

LES SOLS DE BANANERAIES DE LA CÔTE-D'IVOIRE⁽¹⁾

(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.

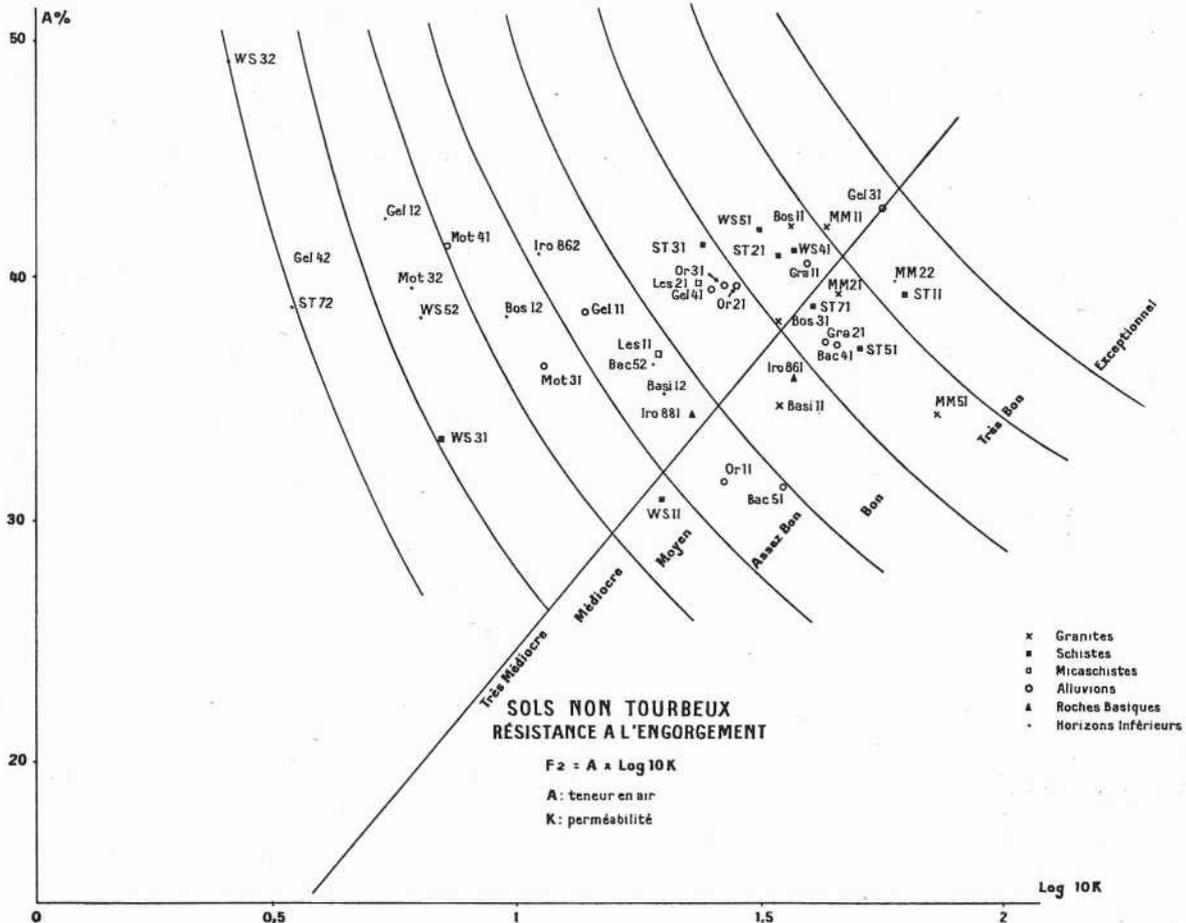
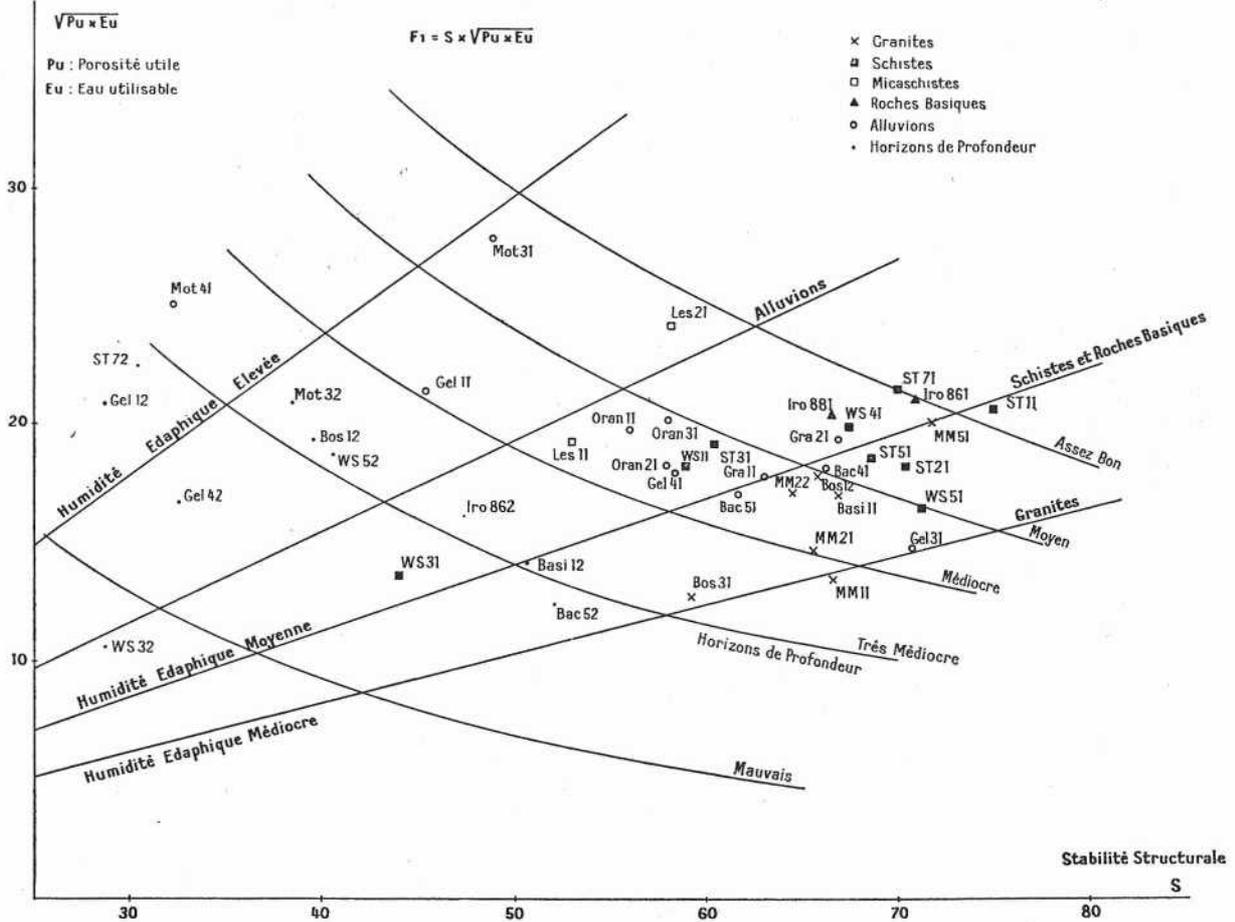
Indice général de Structure.

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).

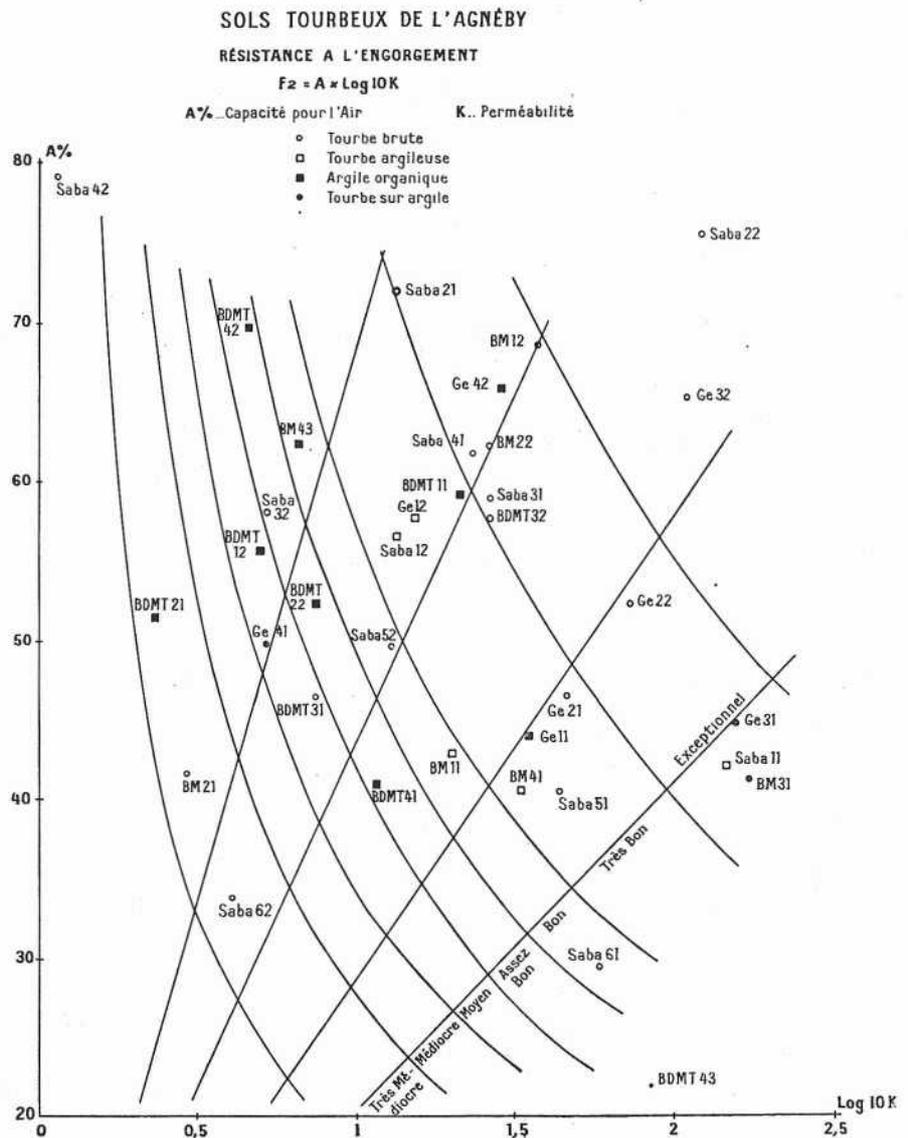
Nous avons défini également deux indices complémentaires :

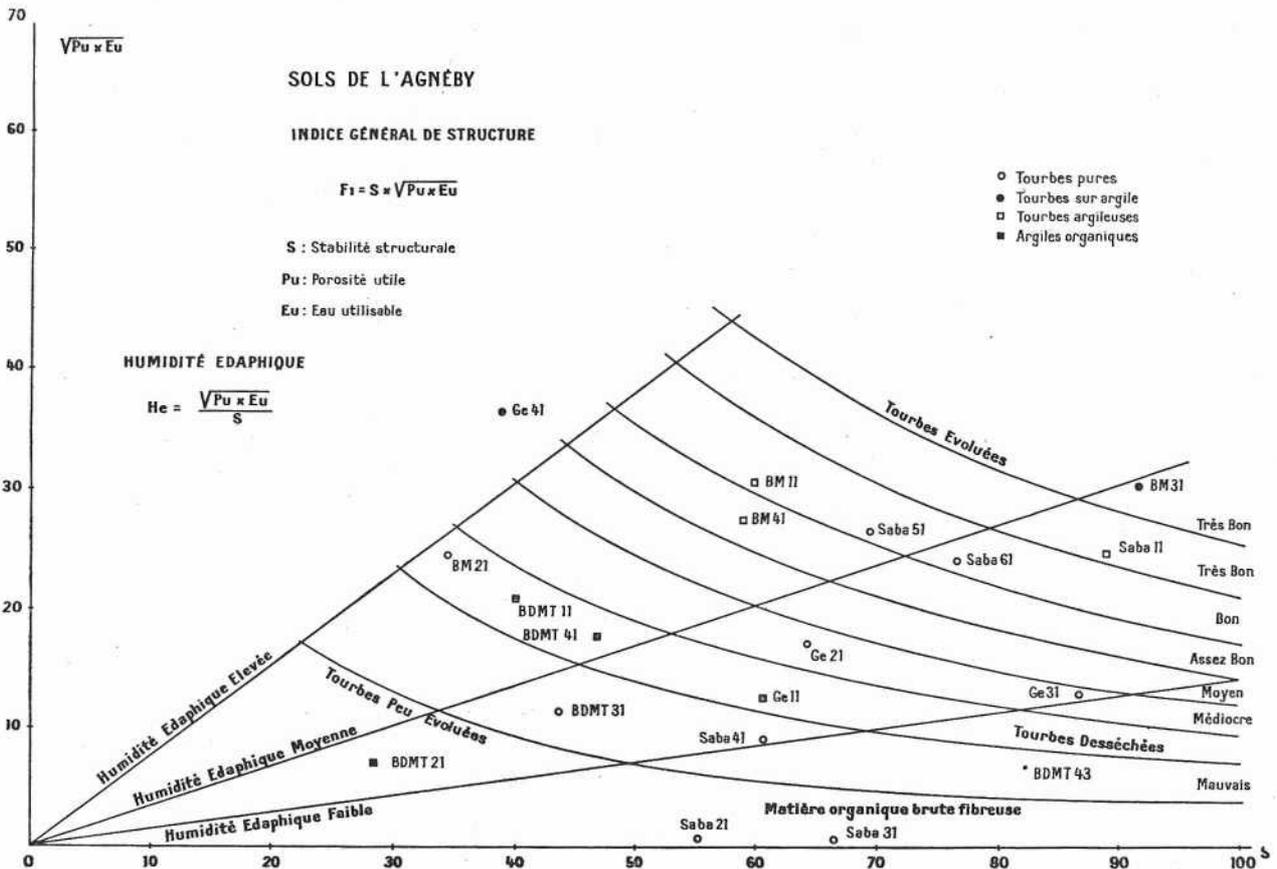
$$l'humidité édaphique : He = \frac{\sqrt{Pu \times Eu}}{S}$$

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^{er} graphique :

$$\begin{aligned} \text{ordonnée} &= \sqrt{P_u \times E_u} \\ \text{abscisse} &= S \end{aligned}$$

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^e 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 pF 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 (pF 3 — pF 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'AGHEBY
Tourbes profondes

PRELEVEMENTS	SABA 61	SABA 62	SABA 51	SABA 52	GE 31	GE 32	BM 21	BM 22	GE 21	GE 22	SADA 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 - arrêté de la production		un an de culture parcelle inondée		4 ans de culture		plantation six mois		plantation 6 ans décarage 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
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	0,198	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 %	39,2	80	53,6	63,8	54,5	58,7	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	62
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	mottes 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-THERÈSE 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 1. — Marais de l'Agneby. Végétation de Raphiales (*Raphia gigantea*). (Photo Leneuf.)

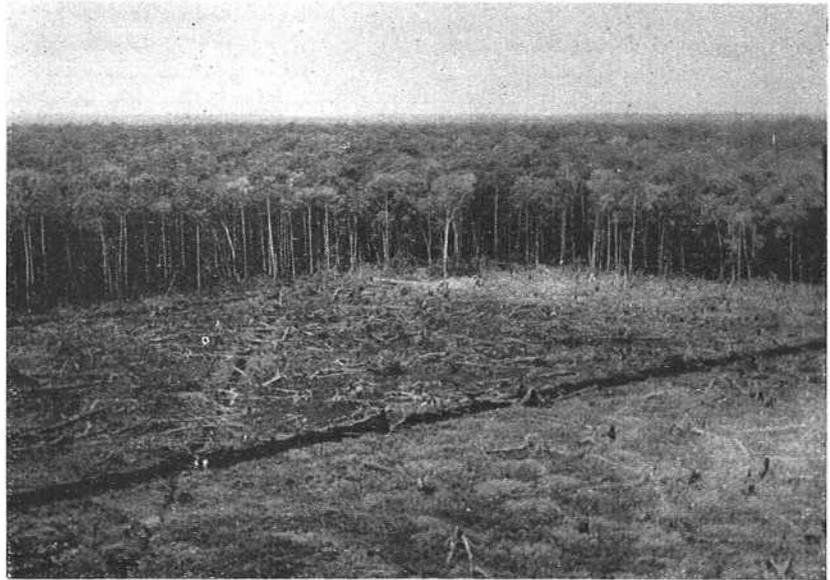


PHOTO 2. — Parcelle en voie de déforestation :
abattage et brûlage des bois ; établissement du
drainage. Lisière de forêt à *Symphonia*.
(Photo Leneuf.)

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 Agboville (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

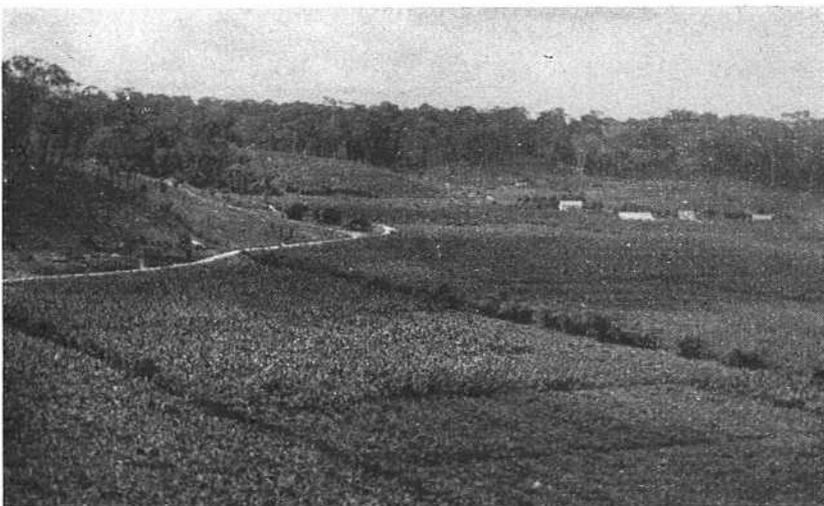


PHOTO 3. — Vue générale de la zone de bananeraies sur les sols tourbeux de l'Agneby, à la limite des collines de sable tertiaire.

(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	

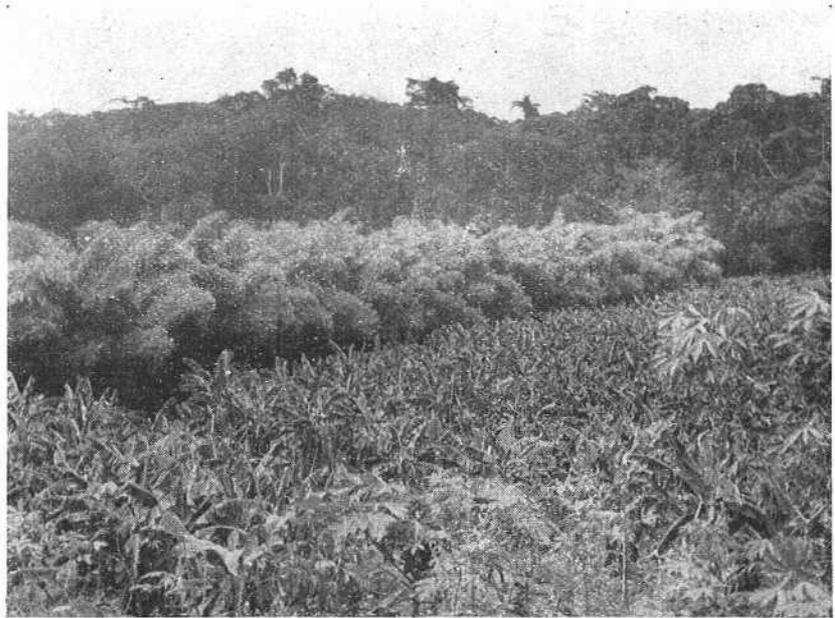
SOLS SUR SCHISTES

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 assez bon terrain			hydromorphie de profondeur													

SOLS SUR ALLUVIONS

Topographie	Flat 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	48,7	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		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 Lencuf.)

— 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.)