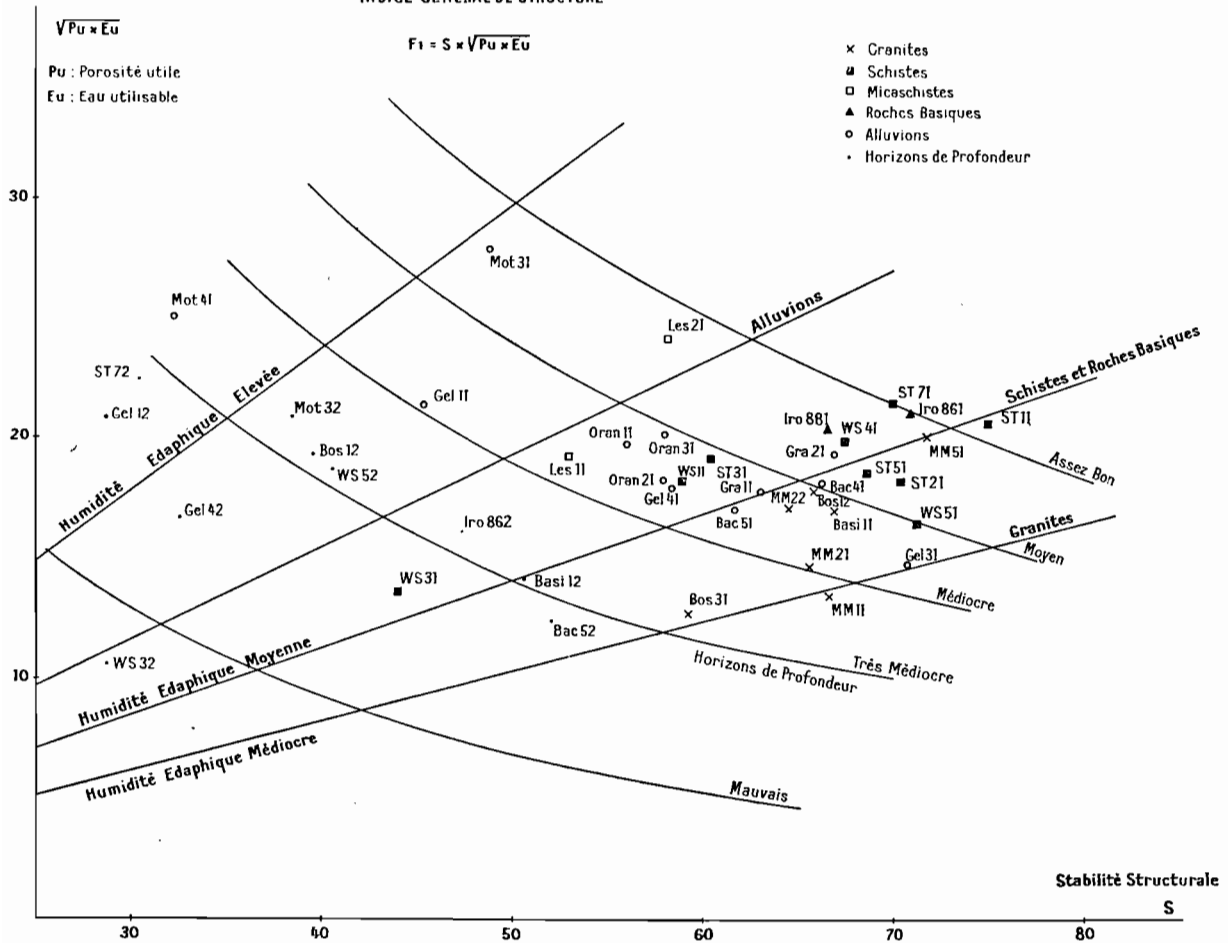
*Indice général de Structure.*

Aucune des grandeurs définies précédemment ne suffit à elle seule à caractériser la structure d'un sol, c'est l'ensemble de ces grandeurs qui permet de déterminer la qualité structurale d'un sol.

Cette qualité structurale est d'autant meilleure que

(1) Voir le début de cette étude dans *Fruits* Vol. 15 n° 1, Janvier 1960, pages 3 à 27.

**SOLS NON TOURBEUX**  
**INDICE GÉNÉRAL DE STRUCTURE**



la stabilité structurale est plus grande, et que la porosité et la rétention d'eau sont plus élevées.

La stabilité structurale conditionne l'ameublissement du sol, la pénétration des racines, la circulation de l'eau et de l'air. La porosité et la rétention d'eau conditionnent l'alimentation en eau de la plante et la respiration des racines.

Expérimentalement, nous avons constaté que le produit :

$$F_1 = S \times \sqrt{Pu \times Eu}$$

(S = Stabilité structurale  
Pu = Porosité utile  
Eu = Eau utilisable)

était en relation étroite avec la qualité structurale d'un

sol évaluée directement sur le terrain, et avec sa fertilité (en particulier nous avons pu démontrer la relation sur un certain nombre de sols du Niger dont les propriétés structurales sont bien nettes et bien distinctes) (1).

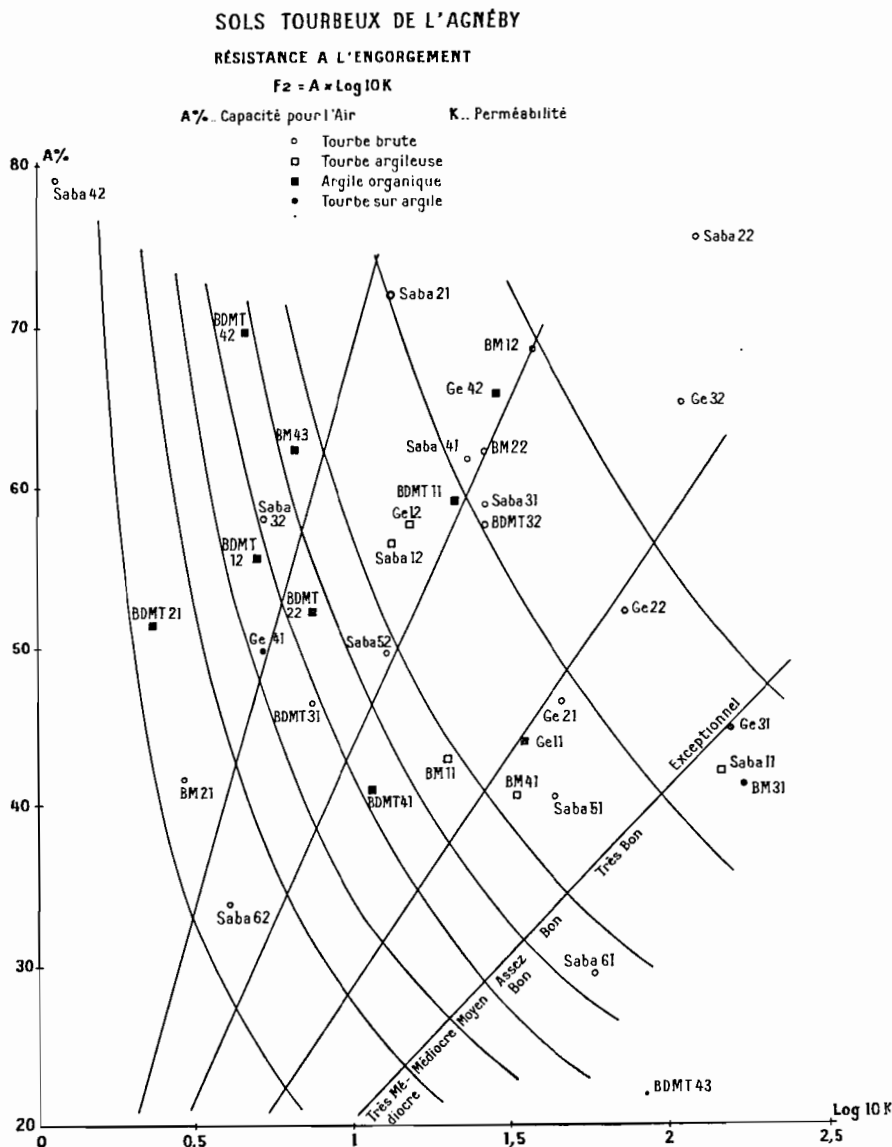
Nous avons défini également deux indices complémentaires :

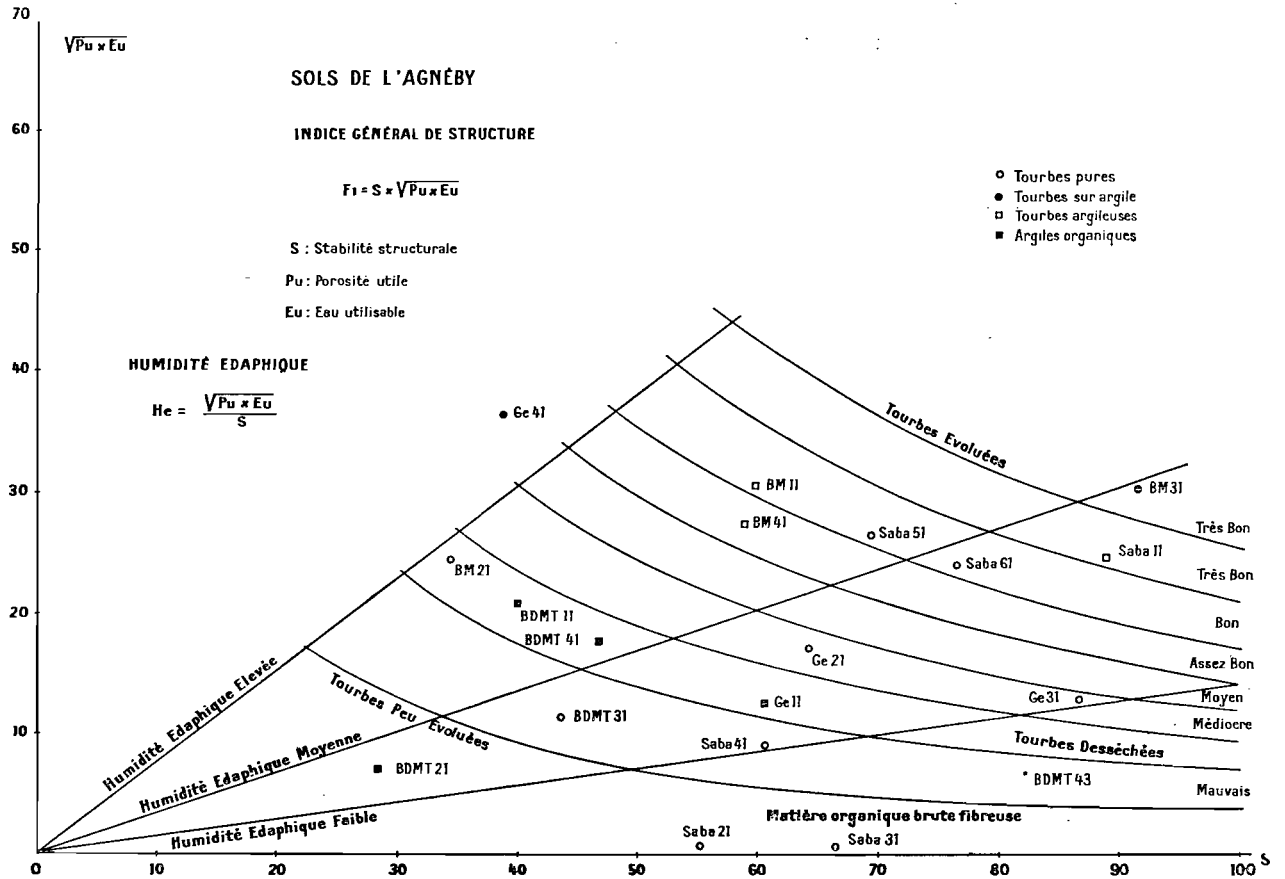
$$l'humidité édaphique : He = \frac{\sqrt{Pu \times Eu}}{S}$$

qui représente les possibilités de rétention d'eau par le sol

et la résistance à l'engorgement :  $F_2 = A \% \times \log_{10} K$

(1) Rapport de Mission au Niger 1958.





où A est la capacité minima pour l'air et K la perméabilité qui représente les possibilités d'aération et de drainage du sol.

Indice général de structure, Humidité édaphique et Résistance à l'engorgement sont trois indices synthétiques qui permettent de définir exactement les propriétés structurales d'un sol.

Les indices de structure sont représentés graphiquement : 1<sup>er</sup> graphique :

$$\begin{aligned} \text{ordonnée} &= \sqrt{Pu \times Eu} \\ \text{abscisse} &= S \end{aligned}$$

Les sols de qualité structurale équivalente se trouvent sur une même branche d'hyperbole ; la structure est d'autant meilleure que la branche d'hyperbole est plus éloignée de l'origine.

L'humidité édaphique est représentée par la pente de la droite joignant l'origine aux points figuratifs.

2<sup>e</sup> graphique :

$$\begin{aligned} \text{ordonnée} &= A \% \\ \text{abscisse} &= \text{Log}_{10} K \end{aligned}$$

La résistance à l'engorgement et l'aération sont d'autant meilleures que la branche d'hyperbole est plus éloignée de l'origine.

## 2. LES SOLS TOURBEUX DE L'AGNÉBY

Les sols tourbeux de l'Agnéby possèdent des propriétés très particulières dues à leur haute teneur en matière organique souvent peu évoluée. Le nom de *Tourbes* qu'on leur donne généralement n'a pas la même signification qu'en zone tempérée, car ces sols organiques d'origine forestière ne constituent pas un milieu biologiquement inerte comme les tourbes à Sphaignes des pays nordiques ; d'après G. Aubert, on pourrait les comparer aux « Tourbières basses ». La matière organique d'origine forestière se maintient à l'état fibreux en raison de l'excès d'eau. Elle commence à s'humifier dès que le drainage est suffisant, et que l'on provoque un relèvement du pH par des amendements calcaires.

Cette humification apparaît mal à l'analyse chimique



où le rapport C/N varie peu ; mais elle peut s'observer sur le terrain par l'aspect du sol qui acquiert avec le temps une structure grumeleuse fine caractéristique de l'humus, alors qu'il se présentait à l'origine sous forme d'une litière fibreuse ; d'autre part, l'étude de la structure et des rapports de l'eau et du sol révèlent une profonde transformation physique de la matière organique après plusieurs années de drainage et de culture.

#### *Technique d'étude.*

L'étude de la structure se fait généralement sur le sol séché à l'air ; en ce qui concerne les sols tourbeux, il faut par contre éviter absolument une dessiccation trop importante ; l'analyse d'agrégats et la mesure des différents  $\phi F$  doit se faire sur un sol ressuyé, mais conservant un fort pourcentage d'humidité.

La matière organique, une fois déshydratée, ne peut plus se réhydrater ; ce phénomène s'observe également sur le sol en place, lorsque le drainage est trop profond et que la couche superficielle du sol est exposée au soleil. On obtient alors un sol motteux absolument stérile.

En dehors de la précaution qui consiste à opérer sur un sol humide, toutes les autres manipulations sont les mêmes que pour les sols classiques.

#### *Résultats obtenus.*

Les graphiques représentant l'indice général de structure et la résistance à l'engorgement montrent des résultats extrêmement variables ; plusieurs facteurs entrent en jeu pour déterminer les qualités physiques des sols :

- 1° La nature du sol à l'origine.
- 2° Les procédés de mise en culture et leur ancienneté.
- 3° Les facteurs généraux de fertilité.

#### *Expression des résultats.*

Les résultats sont rapportés au volume de sol, tout résultat par rapport au poids sec est sans valeur, excepté le pourcentage total de matière organique qui est une caractéristique essentielle des sols organiques.

#### *Classification des sols organiques.*

L'étude des propriétés physiques a permis de faire les classifications suivantes :

% de matière organique par rapport au poids sec :

0 à 10 . . . . .	argile compacte
10 à 40 . . . . .	argile organique
40 à 52 . . . . .	tourbe argileuse
supérieur à 52 .	sol organique proprement dit ou tourbe brute.

La distinction entre tourbe argileuse et tourbe brute est importante au point de vue des propriétés physiques.

On distingue également suivant le profil :

- Les sols organiques profonds.
- Les sols organiques sur argile, ou sur argile organique.

#### *Caractères physiques généraux.*

Les sols organiques se caractérisent surtout par un poids spécifique apparent et un poids spécifique réel très bas.

Le poids spécifique apparent varie de 0,05 à 0,25 et le poids spécifique réel est en moyenne voisin de 1,5 (il est de 2,65 dans les sols normaux).

La porosité totale est donc très élevée et varie de 75 % à 98 %.

L'humidité équivalente, exprimée en volume, varie de 20 % à 45 % (en poids par rapport à la matière sèche elle peut atteindre 300 %).

La capacité pour l'air est donc très élevée ; variant de 30 à 80 %. Cependant les plus fortes différences relatives résident surtout dans la teneur en eau utilisable ( $\phi F$  3 —  $\phi F$  4,2), variant de 0 à 20 % et la perméabilité variant de 0,3 à 17 cm/heure. Ce sont ces trois dernières données qui différencient principalement les sols les uns des autres.

En règle générale, pour un sol de type donné, la perméabilité et surtout la teneur en eau utilisable augmentent avec la durée de mise en culture, ceci correspond bien à l'humification de la tourbe qui améliore ses propriétés hydrauliques en se transformant en sol véritable, ce qui est corrélatif à un net accroissement de fertilité.

L'indice général de structure est plus élevé, donc meilleur, dans les sols anciennement mis en culture : SABA 11 (22 ans de culture), B. M. 11 (21 ans de culture) (indice général de structure bon à très bon).

Par contre, certains sols vierges ou récemment mis en culture ont les indices de structure les plus bas : BDMT 21 (6 mois), SABA 41 (6 mois), SABA 31 (sol vierge) (Indice de structure mauvais à très mauvais). Néanmoins, suivant les cas, le sol débroussé peut produire dès la première année, parfois il faut plusieurs années de drainage et de chaulage avant d'obtenir

**SOLS DE L'AGNEBY**  
**Tourbes profondes**

PRELEVEMENTS	SABA 61	SABA 62	SABA 51	SABA 52	GE 31	GE 32	BM 21	BM 22	GE 21	GE 22	SABA 41	SABA 42	BDMT 31	BDMT 32	SABA 21	SABA 22	SABA 31	SABA 32
Type de sol	tourbe évoluée		tourbe évoluée		tourbe deshydratée		tourbe peu évoluée		tourbe peu évoluée		tourbe très peu évoluée		tourbe très peu évoluée		mat. organique fibreuse		tourbe vierge	
Profondeur en cm	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50
Porosité totale %	75	85,4	83,2	92,4	81,4	93,7	83,3	94,3	88,6	91,0	92,2	98,1	86,8	93,8	94,2	95,7	91,6	94
Poids spécifique réel	1,34	1,36	1,516	1,767	1,46	1,49	1,47	1,46	1,49	1,43	1,731	3,0	1,57	1,408	1,63	1,17	1,24	1,58
Poids spécifique apparent	0,33	0,2	0,255	0,135	0,258	0,094	0,245	0,083	0,16	0,12	0,135	0,057	0,206	0,087	0,094	0,05	0,105	0,096
Humidité équivalente pF 3 (% du volume)	45,5	51,5	42,3	42,5	36,5	28,5	41,5	32,3	42,1	38,9	30,3	17,4	40,2	35	21,7	20,1	33	36,5
Point de flétrissement pF 4,2 (% du volume)	32,1	31,8	29,3	33	32,8	17,9	30,5	23	36,5	28,5	28,8	15,5	37,6	29,7	21,7	16,7	33	33
Teneur en air %	29,5	33,9	40,9	49,9	44,9	65,2	41,8	62	46,5	52,1	61,9	80,7	46,6	57,6	72,5	75,6	58,6	57,5
Porosité utile Pu %	42,9	53,6	53,9	59,4	48,6	75,8	52,8	71,3	52,1	62,5	63,4	82,6	49,2	63,1	72,5	79,0	58,6	61
Eau utilisable Eu %	13,4	19,7	13	9,5	3,7	10,6	11	9,3	5,6	10,4	1,5	1,9	2,6	5,3	0	3,4	0	3,5
Stabilité structurale S	76,5	41	68,6	57	86,8	80,8	35	58,4	64,2	73	60,6	27	44	59,6	55	89,3	66,2	41,2
Perméabilité K (cm/heure)	5,9	0,41	4,45	1,29	16	11,3	0,3	2,9	4,6	7,3	2,36	0,125	0,76	2,65	1,3	12,7	2,7	0,52
Observations	défriché depuis 20 ans		cultivé depuis 7 ans		cultivé depuis 7 ans - arrêt de la production		un an de culture parcelle inondée		4 ans de culture		plantation six mois		plantation 6 ans démarrage très difficile après 3 ans		sol infertile taches de bleu		sol vierge	

une production : BDMT 31 (production après 3 ans). Certains sols ne s'améliorent pas du tout, c'est le cas de SABA 21 ; il s'agit d'une zone mauvaise où les bananiers doivent être replantés tous les ans et où ils souffrent du Bleu malgré des apports de chaux magnésienne.

Il faut remarquer que dans ces derniers sols, non seulement l'indice de structure est mauvais, mais l'humidité édaphique est basse, ce qui est curieux pour des sols de marais.

*Ce qui provoque d'importantes différences dans les propriétés des sols, c'est leur nature à l'origine en particulier la présence d'argile.*

Les tourbes argileuses et les tourbes sur argile acquièrent rapidement en quelques années un indice de structure élevé, exemple BM 31, GE 41 (tourbes sur argile), BM 41 (tourbe argileuse).

Les argiles organiques, par contre, peuvent produire rapidement, mais leur indice général de structure varie assez peu dans le temps et reste assez médiocre, BDMT 11 (1 an) ; BDMT 41 (10 ans) ; GE 11 (9 ans), leur humidité édaphique est, par contre, assez bonne.

Ce sont les tourbes profondes qui subissent les plus importantes transformations avec le temps, ayant une très mauvaise structure à l'origine avec des humidités édaphiques très basses (SABA 31, SABA 41). Elles s'améliorent lentement, GE 21 (5 ans) et acquièrent en vieillissant une bonne structure (SABA 51, SABA 61 : 8 ans, 10 ans) et une humidité édaphique bonne.

Inversement la *capacité pour l'air* diminue dans les tourbes et les tourbes argileuses avec le vieillissement.

Ceci est dû au *tassement du sol* qui perd une partie de sa porosité, mais la perméabilité augmentant, la résistance à l'engorgement reste élevée (SABA 11, SABA 61, SABA 51). Ce qu'il faut dans ces cas, c'est éviter la dessiccation du sol provoquant la diminution de l'eau utilisable qui, aggravée par la forte perméabilité, donne au sol une humidité édaphique très basse et le rend impropre à la culture (GE 31, BDMT 43).

Dans les tourbes jeunes, les argiles organiques et les horizons de profondeur, la perméabilité baisse, mais la porosité acquiert des valeurs excessivement élevées, d'où une variation relativement faible de la résistance à l'engorgement qui reste en majorité dans les limites : assez bonne à exceptionnelle.

Seuls quelques cas isolés présentent des valeurs médiocres, alors que l'indice général de structure s'échelonne depuis les valeurs très bonnes jusqu'aux valeurs très mauvaises.

Cette bonne résistance à l'engorgement permet l'utilisation des sols organiques même avec une nappe phréatique très peu profonde (30 cm à 40 cm).

### 3. LES SOLS DE BANANERAIES AUTRES QUE LES SOLS MARÉCAGEUX

On a pris l'habitude en Côte d'Ivoire de classer les sols d'après la nature de la roche mère, du fait de l'action généralement primordiale de la roche mère sur l'évolution du sol. Par exemple, les sables tertiaires

## SOLS DE L'AGNEBY

Nature du sol	Tourbe un peu argileuse							Tourbe sur argile				Argile organique							
	BM 11	BM 12	SABA 11	SABA 12	BM 41	BM 42	BM 31	GE 41	GE 42	GE 11	GE 12	BDMT 11	BDMT 12	BDMT 41	BDMT 42	BDMT 21	BDMT 22	BDMT 43	
Numéro																			
Profondeur en cm	0-20	40-50	0-20	40-60	0-20	40-50	0-20	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-20	40-50	0-10	
Porosité totale %	81,2	97,3	79	92,1	84	92,1	83,3	89,9	95,2	83,3	91,6	93	88,4	80,5	92,1	88	89,9	49	
Poids spécifique réel	1,65	3,16	1,66	1,65	1,68	2	1,6	1,45	1,49	1,84	1,69	2,7	2,14	2,13	2,27	1,77	1,96	1,556	
Poids spécifique apparent	0,31	0,085	0,35	0,13	0,27	0,15	0,26	0,14	0,07	0,31	0,13	0,19	0,24	0,41	0,18	0,213	0,196	0,79	
Humidité équivalente pF 3 (% du volume)	38,2	28,7	37	35,6	43,4	40	42,7	40	29,5	39,3	34	34	32,7	39,5	22,5	36,5	37,5	27	
Point de flétrissement pF 4,2 (% du volume)	22	17,3	25,4	28,3	29,5	33,4	26,3	20,4	18,4	36,2	31,5	27,4	25,3	33,6	15	35,5	27,9	24,6	
Teneur en air %	43	68,6	42	56,5	40,6	52,1	40,6	49,9	66,7	44	37,6	59	55,7	41	69,6	51,5	52,4	22	
Porosité utile Pu %	59,2	80	53,6	63,8	54,5	56,7	57	69,5	76,8	47,1	60,1	65,6	63,1	46,9	77,1	52,5	62	24,4	
Eau utilisable Eu %	16,2	11,4	11,6	7,3	13,9	6,6	16,4	19,6	11,1	3,1	2,5	6,6	7,4	5,9	7,5	1	9,6	2,4	
Stabilité structurale S	60,4	67,4	89,7	51,4	59,8	40,8	91,9	39	66,8	60,2	58	40,6	33,7	46,8	38,4	28,8	35,6	82	
Perméabilité K (cm/heure)	2,05	3,85	15	1,4	3,4	0,67	17,5	0,53	2,9	3,55	1,57	0,44	0,53	1,18	0,48	0,23	0,76	8,3	
Observations	exploité depuis 21 ans sol évolué tassement de 120 cm		exploité depuis 22 ans sol évolué tassement de 80 cm		défrichement ancien exploitation récente		défrichement ancien exploitation récente		exploité depuis 4 ans		débroussé depuis 20 ans cultivé depuis 10 ans		terrain récemment défriché		10 ans de culture		terrain récemment défriché		moties totalement sèches à la surface du sol

de la zone côtière d'une part, les roches basiques d'autre part, impriment aux sols des caractères très particuliers. Néanmoins, les sols sur roches basiques peuvent différer considérablement suivant que l'on se trouve dans la zone des sols faiblement ferrallitiques ou ferri-sols. (Région Nord de Divo) ou dans la zone des sols ferrallitiques très lessivés (Région d'Alépé, Comoë). Enfin, en ce qui concerne les sols sur granites ou schistes, il est souvent très difficile de distinguer entre eux les sols ferrallitiques de plateau ; les sols de bas-fonds, par contre, sont généralement plus sableux dans le cas des granites.

Nous continuerons, pour des raisons d'ordre pratique, à adopter cette classification qui, bien qu'imparfaite, reste valable dans une région climatique donnée.

#### a) Sols sur sables tertiaires.

Nous ne donnons pas ici les propriétés physiques des sols sur sables tertiaires, car il n'y a pas de bonnes bananeraies installées sur plateau ou pente dans cette zone. Ces sols sont, en effet, chimiquement pauvres ; ils ont une rétention d'eau très faible et une perméabilité très élevée, ce qui leur confère une humidité édaphique très basse ; même sous climat à forte pluviométrie, les bananiers souffrent souvent de sécheresse dans ces sols (Coopérative Bananière de Brofodoumé) ; dans la zone côtière, les bonnes bananeraies de la zone des sables tertiaires sont installées dans les bas-fonds (exemple Agnéby) ou sur les bas de pente plus humides.

#### b) Sols sur granites.

En ce qui concerne les sols sur granite au contraire, ce sont les sols de plateau qui présentent le plus fréquemment des propriétés physiques ou chimiques favorables ; certains bas-fonds sont néanmoins utilisables.

Comme exemple nous avons les sols suivants :

- Plantation de MAMINI (Nord Akoupé) ;
- Plantation BASILE (Route N'Douci, Toumodi) ;
- Plantation BOSSARD (Nord-Ouest de Sassandra).

La plantation de Mamini est entièrement sur plateau.

Nous avons analysé un sol sous forêt (MM 5) et des sols défrichés depuis 1 et 2 ans.

Ces sols, moyennement argileux en surface, deviennent fortement argileux à 50 cm de profondeur.

Leur porosité totale est assez élevée, l'humidité équivalente est moyenne mais la différence (humidité équivalente — point de flétrissement), qui est moyenne dans le sol sous forêt, s'abaisse assez fortement dans les sols mis en culture. La perméabilité de ces sols, qui varie de 4 à 7 cm/heure, est moyenne également.

L'indice général de structure, qui est moyen à assez bon dans le sol sous forêt, devient médiocre dans les sols cultivés (MM 21, MM 11) ; l'humidité édaphique, assez bonne dans le sol sous forêt, s'abaisse assez nettement après culture.

La capacité pour l'air et la résistance à l'engorgement sont très bonnes, qu'il s'agisse du sol sous forêt ou des sols cultivés. Les propriétés physiques de ces

sols sont très correctes au départ, elles se dégradent assez vite sous culture.

Les sols de la Plantation Basile, après un an de culture, ont des propriétés voisines de celles de Mamini ; l'indice de structure est légèrement supérieur ainsi que l'humidité édaphique ; la résistance à l'engorgement est un peu plus faible mais néanmoins bonne.

Les sols de la Plantation Bossard occupent des bas de pentes et bas-fonds ; ils sont exploités également depuis 1 an et 2 ans. L'échantillon BOS. 1 (bas-fond) possède en surface des propriétés très voisines de Basile 1 : porosité assez bonne, humidité équivalente moyenne, eau utilisable assez médiocre, très bonne teneur en air, perméabilité moyenne ; l'indice général de structure est moyen, l'humidité édaphique assez bonne, la résistance à l'engorgement très bonne.

Par contre, en profondeur, on note une perméabilité très basse et une humidité édaphique très élevée, ce qui est dû, vraisemblablement, aux caractères hydro-morphes de cet horizon.

L'échantillon BOS. 31 a des propriétés physiques d'ensemble beaucoup plus médiocres que BOS. 11 en raison du faible taux de matière organique = 0,95 % contre 2,4 % (BOS. 11).



*En résumé* les sols sur granites ont une structure assez bonne à l'état vierge, devenant moyenne, parfois médiocre, après culture. L'humidité édaphique est correcte, elle peut être élevée en profondeur dans les sols de bas-fonds ; la résistance à l'engorgement est bonne à très bonne dans tous les sols.

### c) Sols sur schistes birrimiens.

#### *Sols de plateaux et pentes.*

Échantillons analysés :

— Plantation SAINTE-THÉRÈSE à Azaguié (ST. 1-2 et 3) ;

— Plantation Walter SCHLATTERER à Azaguié (WS. 1-3 et 4).

Dans l'ensemble, les sols de plateau et pente sur schistes ont des propriétés très voisines des sols de plateau sur granites.

Le sol sous forêt (ST. 11) a des propriétés très voisines du sol sous forêt (MM. 51, granite) : structure assez bonne, humidité édaphique moyenne, très bonne résistance à l'engorgement.

De même que dans les sols sur granite, la structure se dégrade après culture ; dans ST. 21 et ST. 31 (1 à 2 ans de culture), la structure n'est plus que moyenne ; par contre, l'humidité édaphique reste inchangée et elle est en moyenne légèrement supérieure à celle des sols cultivés sur granite ; la résistance à l'engorgement reste bonne à très bonne.

Dans les sols de la Plantation Walter SCHLATTERER (WS. 11-WS. 31), la structure est plus dégradée : médiocre dans WS. 11 elle devient nettement mauvaise dans WS. 31. Ce dernier sol cultivé depuis 15 ans ne donne plus que de faibles rendements malgré de gros amendements ; c'est le sol dont l'indice général de structure est le plus bas.

La résistance à l'engorgement est également plus faible dans ces deux sols, moyenne dans WS. 11, elle devient très médiocre dans WS. 31 en raison de la perméabilité très basse ; par contre, l'humidité édaphique reste constante et assez élevée.

Le sol WS. 41, qui est un bon terrain, possède un indice de structure plus élevé, et une résistance à l'engorgement très bonne.

Il est intéressant de noter que, dans tous ces sols, la dégradation de la structure ne modifie pas l'humidité édaphique, ce dernier facteur semble être une constante d'un type de sol donné.



PHOTO 2. — Parcelle en voie de déforestation :  
abattage et brûlage des bois ; établissement du  
drainage. Lisière de forêt à Symplonia.  
(Photo Leneuf.)

### *Sols de bas-fonds et bas de pente.*

Les échantillons analysés sont les suivants :

- Plantation SAINTE-THÉRÈSE à Azaguié (ST. 5-7) ;
- Plantation GELIN à Agboville (GEL. 1-2-3) ;
- Plantation LESCAILLET à Abgoville (LES. 1-2) ;
- Plantation Walter SCHLATTERER à Azaguié (WS. 5).

Les sols de bas-fonds sur schistes ou micaschistes, parfois mélangés avec des alluvions, sont en moyenne moins argileux que les sols de plateau, par contre, ils sont très riches en sable fin et pauvres en sable grossier, ce qui leur confère certaines propriétés physiques.

GEL. 11, moyennement argileux, a une humidité édaphique très élevée en surface et encore plus élevée en profondeur, ce qui permet à ce sol de ne pas souffrir de la sécheresse et de donner de bonnes récoltes.

Par contre, GEL. 31, beaucoup plus sableux, a une humidité édaphique plus faible et souffre de la sécheresse ; GEL. 41 a des propriétés intermédiaires ; ces sols sur alluvions ont une structure assez médiocre, leur résistance à l'engorgement assez bonne en surface

devient très médiocre en profondeur et ces sols nécessitent fréquemment un drainage.

Les sols de bas-fond de la plantation SAINTE-THÉRÈSE (ST. 5 et ST. 7) se différencient peu *en surface* des sols de plateau ; la structure est sensiblement la même moyenne à assez bonne (en particulier ST. 7 est un sol de bas-fond assez riche) ; leur humidité édaphique est identique ; la résistance à l'engorgement est très bonne.

Par contre, *en profondeur*, on note une très forte humidité édaphique (ST. 72) identique à celle de la Plantation GELIN (GEL. 12-GEL. 42) avec une perméabilité très basse et une résistance à l'engorgement très médiocre.

Les sols de la Plantation LESCAILLET (LES. 1-LES. 2) se trouvent sur micaschiste ; malgré une texture peu argileuse, mais riche en sable fin, leur humidité édaphique en surface est élevée ; la structure est meilleure sous forêt (LES. 21) que sous culture (LES. 11) ; l'indice de structure passe de assez bon à médiocre, sous l'influence de la culture ; l'humidité édaphique reste constante, la résistance à l'engorgement est assez



PHOTO 3. — Vue générale de la zone de bananeraies sur les sols tourbeux de l'Agneby, à la limite des collines de sable tertiaire.

(Photo Leneuf.)

## SOLS SUR GRANITES

## SOLS SUR ROCHES BASIQUES

Topographie	plateau			plateau			bas fonds			sol en pente			zone de plateau		zone basse	
	BAS 11	BAS 12	MM 11	MM 21	MM 22	MM 51	BOS 11	BOS 12	BOS 31	IRO 861	IRO 862	IRO 881	BAF 0	BAF 1	BAF 21	BAF 22
Numéro	BAS 11	BAS 12	MM 11	MM 21	MM 22	MM 51	BOS 11	BOS 12	BOS 31	IRO 861	IRO 862	IRO 881	BAF 0	BAF 1	BAF 21	BAF 22
Profondeur en cm	0-10	40-60	0-15	0-10	40-50	0-10	0-10	40-60	0-10	0-15	40-50	0-20	0-10	0-10	0-10	40
Porosité totale % du volume	50,5	52,5	59	58	62	55	59	60	51	68	70,2	64	61,5	52,5	59	55,5
Humidité équivalente pF 3 (% du volume)	15,6	17,2	16,8	18,5	22	20,4	16,7	21,5	12,7	32,5	29	29,3	23	20,5	20	18,2
Point de flétrissement pF 4,2 (% du volume)	8,6	12,2	12,8	13,6	15,6	11,2	10,1	13,4	8,75	22,3	23,5	19,7	16	10,2	13,7	8,61
Teneur en air A % du volume	34,9	35,3	42,2	39,5	40	34,6	42,3	38,5	38,3	35,5	41,2	34,7	38,5	32	39	37,3
Porosité utile Pu %	41,9	40,3	46,2	44,4	46,4	43,8	48,9	46,6	42,25	43,7	46,7	43,3	45,5	42,3	45,3	46,8
Eau utilisable Eu %	7	5	4	4,9	6,4	9,2	6,6	8,1	3,95	10,2	5,5	9,6	7	10,3	6,3	9,6
Stabilité structurale S	66,8	50,6	66,4	65,5	64,2	71,6	65,4	39,4	59,2	70,9	47,2	66,6	69,8	45	72,8	50,6
Perméabilité K (cm/heure)	3,4	1,95	4,3	4,5	5,8	7,2	3,55	0,95	3,35	3,6	1,08	2,27	2,75	1,31	5,3	1,96
Observations	plantation 1 an		plantation 18 mois	plantation 1 an		forêt	plantation 2 ans		plantation 1 an	sols chimiquement riches propriétés physiques assez bonnes			plantation ancienne		brousse secondaire sol assez sec	

## SOLS SUR SCHISTES

Topographie	bas de pente		bas fonds			pente			bas de pente		bas fonds		pente		plateau		pente		bas fonds	
	ST 51	ST 71	ST 72	ST 11	ST 21	ST 31	LES 11	LES 21	WS 11	WS 31	WS 32	WS 41	WS 51	WS 52						
Numéro	ST 51	ST 71	ST 72	ST 11	ST 21	ST 31	LES 11	LES 21	WS 11	WS 31	WS 32	WS 41	WS 51	WS 52						
Profondeur en cm	0-10	0-15	40-50	0-10	0-10	0-10	0-10	0-20	0-20	0-15	30-40	0-15	0-15	40-60						
Porosité % du volume	51,5	56	57	59	55,5	60	53	59,5	49,5	63,5	64	62,5	50,5	52						
Humidité équivalente pF 3 (% du volume)	14,4	17	20	19,3	14,4	18,4	16	19,6	18,5	20	14,8	20,8	14,4	13,43						
Point de flétrissement pF 4,2 (% du volume)	6,5	7,55	9,4	10,4	7,65	10,9	7,8	8,35	9,75	16	12,6	12,8	8,65	5,63						
Teneur en air A % du volume	37,1	39	37	39,7	41,1	41,6	37	39,9	31	33,5	42,9	41,7	42,1	38,57						
Porosité utile Pu %	45	48,45	47,6	48,6	47,85	49,1	45,2	51,15	39,75	47,5	51,4	49,7	47,85	46,35						
Eau utilisable Eu %	7,9	9,45	10,6	8,9	6,75	7,5	8,2	11,25	8,75	4	2,2	8	5,75	7,78						
Stabilité structurale S	69,2	69,8	30,4	74,9	70,2	60,2	52,8	56,6	58,8	43,8	28,6	67,3	71	40,4						
Perméabilité K (cm/heure)	5	4,06	0,33	6,1	3,4	2,37	1,9	2,3	1,96	0,7	0,24	3,55	3,05	0,62						
Observations	plantation 1 an	bas fonds assez riches		sol de forêt	plantation 1 an	jeune plantation	plantation 1 an	débroussaillage forêt	sol assez dégradé	sol très dégradé 15 ans de culture faibles rend.	10 ans de culture de culture bon terrain	hydromorphie de profondeur								

## SOLS SUR ALLUVIONS

Topographie	Fiat alluvial sur roche basique			Terrasse ancienne			Zone basse		Terrasse plane			Terrasse plane				
	OR 1	OR 2	OR 3	BAC 41	BAC 51	BAC 52	GRA 11	GRA 21	MOT 31	MOT 32	MOT 41	GEL 11	GEL 12	GEL 31	GEL 41	GEL 42
Numéro	OR 1	OR 2	OR 3	BAC 41	BAC 51	BAC 52	GRA 11	GRA 21	MOT 31	MOT 32	MOT 41	GEL 11	GEL 12	GEL 31	GEL 41	GEL 42
Profondeur en cm	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15	40-60	0-10	0-10	0-10	40-60	0-20	0-15	50-60	0-20	0-20	50-60
Porosité % du volume	51,5	57	60	53	49	55,5	55	55	62	65,5	62	56	59	56	54	55,5
Humidité équivalente pF 3 (% du volume)	19,9	16,6	20,8	15,6	17,6	18,7	14	17,4	25,5	25,7	20,2	17,2	16,5	12	14,2	14,8
Point de flétrissement pF 4,2 (% du volume)	10,3	9,6	12,2	8,2	10,2	15	7,3	9,3	10,4	16,7	8,45	6,7	8,35	7,8	7,3	8,8
Teneur en air A % du volume	31,6	40,4	39,2	37,4	31,4	36,8	41	37,6	36,5	39,8	41,8	38,8	42,5	43	39,8	40,7
Porosité utile Pu %	41,2	47,4	47,8	44,8	38,8	40,5	47,7	45,7	51,6	48,8	53,65	49,3	50,65	48,2	46,7	46,7
Eau utilisable Eu %	9,6	7	8,6	7,4	7,4	3,7	6,7	8,1	15,1	9	11,75	10,5	8,15	5,2	6,9	6
Stabilité structurale S	56	58	58	65,9	61,6	52	63	66,7	48,8	38,2	32,2	45,2	28,4	70,4	57,6	32,4
Perméabilité K (cm/heure)	2,65	2,65	2,65	4,25	3,5	1,88	3,95	4,45	1,12	0,59	0,74	1,36	0,52	5,4	2,5	0,43
Observations	vieux plantation			forêt dégradée			plantation 20 ans moyenne médiocre		plantation médiocre		sol engorgé	plantation 3 ans bon terrain humide		terrain sec en surface	plantation 4 ans drainage	



PHOTO 4. — Bananeraies sur sols tourbeux de l'Agneby. Brise-vent de bambous protégeant les bananiers. En arrière-plan, forêt à Symphonia. (Photo Leneuf.)



bonne en surface ; ces sols nécessitent quelques travaux de drainage.

Le sol WS. 5 de la Plantation Walter SCHLATTERER est très sableux en surface et a une humidité édaphique



un peu plus faible que la moyenne des sols sur schistes, par contre en profondeur, sous l'action de l'hydromorphie, sa perméabilité devient très basse et son humidité édaphique élevée. Sa résistance à l'engorgement, très bonne en surface, est médiocre en profondeur.

*En résumé* les sols sur schistes ont des propriétés physiques voisines de celles des sols sur granites ; leur structure assez bonne à l'origine sous forêt et dans les plantations bien entretenues peut se dégrader sous l'influence de la culture et devenir mauvaise ; l'humidité édaphique est en moyenne un peu plus élevée dans les sols sur schistes que dans les sols sur granite, ceci est surtout sensible dans le cas des sols sur mica-schistes ; enfin, dans les bas-fonds, les sols sur schistes présentent une très faible perméabilité en profondeur et nécessitent souvent un drainage.

#### d) Les sols sur alluvions.

Comme exemple de sols sur alluvions, nous avons les plantations suivantes :

- Plantation C. I. A. A. au Nord de Motobé sur la Comoë ;
- Plantation BANACOMOE au Nord d'Akoupé, sur la Comoë ;
- Plantation ORANGE à Singrobo, sur alluvions du Bandama.

PHOTO 5. — Forêt de la Bia hydrophile (type à Mapania) sur granodiorite. (Photo Leneuf.)



PHOTO 6. — Route Lakota-Sassandra Côte d'Ivoire : forêt débroussée pour l'installation de bananeraies africaines, avec chaos granitiques. (Photo Leneuf.)

— Plantation GRANDERIE sur alluvions du Sassandra.

Les propriétés de ces sols présentent plus de variétés que dans le cas des sols sur schistes ou granites.

Les sols des Plantations BANACOMOE (BAC. 41-BAS. 51) et GRANDERIE (GRA. 11-GRA. 21) ont des propriétés très voisines des sols sur schistes : structure moyenne, humidité édaphique moyenne, résistance à l'engorgement bonne et très bonne en surface, assez bonne en profondeur. Ces sols sont en effet assez peu argileux et moyennement riches en limon et sable fin.

Les sols de Motobé, par contre, sont un peu plus argileux et très riches en limon et sable fin, il en résulte une humidité édaphique très élevée; le sol MOT. 31, qui a un indice de structure assez bon et une résistance à l'engorgement moyenne, donne des récoltes moyennes. Par contre, le sol MOT. 41, dont la perméabilité est très basse, l'indice de structure très médiocre, la résistance à l'engorgement plutôt médiocre, manque de drainage et d'aération; il y a souvent pourriture des racines inférieures; les propriétés physiques mesurées sont tout à fait en accord avec les observations sur le terrain (en particulier l'humidité édaphique est la plus élevée et la résistance à l'engorgement la plus basse de tous les sols de bananeraies).

La Plantation ORANGE a des propriétés intermédiaires, humidité édaphique assez élevée en moyenne (plus élevée que la moyenne des sols sur schistes), structure moyenne à médiocre, résistance à l'engorgement assez bonne à bonne. Ces sols résistent donc très bien à la sécheresse, et ne souffrent pas de phénomènes

d'engorgement sauf dans les cuvettes non drainées; il serait seulement nécessaire d'améliorer un peu la structure par du paillage, et d'évacuer l'eau excédentaire des zones basses.

#### e) Les sols sur roches basiques.

Nous avons étudié en détail les propriétés de ces sols dans le rapport sur la région Nord de Divo. Ils se caractérisent généralement par une très bonne stabilité structurale qui s'accompagne parfois d'une forte perméabilité (terres brunes) et seulement d'une perméabilité moyenne dans le cas des sols rouges ferrallitiques (IRO. 861). La perméabilité diminue toujours assez nettement en profondeur.

La porosité et l'humidité équivalente sont élevées, mais le point de flétrissement est *toujours très élevé*. L'humidité édaphique est seulement moyenne (terres rouges), parfois médiocre en surface (terres brunes); elle est moyenne en profondeur; par contre la résistance à l'engorgement est très bonne (terres rouges), parfois exceptionnelle (terres brunes).

Les terres rouges possèdent donc des propriétés physiques d'ensemble meilleures que les terres brunes dans lesquelles les bananiers ont tendance à souffrir de la sécheresse. L'indice de structure qui est assez bon (IRO. 861) peut être bon et parfois très bon dans le cas des terres brunes; la forte teneur en matière organique donne au sol une structure très grumeleuse et très stable en surface, mais il faut une bonne pluviométrie pour obtenir de très bonnes récoltes sur ces sols.

(A suivre.)

# LES SOLS DE BANANERAIES DE LA COTE-D'IVOIRE <sup>(1)</sup>

(Fin)

par B. DABIN et N. LENEUF

*Pédologues.*

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

## 4. LES SOLS : TENEURS EN OLIGO-ÉLÉMENTS

Sur un certain nombre d'échantillons de sols choisis en fonction de leur origine géologique, de leur position topographique et de leur ancienneté d'exploitation, les dosages de certains oligo-éléments ont été réalisés :

Mn — Fe — Cu — Zn — Mo — Co — V

L'extraction a été effectuée par une solution acétique à 2,5 % à pH 2,5 — 40 g. de sol sont mis en contact et agités dans 800 cm<sup>3</sup> de cette solution pendant 16 heures. Le dosage des oligo-éléments est effectué par spectrographie d'arc. Les résultats sont exprimés en p. p. m. (parties par million).

Le premier intérêt de ces dosages a été de donner des indications sur les échelles de variations des teneurs en oligo-éléments pour les principaux types de sols de bananeraies, et de montrer les rapports éventuels de ces variations avec la roche-mère et les influences culturelles. Ce travail n'est qu'un premier dégrossissement de l'étude des oligo-éléments dans le sol et de leur influence sur la nutrition minérale du bananier : il permettra peut-être de déceler ou de prévoir des phénomènes de carence ou de toxicité, lorsque les conditions culturelles provoqueront des modifications profondes dans l'état physico-chimique des sols.

Les résultats obtenus par la méthode d'extraction à l'acide acétique à 2,5 % ne donnent pas forcément des teneurs en oligo-éléments susceptibles d'être assimilables par le bananier : cependant, ils pourront servir de premiers tests pour des comparaisons avec les résultats d'un diagnostic foliaire et donneront une première impulsion à des études plus détaillées sur cette question très importante des oligo-éléments. Le dépouillement des résultats a été fait pour l'horizon organique superficiel. Des indications seront données dans certains profils sur l'évolution des teneurs en oligo-éléments en profondeur.

### MANGANÈSE

Cet oligo-élément présente l'échelle de variations la plus vaste dans l'horizon organique des divers sols de bananeraies : 3 à 1 788 p. p. m.

Nous distinguerons :

- des sols à haute teneur en Mn : < 100 p. p. m.
- des sols à moyenne teneur en Mn : 10 à 100 p. p. m.
- des sols à faible teneur en Mn : > 10 p. p. m.
- Sols à haute teneur en Mn (> 100 p. p. m.).

Ce sont :

1. Tous les sols sur roches basiques (dolérites ou amphibolites) du type ferrallitique ou hydromorphe, où les teneurs maximum en Mn sont en relation très étroite avec la teneur en matière organique. (Sols de Groh et Brimbo (Bafecao) : 126 à 1 788 p. p. m.).
2. Des sols sur alluvions peu profondes reposant sur une zone d'altération de roches basiques : sols de la plantation Orange à Singrobo : 119 à 250 p. p. m.
3. Des sols organiques tourbeux, peu épais, reposant sur des argiles alluviales et ayant reçu de fortes fumures minérales à base de chaux, chaux ma-

gnésienne et scories. Sols de la plantation SGAC, route Dabou : 244 p. p. m.

4. Quelques sols de zone granitique, sur plateau (235 p. p. m. à Mamini-2) ou en bas-fonds (149 p. p. m. à Bossard 1).

5. Un sol hydromorphe en zone schisteuse de culture ancienne : 297 p. p. m. à Walter-Schlatterer-5.

Dans l'ensemble de ces sols dont la teneur en Mn est supérieure à 100 p. p. m., nous avons fréquemment des teneurs élevées en matière organique : les valeurs du pH sont presque toujours supérieures à 6 et peuvent s'élever jusqu'à 8.

— Sols à faible teneur en Mn (< 10 p. p. m.).

(1) Voir *Fruits*, vol. 15, n° 1, p. 3 à 27.  
vol. 15, n° 2, p. 77 à 88.

Ce sont des sols de zone schisteuse sous forêt ou forêt récemment débroussée (Sainte-Thérèse 1 et 2), des sols tourbeux de l'Agnéby ou des vallées lagunaires n'ayant encore reçu aucun amendement, des sols sur alluvions de la basse Comoë (Motobé).

Le pH de ces sols est toujours très acide : variation de 3,8 à 5,10. Les teneurs en matière organique sont faibles dans les sols non tourbeux (0,6 à 2,0 %).

— *Sols à teneur moyenne en Mn* (10 à 100 p. p. m.).

Une large gamme de sols est représentée entre ces limites. La répartition des valeurs de 10 en 10, de 0 à 100 p. p. m., montre un groupement très important entre 0 et 50 p. p. m., avec une pointe de 0 à 30 p. p. m., et un petit groupement de valeurs entre 60 et 90 p. p. m. (voir fig. 1).

Ces valeurs les plus fortes, supérieures à 50 p. p. m., correspondent en général à des sols de zone schisteuse améliorés au point de vue minéral par des amendements et engrais (profils WS 4, GEL 3), à des sols de zone granitique qui semblent avoir à l'origine des teneurs assez fortes en Mn (plantations Mamini et Bossard), à des sols tourbeux d'exploitation ancienne, très enrichis en chaux, chaux magnésienne et scories (Nieky : BM 1), et à des sols à hydromorphie temporaire sur allu-

vions anciennes (Granderie et Banacomœ),

Quelques résultats, obtenus sur des horizons profonds, montrent que les teneurs en Mn décroissent très rapidement en profondeur (30 à 50 cm) dans la plupart des sols. Elles deviennent parfois très faibles (sols hydromorphes de zone schisteuse ou des vallées lagunaires) : elles se maintiennent à des valeurs plus élevées dans les sols lessivés de granites ou de roches basiques.

Citons un cas particulier où la teneur en Mn croît en profondeur : alluvions de la Comoë à Motobé.

En résumé, nous avons une échelle très vaste de teneurs en Mn. Dans la plupart des sols, les teneurs en Mn sont modérées et il n'y a pas de risques de toxicité dans les sols à pH < 5. Dans les sols à teneur supérieure à 100 p. p. m., en particulier sur roches basiques, la présence d'une quantité importante de Mn peut laisser présager des risques de toxicité si un abaissement important du pH survenait à la suite d'excès culturaux. Il serait intéressant de doser dans ces sols d'autres formes de Mn (Mn échangeable ou Mn facilement réductible), formes qui ont des rapports plus étroits que Mn acétique avec la physiologie et la nutrition minérale de la plante. Une autre remarque s'impose également, c'est l'apport très important de manganèse avec

les amendements et fumures minérales:

— DAMOLON et BROUET (1914) :  
3,93 à 5,54 % de manganèse total dans les scories Thomas.

1,50 à 3,57 % de manganèse soluble dans l'acide acétique, dans les mêmes scories.

— YOUNG (R. S.) (1935) :  
0,147 à 0,162 % de manganèse total dans les phosphates naturels.

— TURNER (P. E.) (1903).  
0,029 à 0,052 % de manganèse dans la chaux de Trinidad (cité par LEROUX, 1951).

Nous citerons les chiffres suivants pour les sols ayant reçu de fortes améliorations minérales (chaux, chaux magnésienne et scories).

— Plantation SGAC, km 17, route Dabou.

Sol de plantation (BAR 1) : 224 p. p. m. ;

Sol de marécage non exploité (BAR 3) : 5 p. p. m.

— Plantation Bonjour-Martinet au Nieky.

— Plantation ancienne (BM 1) : 84 p. p. m. Plantation récente (BM 4) (1957) : 5 p. p. m.

— Zone schisteuse d'Azaguié.

— Plantation ancienne (WS 4) : 67 p. p. m. Forêt (ST 1) : 5 p. p. m.

## FER

Les teneurs en Fe extractible à l'acide acétique à 2,5 % sont réparties de 0,4 à 117 p. p. m. Un tableau représentant la fréquence des valeurs rencontrées de 5 en 5 p. p. m. montre un groupement important décroissant de 0 à 20 p. p. m., une autre groupement moins important de 25 à 35 p. p. m., quelques valeurs de 40 à 50 p. p. m. et une valeur isolée à 117 p. p. m. (voir fig. 2).

Les teneurs les plus faibles (0 à 5 p. p. m.) sont observées dans des sols à pH relativement élevé, fréquemment supérieur à 6. Les teneurs supérieures à 5 p. p. m. ne semblent pas avoir de relations particulières avec le pH qui peut varier pour les différentes catégories (5 en 5 p. p. m.) de 4 à 6, en moyenne, restant cependant dans un domaine nettement acide.

Parmi les valeurs les plus élevées,

nous avons des sols sur schistes et sur sables tertiaires dont le pH ne dépasse pas 6,5.

Les sols tourbeux sont répartis dans l'ensemble de l'échelle (0 à 50 p. p. m.).

En profondeur, la teneur en Fe est proche de celle de l'horizon superficiel ; elle aurait plutôt tendance à croître dans certains sols hydromorphes (BAR 3- ST 7-NH 1 et 3).

## CUIVRE

Les teneurs en cuivre se répartissent de 0,2 à 13,5 p. p. m. ; mais la plupart

des valeurs sont comprises entre 0,2 et 1,5 p. p. m.

Les teneurs supérieures à 2 p. p. m. peuvent être considérées comme rela-

tivement riches. Nous y trouvons différents types de sols parmi lesquels nous citerons :

- des sols tourbeux : *plantation Bonjour-Martinet* : 3-4 et 7 p. p. m. pour des sols assez récemment exploités et encore peu enrichis au point de vue minéral. *Plantation SGAC, route Dabou* : 4,5 p. p. m. pour une terre très fortement amendée.
- des sols mal drainés sur alluvions : *Motobé* : 2 p. p. m.
- un sol de bas-fond de zone schisteuse encore sous forêt : *Niaho 6* : 4 p. p. m.
- un sol ferrallitique sur granite : *Mamini 1* : 3,5 p. p. m.

Les teneurs en Zn se répartissent de 0,44 à 11,1 p. p. m. pour l'ensemble des échantillons ; les valeurs sont surtout groupées entre 0,4 et 4 p. p. m. avec une pointe particulièrement accusée entre 1 et 2 p. p. m. (voir tableau 4), ce qui correspond à une moyenne plutôt faible.

Parmi les sols les mieux pourvus en Zn (4 à 11 p. p. m.), nous trouvons tous les sols tourbeux ou argileux des plantations du Nieké et de certains secteurs des vallées lagunaires. Il n'y a pas eu enrichissement indirect par des apports minéraux puisque dans ce lot sont inclus des sols vierges tourbeux : 3,7 p. p. m. pour GB 7-7,03 p. p. m. pour BAR 3, alors que le sol cultivé voisin contient 5,86 p. p. m.

Deux sols sur roches basiques (Bafe-

— un sol ferrallitique sur roche basique sous forêt : *Iro 86* : 13, 5 p. p. m.

Pour les teneurs variant de 0,9 à 2 p. p. m., nous avons un certain lot de sols tourbeux cultivés, de sols de bas-fonds schisteux et de sols sur roches basiques.

Les teneurs les plus faibles en cuivre de 0,2 à 0,3 p. p. m. sont trouvées dans des sols de marécages non cultivés (BAR. 3), de tourbes vierges (GB 7) ou sous forêt en zone schisteuse (ST 1 et 2, MAF 2, ABRA 2), dans un sol de bas-fonds de zone granitique (BOS 1) et certaines zones d'alluvions (Orange et Banacomoë).

L'amélioration de certaines teneurs

en cuivre semble être due en partie aux incidences culturales :

— Présence de cuivre dans les phosphates naturels : 0,29 à 1,8 mg pour 100 g dans des phosphates d'AFN (GRAMMONT, 1924).

— Apports par les bouillies cupriques de la lutte contre la cercosporiose.

Nous citerons quelques chiffres assez caractéristiques :

— SGAC. (Route Dabou) : *Plantation* : 4,5 p. p. m. ; *marécage* : 0,2 p. p. m.

— Nieké-Agnéby. *Plantation* : 1 à 7 p. p. m., *tourbe vierge* : 0,5 p. p. m.

— Région Azaguié. *Plantation* : 0,5 à 1,2 p. p. m., *forêt* : 0,3 p. p. m.

Pour des valeurs très faibles, les teneurs en cuivre semblent augmenter légèrement en profondeur.

## ZINC

cao et Iro 88), deux sols de bas-fonds de zone schisteuse (ST 7 et WS 5) sont également inclus dans ces sols les mieux pourvus en Zn (> 4 p. p. m.).

Parmi les sols les moins bien pourvus (2 p. p. m.), nous pouvons citer de nombreux sols sur schistes, les sols sur granites (Bossard 1 et 3 Basile 1, Mamini 2 et 5), les sols sur sables tertiaires, en plateau (GB 1) ou en bas-fonds (GB 4 et 6), des sols sur alluvions (Orange 1 et 2), Motobé 3 et 4, Banacomoë 4 et 5).

Les sols sous forêt en zone schisteuse ont des teneurs faibles (< 2 p. p. m.). Les sols sous forêt en zone de roches basiques ont des teneurs légèrement plus élevées (> 3 p. p. m.).

Selon M. PINTA, les teneurs en Zn

sont considérées comme correctes de 3 à 15 p. p. m., faibles et susceptibles de provoquer des carences lorsqu'il y a moins de 3 p. p. m. de Zn, et surtout moins de 1 p. p. m.

Or, suivant les observations de M. MOITY en Guinée, il semblerait que la carence en Zn, pour le bananier, se manifeste à des teneurs nettement plus élevées (moins de 8 à 10 p. p. m.). Si ce fait se vérifiait en Côte d'Ivoire, nous pourrions considérer la plupart des sols comme carencés et susceptibles de recevoir des apports de cet oligo-élément.

— Possibilités d'apports de Zn pour les phosphates naturels (5 à 27 mg pour 100 g dans les phosphates d'AFN, GRAMMONT, 1924), le nitrate de soude du Chili et la sylvinité.

## MOLYBDÈNE

Les teneurs en molybdène sont réparties sur une échelle très réduite pour des valeurs faibles : (0,01 à 0,06 p. p. m.) traduisant pour l'ensemble des sols une teneur générale très faible en cet élément et des différences peu significatives.

La plupart des échantillons ont des teneurs inférieures à 0,02 p. p. m. (47 sur 53 analyses).

Parmi les profils ayant une teneur

supérieure à 0,02 p. p. m., nous pouvons citer :

— les sols de zone tourbeuse :

BM 3 et BM 4 (< 0,03 et < 0,04 p. p. m.) : sols de plantations récentes,

BDMT 4 (< 0,03 p. p. m.) : argile organique,

GB 7 (0,05 p. p. m.) : tourbe vierge,

BAR 3 (0,04 p. p. m.) : sol marécageux organique vierge.

— Un sol de bas-fonds en zone schisteuse :

NH 2 (< 0,03 p. p. m.).

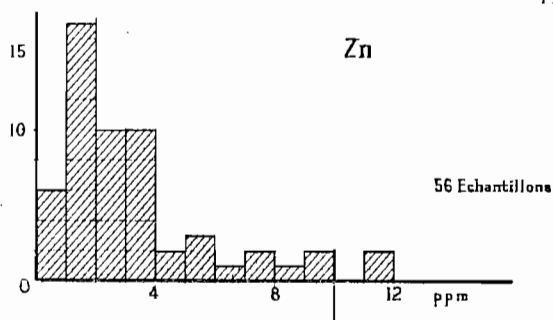
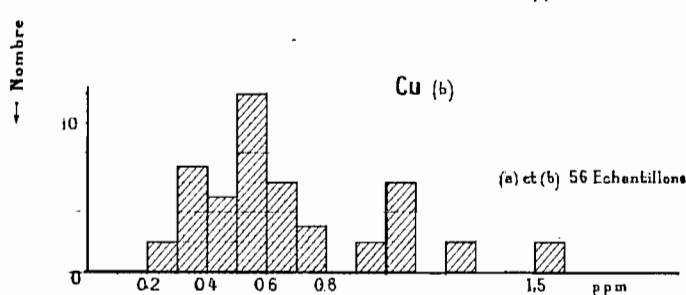
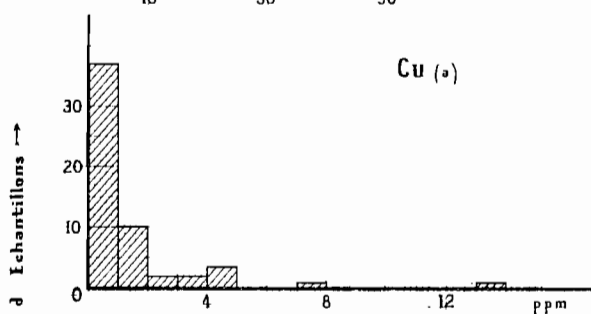
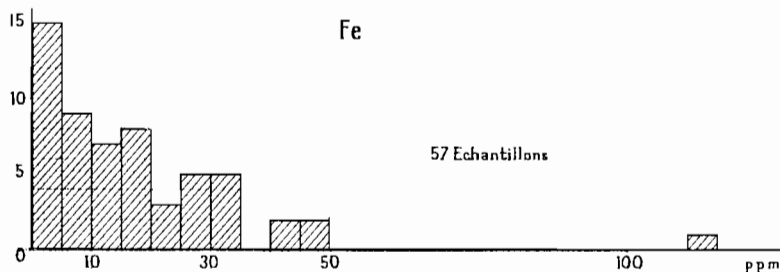
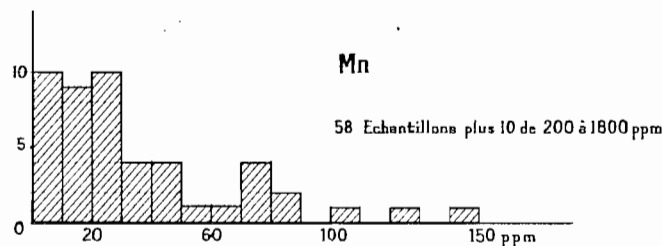
— Un sol hydromorphe sur roche basique :

Bafacao (< 0,06 p. p. m.).

Les teneurs en Mo sont sensiblement équivalentes en profondeur, exceptionnellement plus élevées (profil BAR. 3 variant de 0,03 à 0,05 p. p. m.).

## SOLS DE BANANERAIES DE CÔTE D'IVOIRE

RÉPARTITION DES TENEURS EN OLIGOÉLÉMENTS (Mn, Fe, Cu, Zn) EXTRACTIBLES A ...  
.. L'ACIDE ACÉTIQUE A 2,5%. (HORIZON SUPERFICIEL 0/15 cm)



## VANADIUM

Cet oligo-élément peut compenser dans une certaine mesure le molybdène. Il y a toujours plus de V que de Mo. Les teneurs en V sont réparties de 1 p. p. m. à <0,01 p. p. m., ce qui représente une échelle plus vaste que Mo :

- 40 échantillons : < 0,05 p. p. m.
- 4 échantillons : de 0,05 à 0,1 p. p. m.
- 9 échantillons : de 0,1 à 0,5 p. p. m.
- 2 échantillons : de 0,5 à 1 p. p. m.

Parmi les valeurs les plus élevées (0,1 p. p. m.), citons :

- des sols de zone schisteuse en plateau ou en bas-fonds :
  - ST 3 et GEL (0,8 p. p. m.),
  - ST 2 (0,4 p. p. m.),
- des sols de zone tourbeuse :
  - Agnéby : BM 1 (0,12), BM 3 (0,20),
  - BDMT 4 (1 p. p. m.).
  - Agnébi : GB 7 (0,12) tourbe vierge.
  - Vallées lagunaires : BAR 1 (0,40).
  - GB 4 et 6 (0,11 et 0,45 p. p. m.).
- Des sols mal drainés sur alluvions :
  - ORA 1 (0,20 p. p. m.).

Il est possible qu'un certains enrichissement du sol en vanadium puisse être mis en relation avec des apports minéraux.

Ex. : SGAC (route Dabou) :

- Plantation : 0,4 p. p. m.
- Marais : 0,04 p. p. m.

## COBALT

La répartition des teneurs en cobalt pour l'ensemble des plantations s'échelonne de 26,2 p. p. m. à <0,02 p. p. m.

La plupart des teneurs sont représentées par des valeurs faibles <0,1 p. p. m. (33 sur 56 échantillons).

Les valeurs supérieures à 1 p. p. m. sont strictement observées dans les sols sur roches basiques :

Bafecao : 1,11 p. p. m. (sol hydromorphe sur amphibolite).

IRO 85 : 1,8 p. p. m. (sol ferrallitique sur dolérite).

IRO 86 : 5,6 p. p. m. (sol ferrallitique sur dolérite).

Z. 2 : 26,2 p. p. m. (sol hydromorphe sur dolérite).



Z. 8 : 3,4 p. p. m. (sol ferrallitique sur dolérite).

Dans ces profils, les teneurs s'abaissent très rapidement à moins de 1 p. p. m. en profondeur.

Pour des valeurs situées entre 0,1 et 1 p. p. m. nous citerons les autres sols sur roches basiques, ou alluvions en contact avec ces roches, des sols sur alluvions (BAC, MOT), tous les sols sur granites (MM, BOS et BAS) et

quelques sols de bas-fonds en zone schisteuse (ST 7, GEL 1, LES 1, NH 3).

Les teneurs inférieures ou égales à 0,03 p. p. m. se retrouvent seulement dans certains sols tourbeux de l'Agnéby et vallées lagunaires, mais surtout dans les sols de zone schisteuse (plateau ou bas-fonds).

Les apports minéraux dans les plantations ne semblent pas avoir augmenté la teneur des sols en cobalt. Dans la

zone schisteuse, les sols sous forêt ou de plantations très récemment débroussées ont en général de meilleures teneurs en cobalt. La teneur en cobalt semble en relation assez étroite avec l'état d'évolution de la matière organique.

Les teneurs supérieures à 0,1 p. p. m. peuvent être considérées comme satisfaisantes. Les teneurs inférieures ou égales à 0,02 p. p. m. sont faibles.

De ces différents résultats sur les teneurs des sols de bananeraies en oligo-éléments, nous pouvons tirer quelques remarques générales.

— *Mn* : est facilement extrait et particulièrement abondant dans les sols issus de roches basiques et en proportion importante dans les sols sur granites. L'accumulation de Mn dans l'horizon superficiel se fait grâce à une matière organique très évoluée, à C/N bas et à un pH voisin de la neutralité. Mn est par contre peu abondant dans les sols très acides sous forêt ou les tourbes dont la matière organique peu évoluée a un C/N très élevé. Mn peut être apporté en abondance dans le sol par des amendements et engrais et notamment par les scories Thomas.

— *Co* : suit les lignes générales d'évolution de Mn : abondant dans les sols sur roches basiques et sols sur granites à matière organique évoluée. La culture semble avoir abaissé les teneurs en Co du sol, en particulier en zone schisteuse. Les apports minéraux n'ont pas modifié les teneurs en Co.

— *Fe* : extractible par l'acide acétique est très faible dans les sols issus de roches basiques à pH neutre et à matière organique très évoluée. Ce fait laisserait prévoir des phénomènes de chlorose dans ces sols dont la teneur totale en Fe est particulièrement élevée, ce qui semble, a priori, assez improbable.

— *Mo, V, Cu, Zn* présentent leurs teneurs les plus élevées en sols tourbeux ou mal drainés, dont la matière organique a un C/N relativement élevé et exceptionnellement sur des sols issus de roches basiques. Les proportions parfois relativement importantes de Cu et V peuvent résulter d'incidences culturales.

## 5. FERTILITÉ DES SOLS DE BANANERAIES

### LA MATIÈRE ORGANIQUE

Alors que tous les agronomes s'accordent à reconnaître l'utilité d'apporter au sol des amendements humiques, certains admettent difficilement une corrélation entre le taux de matière organique d'un sol et sa fertilité ; or à notre avis la matière organique est un des éléments de base de la fertilité du sol.

Il faut d'abord s'entendre sur le terme matière organique, car il faut différencier la matière organique brute de la matière humifiée. Dans les sols, nous avons généralement un mélange des deux et, si nous faisons les dosages globaux de carbone et d'azote, le rapport C/N s'échelonne dans la grande majorité des cas de 7 à 13.

Les valeurs plus élevées indiquent une matière organique à décomposition lente (sols de bas-fonds).

Si nous nous limitons aux cas les plus fréquents (C/N de 7 à 13), et si nous considérons des intervalles assez

larges dans les teneurs en matière organique, les taux d'azote total correspondants sont les suivants :

N ‰/100	Matière organique %
0,1 à 0,25	0,17 à 0,43
0,25 à 0,45	0,43 à 0,76
0,45 à 0,8	0,76 à 1,35
0,8 à 1,5	1,35 à 2,55
1,5 à 3	2,5 à 5,1
3 à 6	5,1 à 10,1

Nous observons, en passant d'une catégorie à la catégorie supérieure, un accroissement net de la fertilité générale du sol ; encore faut-il comparer des sols se trouvant dans des conditions de drainage correct et possédant des propriétés physico-chimiques suffisamment voisines. Il n'est pas possible de comparer au point de vue fertilité les teneurs en matière organique

d'un sol de plateau bien drainé et à  $pH = 6$  et d'un sol de bas-fond inondé et à  $pH = 4,5$ .

*Par contre deux sols normalement drainés et possédant le même  $pH$  sont tout à fait comparables dans les intervalles que nous avons définis et pour un rapport C/N voisin de 10.*

Inversement, pour une même teneur en matière organique et pour un drainage correct, la fertilité sera d'autant plus élevée que le  $pH$  sera lui-même plus élevé ; par exemple, dans les limites de  $pH : 4$  à  $pH : 8$  et en ne tenant compte que des différences supérieures ou égales à 0,5 unité/ $pH$ , à condition également que le sol possède un complexe absorbant suffisant, que le  $pH$  soit en corrélation avec l'accroissement du taux de bases et qu'un équilibre correct existe entre les cations.

Ceci n'est vrai que pour les sols tropicaux où l'évolution de la matière organique du sol est rapide ; en climat tempéré, surtout dans le cas des sols calcaires, il existe des formes de matière organique d'une stabilité très grande.

L'action de la matière organique sur la fertilité générale est difficile à définir, car très complexe ; elle agit autant par la réserve d'azote minéralisable que par les différentes propriétés physiques et physico-chimiques qui lui sont liées.

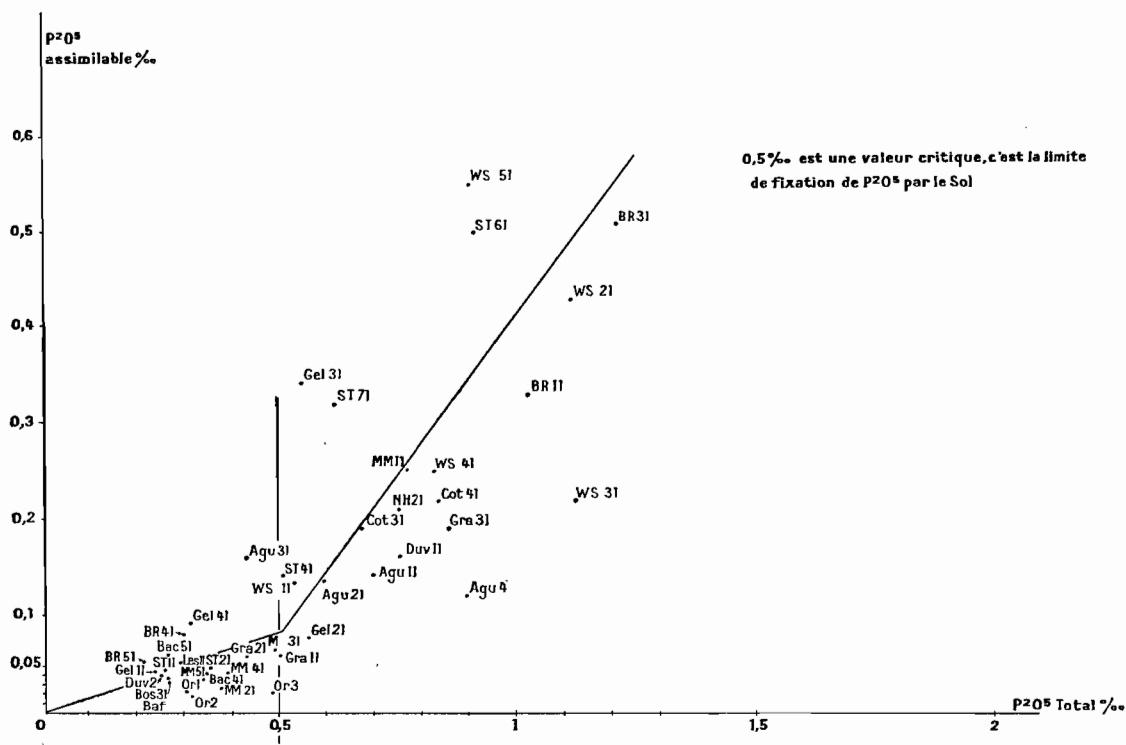
Au-delà de 10 % de matière organique totale, il n'est plus possible d'établir une corrélation avec la fertilité, cette matière organique s'accumulant dans des conditions particulières, impropres à la minéralisation.

De toute façon, quelle que soit la teneur en matière organique du sol à l'origine, cette matière organique est très fragile et il sera toujours nécessaire de prévoir des amendements humiques et des engrais azotés pour maintenir de hauts rendements ; néanmoins, il est préférable de ne pas partir d'un sol trop pauvre, il est plus facile de maintenir la fertilité naturelle d'un bon sol, que d'enrichir artificiellement un sol pauvre surtout en ce qui concerne la matière organique ; d'autre part, dans les sols forestiers, de nombreux éléments fertilisants sont liés à la matière organique, et si l'on a au départ de bons rendements en banane, c'est un facteur important de réussite d'une plantation surtout en milieu africain.

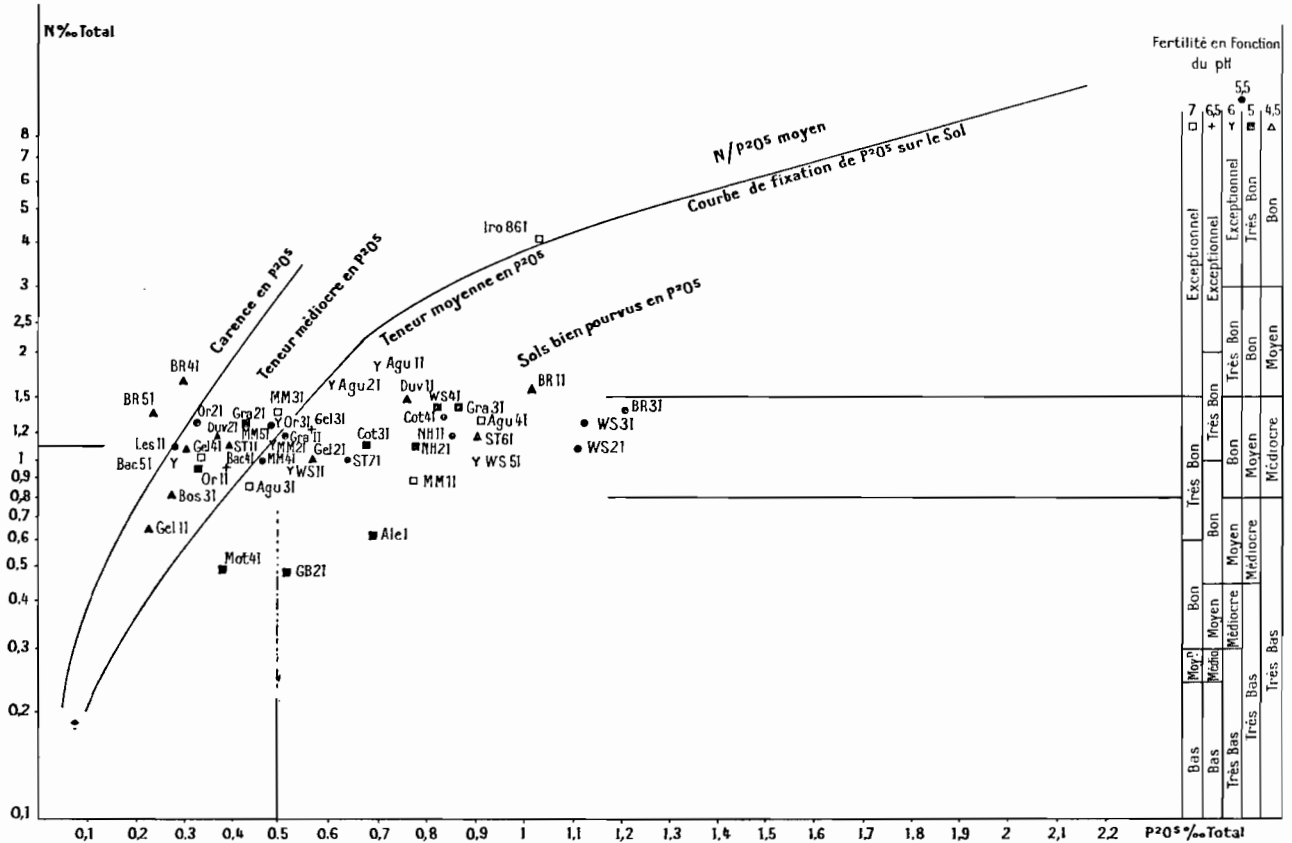
## 2. LES BASES ÉCHANGEABLES

Le taux global de bases échangeables S indique l'importance des réserves d'un sol à l'origine ; ce taux de bases peut permettre de prévoir, soit l'épuisement rapide d'un sol, soit le maintien d'une bonne fertilité

RELATION  $P_2O_5$  TOTAL -  $P_2O_5$  ASSIMILABLE



RELATION N° TOTAL - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> TOTAL - pH - et FERTILITÉ  
( B. DABIN )



pendant plusieurs années. La valeur de S, combinée avec celle du pH, permet de déterminer au départ le besoin du sol en amendements calcaires ; d'autre part, l'équilibre CaO/K<sub>2</sub>O/MgO donne rapidement des indications sur les besoins en magnésie ou potasse, et permet d'orienter la correction du sol pour éviter en particulier la maladie du Bleu.

L'analyse du sol permettra donc, sans toutefois déterminer les doses, de guider utilement le planteur dans le choix de ses engrais et l'urgence de leur application.

Les normes adoptées sont les suivantes :

Réserve des bases échangeables  
(milliéquivalents pour 100 g)

- inférieur à 1,5 : réserve faible
- 1,5 à 3 — médiocre
- 3 à 6 — moyenne

- 6 à 12 — bonne
- 12 à 24 — très bonne
- 24 à 48 — exceptionnelle

(échelle valable surtout pour les sols ferrallitiques ou hydromorphes des régions tropicales humides.)

Teneur en K<sub>2</sub>O  
(milliéquivalents pour 100 g)

- inférieur à 0,1 : mauvais
- 0,1 à 0,2 : médiocre
- 0,2 à 0,4 : moyen
- 0,4 à 0,6 : bon
- 0,6 à 1 : très bon

Le rapport moyen CaO, MgO, K<sub>2</sub>O est le suivant :

- CaO = 10
- MgO = 5
- K<sub>2</sub>O = 0,5

MgO/K<sub>2</sub>O ne doit pas être inférieur à 4 (apparition du Bleu par carence en MgO) et ne doit pas être supérieur à 25 (carence en K<sub>2</sub>O par excès de MgO).

Ces rapports sont surtout valables dans le cas de teneurs peu élevées en K<sub>2</sub>O ou MgO.

### 3. LE PHOSPHORE

Certains agronomes s'accordent à reconnaître une valeur assez faible du phosphore en culture bananière, néanmoins il ne faut pas que le sol soit trop pauvre en cet élément qui joue un rôle important dans le métabolisme biologique du sol. La fatigue d'un sol se manifeste surtout par l'épuisement du phosphore assimilable.

Le phosphore est dosé sous forme totale par l'acide nitrique concentré et sous forme dite assimilable par l'acide citrique à 2 % ; le phosphore total est généralement lié à la matière organique dans l'horizon supérieur ; ce phosphore organique est très peu soluble (d'après P. H. Nye).

Néanmoins, suivant la valeur du rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, une partie du phosphore peut se trouver libérée à l'état assimilable.

Dans les sols où la teneur en matière organique et azote total est moyenne (environ 1<sup>o</sup>/<sub>100</sub> N), le rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ne doit pas être supérieur à 2.

Lorsque N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est supérieur à 2, le taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est généralement très bas, environ 10 % du P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

Lorsque N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est inférieur à 2, on observe un accroissement rapide du taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable.

Nous avons représenté sur un graphique, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable en fonction de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total. Lorsque le taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dépasse 0,5 % en moyenne (0,45 à 0,65 % en moyenne) le taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable augmente rapidement, le taux d'azote des divers échantillons varie de 0,9 % à 1,5 %.

Dans les bananeraies, c'est l'apport d'engrais minéraux qui permet d'accroître d'une façon importante la teneur en acide phosphorique assimilable. Si P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable n'est pas maintenu, par des apports d'engrais, il diminue rapidement.

La valeur critique du rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> peut varier avec la teneur en matière organique du sol. Dans le cas des sols très humifères (N environ 3 %), ce rapport ne doit pas dépasser 4.

Cette valeur critique du rapport N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a été représentée graphiquement. Nous portons N total en ordonnée sur une échelle logarithmique (pour un rapport C/N de 7 à 13, N représenté le taux d'azote total et

est en corrélation étroite avec le taux de matière organique). Nous portons P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total en abscisse. Une courbe moyenne représente l'équilibre N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moyen, c'est-à-dire la courbe moyenne de fixation du phosphore par la matière organique, dans un très grand nombre de sols de l'Afrique occidentale.

Lorsque les points se trouvent à gauche de la courbe, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est fixé en majeure partie sur la matière organique sous forme peu assimilable ; lorsque les points se trouvent à droite de la courbe, une partie du phosphore n'est pas fixée et se trouve à l'état assimilable ; la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est d'autant plus grande que les points s'éloignent davantage à droite de la courbe. Ces données sont surtout valables dans le cas des horizons supérieurs humifères ; dans certains horizons de profondeur pauvres en matière organique et très riches en fer, le phosphore total peut être fixé sur des composés du fer.

Dans le même graphique une échelle représente le niveau moyen de fertilité du sol en fonction du pH.

### QUELQUES EXEMPLES CHIFFRÉS

Il est difficile d'appliquer, dans le détail notre échelle de fertilité, établie pour des cultures sans engrais, car la grande majorité des plantations bananières reçoivent des engrais. Néanmoins, cette échelle indique :

— pour pH : 4,5 une fertilité moyenne lorsque N est supérieur à 1,5 % en moyenne, une fertilité médiocre pour N compris entre 0,8 % et 1,5 % et une fertilité basse au-dessous de N : 0,8 % ;

— pour pH : 5 la fertilité est moyenne au-dessus de N = 0,8 %, médiocre pour N compris entre 0,5 % et 0,8 % mauvaise au-dessous de N : 0,5 %.

Comme exemples de plantations mauvaises ou médiocres au point de vue chimique, nous avons :

$$\text{GB2} = \text{N} : 0,53 \% \quad \text{pH} = 4,9$$

$$\text{ALE1} = \text{N} : 0,63 \% \quad \text{pH} = 5$$

$$\text{MOT4} = \text{N} : 0,5 \% \quad \text{pH} = 5$$

Dans d'autres plantations, la mauvaise fertilité est plutôt en relation avec de mauvaises propriétés physiques.

La très grande majorité des plantations a une teneur en azote comprise entre 0,8 % et 1,5 % ; le pH est compris entre 5 et 6 avec une moyenne de 5,5 ; la fertilité naturelle varie de moyenne à bonne suivant le pH. Dans toutes ces plantations, nous avons des rendements corrects dès la première année, et la production se maintient par le paillage et les engrais.

Quelques plantations possèdent une très bonne fertilité dès le départ : par exemple, à la Coopérative de Groh,  $N = 3 \text{ ‰}$ ,  $pH = 7$ ; à la plantation AGUIR,  $N = 1,3$  à  $1,6 \text{ ‰}$  à  $pH = 6,5$  à  $7$ ; (depuis 20 ans se maintiennent des rendements de l'ordre de 40 t/ha dans ces carrés).

L'élévation du  $pH$  est toujours en relation avec un accroissement du taux de base.

Inversement, lorsque le taux d'azote est supérieur à  $1,5 \text{ ‰}$ , nous pouvons avoir d'assez bonnes récoltes

même pour un  $pH$  de 4,5, à condition d'apporter des engrais potassiques ; mais dans ce cas nous observons souvent un déséquilibre  $K_2O/MgO$  par excès de  $K_2O$  et l'apparition du Bleu.

Exemple = Plantation DUVERNET (DUV. 1, DUV 2).

Enfin, dans le cas des sols de l'Agnéby, très riches en matière organique et avec apport d'engrais azotés, le  $pH$  des sols peut descendre jusqu'à 4,5 la fertilité restant élevée. Néanmoins l'apport massif d'engrais potassiques provoque souvent l'apparition du Bleu.

## CONCLUSIONS

Le mémoire que nous venons de présenter a un caractère essentiellement pédologique. Il a été basé sur la prospection, l'observation des plantations, l'analyse des sols, etc. Il ne comporte par contre aucune expérimentation rationnelle sur l'utilisation des engrais et amendements ; seule la comparaison des traitements utilisés dans différentes plantations peut nous conduire à des conclusions pratiques sur la fertilisation.

Ces conclusions rejoignent d'ailleurs celles qui ont été formulées dans l'excellente étude de J. CHAMPION, F. DUGAIN, R. MAIGNIEN et Y. DOMMERGUES, parue dans la revue *Fruits* (vol. 13, nos 9-10, 1958) : *Sur les sols de Bananeraies et leur amélioration en Guinée* et dans laquelle une très large part a été faite à l'expérimentation agronomique. Nous ne pouvons mieux faire que de reprendre les conclusions concernant l'utilisation des engrais et amendements, d'autant plus qu'un assez grand nombre de conditions générales (teneurs en matière organique,  $pH$ , capacité d'échange, équilibre de bases) présentent des analogies suffisantes avec celles des sols des bananeraies de la basse Côte d'Ivoire.

La différence essentielle entre les sols de bananeraies de Guinée et celles de Côte d'Ivoire réside surtout dans les propriétés physiques originelles beaucoup plus variables en Côte d'Ivoire qu'en Guinée, où 60 % des plantations sont situées en bas-fonds. D'après les conclusions des auteurs cités, il n'y a pas de « différences fondamentales au point de vue physique entre les sols de ces plantations ». Par contre, en Côte d'Ivoire, les bananeraies sont installées sur une gamme beaucoup plus étendue de types de sols, en particulier sur pentes et plateaux et les caractéristiques physiques (structures et bilan d'eau) jouent un rôle important dans la qualité des plantations.

La production bananière étant actuellement en pleine extension en Côte d'Ivoire, beaucoup de planteurs possédant un terrain en forêt désirent y faire du bananier. Nous insisterons tout particulièrement sur l'importance de la prospection pédologique préalable pour le choix du terrain, si l'on désire éviter de coûteux échecs.

### *Facteurs physiques.*

Indépendamment de l'étude du sol en place, qui renseigne sur la texture, la structure, la profondeur du sol, l'hydromorphie, l'importance des facteurs topographiques, etc., nous avons utilisé, en les adaptant, des méthodes d'analyse physique qui, bien que pratiquées en laboratoire et assez conventionnelles, ont l'énorme avantage de pouvoir être effectuées en série au même rythme que les analyses chimiques.

Les méthodes d'interprétation utilisées ont montré une bonne corrélation entre les résultats et les observations en place.

Nous avons vu en particulier que la plupart des sols utilisables devaient avoir un *Indice de structure* au moins moyen à médiocre en surface et au plus bas médiocre à très médiocre en profondeur ; les sols ayant un indice de structure très médiocre en surface et mauvais en profondeur donnent généralement des rendements très bas.

En ce qui concerne les sols de plateau, le facteur *humidité édaphique* en surface joue un rôle important dans la résistance du sol à la sécheresse. C'est ainsi que les sols sur sables tertiaires, très perméables en surface et ayant une rétention d'eau insuffisante, ne peuvent pas convenir au bananier ; une teneur minima en argile est donc nécessaire en sol de plateau. Inversement, en sol de bas-fond, *l'indice de drainage et la résistance à l'engorgement* jouent un rôle essentiel ; au plus bas, les sols doivent être moyens en surface et en profondeur.

Les sols médiocres en surface, médiocres à très médiocres en profondeur, souffrent d'un excès d'eau ; ils doivent

être abandonnés ou faire l'objet d'importants travaux de drainage et parfois être améliorés (cas des sols sodiques).

L'analyse physique a montré également que la structure pouvait se dégrader rapidement sous culture, en particulier sous l'influence de l'érosion ; la protection antiérosive est un facteur important du maintien de fertilité dans les sols de pente et de plateau de Côte d'Ivoire.

#### *Facteurs chimiques.*

En ce qui concerne les facteurs chimiques de la fertilité, nous avons insisté sur l'importance de la teneur en matière organique au départ, surtout en sol de plateau, car elle conditionne la qualité de la structure et la réserve en éléments fertilisants ; pour le reste, nous sommes absolument d'accord avec J. CHAMPION et F. DUGAIN en ce qui concerne l'importance primordiale du paillage et des composts ainsi que des engrais azotés pour l'obtention de hauts rendements et le maintien de la fertilité.

Nos conclusions sont identiques en ce qui concerne l'action du  $pH$  sur le rendement des bananeraies qui peut doubler entre  $pH$  4,5 et 6 ; nous avons montré en revanche que la richesse en azote du sol pouvait, dans une certaine mesure, compenser l'acidité. Néanmoins, l'emploi d'engrais acidifiants (sulfate d'ammoniaque) doit être corrigé par des amendements basiques (CaO, MgO). Le contrôle du  $pH$  des bananeraies est une opération qui devrait être effectuée régulièrement, afin de maintenir les bananeraies à un  $pH$  suffisamment élevé. Les doses de chaux à employer dépendent de la capacité d'échange du sol et de son taux de saturation en bases au départ.

L'utilisation de la potasse et l'influence du rapport  $K_2O/MgO$  sur la maladie du Bleu nous conduit à des conclusions identiques pour les sols de Côte d'Ivoire à celles obtenues dans les sols de Guinée.

La limite supérieure de ce rapport varie dans les deux cas de 0,25 à 0,3 (pour des teneurs assez faibles en MgO et  $K_2O$  exprimées en milliéquivalents) (1).

Les conclusions concernant le phosphore peuvent être différentes suivant que l'on considère de jeunes plantations sur débroussement forestier ou des plantations déjà anciennes qui ont reçu d'importantes quantités d'engrais phosphatés.

La plupart des sols de bananeraies de Guinée sont dans le dernier cas et sont riches en phosphore. En Côte d'Ivoire nous pouvons conclure, d'une manière assez générale, que les sols n'ayant pas au moins 0,5 ‰ de  $P_2O_5$  total et 0,2 ‰ de  $P_2O_5$  assimilable ont besoin d'engrais phosphatés. Dans les sols dont les teneurs sont nettement supérieures à ces chiffres, on peut diminuer ou même supprimer les apports de phosphates. Sur l'ensemble des sols de plantation, la moitié environ est supérieure à la limite indiquée, l'autre moitié est inférieure. Certains sols sont très pauvres en phosphore ; dans ce cas, l'analyse du sol doit être un guide même précieux pour le planteur dans le choix de ses engrais.

En ce qui concerne les formes d'engrais à utiliser, le fractionnement des doses, le mode d'application, etc., il faut avoir recours à une expérimentation qui n'est plus du domaine de la pédologie proprement dite ; cette science permet seulement de suivre dans le sol les effets des traitements utilisés et assure ainsi le contrôle de l'expérimentation.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BERLIER (Y.), DABIN (B.), LENEUF (N.). — Comparaison physique, chimique et microbiologique entre les sols de forêt et de savane sur les sables tertiaires de la basse Côte d'Ivoire. *C. R. VI<sup>e</sup> Congrès Intern. Sc. Sol*, Paris, 1956, V-81, p. 499-502.
2. CHAMPION (J.), DUGAIN (F.), MAIGNIEN (R.), DOMMERGUES (Y.). — Les sols de bananeraies et leur amélioration en Guinée. *Fruits*, 1958, vol. 13, n<sup>os</sup> 9-10, p. 415-452, 43 fig., Annexes, p. 453-462.
3. DABIN (B.). — Reconnaissance pédologique du secteur de la Comoë dans la région d'Alépé (Côte d'Ivoire). *Rapport inédit O. R. S. T. O. M.*, 1957, 31 p., 1 carte.
4. LAPLANTE (A.). — Étude pédologique générale schématique de la basse Côte d'Ivoire applicable à la culture de la banane. *Rapport inédit O. R. S. T. O. M.*, 1948.
5. LENEUF (N.). — Prospections pédologiques dans la moyenne et basse vallée de Bandama (Côte d'Ivoire) en 1953-54. *Rapport inédit O. R. S. T. O. M.*, 1954, 63 p., 6 cartes.
6. LENEUF (N.). — Les sols sur « roches vertes » en zone forestière de Côte d'Ivoire, leur vocation bananière et cacaoyère. *C. R. VI<sup>e</sup> Congrès Intern. Sc. Sol*, Paris, 1956, V-86, p. 529-532.
7. LENEUF (N.) et DE LA SOUCHÈRE (P.). — Marais de l'Agnéby. Étude pédologique du tracé du drain principal. *Rapport inédit O. R. S. T. O. M.*, 1958, 19 p., 1 carte, 1 coupe. Annexes analytiques, 243 p.

(1) Nous avons indiqué comme limite  $MgN/K_2O$  non inférieure à 4.



8. LENEUF (N), SOUCHÈRE (P. DE LA), DABIN (B.). — Contribution à l'étude pédologique de la région N.-E. de Divo (Côte d'Ivoire). Édité par *Cobafruit*, 61 p., 9 fig., 10 tab., 1 carte au 1/50 000. Annexes, 23 p.
9. LOUÉ (A.). — La nutrition minérale du caféier. Édition 1957, *Centre de Recherches Agronomiques de Bingerville*.
10. MAIGNIEN (R.). — Sols à bananiers de la région de Kindia (Guinée française). *Agronomie Tropicale*, 1955, n° 1, p. 60-78.
11. MONNIER (G.). — Études pédologiques sur la Station d'Azaguié (Côte d'Ivoire). *Annales I. F. A. C.*, 1953, n° 10, 33 p., 1 carte.
12. PORTERES (R.). — Les terres tourbeuses organiques des marais de l'Agnéby. *Agronomie Tropicale*, 1950, n° 5-6, p. 268-291.

LISTE DES ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES  
POUR LA DÉSIGNATION DES PROFILS DES DIFFÉRENTES PLANTATIONS

ABRA	Bananaeries d'Adzope, route de Mbasso.	BOS	Plantation Bossard (N.-W. de Sassandra), 1958.	MAF	Coopérative du Mafou (Adzope), 1958.
AGU	Plantation Aguir à Agboville, 1958.	BR	Plantation SGAC à Azaguie, 1958.	MM	Plantation Bonjour à Mamini (N. Akoupe), 1958.
AIE	Coopérative de Brofodoume près Petit Alèpe, 1957.	COT	Plantation Cotivor (N. d'Anyama), 1958.	MOT	Plantation Cïaa à Motobe (Comoë), 1958.
BA	Prélèvements Bafecao et Orange (Prospection Bandama, 1953).	DUV	Plantation Duvernet à Azaguie, 1958	NH	Plantation H. de Quatre Barbe au Nïaho, 1958.
BAC	Plantation Banacomœ (N.-E. d'Akoupe), 1958.	GB	Plantation Guy de Brecey, route de Davou, 1958.	ORA	Plantation Orange à Singrobo, 1958.
BAF	Plantation Bafecao (1954).	GE	Plantation Gentil au Nieký (Agnébi), 1958.	SABA	Plantation Saba au Nieký (Agnébi), 1958.
BAR	Plantation SGAC, km 17, route Dabou, 1958.	GEL	Plantation Geliu à Agboville, 1958.	ST	Plantation Sainte-Thérèse à Azaguie, 1958.
BAS	Plantation Basile à N'Douci, 1958.	GRA	Plantation Granderie à Sassandra, 1958.	WS	Plantation Walter-Schalterer à Azaguie, 1958.
BDMT	Plantation BDMT au Nigky (Agnébi), 1958.	IRO	Coopérative de Groh (N. Divo), 1958.	Z	Prélèvements sur piste Groh-Zemiri (N. Divo), 1958.
BL	Plantation Blondet (à Azague), 1958.	KIC	Plantation Kichler au Teke, 1958.		
BM	Plantation Bonjour-Martinet au Nieký (Agnébi), 1958.	LES	Plantation Lescaillet à Agboville, 1958.		

