

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BRAZZAVILLE

SERVICE PEDOLOGIQUE

NOTE SUR LES SOLS DES PALMERAIES d'ETOUMBI

par

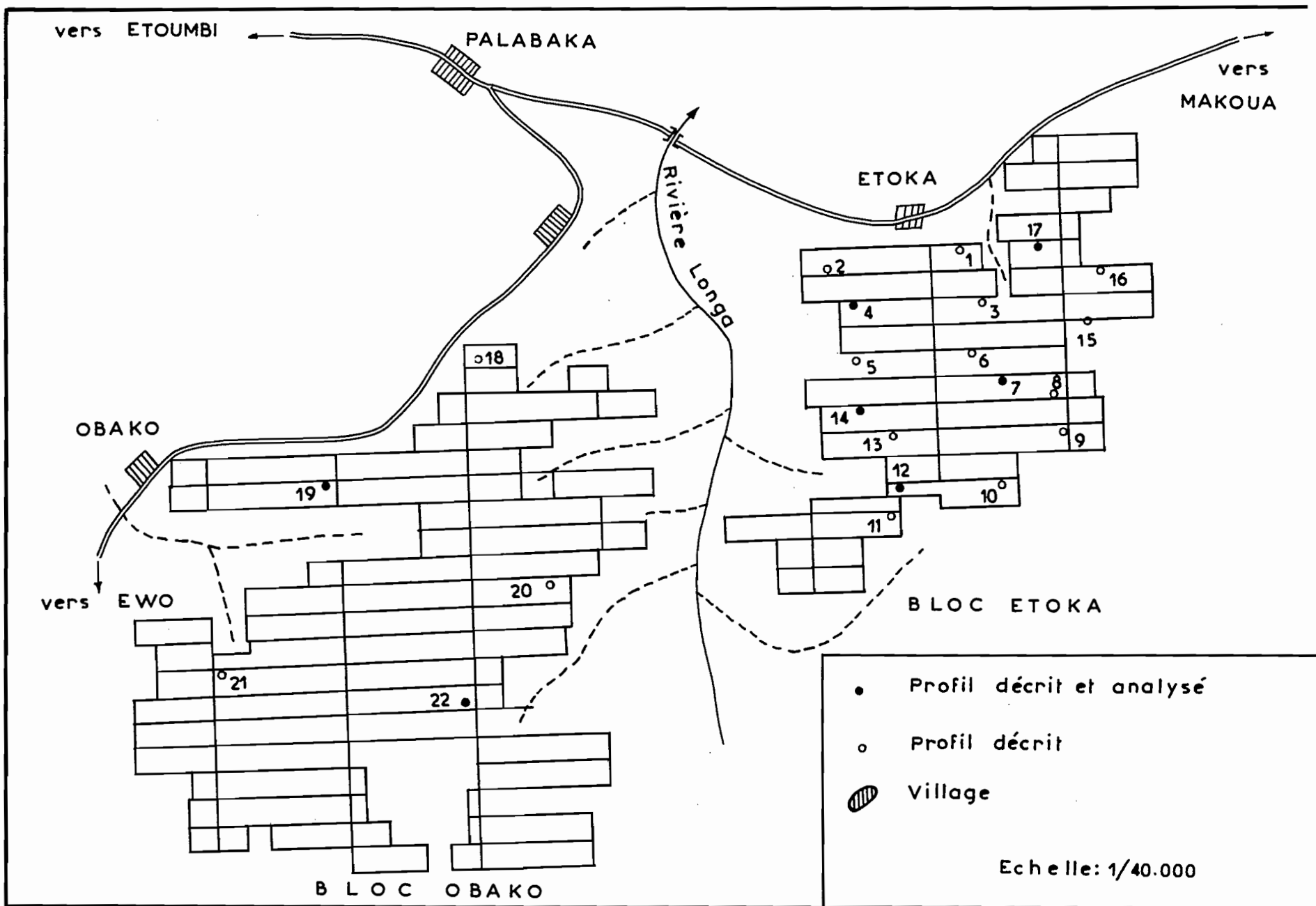
J.M. RIEFFEL.

Pédologue ORSTOM

Cote ORSTOM : MC 157.

Brazzaville, Octobre 1969.

A la demande du F E D, une rapide prospection a été organisée dans la région d'ETOUMBI, en vue d'étudier et de caractériser les sols de la zone retenue pour l'extension des palmeraies. Il s'agissait avant tout de vérifier que ces sols ne présentaient pas de différences fondamentales avec les sols des palmeraies existantes, sols qui ont déjà été étudiés (ERHART; BOCQUIER). A cet effet, 17 profils ont été décrits, dont 5 ont été analysés dans le bloc ETOKA (extension prévue), et 5 profils ont été décrits, dont 2 ont été analysés, dans le bloc OBAKO (plantation datant de 1968). La localisation de ces profils est représentée sur le schéma n° 1. Il ressort de cette brève étude, que tant à l'intérieur d'un même bloc, que d'un bloc à l'autre, les sols se caractérisent par une remarquable homogénéité, une désaturation très poussée du complexe absorbant, des propriétés physiques assez favorables.



LOCALISATION DES PROFILS

I. LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE

ETOUMBI est situé sous l'Equateur, sur la bordure occidentale de la Cuvette Congolaise, à proximité de la Likouala. Le climat est de type équatorial humide, caractérisé par une pluviométrie annuelle de l'ordre de 1700 mm/an et par une faible amplitude thermique annuelle, il n'y a pas de mois sec, mais une simple diminution des pluies en décembre - janvier, et en juin - juillet. La température annuelle est comprise entre 24° et 26°, l'humidité est toujours très élevée.

Les palmeraies d'ETOUMBI sont installées sur des formations alluviales de la Cuvette Congolaise, de 20 à 30 m. d'épaisseur. D'après BOCQUIER, ces formations alluviales sont issues des formations continentales sableuses de couverture (série des plateaux Batéké) et des formations gréseuses plus anciennes. L'étude morphoscopique des sables et l'étude des argiles confirment l'identité de ces matériaux; ce n'est que dans les alluvions plus récentes de la Likouala qu'on retrouve des minéraux altérables issus du socle granitique gneissique, celui-ci n'ayant été atteint par la Likouala qu'à une époque plus récente. Les caractéristiques essentielles de ce matériau sont : l'absence de minéraux altérables, la prédominance des sables grossiers sur les sables fins indiquant un dépôt peu trié, qui s'est fait à faible distance de la zone d'érosion, une homogénéité locale due à l'ampleur et l'uniformité de l'alluvionnement.

Le réseau hydrographique actuel, constitué d'une série d'affluents de la Likouala, orientés grossièrement Sud-Nord dans la région d'ETOUMBI découpe ces terrasses anciennes en étroits lambeaux, d'altitude voisine de 400 m., dont les bords sont entaillés par de petites vallées sèches, étroites, à flancs assez raides. Sur les reliques des terrasses, la topographie est plane, et elle ne devient plus accidentée qu'en bordure; entre les reliques, les principaux affluents de la Likouala coulent dans des vallées à fond plat, souvent marécageuses.

Les deux blocs étudiés, OBAKO et ETOKA sont situés sur deux tels interfluves plats, développés dans les alluvions anciennes, et séparées par la vallée de la Longa.

La végétation naturelle est une forêt dense ombrophile, plus ou moins dégradée, incluant quelques petites savanes d'origine anthropique probable.

II. ETUDE DES SOLS

Ne seront étudiés dans ce paragraphe que les sols de plateaux, les vallées marécageuses et les petites vallées sèches étant exclues d'office lors de la mise en place des plantations. Le matériau originel est donc une formation alluviale ancienne, caractérisée par un pourcentage élevé de sables (près de 70 %), un taux d'argile voisin de 25 %, l'absence de minéraux altérables. Les caractéristiques physico-chimiques de ce matériau héritées d'une altération plus ancienne, se retrouvent dans les sols actuels et n'ont été que peu modifiées par la pédogenèse qui a donné naissance à ces sols. Celle-ci se caractérise par l'évolution de la matière organique et l'appauvrissement en argile des horizon superficiels. Le sol actuel résulte donc de la surimposition de deux processus évolutifs distincts; le plus ancien a conduit aux formations détritiques continentales, (sables batéké, grès) celles-ci ont été remaniées à leur tour, puis ont subi une nouvelle évolution pédologique, subactuelle ou actuelle. Le résultat de ces pédogenèses successives a été la formation de sols ferrallitiques fortement désaturés, appauvris en argile. L'absence de tout processus secondaire les classe dans le sous-groupe modal.

Profil type

Ce profil type représente les sols de plateau, aussi bien sur le bloc OBAKO que sur le bloc ETOKA; les sols de ces deux blocs ne présentent en effet aucune différence sur le plan morphologique.

ET 4 - 600 m. sur C 6 à partir de la route - bloc ETOKA - topographie plane -
forêt secondaire -
Litière de feuilles mortes et débris végétaux non décomposés en surface.

- 0 - 6 cm : feutrage racinaire très dense donnant l'impression d'un tapis posé sur l'horizon sous-jacent - gris noir humide - entre les fines racines et radicelles, terre fine sableuse; à structure grumeleuse faiblement développée - quelques sables grossiers blanchis - le feutrage racinaire donne une certaine cohésion d'ensemble à l'horizon, mais la terre fine est meuble - matière organique assez évoluée, répartie d'une façon homogène bien liée au support minéral. Limite tranchée, régulière.
- 6 - 28 cm : horizon humifère - gris très sombre, légèrement brun - humide - Sableux légèrement argileux - Structure polyédrique moyenne, à cohésion faible, très faiblement développée - meuble - très poreux - racines fines et moyennes nombreuses.
- 28 - 80 cm : horizon de pénétration humifère en nappe - humide gris-beige, s'éclaircissant progressivement - Sablo-argileux - Structure polyédrique moyenne, à cohésion faible, faiblement développée - friable - très poreux - enracinement encore abondant - quelques charbons de bois. Limite graduelle - régulière.
- 80 - 115 cm : horizon de transition - beige jaune - humide - sablo-argileux - mêmes caractéristiques que l'horizon sous-jacent. Limite graduelle - régulière.
- 115 - 180 cm : horizon jaune - humide - Sablo-argileux - Structure polyédrique moyenne, à cohésion faible, faiblement développée - friable - peu collant et peu plastique. Quelques galeries animales - enracinement moyen (surtout radicelles).

Sur le plan morphologique, ce profil se caractérise par une différenciation en horizons due à l'infiltration de la matière organique et à l'accroissement progressif du taux d'argile. Sous un feutrage racinaire mêlé à de la terre fine, épais de 3 à 6 cm en général, se succèdent l'horizon humifère proprement dit, l'horizon de pénétration humifère, un horizon de transition, puis le matériau jaune (10 YR 6/6 en sec) qui apparaît en général vers 100 cm et qui reste identique à lui-même sur une grande profondeur.

Les variations observées d'un profil à l'autre portent essentiellement sur l'importance respective de ces différents horizons. L'horizon humifère proprement dit et l'horizon de pénétration humifère sont très distincts, très contrastés par la couleur, le premier étant assez noir, le deuxième plutôt gris.

On trouvera dans le tableau suivant les valeurs minimales, maximales et moyennes des limites inférieures des différents horizons, portant sur 22 profils observés.

	minima	maxima	moyenne
feutrage radiculaire	3 cm	10 cm	4 cm
horizon humifère	10 cm	45 cm	25 cm
horizon de pénétration humifère	60 cm	110 cm	80 cm
horizon de transition	75 cm	120 cm	110 cm

Propriétés physiques

La texture (voir tableau suivant) est sableuse en surface, sableuse légèrement argileuse dans l'horizon humifère et de pénétration humifère, sablo-argileuse en profondeur.

Caractéristiques texturales (22 profils observés)

Profondeur	Minima	Maxima	Moyenne	Observations
<u>Argile %</u>				
0 - 5 cm	11,8	19,2	14,8	Les chiffres minimaux 12,1 et 10,2 ont été observés sous jeune culture (bloc OBAKO). Ils semblent indiquer un début de lessivage.
15 - 25 cm	12,1	22,6	17,0	
50 - 60 cm	10,2	21,3	17,3	
120 - 140 cm	19,9	25,9	23,4	
<u>Limons %</u>				
0 - 5 cm	2,2	4,7	3,6	A l'intérieur d'un profil, le taux de limons peut être considéré comme constant.
15 - 25 cm	2,6	8,3	4,5	
50 - 60 cm	2,1	8,1	5,3	
120 - 140 cm	2,5	6,2	3,6	
<u>Sables fins %</u>				
0 - 5 cm	27,8	31,9	30,1	
15 - 25 cm	30,7	33,7	31,8	
50 - 60 cm	30,2	39,4	33,8	
120 - 140 cm	29,2	31,6	30,0	
<u>Sables gros. %</u>				
0 - 5 cm	38,2	44,6	41,1	
15 - 25 cm	38,1	46,6	41,8	
50 - 60 cm	37,8	48,6	41,3	
120 - 140 cm	36,7	49,4	40,6	

On constate d'après ce tableau que les variations les plus importantes concernent les taux d'argile des horizons superficiels, alors qu'en profondeur, l'amplitude de variation diminue. Ces chiffres indiquent simplement une variation dans le degré d'appauvrissement.

La structure est peu développée, aussi bien en surface qu'en profondeur, toujours à cohésion très faible. Cela est dû d'une part au faible taux d'argile, et peut être aussi à la nature des composés humiques (humus acide, à C/N relativement élevé). Cette structure est particulièrement fragile en surface, et même sous forêt, on observe parfois des grains de sable blanchis, ce qui indique une certaine dégradation de la structure.

Le profil est meuble en surface, il devient un peu plus compact en profondeur, en liaison avec l'augmentation du taux d'argile, mais sans jamais constituer un obstacle à l'enracinement ou à la circulation de l'eau.

La perméabilité est élevée, malgré le faible degré de développement de la structure, grâce au pourcentage élevé de sables grossiers.

En conclusion, ces sols sont profonds, meubles, perméables, la capacité de rétention en eau est moyenne en profondeur, assez faible en surface en raison de la faible teneur en argile. Les caractéristiques structurales sont peu favorables : peu développée en surface, malgré des teneurs importantes en matière organique, la structure est fragile et aura tendance à se dégrader rapidement sous l'effet des cultures, par suite de la décomposition rapide de la matière organique, qui entraîne la rupture des liaisons humus-colloïdes minéraux. Toute modification de l'état d'équilibre actuel entre la forêt et les sols doit donc se faire avec certaines précautions.

Propriétés chimiques

Ces sols se caractérisent par la désaturation quasi-totale du complexe absorbant, une très médiocre réserve minérale, une capacité d'échange de l'argile très faible. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques chimiques des profils analysés.

Profondeur	Minima	Maxima	Moyenne	Observations
<u>pH</u>				Le pH augmente environ d'une unité de la surface en profondeur.
0 - 5 cm	3,45	4,00	3,80	
15 - 25 cm	3,80	4,90	4,40	
50 - 60 cm	4,50	5,25	4,85	
120 - 140 cm	4,45	5,30	4,85	
<u>Mat. Org. %</u>				Les teneurs en matière organique sont importantes dans les 5 premiers cm (feutrage racinaire)
0 - 5 cm	6,80	12,80	9,00	
15 - 25 cm	2,25	5,80	3,90	
50 - 60 cm	1,50	2,30	2,20	
<u>C/N</u>				
0 - 5 cm	13,0	19,2	15,5	
15 - 25 cm	11,7	16,8	13,8	
50 - 60 cm	10,5	15,9	12,4	
<u>Fer libre %</u>				Une partie de ce fer libre est probablement sous forme de complexes organiques puisque le taux théorique de fixation du fer sur l'argile (12%) est dépassé, sans qu'on constate une accumulation de fer.
<u>Argile</u>				
0 - 5 cm	37	28	28	
120 - 140 cm	17	21	18	

Profondeur	Minima	Maxima	Moyenne	Observations
Bases échangeables még/100 gr.				<p>Bien que tous les éléments soient présents en très faible quantité, ces sols sont relativement ^{mieux} pourvus en potasse, et sodium qu'en calcium et magnésium. La teneur en potassium est supérieure au niveau jugé critique pour le palmier (0,15 még.)</p>
<u>Ca</u>				
0 - 5 cm	0,04	0,32	0,13	
120 - 140 cm			traces	
<u>Mg</u>				
0 - 5 cm	0,05	0,23	0,13	
120 - 140 cm			traces	
<u>K</u>				
0 - 5 cm	0,11	0,23	0,19	
120 - 140 cm			traces	
<u>Na</u>				
0 - 5 cm	0,05	0,08	0,07	
120 - 140 cm			traces	
Somme des B.E.				
0 - 5 cm	0,24	0,83	0,46	
120 - 140 cm			0,16	
Capacité d'échange en még/100 gr. d'argile.				L'influence de la matière organique sur la capacité d'échange est prépondérante
0 - 5	33	57	41	
120 - 140 cm	5,7	7,2	6,4	
Taux de saturation				
0 - 5 cm	4,8	14,3	7,7	
120 - 140 cm	2,1	14,7	5,3	

Matière organique

Les teneurs en matière organique sont très élevées, du moins en ce qui concerne le premier horizon, puisque le taux moyen est de 9 %. Rappelons qu'il s'agit d'un horizon peu épais, fait d'un mélange de feutrage radicaire et de terre fine. Dans l'horizon sous-jacent, horizon humifère proprement dit, le taux de matière organique atteint des valeurs plus usuelles sous forêt (environ 4 %); l'importance de la pénétration humifère à travers le profil, déjà citée lors de la description morphologique des profils, se traduit par un taux moyen de 2,2 % à 60 cm. Cette migration de la matière organique en profondeur est favorisée d'une part par les propriétés physiques du sol (matériau sableux très perméable), d'autre part par la nature des composés humiques qui prennent naissance. Le rapport C/N voisin de 15 en surface, le pH fortement acide (3,8), le rapport acides humiques/acides fulviques voisin ou légèrement inférieur à 1 en surface, la très faible influence de cette matière organique sur les caractéristiques structurales montrent que la décomposition du stock de matières végétales aboutit à la synthèse de composés humiques polymérisés, peu stables, susceptibles d'être rapidement minéralisés ou de migrer en profondeur. Cette migration en profondeur est surtout le fait des acides fulviques.

Le taux élevé de matière organique ne doit pas faire illusion, cette matière organique est moyennement évoluée, l'humification est lente et conduit à des composés peu stables. La modification de l'équilibre actuel (défrichement) aboutira à la disparition rapide du stock de matière organique par minéralisation.

pH

Ces sols sont très acides; la plus forte valeur du pH enregistrée en surface n'est que de 4. Il augmente rapidement en profondeur, pour se stabiliser autour de 4,8 - 5 en profondeur. Cette acidité de surface traduit l'évolution de la matière organique vers des composés peu humifiés.

Bases échangeables

L'examen du tableau précédent montre que la somme des bases échangeables reste inférieure dans tous les cas à 1 méq, la moyenne se situant près de 0,5 méq en surface, près de 0,2 méq. en profondeur. Cette pauvreté en bases échangeable est en grande partie liée à la nature du matériau originel (matériau détritique, hérité d'une altération ancienne de type ferrallitique, puis remanié par alluvionnement).

On constate aussi une nette carence en calcium et en magnésium par rapport au potassium. Le taux de potassium échangeable est légèrement supérieur au niveau critique admis pour le palmier (0,15 méq).

L'influence de la matière organique est peu sensible sur la somme des bases échangeables, celle-ci décroît de la surface en profondeur, mais elle reste très faible en regard des fortes teneurs en matière organique observées.

Capacité d'échange

Elle correspond à la quantité maximale de cations échangeables que le complexe absorbant peut fixer. En profondeur, elle est due essentiellement aux colloïdes minéraux, dans les horizons superficiels, elle est due au complexe argilo-humique. Rapportée à 100 gr. d'argile, cette capacité d'échange est de l'ordre de 6 méq en profondeur, ce qui est faible, elle est élevée en surface (40 méq en moyenne) bien que le taux d'argile soit plus faible, grâce au pouvoir de fixation des colloïdes organiques (10 à 15 fois plus élevé que celui de la kaolinite). Une des conséquences importantes de la présence de matière organique est donc l'amélioration de la capacité d'échange.

Taux de saturation

Il traduit l'état actuel du complexe absorbant, c'est-à-dire la proportion de cations échangeables effectivement fixées rapportée à la capacité d'échange. Il est le plus souvent inférieur à 10, et diminue légèrement avec la profondeur, c'est-à-dire que la somme des bases échangeables diminue relativement plus vite que la capacité d'échange. Ce taux de saturation traduit donc un appauvrissement chimique très poussé.

Bases totales

Elles permettent d'apprécier les réserves minérales du sol, c'est à dire la fraction minérale du sol susceptible d'intervenir dans l'alimentation des plantes à plus ou moins longue échéance, par transformation en fraction échangeable. Dans l'appréciation de la "valeur" de cette réserve, la vitesse de transformation en éléments échangeables doit intervenir. Cette dernière donnée n'est malheureusement pas connue. La connaissance de réserves minérales peut cependant donner une idée du potentiel de fertilité des sols. Dans le cas des sols d'ETOUMBI, cette réserve est très faible, de l'ordre de 1 à 2 méq, ce qui s'explique par l'absence de minéraux altérables dans la fraction minérale. La seule source de réserves minérales semble être la matière végétale. Cette réserve est de plus déséquilibrée, comportant trop de sodium et de potassium par rapport au calcium et au magnésium. La carence en calcium est particulièrement nette.

Conclusion : fertilité de ces sols

Les principales caractéristiques de ces sols sont : leur extrême pauvreté en éléments nutritifs, que ce soit sous forme échangeable ou sous forme de réserve, la faible capacité d'échange de leurs colloïdes minéraux leur acidité.

Leur potentiel de fertilité est lié uniquement à la présence de composés humiques améliorant la capacité d'échange des horizons superficiels et assurant le maintien d'une faible réserve minérale. Mais la matière organique a d'autre part un effet dépressif sur la fertilité, par l'intermédiaire des composés organiques acides, favorisant le lessivage des cations échangeables.

Le support de la fertilité de ces sols est en quelque sorte la forêt qu'ils portent. Celle-ci, par la matière végétale qu'elle fournit au sol, est directement à l'origine de la capacité d'échange plus élevée des horizons superficiels et du stock de réserves minérales. Si la forêt disparaît, le cycle est rompu, et le (faible) potentiel de fertilité de ces sols n'est préservé que dans la mesure où est conservé le stock de matière organique.

BOCQUIER a étudié l'évolution de ces sols sous culture : après l'abattage de la forêt, on constate une augmentation rapide des bases échangeables, du taux de saturation, du pH, liée à la décomposition de l'abattis. Ces bases sont retenues grâce à la capacité d'échange de la matière organique encore présente dans le sol. Mais celle-ci se décompose rapidement, la capacité d'échange diminue, et on assiste à la dégradation du complexe absorbant, d'autant plus rapide que le niveau de fertilité initial était plus bas. Cette dégradation du complexe absorbant se traduit par l'apparition de carences et de déséquilibres dans l'alimentation des plantes.

Toute mise en valeur doit donc tendre à conserver le potentiel de fertilité initial, c'est-à-dire à éviter une décomposition trop brutale de la matière organique (éviter les brûlures, recouvrement du sol par une plante de couverture), à améliorer si possible ce potentiel et à l'exploiter au maximum (amélioration de la capacité d'échange, relèvement du pH en surface, apports très fractionnés d'engrais).

Ces conditions étant respectées, quelles sont les aptitudes de ces sols vis à vis de la culture du palmier? Le palmier a la réputation de se satisfaire de terres pauvres, acides, mais dotées de bonnes propriétés physiques. Nous avons vu que sur le plan physique, ces sols sont profonds, meubles, perméables, permettant une installation facile du système racinaire.

Le seul facteur limitant pourrait être la trop faible capacité de rétention en eau des horizons sableux superficiels au moment de l'installation des jeunes palmiers. Leur système racinaire n'est pas encore assez profond pour explorer les couches plus humides en profondeur, et ils risquent de manquer d'eau au moment du ralentissement des pluies.

Sur le plan chimique par contre, il n'y a aucun facteur favorable. A titre de comparaison, nous citons ci-dessous quelques caractéristiques des sols sur sables néogènes de Côte d'IVOIRE, très proches par leurs caractéristiques morphologiques et physiques de ceux d'ETOUMBI. Ces sols portent de très belles palmeraies (pluviométrie : 1700 à 2000 mm - pourcentage d'argile variant de 18 à 25 % en profondeur, limons rares, sables grossiers dominants).

Sables néogènes de
Cote d'IVOIRE

Sols d'ETOUMBI

Bases échangeablesen surface

Ca	0,75	0,13
Mg	0,30	0,13
K	0,05	0,19
Somme BE	1,2	0,5
<u>pH en surface</u>	5,7	3,8

Les carences et déséquilibres cationiques sont nettement plus accusés à ETOUMBI, de même que l'acidité de surface. Seul le potassium atteint un taux à peu près convenable à ETOUMBI, alors qu'il fait défaut en Cote d'IVOIRE.

L'étude de la capacité d'échange confirme ce que nous avons dit plus haut au sujet de l'importance de la matière organique; pour des teneurs en argile à peu près équivalentes, la capacité d'échange est du même ordre de grandeur en profondeur pour les deux types de sols. Par contre en surface les sols d'ETOUMBI, nettement mieux pourvus en matière organique, ont une capacité d'échange deux à trois fois plus élevée que ceux de Cote d'IVOIRE. Ces sols ne peuvent donc convenir à la culture du palmier qu'à condition de corriger les carences les plus graves (Mg - Ca) et d'assurer une nutrition minérale satisfaisante.

III. CONCLUSION GENERALE

L'examen de quelques profils sur les blocs OBAKO et ETOKA dans la région d'ETOUUMBI a montré que les sols de ces deux blocs ne présentent aucune différence, tant sur le plan morphologique que sur le plan physico-chimique.

Le bloc OBAKO a été défriché en 1967; la végétation abattue a été mise en andains, non brûlés; la plante de couverture immédiatement installée est le pueraria. Après deux ans, on ne constate aucune différence sur le plan physico-chimique avec les sols de forêt. Sans préjuger de l'évolution ultérieure, on peut conclure dès à présent au bien fondé des méthodes employées visant à maintenir le potentiel de fertilité initial des sols sous forêt.

Les deux principaux facteurs de fertilité de ces sols sont : la présence d'un stock important de matière organique et leurs qualités physiques. Par contre, leur extrême pauvreté chimique, qui s'accompagne de déséquilibres cationiques implique l'apport d'importantes doses d'engrais minéraux lors de leur mise en valeur.

B I B L I O G R A P H I E

- A S E C N A (1964) - Aperçu sur le climat du Congo.
Brazzaville - Fév. 1946.
Le colloque sur la fertilité des sols tropicaux.
Tananarive - novembre 1967, édité par l'IRAT.
- BOCQUIER G. (1958) - Caractérisation des sols des palmeraies de KINDA et
ETOUMBI (région de la Likouala-Mossaka
République du Congo)
ORSTOM - Décembre 1958.
- DABIN B., LENEUF N. et RIOU G. (1960) - Notice explicative de la carte
pédologique de la Cote d'IVOIRE au 1/2.000.000°
ORSTOM - ABIDJAN
- ERHART M. (1948) - Rapport de mission sur les causes de dépérissement de
la palmeraie d'ETOUMBI (Moyen-Congo) et sur certaines
conditions pédologiques générales du palmier à huile
en AFRIQUE EQUATORIALE.
ORSTOM N° 74.