

LES SOLS DU BASSIN SÉDIMENTAIRE DE CÔTE D'IVOIRE

par

E. ROOSE* et M. CHEROUX**

avec la collaboration de **F.X. Humbel* et A. Perraud***

Publié sous la Direction Scientifique de **N. LENEUF**
Professeur à l'Université d'Abidjan

AVANT-PROPOS

Le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire est une région économique de premier plan dans laquelle le développement des cultures d'exportation ou cultures industrielles atteint déjà un niveau très élevé : palmier à huile, hévéa, caféier, ananas, sur les sols bien drainés des plateaux du Continental Terminal ; bananiers dans les sols hydromorphes des dépressions marécageuses ; cocotiers dans les sols sableux du cordon littoral.

Cette région est d'autre part partagée entre deux grands domaines végétaux : la Forêt et la Savane. Si le domaine forestier a été reconnu de longue date le plus intéressant pour l'exploitation agricole (palmiers, caféiers, cacaoyers, cultures vivrières, bananiers, ..), nous pouvons dire que la savane a vu ses possibilités et ses mérites reconnus plus tardivement au cours de ces dernières années par l'implantation spectaculaire de l'hévéa. Ces savanes autrefois incultes, mais non stériles, deviendront dans un avenir proche une des régions agricoles de haute productivité pour le caoutchouc et l'huile de palme.

Il n'y a pas de miracle en agriculture, et lorsque les propriétés physiques d'un sol sont satisfaisantes, lorsque les facteurs écologiques sont favorables à des cultures forestières riches, les possibilités agricoles deviennent grandes, même si les apports chimiques sont indispensables pour suppléer à certaines carences minérales comme c'est le cas sur ces sols.

Cette carte pédologique du bassin sédimentaire et sa notice de synthèse qui sont publiés aujourd'hui, représentent un aboutissement des travaux de recherches des nombreux collaborateurs de l'O.R.S.T.O.M. auxquels nous devons rendre hommage.

Dès 1946, BRUGIERE, CLAISSE, LAPLANTE, MOULINIER, SCHMIDT, premiers pédologues de l'O.R.S.T.O.M. installés en Côte d'Ivoire, amorcent des études de sols, sous la direction de G. AUBERT dans les régions de Bingerville, Eloka, La Mé, Mopoyem, Adiopodoumé, ...

* Chargés de recherches, Centre O.R.S.T.O.M. d'Abidjan, Côte d'Ivoire.

** Prospecteur-pédologue, Centre O.R.S.T.O.M. d'Abidjan, Côte d'Ivoire.

En 1955, dès mes premiers contacts avec la Côte d'Ivoire, j'étais amené à m'intéresser plus particulièrement à ces sols sur les formations sédimentaires tertiaires afin de fournir aux hévéaculteurs les données pédologiques dont ils avaient besoin pour l'implantation des premières exploitations en forêt et en savane.

Depuis cette époque, que ce soit dans le domaine des cultures fruitières (banane, ananas...) des cultures industrielles comme le palmier à huile, le cocotier, et dans celui des cultures vivrières, je participe, avec mes collègues DABIN, PERRAUD, de la SOUCHERE, à des prospections sur ces sols, à des études sur la fertilité (stabilité structurale, carences, ..), le dynamisme des phénomènes d'érosion et les techniques antiérosives (Parcelles expérimentales d'Adiopodoumé).

Donnant suite à une étude de R. PORTERES sur les bananeraies de Niéky, une cartographie détaillée est d'ailleurs entreprise dans les marais de l'Agneby (travaux de N. LENEUF, P. de la SOUCHERE, PERRAUD, de 1957 à 1963).

En 1963, F.X. HUMBEL prépare la cartographie au 1/20 000 d'une bande pilote nord-sud sur 250 km² environ, dans la région d'Anguédédou et Adiopodoumé entre le socle précambrien et la lagune, afin de fournir les éléments d'une classification détaillée des sols en vue d'une cartographie d'ensemble à plus petite échelle (1/200 000).

En 1964-65, E. ROOSE est chargé de réaliser cette première synthèse sur la feuille d'Abidjan et préparera ultérieurement la rédaction de la notice sur les sols du bassin sédimentaire ; CHEROUX, prospecteur-pédologue travaillant au cours de la même époque pour le compte du plan palmier IRHO, recueille les informations de terrain nécessaires pour une synthèse analogue dans les feuilles de Bingerville, Grand-Lahou.

Pour la région ouest de Sassandra, nous avons utilisé des cartes au 1/50 000 établies dans le cadre des études de S.W. (travaux de terrain de A. PERRAUD et M. CHEROUX en 1963).

Enfin, nous devons rendre hommage également à des collaborateurs extérieurs à l'O.R.S.T.O.M. qui, par leurs travaux anciens ou récents nous ont fourni, pour ce bassin sédimentaire, des données de base très précises dans le domaine de la géomorphologie (G. ROUGERIE), de la paléoclimatologie (Le BOURDIEC), de la géologie et de l'hydrogéologie (BERTON, GUERIN-VILLEAUBREIL, ...).

N. LENEUF

Professeur à l'Université d'Abidjan

Directeur de recherches de l'O.R.S.T.O.M.

SOMMAIRE

1 - LE MILIEU

- 1.1 - Situation géographique
- 1.2 - Climat
- 1.3 - Végétation
- 1.4 - Géologie, géomorphologie et réseau hydrographique
 - 1.4.1 - Aperçu général
 - 1.4.2 - Le Tertiaire
 - 1.4.3 - Le Quaternaire
 - 1.4.4 - Schéma paléoclimatique et paléogéologique

2 - LES SOLS

- 2.1 - Généralités et légende de la carte pédologique au 1/200 000
- 2.2 - Description des sols et discussion
 - 2.2.1 - Classe II - Sols peu évolués sur sables roux marins
 - 2.2.2 - Classe VII - Sols à humus grossier
 - 2.2.3 - Classe VIII - Sols à sesquioxydes : sols ferrallitiques lessivés en base
 - 2.2.4 - Classe IX - Sols hydromorphes

3 - CONCLUSIONS

- 3.1 - Facteurs d'évolution des sols
- 3.2 - Conclusions agronomiques
 - 3.2.1 - Sols sur sables tertiaires
 - 3.2.2 - Sols sur sables quaternaires
 - 3.2.3 - Sols hydromorphes

Résumé

Cette étude est une synthèse des travaux de prospection des auteurs et de nombreuses études réalisées sur les sols développés sur les sables tertiaires et quaternaires du bassin sédimentaire ivoirien.

La pluviométrie répartie en deux saisons des pluies et deux saisons relativement sèches atteint 2000 mm.

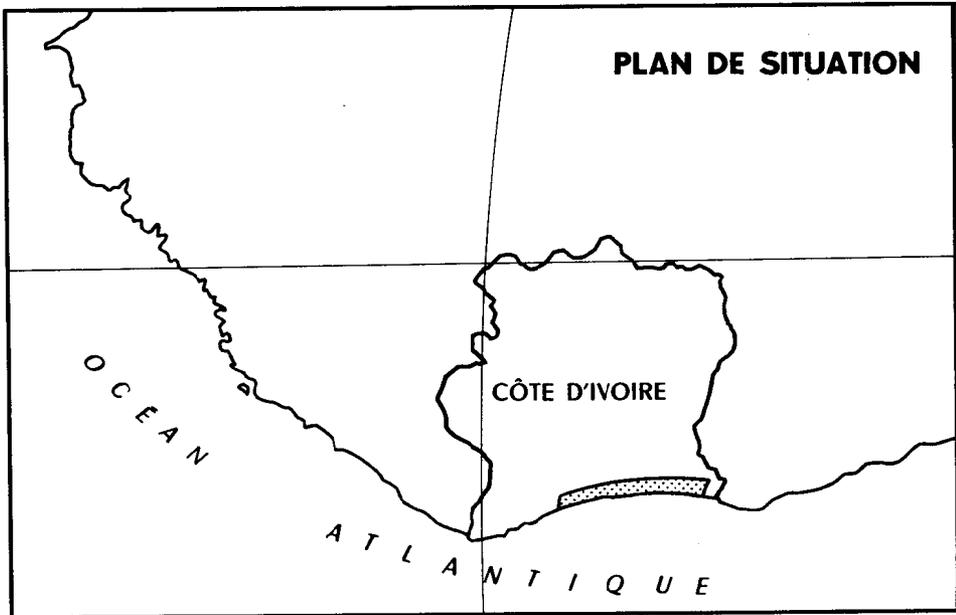
La carte au 1/200 000 sur laquelle figurent les surfaces occupées par les différents "paysages pédologiques" (complexe sol-relief) intègre les aspects pédologiques géomorphologiques et stratigraphiques de la région.

Une discussion sur la pédogenèse suit la description de chaque groupe de sols.

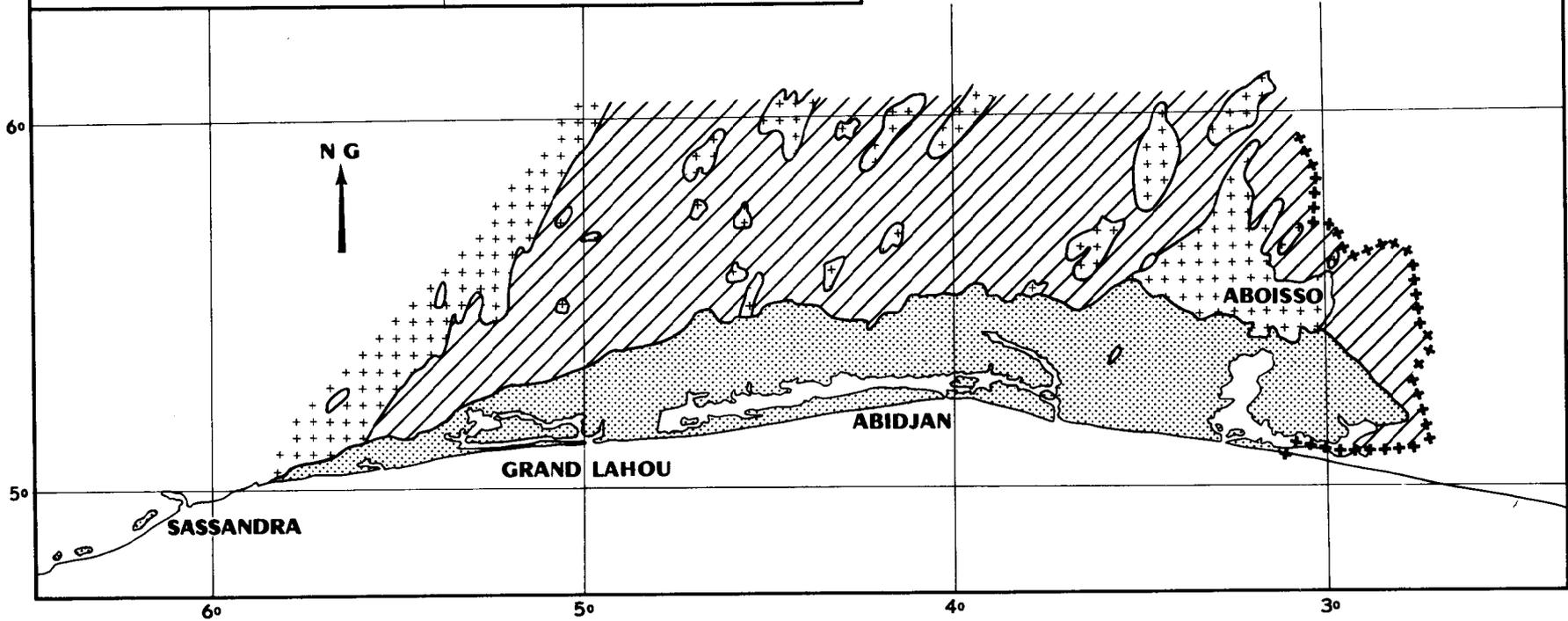
Actuellement, on relie les sols sur sables tertiaires aux sols ferrallitiques lessivés en bases de la classification de AUBERT.

Les sols sur sables quaternaires sont à classer parmi les sols podzoliques et les podzols de nappe. Les sols hydromorphes sont variés et très répandus.

La plupart de ces sols présentent un intérêt agronomique certain mais demandent des apports non négligeables d'engrais organiques et minéraux (Potasse et Azote principalement).



ÉCHELLE : 1/2.000.000



1 - LE MILIEU

1.1 - Situation géographique

Le bassin sédimentaire ivoirien se présente comme un croissant écrasé bordant le rivage atlantique depuis Sassandra jusqu'à la frontière du Ghana, et s'étale sur un maximum de 45 km à l'intérieur du pays. Il est entièrement compris entre le troisième et le sixième degré de longitude ouest, entre 5° et 5°30' de latitude nord, et ne dépasse pas 130 m d'altitude.

1.2 - Climat

La zone des sables tertiaires et quaternaires se situe en climat attiéen, faciès littoral (ROUGERIE, 1960).

La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 2 m, avec un gradient décroissant vers l'ouest et le nord. Deux saisons sèches centrées sur août et janvier (cette dernière dure quatre mois et demi) alternent avec deux saisons humides centrées sur octobre et juin. Il faut cependant signaler de très fortes variations de répartition des pluies dans l'année et du total annuel (Adiopodoumé, 1 546 mm en 1949 et 2 935 mm en 1954). Le maximum d'intensité est enregistré en juin (288 mm/24 heures, Dabou, juin 1964), ce qui fait courir de grands dangers d'érosion aux sols mal protégés par les cultures. Une intensité instantanée égale à 2,5 mm par minute semble être le maximum observé. La température moyenne annuelle est de 26°1 C. Ce sont les mois de mars et avril qui sont les plus chauds (maximum absolu 36°5 C en mars 1957), le mois d'août le plus frais. En janvier, les rares manifestations de l'Harmattan (vent sec venant du nord) peuvent abaisser la température jusqu'à 15°C (11°C en janvier 1957). L'humidité relative mensuelle oscille entre 80 % (avril) et 90 % (juin). Le déficit de saturation mensuel passe de 6 mm en avril à 2 mm en juin. L'indice de drainage calculé de HENIN et AUBERT est de l'ordre de 1 200 mm.

1.3 - Végétation

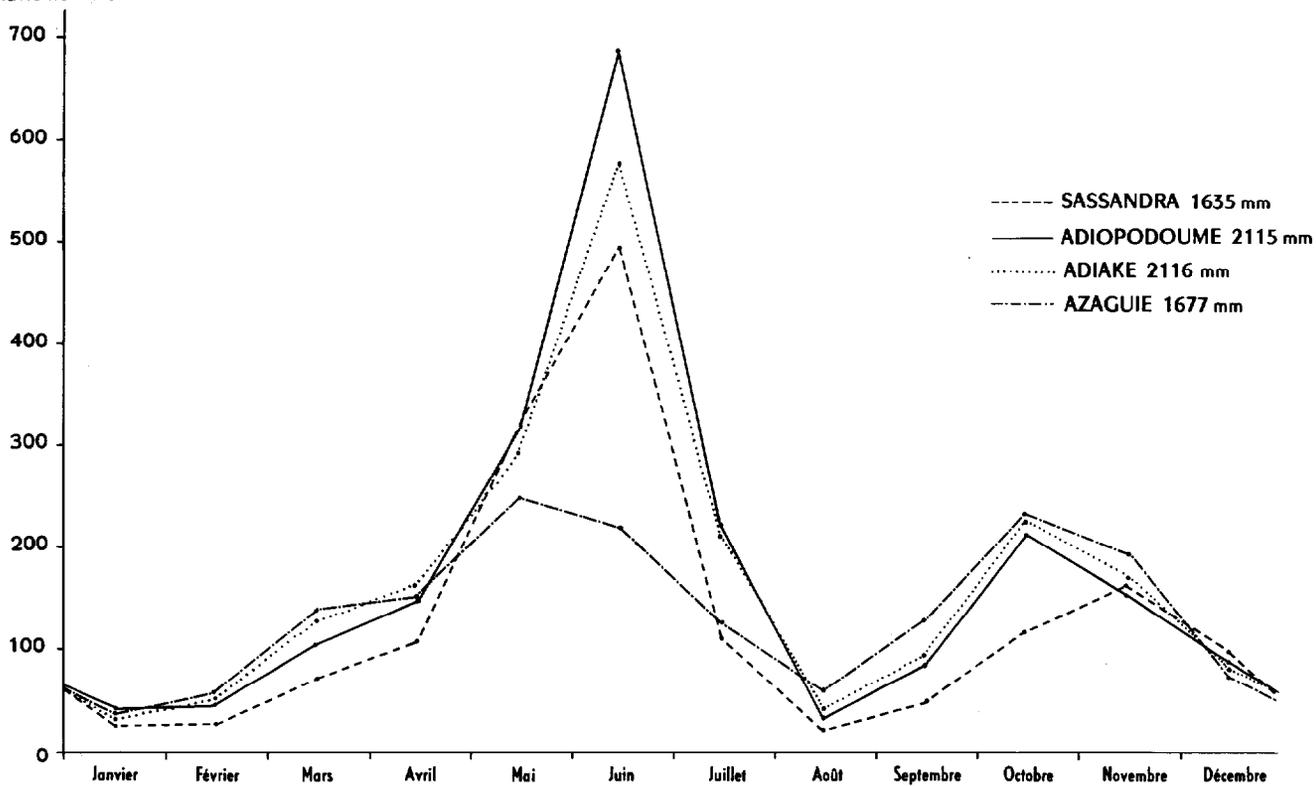
Trois grands types de paysage végétal se partagent la région étudiée : la forêt, la savane et les formations hydrophiles des zones marécageuses. L'ensemble est abondamment transformé par les cultures industrielles (palmiers et hévéas en savane, palmiers, caféiers, cacaoyers et ananas en forêt, bananeraies dans les bas-fonds tourbeux) et par les cultures vivrières itinérantes.

La forêt psammo-hygrophile à *Thurraanthus africana* (AUBREVILLE, 1938) couvrait jadis tout le bassin sédimentaire. Devant les exploitants forestiers, les fabricants de charbon de bois et les cultures vivrières ou industrielles, elle a reculé jusqu'à ne plus montrer que quelques flots de forêts classées. En bordure de la lagune, la forêt prend une allure de forêt littorale riche en palmiers à huile. A l'approche du contact avec le socle, la forêt est beaucoup plus haute, plus dense et moins dégradée ; ceci est en liaison avec une baisse notable de la densité d'habitation.

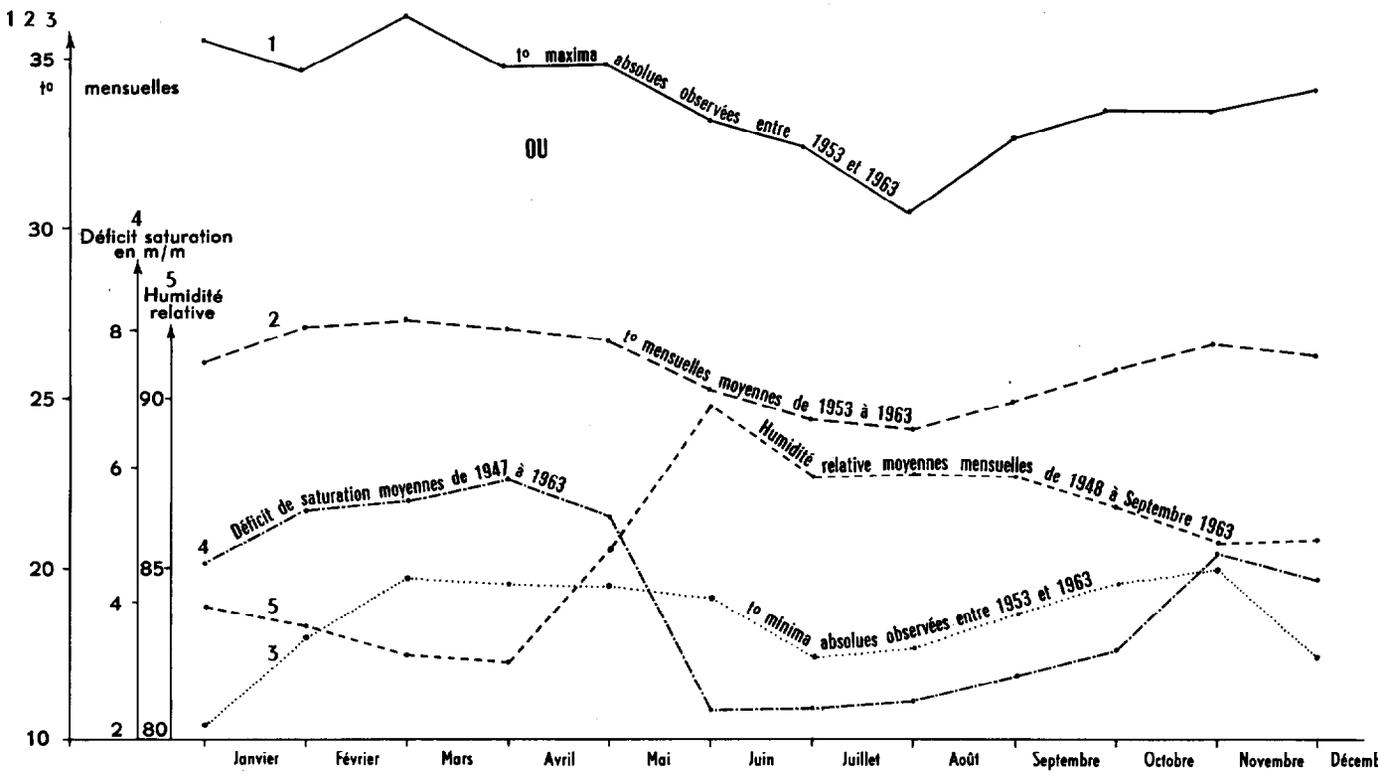
La savane à rônier (*Borassus flabelliformis*) est particulièrement bien développée entre Cosrou et Nzida, sur sols gravillonnaires, ainsi qu'au nord de l'axe Cosrou-Dabou, sur sols sableux (B.D.P.A., 1964). Son origine, qui reste controversée par la plupart des chercheurs, ne peut être trouvée dans les faibles différences de pluviométrie ou de sol que l'on peut mettre en évidence par rapport aux forêts environnantes. L'excellente venue des plantations industrielles d'hévéas et de palmiers à huile prouve que rien ne s'oppose à la croissance de la forêt dont on a pu d'ailleurs suivre le développement vers l'intérieur de la savane. Dans les savanes du cordon littoral, le rônier n'est pas représenté.

Pluviométrie en mm

PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE NORMALE (ASECNA)



COURBES MOYENNES MENSUELLES DES températures , DU DÉFICIT DE SATURATION, ET DE L'HUMIDITÉ RELATIVE A ADIODOUME



Les formations marécageuses prennent l'allure de forêts particulièrement enchevêtrées à *Symphonia* (Agneby) ou encore de forêts très sombres à *Raphia* et *Elaeis*. Ailleurs, ce seront des prairies aquatiques (Agneby, marais de Grand-Lahou, etc..).

En bordure de lagune on rencontre des mangroves à *Rhizophora* et *Avicennia*.

1.4 - Géologie, géomorphologie et réseau hydrographique

1.4.1 - APERÇU GÉNÉRAL

La Côte d'Ivoire se divise en deux grandes régions géologiques : d'une part la masse cristalline du socle (schistes, granites, gneiss et roches vertes) et d'autre part, le bassin sédimentaire composé en majeure partie des sables argileux du Tertiaire et des sables quaternaires du littoral.

L'origine et la composition des matériaux, ainsi que la morphologie générale du terrain, sont les principaux facteurs qui orientent la classification des sols. Ces facteurs, liés les uns aux autres, permettront sur le terrain de définir des paysages typiques à l'intérieur desquels sont groupés les profils pédologiques, qu'il serait impossible de représenter séparément à l'échelle 1/200 000 proposée.

On étudiera donc de façon synthétique la géologie, la géomorphologie et le réseau hydrographique des deux formations que l'on rencontre dans le bassin sédimentaire : au nord, les sables du Continental terminal (sables néogènes ou sables tertiaires), au sud, les sables quaternaires du cordon littoral.

1.4.2 - LE TERTIAIRE

Bordant le golfe du Bénin, les sables du Continental Terminal s'étirent depuis Monogaga en une mince langue de terre de 400 km de long, qui s'élargit progressivement jusqu'à atteindre plus d'une quarantaine de kilomètres à hauteur de Bonoua et va se perdre en territoire ghanéen.

En Côte d'Ivoire, cette formation atteint son développement maximum (45 km) entre la Comoé et la Bia. Au nord et à l'ouest, les sables tertiaires se présentent comme un mince manteau qui couvre çà et là les formations cristallines, puis, vers le sud, le recouvrement s'épaissit pour atteindre son épanouissement maximum près d'Abidjan (sondage de Locodjo : 125 m). Au sud, les affleurements de ces formations sont limités par un réseau de lagunes et de zones basses marécageuses, parmi lesquelles pointent encore quelques flots de matériaux tertiaires. D'autres pointements peuvent se trouver isolés au milieu des alluvions des grands fleuves (marécage de Grand Lahou, plateau de Tamabo).

1.4.2.1 - Relief

Sauf au nord d'Abidjan, au nord-ouest de Cosrou et à l'est de Bonoua, ces sédiments ne dépassent pas l'altitude de 100 m. Cependant, le réseau hydrographique a tellement tourmenté cette surface plane qu'il faut préférer le terme de plateau à celui de plaine.

Schématiquement, on peut se représenter le relief comme un toit à pentes inégales. Le faite est formé des plateaux culminant au-dessus de 100 m. Les pentes sont raides et courtes vers le nord au contact avec le socle ("côtes" ou "cuesta" dominant les formations précambriennes). Vers le sud, le plateau descend doucement vers la lagune dans laquelle il plonge brusquement de 10 à 30 m de dénivellation. Nombreuses sont les plaines colluviales basses et marécageuses : anciens deltas du Bandama, de l'Agneby et de la Comoé, vallées remblayées par suite du relèvement du niveau de la mer.

1.4.2.2 - Hydrographie

Des cours d'eau importants traversent le massif et s'alimentent largement dans la région schisto-granitique. Ce sont : le Niouniourou, le Boubo, le Bandama, l'Agnéby, la Comoé, la Bia. D'autres drainent une dépression périphérique qui marque le contact socle-sables tertiaires (Nieky, Bolo, etc.). Quelques petits ruisseaux à débit régulier et permanent prennent leur source dans le Continental Terminal, soit à l'approche de la lagune, soit à proximité du socle (Anguédédou, Banco, Toumanguie, Tendum). Leur source limpide est alimentée par la nappe pérenne qui s'étend sous les plateaux. Il existe aussi quelques nappes perchées sur les lentilles argileuses (HUMBEL, 1963).

1.4.2.3 - Morphologie

En général, le relief a une allure convexe caractéristique, surtout en bordure des sables tertiaires. Grandes surfaces planes, pentes passant progressivement de 3 à 12 %, après quoi elles atteignent 50 %, se raccordant presque à angle droit à une vallée colluviale sèche ou alluviale et marécageuse. Dès leur tête de vallée, les ruisseaux qui prennent leur source dans le Tertiaire s'ancrent profondément dans le plateau. S'ils buttent contre une lentille argileuse résistance, les cours d'eau présentent un tracé fourchu (Anguédédou et la plupart des petits ruisseaux du Tertiaire) et une allure générale torrentielle de ravines à pentes raides peu compatibles avec la végétation et le climat actuel. Le Banco après un parcours suivant l'axe N-S bifurque brusquement vers l'est, formant un cirque ressemblant étrangement aux bassins torrentiels alpins.

Nombreuses aussi sont les vallées sèches. Il en existe en savane qui servent encore de déversoir lors des plus fortes tornades (Ousrou). On peut souvent y reconnaître des terrasses sableuses. Sous forêt, il en existe de très nombreuses (ROOSE et RIEFFEL, 1964) au nord d'Abidjan : les pentes raides s'y trouvent mieux conservées qu'en savane. Au sud de l'axe Dabou-Toupah-Nzida, le matériau gravillonnaire avec matrice plus argileuse offre un paysage de collines usées, presque dépourvues de surfaces planes, de pentes très raides et parfois abruptes côté lagune.

A hauteur de Tamabo, les alluvions d'un ancien lit du Bandama isolent un plateau de sables assez argileux. On peut reconnaître l'activité incisive du fleuve sur la face nord de ce plateau et sur la face sud du massif argilo-sableux tertiaire sous-jacent. Au sud-est de Tiébissou, on trouve des falaises de sables argileux avec soubassement conglomératique (blocs de grès ferrugineux et noyaux de quartz) hautes de 40 m, enfouies sous une forêt très sauvage. En général, les ruisseaux secondaires qui prennent leur source dans le Tertiaire s'orientent tout autour du plateau vers les collecteurs principaux : la lagune et les fleuves. Mais, à l'approche du contact avec le socle, le réseau hydrographique tourne souvent le dos à la lagune. Il s'inverse franchement pour rejoindre un collecteur qui serpente dans un sillon est-ouest, marécageux et souvent graveleux (quartz) qui marque les premiers affleurements du socle au contact avec le Tertiaire.

1.4.2.4 - Stratigraphie

Le Continental Terminal est essentiellement formé de dépôts détritiques sablo-argileux (BERTON, 1961) et sableux, avec quelques lentilles argileuses. Les formations sont partout lenticulaires, et les corrélations sont difficiles entre les couches rencontrées dans divers sondages, même rapprochés. Les fossiles sont très rares et mal conservés.

Conglomérat ferrugineux - à la base de la bordure nord du Tertiaire, trouvé au pied de la falaise au nord-est de Tiébissou et à partir d'Akakro vers l'est - constitué de galets de quartz et de sables grossiers quartzeux cimentés par des hydroxydes de fer.

Lit de graviers non cimentés - au nord d'Akoupe. Ces lits de graviers se retrouvent dans le sillon séparant le socle du Tertiaire en compagnie des noyaux de quartz en provenance des sols sur granite ou schiste.

Grès ferrugineux - à grains de quartz anguleux enrobés dans une pâte manganoferrugineuse. Ce faciès est typique des carrières de Bingerville.

Sables - Les sables non argileux sont plus rares en surface. On en rencontre des lentilles près d'Abidjan et un niveau de 12 m d'épaisseur dans une plantation près de Nzida.

Les sables argileux forment la plus grande partie des formations superficielles. Contrairement à BERTON (1961), des teneurs en argiles supérieures à 30 % y ont été observées. La couleur

vire du brun-jaune à l'ocre ou même au brun-rougeâtre, suivant la concentration et la forme des hydroxydes de fer en liaison souvent avec les formes du relief.

Argiles - On les trouve sous forme de lentilles de couleurs plus ou moins bariolées ou blanches : HUMBEL (1964) a mis en évidence les liens qui pouvaient exister entre les cuvettes que l'on rencontre sur les plateaux et certains niveaux argileux. BERTON signale de nombreux affleurements en bordure sud de la lagune, à l'ouest d'Abidjan.

Formations ferrugineuses - Il s'agit de cuirasses de nappes ou masses gravillonnaires plus ou moins remaniées et transportées sur de courtes distances, avant d'être ressoudées en dalles cuirassées grâce au ciment ferrugineux et argileux. On peut en observer en masses éparses sur les plateaux de forêt dégradée à l'ouest d'Abidjan et en bordure nord et sud du Tertiaire, des paysages de collines gravillonnaires au sud de l'axe Dabou-Toupah-Grand Lahou (teneur en fer : 30 %) et au nord de Emangbo et du camp forestier Calvet-Fontaine (Cosrou).

On trouve également de petites concrétions éparses à la surface de sols argilo-sableux très érodés : ils proviennent d'un durcissement de taches ferrugineuses après exposition au soleil, et surtout aux feux de brousse (toujours en savane) par érosion en nappe de l'horizon humifère.

Entre Dabou et Mopoyem, il a été remarqué des formes conchoïdales dont la structure interne est en stries concentriques curieusement organisées dans lesquelles a été observé un moule interne de bivalve.

1.4.2.5 - Tectonique

D'après BERTON, les mouvements tectoniques dans la partie actuellement visible du Continental Terminal ont été faibles depuis l'époque des dépôts et limités à quelques coupures nord-sud (lagune Aby et Agneby). L'accident majeur, l'effondrement au niveau des lagunes, a probablement rejoué après les dépôts du Continental Terminal.

1.4.2.6 - Origine

C'est LE BOURDIEC (1958) qui propose l'hypothèse la plus synthétique et se conformant le mieux aux faits observés sur le terrain.

Avant le Mio-Pliocène, aurait régné un climat du type tropical humide favorisant l'épanouissement d'un couvert végétal dense et une forte altération biochimique du type ferrallitique. Le socle disparaît sous un épais manteau de formations meubles (argile kaolinique, goethite, résidu de sable quartzueux ferruginisé).

Au Néogène, parallèlement à un changement climatique, a lieu une variation du niveau de base provoquant l'ablation de ces débris. Ceux-ci seraient transportés et remaniés par un système de ruisseaux à régimes très contrastés donnant à cette formation une stratigraphie lenticulaire et un faciès de nappe d'épandage semi-aride. Le lit de ces rivières capricieuses divagant en saison humide, donne naissance à un lit mineur de gravillons et sables grossiers, tandis que l'argile se décante dans des dépressions inondées périodiquement. On peut voir de nos jours différents types de "cuvettes" dans le lit abandonné de ce genre de cours d'eau. Au nord-est du bassin se seraient déposés les éléments les plus grossiers (graviers dans le sillon de contact socle-sables tertiaires).

Au Centre (savane de Dabou), on retrouve des formations fort sableuses, tandis qu'à l'ouest dominant les formations argileuses riches en fer (qui auraient évolué plus tard en masses gravillonnaires).

1.4.3 - LE QUATERNAIRE

Il est formé de nombreuses plaines alluviales et d'un cordon littoral plus ou moins développé (0,1 à 8 km). On attribue aux formations quaternaires une soixantaine de mètres d'épaisseur. Ce cordon littoral peut être séparé du Continental Terminal par le système lagunaire, ou s'y rattacher par des plaines marécageuses. Il se compose :

- d'une *plage actuelle* très rectiligne de sable roux (quartz ferruginisé), particulière. Là où la mer ronge le sable et forme de petites falaises on peut voir une succession de fines couches de sables grossiers et plus fins ou encore une nappe de sables noirs titanifères.

- d'une *plage ancienne* qui s'étend sur 500 à 1 000 m. On peut y compter jusqu'à six levées successives (GUERIN, VILLEAUBREIL, 1962). Les sables sont déjà un peu blanchis en surface. On y trouve des plantations de cocotiers et de manioc et une végétation arbustive basse, issue de la forêt primitive dégradée.

- de *plateaux* dont l'altitude ne dépasse nulle part 20 m. Ceux-ci présentent très généralement une côte brusque de 2 à 3 m de dénivellée à l'approche du lac, du marécage ou du bras de lagune qui les séparent les uns des autres.

Généralement, le dernier plateau descend en pente douce jusqu'au niveau de la lagune Ebrié. Le sable en surface est jaune et devient ocre, plus cohérent et un peu plus argileux (10 %) en profondeur. Cette formation est très homogène et caractérisée par un nombre considérable de termitières cathédrales ocre, de tailles imposantes. On peut y trouver des cultures de café (variété Indenié), de cocotiers, manioc et ananas. Il reste encore des régions où la forêt a gardé un caractère assez primitif.

- de *zones marécageuses*, lacs intérieurs ou bras de lagune : points bas où la nappe fait sentir son action chimique.

Si ces zones sont exondées, elles présentent en surface de larges plaques de sable quartzeux blanchi. La végétation s'est adaptée aux conditions plus ou moins temporaires de l'hydromorphie, mais partout elle est instable : elle tend localement vers une formation de savane (herbe courte et dure). On y trouve encore quelques maigres cultures : seul le palmier à huile y pousse naturellement en association avec le raphia, mais il ne porte presque pas de fruits. On peut encore trouver dans cette zone quelques rares termitières grises et de taille modeste, surtout sur le dernier plateau en pente douce vers la lagune.

Ces zones marécageuses du cordon littoral sont à rapprocher des marécages tourbeux ou sableux que l'on trouve à l'embouchure des petites rivières prenant leur source dans les sables tertiaires ou encore des plaines marécageuses que forment les anciens deltas. Ce sont encore ces mêmes formations hydromorphes que l'on trouve sur les îlots quaternaires de la lagune.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer l'allure de ces zones basses parallèles à la côte, reliées ou non à la lagune.

LE BOURDIEC (1958) rejette l'hypothèse selon laquelle des flèches successives de sable auraient isolé des traînées de points bas qui, si elle explique localement ces formations, est incapable d'expliquer leur liaison avec la lagune et la profondeur du lac Bakré situé dans le prolongement du "Trou sans fond". Selon lui, le lac Bakré résulterait d'un creusement fluvial lié à la régression préflandrienne. De la même époque date l'étalement de matériaux provenant d'une érosion accrue des plateaux tertiaires. La transgression qui a suivi a été à l'origine du remaniement de ce matériel rejeté par la mer et cheminant le long du littoral sous l'action des vagues. La crête de la houle a déterminé le niveau des levées et l'enfoncement progressif du socle explique la pente très douce du plateau côté lagune.

1.4.4 - SCHÉMA PALÉOCLIMATIQUE ET PALÉOGÉOLOGIQUE, d'après les hypothèses de LE BOURDIEC

Début du Tertiaire

- climat tropical humide, forêt dense,
- altération biochimique poussée du socle qui se recouvre d'un manteau épais de matériaux meubles (constitué de kaolinite, goethite quartzeux résiduel).

Mio-pliocène

- climat semi-aride, végétation rare : arbustes et épineux,
- grande faille en bordure du continent,
- décapage de ce manteau et dépôts en nappes recouvrant l'extrémité du socle, le Crétacé ou l'Eocène.

Quaternaire ancien

- climat humide mais contrasté en saisons sèches et humides,
- cuirassements du Néogène, creusement de la vallée du Trou sans fond.

Pré-ouljien

- régression marine correspondant au Riss,
- climat plus sec - la forêt recule jusqu'à la cuvette congolaise,
- le réseau hydrographique entaille profondément le plateau néogène et répand le matériau charrié sur le plateau continental,
- induration des dépôts riches en fer.

Ouljien

- transgression marine jusqu'à l'altitude de 6 m - formation de faluns (amas de coquillages marins plus ou moins étendus),
- accumulation de matériau en avant de la plaine littorale et affaissement progressif du plateau continental : formation du cordon littoral et des lagunes.

Pré-flandrien

- période sèche correspondant au Wurm, climat très contrasté,
- régression de 60 m - approfondissement des vallées qui débouchent dans la lagune et creusement des ravins digités, à sec aujourd'hui,
- alimentation du cordon littoral.

Dunkerquien

- climat plus humide, la forêt fossilise le relief raide laissé par la période précédente,
- étoffement du cordon littoral avec des matériaux frais (minéraux lourds),
- édification des deltas du Bandama, Comoé et Agnéby, colmatage des vallées ennoyées.

Actuellement

- légère régression marine,
- émergence des plaines basses et marécageuses (Agnéby, Bandama, Comoé, etc..).

2 - LES SOLS

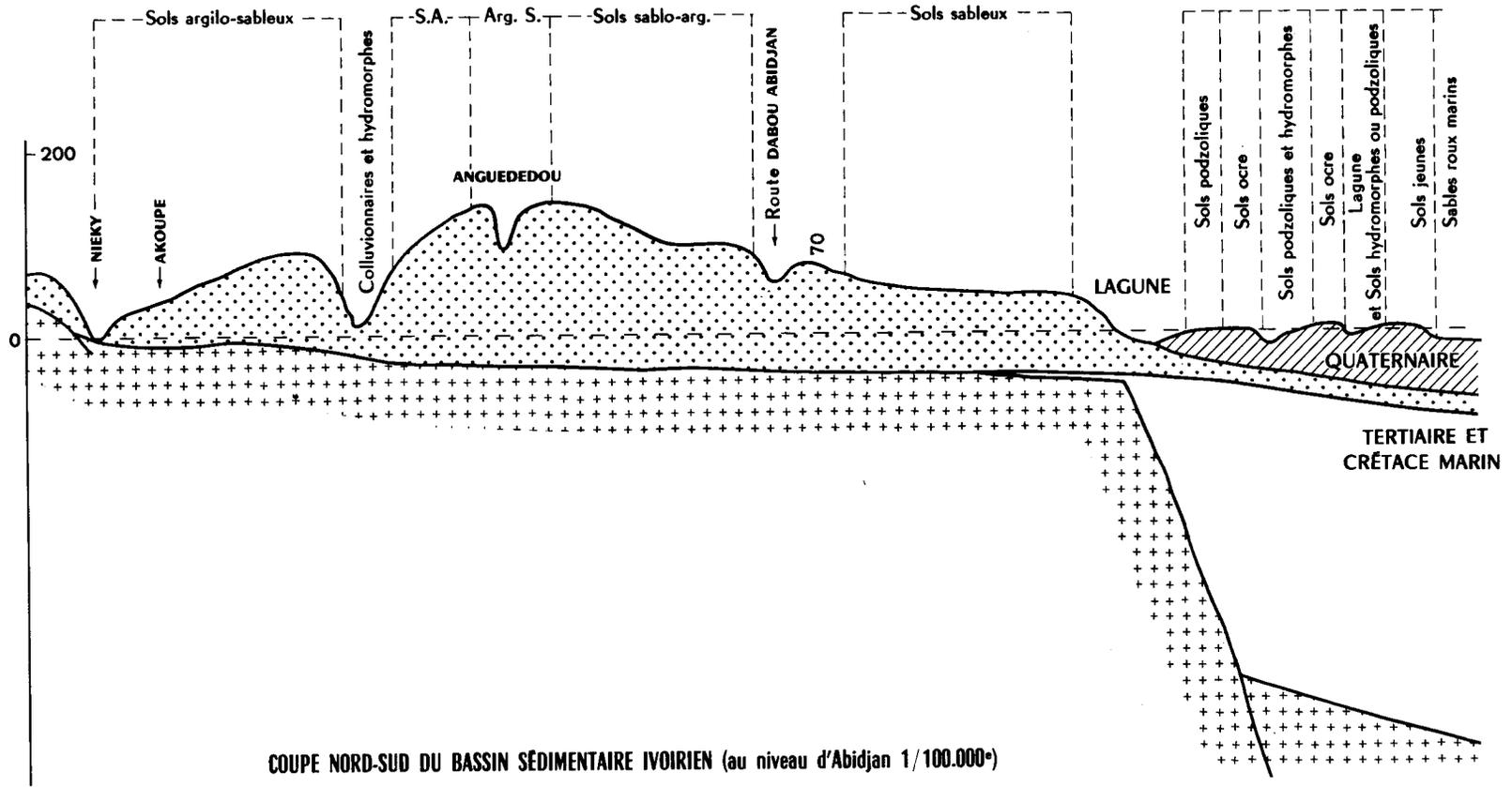
2.1 - Généralités et légende de la carte pédologique au 1/200 000

Lorsqu'on a passé en revue les facteurs qui déterminent la pédogenèse des sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire, trois catégories de sols peuvent être distinguées suivant le matériau de départ. Ce sont :

- les sols sur sables tertiaires à teneur variable en argile (10 à 45%) ;
- les sols sur sables quaternaires contenant très peu d'éléments fins (0 à 8%) ;
- les sols sur alluvions et colluvions, souvent hydromorphes et tourbeux.

Géographiquement, les premiers sont localisés entre le socle et la lagune, les seconds sur le cordon littoral. Colluvions et alluvions se rencontrent mêlées aux deux premières formations, suivant les aléas du réseau hydrographique et du relief. Ces derniers sont facilement discernables par leur granulométrie ou les phénomènes d'hydromorphie qui s'y développent.

Les sols sur sables quaternaires se distinguent entre eux par leur couleur en surface, la composition du matériau de départ, leur situation dans le contexte géomorphologique et le niveau de la nappe phréatique.



Quant aux sables tertiaires, il suffit de les avoir prospectés pendant quelques mois pour se rendre compte à quel point il est malaisé de mettre en évidence un caractère qui puisse distinguer des séries de sols à l'échelle du 1/200 000. Les variations du climat sont insignifiantes. On ne trouve que des différences de détail à l'analyse des sols sous savane et sous forêt. On pourrait recourir à une classification basée sur les données géologiques du matériau de départ (HUMBEL, 1963). On y a renoncé pour des raisons d'importance inégale. A l'échelle imposée, il est impossible de rendre compte du caractère lenticulaire de la stratigraphie du Continental Terminal étant donné son relief échanuré. Il est très difficile de définir le matériau originel par rapport au sol sus-jacent.

Enfin, à l'occasion de la prospection détaillée (1/5 000 de la forêt d'Abobo-ROOSE et RIEFFEL, février 1964) une attention particulière fut accordée aux relations qui existaient entre le degré des pentes, la granulométrie et l'épaisseur des horizons caractéristiques de tous les sables tertiaires (non gravillonnaires). De plus, en cherchant à réduire au 1/200 000 la bande-témoin dressée par HUMBEL au 1/20 000, les conclusions suivantes ont été dégagées :

- localisation aux fortes pentes (Banco, Anguédédou et limites avec le socle) des sols présentant une forte proportion d'argile dès les horizons exploités par la majorité des racines (pratiquement 1,20 m = longueur de la sonde),
- localisation des sols les plus sableux aux surfaces pratiquement planes de certains plateaux,
- existence de sols intermédiaires situés tantôt sur plateaux, tantôt sur pentes douces à moyennes.

En cours de prospection, il a été possible de critiquer et développer cette hypothèse de départ. Globalement, la relation s'avère étroite entre la pente et la finesse de la granulométrie des sols. Mais il faut signaler l'existence de lentilles argileuses sur certains plateaux et d'autre part des sols argilo-sableux et même franchement sableux sur des pentes supérieures à 7% (Grand-Bouboury). De plus, les sédiments du Continental Terminal présentent une granulométrie plus fine à l'ouest de Dabou qu'à l'est, et le caractère lenticulaire de leur stratigraphie peut réserver des surprises. Il semble donc opportun de corriger l'hypothèse en faisant remarquer que la granulométrie des sols ne résulte pas seulement de leur vieillissement (lessivage) ou de leur rajeunissement (érosion) mais également de la stratigraphie.

Devant la nécessité de tenir compte de l'élément le plus important (tantôt la pente, tantôt la granulométrie) ce sont des "paysages pédologiques" plutôt que des associations de sols qui ont été cartographiés. La notion de "paysage pédologique" intégrera donc les qualités intrinsèques du sol et le facteur intensité de la pente.

Dans une région où les sols présentent des profils si semblables, si monotones, bien mieux que la dénomination d'association, le terme de "paysage" fera ressortir l'importance du relief. Et s'il existe des associations, ce sera plus entre un type de sol et un type de relief, qu'entre plusieurs types de sol.

Ceci a pour but d'écartier tout malentendu quant au contenu des groupements de sols cartographiés au 1/200 000. En définitive, cette carte pédologique intègre les données stratigraphiques et géomorphologiques de la région.

Sur le Continental Terminal, trois types principaux de paysages ont été distingués :

Les plateaux sableux. Ils peuvent présenter des contours très entaillés, mais leur surface est quasiment plane (pentes inférieures à 3%). L'humus a migré très profondément dans le sol et ce sont des horizons très sableux (A + L inférieur à 20%) que l'on rencontre jusqu'au moins 90 cm. Vers 1,20 m on observe souvent un horizon comportant plus d'éléments fins.

Les paysages mouvementés, à forte teneur en éléments fins : ils se présentent sous deux variantes :

- les plateaux "burinés" à des époques plus ou moins récentes par le réseau hydrographique, qui a mis en relief des lentilles argileuses sous lesquelles se développent des pentes de 10 à 60% ;

- les collines à pentes raides (8 à 20 %) qui s'étendent principalement au sud de l'axe routier Dabou-Nzida. La présence simultanée d'une forte teneur en éléments fins et en sesquioxydes (30 à 35 %) explique l'existence de nappes gravillonnaires presque continues et localement de cuirasses et carapaces. Tous ces éléments sont favorables à un ruissellement de surface plutôt qu'un lessivage plus ou moins oblique. Il faut noter d'ailleurs qu'aux abords de la lagune, la fracture profonde du socle combinée à la résistance des collines gravillonnaires et argileuses donne lieu à des pentes impressionnantes (Tiagba - Petit Badien - Ngaty - Adiaké, etc.). Ces paysages mouvementés se retrouveront principalement aux contacts Tertiaire - socle ou Tertiaire - Quaternaire.

Les plateaux et collines à pentes moyennes (3 à 8 %), à teneur moyenne en éléments fins. Intermédiaires ne présentant aucun caractère nettement dominant, ils sont répandus là où la pente est trop faible pour raboter les horizons sableux qui couvrent une lentille argileuse. On les retrouvera également là où la pente témoigne d'une incision notable par le réseau hydrographique, mais dans un matériau trop grossier. Ce paysage présentera donc des ondulations de caractère modéré.

Sur le cordon littoral, on peut aussi distinguer trois paysages :

Les plages. Plus ou moins anciennes, elles se présentent comme une suite de dunes presque parallèles à la place actuelle. La hauteur de ces bourrelets sableux peut atteindre 3 à 6 m au-dessus du niveau de la mer. Ce paysage est d'autant plus sec (écologiquement parlant) que la mise en culture a accéléré la minéralisation de l'humus qui, sur ces types de sol, est la seule matière colloïdale.

Les plateaux. Surfaces quasi-planes et généralement limitées par une pente courte mais raide, les plateaux quaternaires dépassent très rarement 15 m d'altitude. Les termitières cathédrales, de couleur brun-jaune à ocre, de tailles imposantes et en nombre impressionnant, en font un paysage vraiment typique.

Les bas-fonds. Les bas-fonds à hydromorphie tantôt permanente (sur tout le profil ou seulement en profondeur), tantôt temporaire, présentent des sols d'autant plus dégradés qu'ils sont pauvres en éléments fins. Les sables sont blanchis en surface ; le fer et des matières organiques très foncées sont entraînés en profondeur où ils flocculent au niveau de la nappe, formant quelquefois des alios très bien caractérisés. Les rares termitières que l'on peut y trouver sont grises, de tailles réduites et localisées principalement là où la nappe est la plus profonde et les matériaux les moins grossiers.

Les plaines basses.

Sur les sables tertiaires, l'érosion très active à des époques plus ou moins récentes, a laissé des vallées sèches tapissées de colluvions sableuses, sans trace d'hydromorphie. Dans ces vallées, la végétation forestière n'est pas différente de celle qui l'entoure. On retrouve ce même paysage dans la partie amont des vallées où coulent des ruisseaux permanents.

A leur débouché sur la lagune, les vallées humides étalent généralement des plaines alluviales hydromorphes sur tourbe, argile ou sable. La forêt à *Symphonia* ou à *Raphia* leur donne alors un aspect très touffu et impénétrable.

Les deltas du Niouniourou, du Boubo, du Bandama, de l'Agnéby et de la Comoé présentent de grandes plaines à demi-immergées où la forêt marécageuse alterne avec les prairies aquatiques et les mangroves.

Les unités de la carte pédologique au 1/200 000 s'établissent comme suit :

Classe II - Sols peu évolués

Sols jeunes sur sables roux marins (sur sables quaternaires)

Classe VII - Sols à humus grossier

Sols podzoliques, podzols et pseudo-podzols de nappe indifférenciés (sur sables quaternaires)

Classe VIII - Sols à sesquioxydes

Sols ferrallitiques lessivés en bases

- sur sables tertiaires :

Argilo-sableux ($A + L > 30\%$; $p. > 8\%$)

Sablo-argileux ($A + L > 30\%$; $3 < p < 8\%$)

Sableux ($A + L < 20\%$; $p < 3\%$)

Variantes (avec matériaux ferrugineux indurés, sols de cuvette)

- sur colluvions

- sur sables quaternaires : sols ocre

Classe IX - Sols hydromorphes

Sols hydromorphes organiques :

sols tourbeux ou sols humiques à gley (indifférenciés)

Sols hydromorphes minéraux à gley ou pseudo-gley (indifférenciés)

- sur alluvions à dominance argileuse

- sur alluvions à dominance sableuse

- sur sédiments quaternaires à évolution podzolique.

2.2 - Description des sols et discussion

2.2.1 - CLASSE II - SOLS PEU ÉVOLUÉS SUR SABLES ROUX MARINS

Extension

Ces sables roux forment une mince languette de 0,1 à 1 km de large tout au long du littoral. La végétation y est généralement très dégradée par la culture.

Description générale du profil

- 0 - 5 cm On trouve, par plaques, entre les buissons, une mince couche de grains de quartz enrobés d'une pellicule ferrugineuse, d'autant plus claire que le sol est délavé ; on passe très rapidement à l'horizon suivant.
- 6 - 30 cm Horizon gris à brun plus ou moins foncé, plus ou moins humifère suivant l'état de dégradation de la végétation naturelle ; très sableux, à structure particulaire ; le latic radicaire très dense n'arrive même pas à empêcher le sable de couler dans le trou de sonde. Les grains de quartz, très grossiers, sont assez peu liés à la matière organique. On y trouve de nombreux débris de poteries, des coquillages marins plus ou moins altérés - horizon très sec et sans cohésion. Passage progressif à
- 30 - 60 cm Horizon de passage gris-brun tendant vers le jaune clair, de moins en moins humifère, de sable grossier enrobé d'une fine pellicule ferrugineuse, structure particulaire. Quelques racines plus épaisses et verticales. Encore des débris de poteries diverses, localement quelques graviers roulés (diamètre 5 mm) et des coquillages marins altérés. Horizon encore très sec, sans cohérence, un peu plus tassé, très poreux. Passage progressif à
- 60 cm et plus Sable roux, très homogène ; très peu humifère ; structure particulaire, sans cohésion, parfois un peu plus frais et présentant des taches légèrement plus ocre (fer). On y trouve encore de grosses racines verticales à la recherche des eaux de profondeur (nappe de 2 à 6 m en profondeur). Le profil est très poreux et sec sur toute sa hauteur : il n'a pas de cohésion.

Tableau 1 - Résultats analytiques d'un profil type de sol peu évolué (R. 11)

Profondeur cm	0/2	5/10	40/50	50/60
Refus (2 mm)	0	0	0	12,4
Argile %	1,8	1,5	1,5	1,2
Limon fin %	0,3	1,0	0,3	0,5
Limon grossier %	0,2	0,1	0,1	0,2
Sable fin %	1,5	1,7	2,6	4,4
Sable grossier %	96,6	96,3	95,6	93,7
Matière organique %		1,66	1,09	1,03
Carbone		0,905	0,633	0,603
Azote		0,031	0,019	0,020
C/N		29,1	33,3	30,2
CaO (méq./100 g)	0,63	0,18	0,09	0,09
MgO "	0,72	0,15	0,12	0,18
K ₂ O "	0,02	0,03	0,02	0,02
Na ₂ O "	0,02	0,02	0,02	0,02
S "	1,39	0,38	0,25	0,31
T "	2,35	1,69	1,11	1,40
V %	59	22	22	22
pH	5,9	5,2	5,2	5,2
P ₂ O ₅ total ‰	0,246	0,64		

Discussion des résultats

Morphologie

Ces sols sont caractérisés par un horizon gris-brun de pénétration de l'humus dans un matériau de sable grossier, roux, à structure particulaire et sans cohésion.

Les variations de profil portent :

- sur la présence ou l'absence de l'horizon de sable blanchi entre les touffes de végétation arbustive
- sur la profondeur de pénétration de l'humus
- sur les manifestations de l'activité humaine à d'autres époques (débris de poterie, charbon de bois, coquillages).

Résultats analytiques

Granulométrie : elle est caractérisée par plus de 95 % de sable grossier : il ne reste que 1 à 3 % pour les éléments fins (A + L). Cette répartition est très constante tout au long du profil et d'un endroit à l'autre.

On observe cependant dans cette masse de sable une stratigraphie où se succèdent des lits de sable de taille, de forme et d'origine minérale (minéraux lourds, titane, etc..) très variées.

Matière organique : de 1,5 à 2 % en surface, la matière organique tombe progressivement à 1 % vers 1 m. Le taux d'azote est médiocre à très faible (0,04 à 0,02 %) et la minéralisation s'effectue mal (C/N de 25 à 39 dès la surface). Cela provient de la sécheresse qui règne dans l'horizon de surface, très pauvre en colloïdes et fort éloigné de la nappe phréatique.

Complexe absorbant : La capacité d'échange passe de 3 à 1 méq/100 g depuis la surface jusque vers 1,20 m. La somme des bases varie de 2,5 à 0,3 méq/100 g suivant le degré de dégradation par la culture. Le degré de saturation est très variable suivant la teneur en matière organique ; il baisse progressivement en profondeur.

Dans ces sols extrêmement sableux, la matière organique joue un rôle prépondérant dans la rétention des cations. Le pH est acide (4,7 à 6,8 : moyenne = 5,5).

Le taux de phosphore total est faible à très faible (0,7 à 0,2%). Le rapport N/P₂O₅ est correct mais la fertilité est médiocre (cf. les courbes de fertilité de B.DABIN).

Chaux : teneur moyenne à faible (2,1 à 0,1 méq./100 g) plus basse en profondeur.

Magnésie : teneur faible dès la surface.

Le rapport chaux/magnésie est supérieur à 2 si le sol est peu dégradé, inférieur à 1 si le sol est dégradé.

Potasse : teneur faible en surface et très faible en profondeur (0,02 méq./100 g).

Soude : teneur négligeable sauf dans un cas où le sol a été légèrement influencé par une nappe salée.

Pédogenèse

Ces sols se sont formés par la minéralisation des matières organiques déposées par les végétaux et la pénétration de l'humus dans ce sable très poreux et physiologiquement sec.

La richesse chimique est médiocre et dépend étroitement de la matière organique. Sur ces sols pauvres, l'équilibre de la flore est très facilement rompu par l'action de l'homme. Une fois le sol trop appauvri par la culture, la matière organique minéralisée, la forêt a beaucoup de peine à s'y réinstaller vu la sécheresse de l'horizon superficiel. Sous l'action des pluies battantes et dans les conditions acides du milieu humifère, les grains de sable quartzueux sont délavés des colloïdes qui les colorent en roux, et forment une nappe superficielle de sable blanc entre les touffes de végétation (lessivage du fer). Cette décoloration est cependant beaucoup moins poussée que sur les sols podzoliques décrits ci-dessous où les grains de quartz sont d'un blanc cru.

2.2.2. - CLASSE VII - SOLS A HUMUS GROSSIER, SOLS PODZOLIQUES, PODZOLS ET PSEUDO-PODZOLS DE NAPPE (indifférenciés)

Extension

Pour des nécessités d'échelle, ont été regroupés sous ce vocable :

- 1 - des sols à tendance podzolique,
- 2 - des podzols,
- 3 - des pseudo-podzols.

Tous sont liés à des situations de basse altitude sur les sables quaternaires et à une nappe phréatique plus ou moins proche de la surface.

Description générale du profil

Elle concerne un exemple de podzol de nappe et seulement les sols podzoliques qui occupent la plus grande surface dans ce groupe.

Podzol de nappe

Situé sur la transversale Abreby, à 1 km environ de la lagune. Le sol a été défriché et planté récemment en cocotiers et ananas (très maigres).

0 à 2 cm	Nappe de sable très blanc, passage très net (couleur)
2 à 15 cm	Horizon gris clair humifère ; très sableux à structure particulière, le lacis de racines a été détruit par le défrichement et l'horizon n'a aucune cohésion ; il est très poreux et sec. Passage assez net (humus) à
15 à 60 cm	Horizon beige clair, très peu humifère ; très sableux, structure particulière ; sans cohésion ; très poreux et très sec. Passage net (couleur) à
60 à 80 cm	Horizon brun foncé d'accumulation d'humus ; encore très sableux ; sans cohésion mais plus frais. Passage net (couleur) à
80 à 120 cm	Horizon rouge-brun (couleur d'un thé fort) avec des taches ocre et des concrétions durcies, formant un alios très caractéristique, l'horizon est sableux mais rendu cohérent par l'accumulation d'humus et de fer qui cimente les grains de quartz.
au-delà de 120 cm	Sable gris blanchâtre ; nappe vers 1,50 m.

Sol podzolique

sur 0 à 2 cm	Soit litière de feuilles sous forêt, soit plaque de sable très blanc.
sur 15 à 35 cm	Horizon gris plus ou moins sombre, humifère, de sable grossier peu lié à la matière organique, structure particulaire, le chevelu radiculaire est très dense sur 15 cm ; l'horizon est sans cohésion, très sec et poreux, passage progressif (couleur, racines) à
sur 60 à 100 cm	Horizon beige de plus en plus clair en profondeur, de sable grossier, très légèrement humifère, structure particulaire. Quelques grosses racines verticales. L'horizon est sans cohésion, encore très poreux, moins sec et plus tassé. Passage net (humus) à
sur 10 à 40 cm	Horizon gris foncé, nettement plus humifère, très sableux, structure particulaire. Quelquefois accumulation en humus très peu prononcée : l'horizon est alors à peine plus foncé. Passage net (couleur) à
vers 150-200 cm	Horizon beige à brun clair parfois coloré par un léger enrichissement en fer, encore un peu d'humus et quelques racines verticales. La nappe phréatique se situe entre 200 et 250 cm, parfois plus haut.

Tableau 2 - Résultats analytiques d'un profil type de sol à humus brut (R. 9)

Profondeur cm	0/2	15/25	50/60	110/120	140/150
Refus (2 mm)	0	0	0	0	0
Argile %	0,5	1,5	1,3	1,5	1,8
Limon fin %	0	0,3	0,5	0,3	0,3
Limon grossier %	0	0	0,2	0,1	0,2
Sable fin %	0,1	0,4	2	1,6	2,9
Sable grossier %	99,4	98,3	96,0	96,7	94,9
Matière organique %		1,25	0,99	1,06	
Carbone		0,724	0,573	0,618	
Azote		0,025	0,014	0,011	
C/N		28,9	40,9	56,1	
CaO (még./100 g)	0,18	0,06	0,06	0,06	0,06
MgO "	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
K ₂ O "	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Na ₂ O "	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
S "	0,30	0,19	0,19	0,19	0,19
T "	0,66	1,70	1,08	1,31	1,07
V %	45	11	18	14	18
pH	5,7	4,4	4,7	4,8	4,9
P ₂ O ₅ total ‰	0,426	0,666			

Discussion des résultats

Morphologie

Les sols podzoliques sont caractérisés par la succession d'un horizon gris de pénétration de l'humus, d'un horizon beige beaucoup plus clair, d'un horizon gris plus foncé, d'horizons jaunes à brun clair, parfois colorés par un léger enrichissement en fer.

Tous les horizons sont sableux, de structure particulaire et sans cohésion. Les variations portent sur la couleur plus ou moins foncée et sur l'épaisseur des horizons d'accumulation ainsi que sur la teneur en argile.

Résultats analytiques

Granulométrie

Les sols podzoliques peuvent se développer soit sur un sable semblable aux sables côtiers (plus de 95 % de sable grossier : type 1), soit sur un sable légèrement plus argileux (A + L supérieur

ou égal à 10 % = type 2) sur le plateau en pente douce vers la lagune (ex. : AUDOUIN). La texture est très grossière et homogène dans tout le profil. Il n'y a donc pas de lessivage d'argile.

Matière organique

L'horizon supérieur aura un peu plus de matière organique dans le type 2 (m.o. = environ 2 %) que dans le type 1 (1,5 %). La teneur s'abaisse nettement dans l'horizon lessivé pour remonter jusqu'à un peu plus de 1 % dans l'horizon d'accumulation. Mais ce qui caractérise ce type de sol est un taux d'azote très bas (0,01 à 0,03 %) et un rapport C/N très élevé (20 à 50). L'humification est donc fortement contrariée ; ce qui rappelle les sols podzoliques européens.

Complexe absorbant

La somme des bases est très faible (0,3 à 0,2 méq./100 g). La capacité d'échange peut atteindre 2 méq./100 g, elle baisse en profondeur puis remonte au niveau d'accumulation. Le taux de saturation croît avec la profondeur mais baisse au niveau d'accumulation de l'humus. La réaction du sol est toujours très acide (4,8 en moyenne).

Chaux : teneur très faible dès la surface (0,06 méq./100 g).

Magnésie : teneur très faible dès la surface (0,09 méq./100 g).

Le rapport chaux/magnésie est inférieur à 1.

Potasse : teneur très faible dès la surface (0,02 méq./100 g).

Soude : négligeable (0,02 méq./100 g).

La pauvreté chimique est donc extrême : ce sont les plus pauvres que l'on puisse rencontrer parmi les sables tertiaires et quaternaires de la Côte d'Ivoire.

Pédogenèse

Tous les podzols et sols podzoliques observés sont étroitement liés à la présence d'une nappe phréatique. Les accumulations de fer et d'humus que l'on peut observer en profondeur proviennent, soit des horizons susjacentes, soit d'apports exogènes véhiculés par la nappe phréatique. Il semble que l'action de la nappe soit prédominante dans la majorité des cas. Il convient cependant de remarquer la présence d'humus brut très foncé au sommet du profil, le décapage du fer qui enrobe le matériau originel, la nature grossière de la texture et l'extrême pauvreté chimique de ces sols qui semblent indiquer que l'ensemble du profil est concerné par la pédogenèse du type podzolique.

Enfin, il est difficile d'établir une limite entre les sols hydromorphes sur sable quaternaire à tendance évolutive podzolique et les sols podzoliques sur sables quaternaires. Tous deux résultent de l'action de l'eau sur un matériau très poreux et très pauvre chimiquement. Il est probable que les sols podzoliques ne sont que des termes de passage vers les podzols typiques de sols hydromorphes sur sables quaternaires de plus en plus exondés.

Une étude poussée de la matière organique et du fer dans les sables quaternaires présenterait un grand intérêt pour expliquer ces sols qui offrent tant de similitude avec les podzols tempérés.

2.2.3 - CLASSE VIII - SOLS A SESQUIOXYDES

Il s'agit de sols ferrallitiques lessivés en bases sur divers matériaux sableux plus ou moins riches en argile et situés dans un contexte morphologique précis.

2.2.3.1 - Sur sables tertiaires

SOLS ARGILO-SABLEUX DANS DES PAYSAGES A FORTE PENTE (pente supérieure à 8 %).

Extension

A l'est de Dabou, ces sols sont limités à un mince cordon bordant les limites des sables tertiaires et aux fortes pentes qui encadrent le réseau hydrographique. A l'ouest de Dabou, les sols gravillonnaires occupent pratiquement toute la zone située au sud de l'axe Dabou-Nzida. Vers la bordure nord, on passe d'un sol argilo-sableux brun-jaune à des sols à taches ferrugineuses, puis à des nappes gravillonnaires plus ou moins étendues, avant de toucher le socle cristallin (graviers de quartz).

Description générale du profil

sur 3 à 12 cm	Horizon gris-brun foncé, très humifère, assez sableux, structure particulière avec quelques agrégats polyédriques accrochés au chevelu radiculaire qui donne une faible cohésion à l'horizon. Les grains de quartz sont blancs et très peu liés à la matrice colloïdale. L'horizon est très poreux, très meuble mais très vite desséché. Il fait fonction de mulch par dessus les horizons plus argileux qui restent plus ou moins frais toute l'année. Grains de quartz blanchis et cohésion donnent à la transition un caractère très net.
sur 15 à 45 cm	Horizon brun-gris, humifère ; déjà nettement sablo-argileux et plus cohérent ; structure fondue à tendance polyédrique moyenne ; les grains de quartz sont bien liés à la matière organique et salis d'une pellicule ferrugineuse. On y trouve généralement de nombreux charbons de bois. L'horizon est encore assez sec au sommet. Les racines sont encore uniformément réparties mais plus épaisses et à tendance verticale. La limite est beaucoup moins nette (couleur) avec l'horizon sous-jacent qui fait transition entre l'horizon de pénétration de l'humus et le matériau originel.
sur 30 à 50 cm	Horizon brun-jaune, avec quelques taches humifères plus brunes, franchement argilo-sableux, collant aux instruments, structure fondue à tendance polyédrique plus grossière mais peu marquée ; l'horizon reste toujours frais. La compacité augmente nettement et les racines deviennent moins nombreuses, localisées dans les taches humifères. Le passage est moyennement net à un horizon jaune.
vers 120-150 cm	Horizon ocre-rouge, avec ou sans taches rouges plus ou moins individualisées, argilo-sableux, très collant, structure fondue. On y trouve des fissures dont les faces présentent un recouvrement beige, argileux et probablement humifère. On ne trouve plus que quelques grosses racines plongeant dans le matériau originel qui devient assez cohérent à l'air libre.

Tableau 3 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases, argilo-sableux sur forte pente (ABO.26)

Profondeur cm	0/7	20/30	60/80	100/120	130/140
Refus (2 mm)	0	0	0	0	0
Argile %	21,7	37,0	38,0	40,0	37,2
Limon fin %	5	3	3,5	4,5	5
Limon grossier %	1,5	1,3	2,4	1,5	1,5
Sable fin %	15	15,4	14,5	15,6	14,2
Sable grossier %	53	41,6	41,5	37,5	40,3
Matière organique %	8,25	2,71			
Carbone	4,76	1,58			
Azote	0,41	0,057			
C/N	11,7	16,2			
CaO (méq./100 g)	0,36	0,18	0,06	0,12	0,30
MgO "	0,36	0,36	0,48	0,36	0,35
K ₂ O "	0,13	0,05	0,05	0,04	0,04
Na ₂ O "	0	0	0	0	0
S "	0,85	0,59	0,59	0,52	0,73
T "	9,89	4,74	3,22	2,85	2,65
V %	9	12	16	18	28
pH	3,9	4,5	4,6	4,6	4,6
P ₂ O ₅ total ‰	1,28	1,28			

Discussion des résultats

Morphologie

A mesure que baisse la teneur en matière organique (couleur grise ou brun-foncé) en descendant le long du profil se révèle la présence du fer (couleur devenant jaune, taches rougeâtres, puis couleur dominante rouge).

La structure particulaire en surface (avec quelques polyèdres humifères) prend une allure polyédrique peu développée et de plus en plus grossière en profondeur.

Les variantes portent sur la présence de taches rouges ferrugineuses en profondeur et sur l'épaisseur de l'horizon humifère.

Résultats analytiques

Granulométrie

On peut trouver plus de 40 % d'argile et autant de sable grossier mais celui-ci ne suffit plus à alléger les horizons assez compacts. On détecte parfois à l'analyse (légère accumulation d'argile vers 100/120 cm) les traces du lessivage que l'on avait remarqué sur le profil (recouvrement argileux sur les parois des fissures). Dès les premiers horizons, on trouve 20 à 25 % de A + L.

Matière organique

Elle varie de 4 à 9 % dans l'horizon humifère superficiel mais il n'est pas rare de trouver encore 1 à 2 % vers 1,20 m. Ce sont donc des sols fort bien pourvus en matière organique ; celle-ci est en liaison étroite avec le pourcentage d'argile.

La teneur en azote est bonne (0,12 %) à très bonne (0,4 % en surface mais baisse rapidement de 0,10 à 0,05 % dès le deuxième horizon (10 à 15 cm). La minéralisation est donc bonne en surface (C/N de 11 à 16) mais baisse rapidement en profondeur (C/N peut monter jusqu'à 24 vers 75 cm).

Complexe absorbant

La capacité d'échange de base varie de 5 à 10 méq./100 g de sol en surface et de 2 à 5 méq./100 g en profondeur ; elle dépend essentiellement de la matière organique et indirectement de la teneur en argile. Il en résulte un taux de saturation en général très faible, surtout dans l'horizon lessivé (10 %). Il est cependant très variable. Dans les profils les plus lessivés, V baisse de 15 en surface à 8 dans l'horizon de pénétration de l'humus et remonte de façon variable en profondeur.

Le pH, très bas en surface (3,8 à 5), ne remontant que faiblement en profondeur (4,4 à 5,7), est un indice de la pauvreté en cations de ces sols sur forte pente.

Le phosphore total peut atteindre 1,5 ‰ en surface et ne baisse que rarement en dessous de 0,6 ‰ en profondeur. Les sables tertiaires ne sont pas carencés en phosphore et la présence de celui-ci est relativement bien liée à celle de la matière organique.

Chaux : teneur médiocre à bonne en surface (0,7 à 3,6 méq.) devient médiocre à très faible en profondeur (0,05 méq.).

Magnésie : teneur faible dans tout le profil (0,7 à 0,1 méq.).

Potasse : teneur médiocre dès le sommet (0,10 méq. en surface à 0,02 méq. en profondeur).

Soude : on atteint rarement des teneurs de 0,06 méq./100 g.

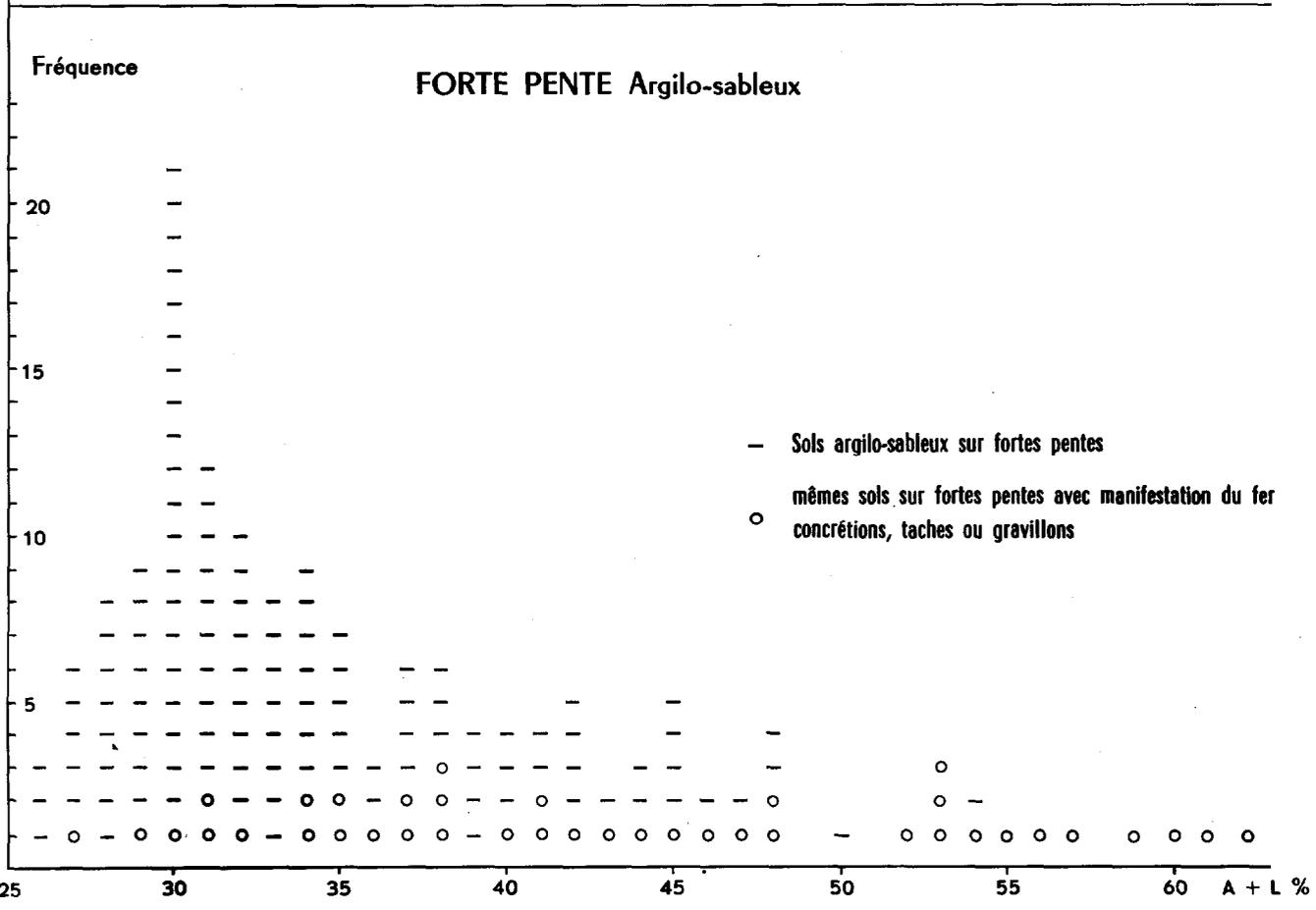
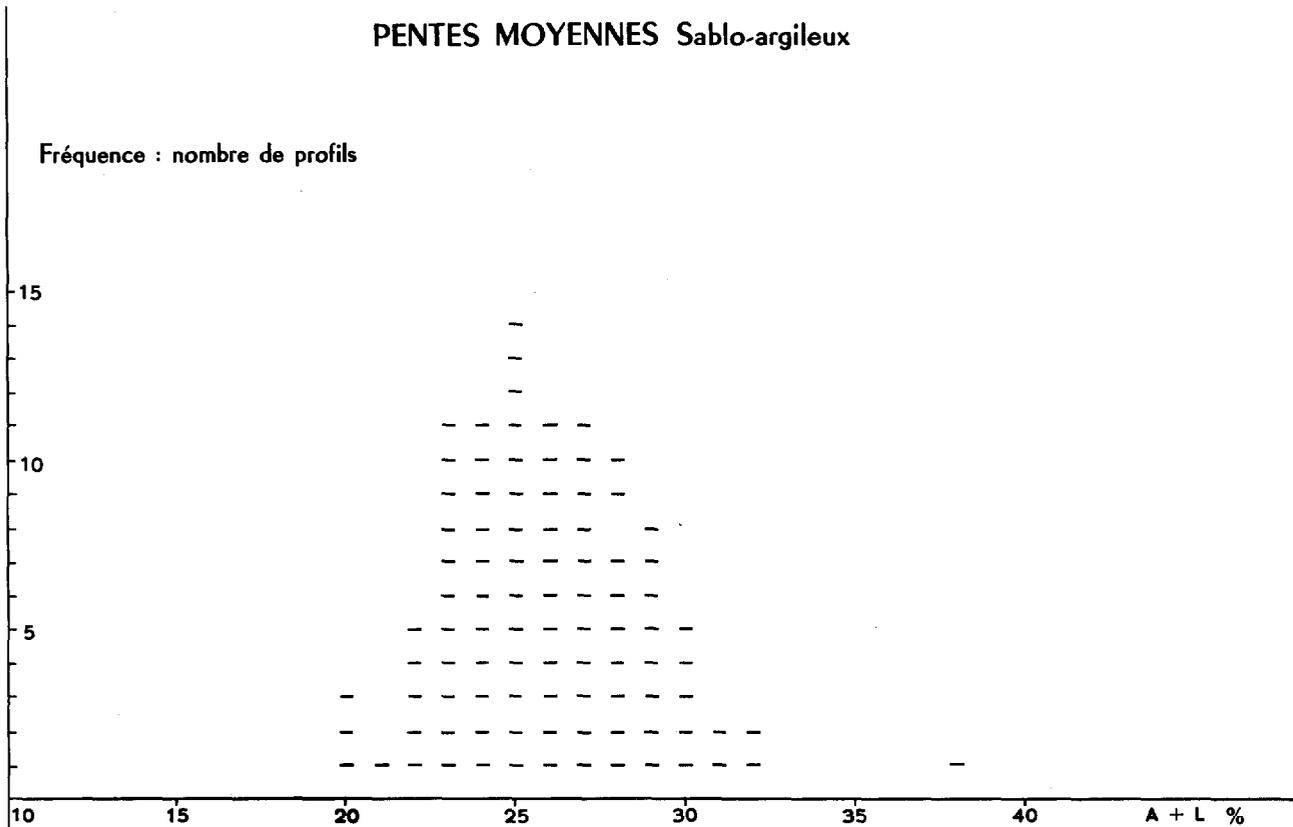
Le taux de saturation très faible laisse supposer que tout le profil a été soumis à une lixiviation intense au point de gêner la décomposition de la matière organique en profondeur et même en surface. Cette pauvreté chimique est d'autre part rachetée par les qualités physiques du profil, pas de passage brusque d'un horizon à l'autre, bonne perméabilité, bonne texture.

SOLS FERRALLITIQUES LESSIVES EN BASES, SABLO-ARGILEUX SITUÉS DANS UN PAYSAGE DE PLATEAUX A PENTES MOYENNES (sup. 3 %)

Extension

On les trouve en position de plateau, là où l'érosion en nappe n'a pas atteint le matériau originel assez riche en éléments fins (A + L < 35 %) (au nord-ouest de l'axe Dabou-Nzida par exemple). Sur pente, présence de sols dont le matériau originel est assez grossier (sablo-argileux, ex.: savane de Dabou). Dans ce dernier cas, on peut trouver encore quelques nappes gravillonnaires de bas de pente dans les talwegs les plus profonds (Ousrou).

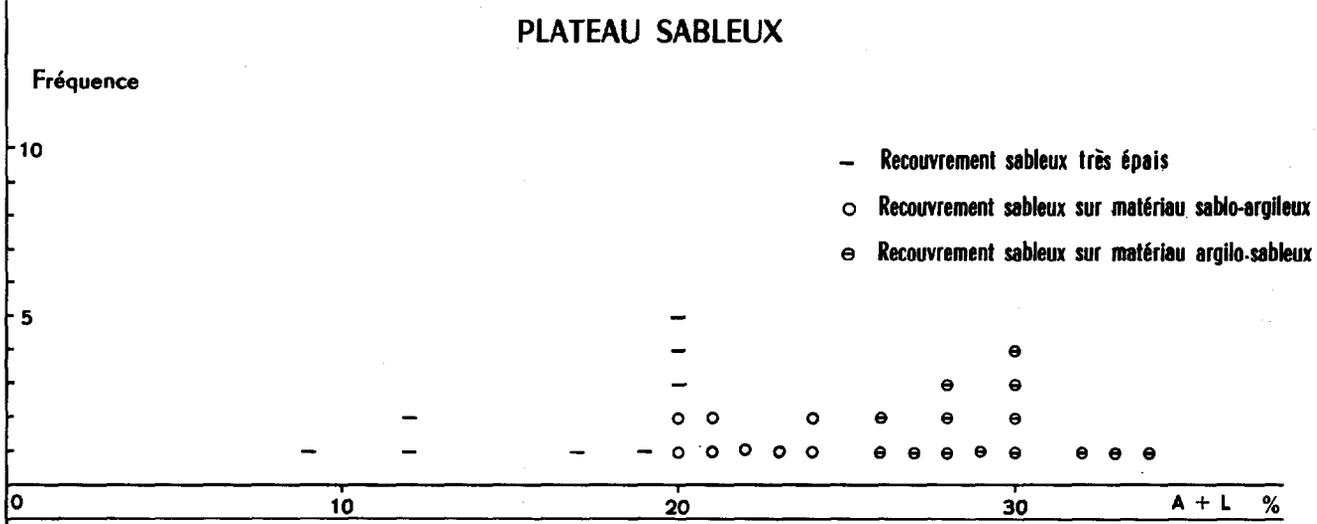
PENTES MOYENNES Sablo-argileux



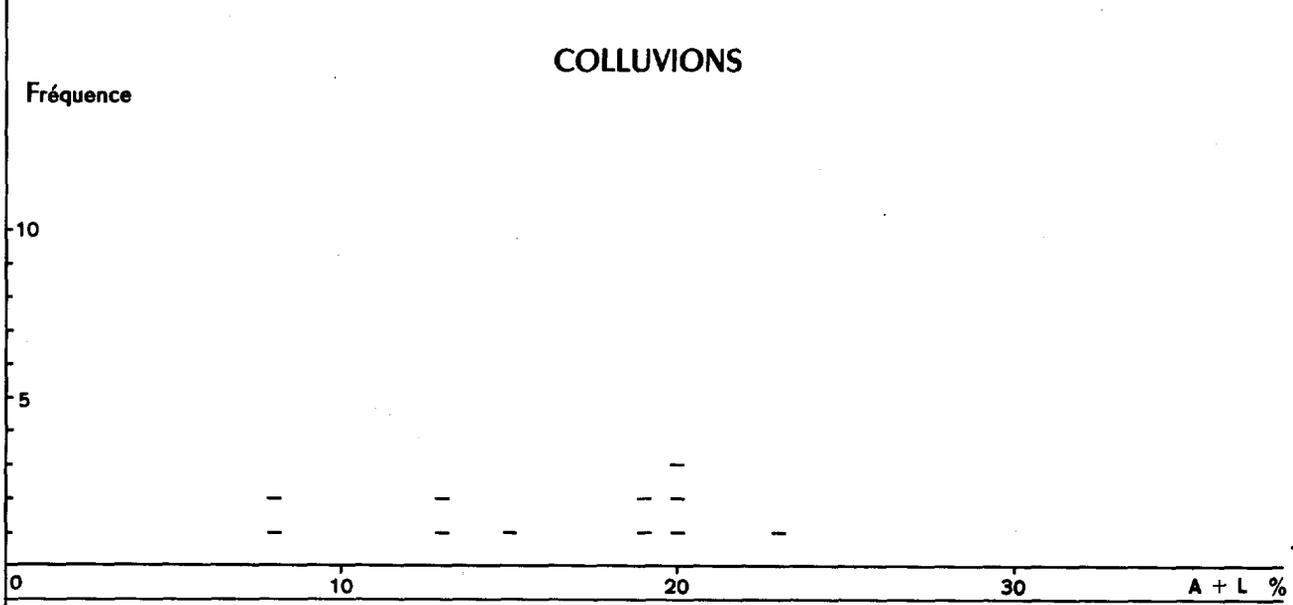
RÉPARTITIONS

TYPES DE SOLS SUR SABLES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

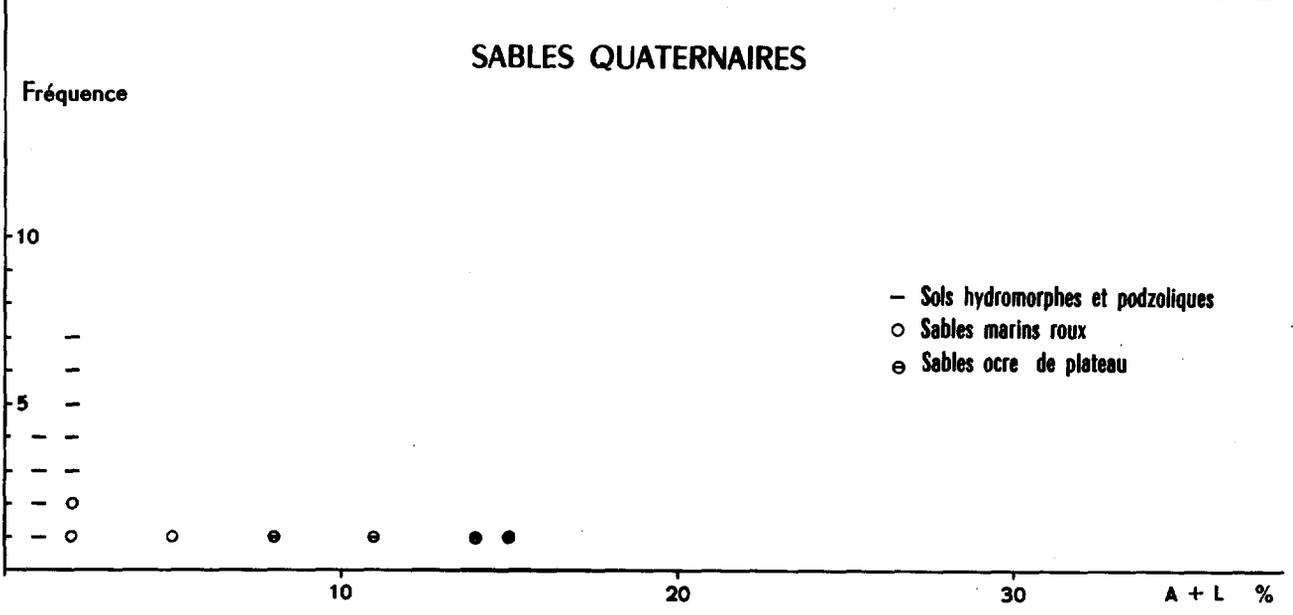
PLATEAU SABLEUX



COLLUVIONS



SABLES QUATERNAIRES



Description générale du profil

sur 10 à 17 cm	Horizon gris-brun, moucheté de grains de quartz blanchis et très peu liés aux colloïdes (humus, fer et argile) assez humifère, très sableux, structure particulière avec quelques agrégats humifères polyédriques plus ou moins émoussés et plus ou moins cohérents, accrochés au chevelu radicaire. L'horizon n'a aucune cohérence ; il est très poreux et se dessèche très rapidement après la pluie. Le passage est très net à l'horizon sous-jacent (grains de quartz blanchis).
sur 30 à 50 cm	Horizon brun-gris, encore humifère mais déjà moins sableux ; la structure est fondue avec une très légère tendance polyédrique moyenne. Tous les grains de quartz sont salis par les colloïdes. Présence de charbons de bois et racines nombreuses et bien réparties - horizon déjà un peu plus frais et cohérent, encore très poreux et peu compact. La transition est assez progressive.
sur 40 à 50 cm	Horizon brun-jaune, avec des pénétrations d'humus inégalement réparties, sablo-argileux, structure fondue avec tendance polyédrique moyenne mieux développée si l'horizon n'est pas trop humide. On peut y trouver encore des charbons de bois, des cailloux de grès ferrugineux ou des rognons de quartz (diamètre de 5 à 15 cm). Les racines sont déjà beaucoup moins nombreuses. L'horizon est toujours frais, plus compact ; porosité tubulaire. Il peut déjà être collant après une période de pluies.
vers 90 à 120 cm	On passe progressivement à un horizon jaune-brun, très homogène sur plusieurs mètres, peu influencé par l'humus, sablo-argileux, structure fondue avec tendance polyédrique grossière très peu développée. On y découvre parfois des recouvrements argileux beige sur les faces des fissures ainsi que quelques petits blocs de grès (diamètre de 5 à 15 cm) mais jamais de charbon de bois. Quoique la porosité soit encore bonne, l'horizon est toujours frais et adhère souvent aux instruments. Rares sont les racines qui plongent si bas.

Tableau 4 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases, sablo-argileux sur pente moyenne (ABO.47)

Profondeur cm	0/10	30/40	70/90	120/140
Refus (2 mm)	0	0	0	0
Argile %	12,2	20,2	21,7	25,2
Limon fin %	3,2	3,0	2,0	4,0
Limon grossier %	0,9	1,5	1,0	1,3
Sable fin %	24,6	17,2	17,8	18,5
Sable grossier %	57,6	56,4	57,3	50,6
Matière organique %	5,19	2,51		
Carbone	3,02	1,46	0,88	
Azote	0,202	0,069	0,043	
C/N	14,9	21,1	20,5	
CaO (méq./100 g)	0,93	0,30	0,27	0,30
MgO "	0,60	0,45	0,54	0,51
K ₂ O "	0,07	0,05	0,05	0,03
Na ₂ O "	0	0	0	0
S "	1,60	0,80	0,86	0,84
T "	5,48	3,58	3,46	3,04
V %	29	22	25	28
pH	4,3	4,5	4,6	4,7
P ₂ O ₅ total %	0,57	0,66	0,72	

Discussion des résultats

Morphologie

Ces sols présentent les mêmes caractères que le précédent, sauf en ce qui concerne les manifestations du fer. Les taches rouges ferrugineuses sont absentes ou n'apparaissent que beaucoup plus bas dans le profil. Les horizons où pénètre la matière organique sont plus épais.

Résultats analytiques

Granulométrie

Dès le premier horizon, ce type de sol est moins riche en argile que les sols sur fortes pentes. L'argile croît rapidement dans les cinquante premiers centimètres, puis beaucoup plus lentement sans qu'on puisse définir un niveau d'accumulation par lessivage. Il arrive pourtant qu'on rencontre des recouvrements argileux beiges sur les faces des fissures en profondeur.

Matière organique

Elle varie de 1 à 6,5 % dans l'horizon superficiel, mais on peut en trouver jusqu'à 2 % vers 1 m. Ces sols sont donc bien pourvus en matière organique. Sous savanes cependant, les teneurs atteignent rarement 3 %.

Les teneurs en azote sont bonnes (0,7 ‰) à très bonnes (3 ‰) en surface, mais tombent à des valeurs médiocres dès le second horizon.

Dans l'horizon superficiel, la minéralisation est bonne (C/N de 8 à 15) mais baisse très sensiblement en profondeur (C/N de 18 à 25 vers 35 cm).

Complexe absorbant

La capacité d'échange de bases est très liée à la présence de l'humus : de 5 à 9 méq./100 g de sol ; elle baisse très rapidement à 1,5 à 4 méq./100 g dès le second horizon, puis diminue encore mais beaucoup plus progressivement. Le taux de saturation montre un minimum très net dans les horizons d'infiltration de la matière organique (30 à 90 cm : horizon lessivé en bases). Il atteint rarement 30 %.

Le pH, très variable en surface (3,9 à 5,7 ; moyenne : 5), montre une tendance à croître légèrement en profondeur (surtout s'il est faible en surface).

Le phosphore total est assez variable dans l'horizon de surface, 0,4 à 0,8 ‰, puis se stabilise autour de 0,75 ‰.

Le rapport N/P₂O₅ tend donc à être trop élevé en surface et pas assez en profondeur. La fertilité est moyenne à bonne.

Chaux : teneur faible à médiocre en surface (0,4 à 1,4 méq./100 g).

Magnésie : teneur très rarement bonne en surface, faible à très faible en général dans tout le profil (0,8 à 0,2 méq./100 g).

Le rapport chaux/magnésie peut être inférieur à 1 sur tout le profil.

Potasse : teneur parfois moyenne en surface, mais toujours très faible en profondeur (0,6 à 0,04 méq./100 g).

Ces sols gagneraient beaucoup à recevoir des engrais à base de potassium, calcium, magnésium et de l'humus pour fixer ces cations.

SOLS FERRALLITIQUES LESSIVES EN BASE CONTENANT DES MATERIAUX FERRUGINEUX INDURES

Extension

Localisés très généralement en zone de pente et riches en éléments fins, ces matériaux peuvent se présenter sous forme de blocs de grès, de cuirasses plus ou moins démantelées et reconsolidées, ou des nappes gravillonnaires très étendues à l'ouest de Dabou. Ces derniers sols, qui occupent des surfaces importantes, feront l'objet d'une description.

Description générale du profil

Ceux-ci comportent un profil semblable aux deux précédents, mais d'autant moins épais que l'érosion en nappe a été plus violente. Si la nappe gravillonnaire affleure, on peut trouver les horizons suivants :

10 à 50 cm	Horizon gris foncé puis brun, humifère, gravillonnaire, avec matrice argileuse ; les gravillons sont généralement plus petits et mieux roulés au sommet du profil. Un chevelu radicaire très dense envahit les dix premiers centimètres, mais tout l'horizon est poreux grâce à l'humus. Le passage est progressif.
80 à 120 cm	Horizon brun à brun-jaune avec quelques pénétrations humifères. Les gravillons fins et ronds sont mêlés à d'autres plus grossiers à arêtes plus ou moins émoussées : on retrouve encore par endroits la structure de la cuirasse primitive dont proviennent ces gravillons. La matrice contient une forte proportion d'éléments fins : l'horizon devient compact et quelques grosses racines seulement y plongent.
120 à 150 cm	On passe brutalement à un horizon d'argile tachetée, très argileux et compact. La couleur rouge domine les trainées grises et jaunes qui isolent les noyaux ferrugineux. Il est rare d'y trouver des racines. A l'état sec, cet horizon montre une structure polyédrique moyenne très caractéristique.
vers 2 à 3 m	On commence à rencontrer des noyaux de roches pourries (grès ferrugineux).

Tableau 5 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases contenant des matériaux ferrugineux indurés (R. 28)

Profondeur cm	0/5	50/60	80/100	140/150	250/260
Refus (2 mm)	57,7	68,9	64,4	0	0
Argile %	32,3	29,0	44,8	45,3	41,8
Limon fin %	7,8	4,3	4,5	18,0	12,0
Limon grossier %	5,0	4,6	4,1	6,3	7,6
Sable fin %	24,8	19,9	18,9	18,9	20,5
Sable grossier %	24,4	41,0	26,5	16,1	16,8
Matière organique %	8,25				
Carbone	4,795				
Azote	0,310				
C/N	15,5				
CaO (méq./100 g)	0,39	0,15	0,12	0,21	0,25
MgO "	0,51	0,12	0,12	0,39	0,18
K ₂ O "	0,27	0,03	0,04	0,02	0,03
Na ₂ O "	0,03	0,01	0	0,02	0,02
S "	1,20	0,31	0,28	0,64	0,48
T "	9,39	4,50	3,76	3,25	3,08
V %	12	7	7,5	20	15
pH	4,7	4,5	4,5	4,6	4,6
P ₂ O ₅ total ‰	1,421	1,000	0,973	1,290	1,175

Discussion des résultats

On remarque que les sols gravillonnaires correspondent aux sols argilo-sableux les plus riches.

Les valeurs observées pour A + L, M.O., N, pH sont les plus élevées de la série ; C/N, CaO et Na O sont dans la bonne moyenne, tandis que les limons, le phosphore et la potasse (tout au moins en surface) sont nettement supérieurs. Il faut cependant noter que ces chiffres ne tiennent compte que de la terre fine. Si le profil contient 30 à 75 % de gravillons inertes, il faut diminuer ces résultats d'autant. On trouve bien souvent de belles cultures arbustives sur ces sols gravillonnaires.

SOLS FERRALLITIQUES LESSIVES EN BASES, SABLEUX, SITUÉS DANS DES PAYSAGES DE PLATEAUX (p. inf. à 3%)

Extension

Rares sont les sols, même en position de plateau, qui ont des teneurs en éléments fins inférieures à 20% vers 1,20 m. Il faut tenir compte ici de la profondeur des horizons sableux et humifères des sols de plateaux très lessivés ; dont le matériau originel se situe à plus de 1,20 m (savane de Dabou).

Cette série comporte également les sols qui présentent un manteau très sableux passant brutalement à un matériau plus fin et plus cohérent (Plateau Anguédédou).

Description générale du profil

- sur 15 à 25 cm Horizon gris plus ou moins foncé piqueté de grains de quartz blanchis, très peu liés aux colloïdes (humus-fer-argile), la structure est particulière, avec quelques agrégats humifères, très noirs, plus ou moins cohérents, polyédriques plus ou moins émoussés, et fixés à l'enchevêtrement du matelas radicaire très dense. L'horizon est très sableux, poreux et vite desséché ; il n'a aucune cohésion. Le passage est très net à l'horizon sous-jacent (grains de quartz).
- sur 40 à 60 cm Horizon gris clair à brun-gris, humifère encore sableux, structure fondue très peu cohérente à particulière. Les grains de quartz sont mieux liés aux colloïdes organiques et minéraux. Racines nombreuses et réparties de façon homogène. Charbons de bois parfois disposés en niveaux. L'horizon est encore assez sec en dehors de la saison des pluies : il est très poreux et peu cohérent. Le passage est assez net à l'horizon suivant (couleur).
- sur 30 à 45 cm Horizon brun à brun-jaune (l'humus étant réparti de façon assez uniforme), sableux à sablo-argileux, structure fondue à polyédrique moyenne très peu développée. Parfois quelques blocs isolés de grès ferrugineux (diamètre : 5 à 15 cm) ; les charbons de bois sont rares à ce niveau. Rares aussi les recouvrements argileux des faces des fissures. Les racines pénètrent aisément dans cet horizon poreux, plus frais sans être trop compact.
- vers 1 à 1,20 m On passe progressivement à un horizon jaune-brun, sablo-argileux, avec quelques pénétrations humifères le long desquelles circulent les racines ; la structure est fondue à tendance polyédrique grossière très peu développée. La porosité tubulaire est importante, l'horizon est nettement plus frais, plus cohérent, plus compact.

Discussion des résultats

Morphologie

Ces sols ont des horizons de pénétration de l'humus les plus épais. Aux profondeurs étudiées, on ne rencontre plus de taches rouges, et la couleur au bas du profil tend vers le brun foncé.

Granulométrie

En profondeur, ces sols ont parfois des teneurs en éléments fins qui atteignent 20 à 30%, mais ils se caractérisent par des horizons superficiels très sableux sur plus de 80 cm.

L'horizon humifère de surface, très développé, a des teneurs en argile dépassant rarement 10% et la courbe des éléments fins se maintient toujours en deçà de celle des sols à plus forte pente.

Les sables sont souvent plus émoussés en surface qu'en profondeur et reposent parfois sur un horizon très nettement plus riche en éléments fins (sans doute d'origine différente).

Matière organique

Elle varie de 1 à 4% en surface, et se maintient vers 1% à 100 cm. Ces sols sont assez bien pourvus en matière organique, mais celle-ci est répartie plus en profondeur, puisque l'horizon humifère est plus épais.

Tableau 6 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases, sableux sur plateau ou pente faible (ABO. 22)

Profondeur cm	0/15	30/50	70/90	100/110
Refus (2 mm)	0	0	0	0
Argile %	12	18	19,7	21,5
Limon fin %	4	4,2	3,2	1,5
Limon grossier %	1,2	3,2	3,2	1,8
Sable fin %	21,1	20,0	17	20,8
Sable grossier %	59,9	53,6	56	52,8
Matière organique %	4,02	2,02		
Carbone	2,340	1,177		
Azote	0,159	0,092		
C/N	14,7	12,8		
CaO (méc./100 g)	0,15	0,21	0,27	0,15
MgO "	0,38	0,33	0,30	0,69
K ₂ O "	0,05	0,06	0,01	0,01
Na ₂ O "	0	0,01	0	0
S "	0,58	0,61	0,58	0,85
T "	4,47	4,67	3,20	2,97
V %	12	13	16	28
pH	3,9	4,0	4,5	4,5
P ₂ O ₅ total ‰	0,820	0,787		

Les teneurs en azote sont moyennes à bonnes (0,5 à 1,5 %). Le rapport C/N indique une minéralisation moyenne à médiocre. Cela tiendrait à la sécheresse qui règne dans l'horizon superficiel de sable bouillant.

Complexe absorbant

La capacité d'échange de bases, liée à la matière organique, dépasse rarement 4 méq./100 g et baisse graduellement en profondeur jusqu'à 1,5 méq./100 g ; si on rencontre un niveau plus argileux, on peut remonter jusqu'à 3 méq./100 g. Le taux de saturation croît de 15 % en surface à 30 % en profondeur.

Le pH est souvent très acide en surface (3,8 à 5 : moyenne 4,2) ; il tend à augmenter légèrement en profondeur (pH : environ 5).

La teneur en phosphore total est bonne à très bonne sur tout le profil (environ 1 ‰). Le phosphore assimilable (méthode à l'acide citrique) semble très faible (inférieur au dixième du P₂O₅ total). Le rapport N/P₂O₅ tend à être trop faible : la fertilité est moyenne à bonne.

Chaux : teneur médiocre à très faible dès le sommet du profil (0,6 à 0,2 méq./100 g).

Magnésie : teneur faible en surface à très faible en profondeur (0,6 à 0,2 méq./100 g). Le rapport chaux/magnésie est souvent inférieur à 1.

Potasse : teneur faible à très faible dès le sommet du profil (0,05 à 0,01 méq./100 g).

Soude : teneurs extrêmement faibles (0,06 à 0,01 méq./100 g).

Ces sols sont très lixiviés et demandent des apports substantiels d'engrais minéraux (K⁺ - Ca⁺⁺ - Mg⁺⁺) et organiques (pour fixer les cations).

Variante : les sols de cuvette

Dépressions fermées plus ou moins circulaires, ces cuvettes présentent des sols très particuliers. Ils tiennent à la fois des sols colluviaux (pénétration d'humus) et des sols de plateau très désaturés, très sableux et très lessivés. Ils surmontent généralement une lentille argileuse (vers 3 à 6 m). HUMBEL en a étudié un certain nombre sur le plateau de Gounioubé, mais il en existe un peu partout sur les sables tertiaires. On en rencontre dans la savane de Dabou, dont le bord

est souligné par une nappe gravillonnaire.

2.2.3.2 - Sur colluvions : sols complexes

Extension

Ils forment la totalité des sols des vallées sèches et une bonne partie des régions amont des vallées où coule un cours d'eau permanent. Ils couvrent aussi un liseré de 100 à 300 m de long de la face est du marécage de l'Agnéby et une bande de un à plusieurs kilomètres côté ouest. Ils ne présentent pas de trace d'hydromorphie avant 1,20 à 6 m.

Description générale du profil

- sur 20 à 30 cm Horizon gris foncé à brun foncé, humifère et très sableux ; structure particulière avec quelques agrégats humifères polyédriques plus ou moins émoussés, et fixés sur le chevelu radicaire très dense (surtout dans les dix premiers centimètres) ; les grains de quartz sont très peu liés aux colloïdes organiques et minéraux. L'horizon est très poreux et très meuble : il est moins sec que ses homologues sur plateau et pente. Le passage est très net à l'horizon sous-jacent.
- sur 40 à 60 cm Horizon brun à brun-gris, plus clair, beaucoup moins humifère ; sableux à sablo-argileux ; structure fondue à tendance polyédrique moyenne très peu développée ; les grains de quartz sont mieux liés aux colloïdes ; racines nombreuses et uniformément réparties. Passage plus ou moins net aux horizons sous-jacents.
- sur 60 à 90 cm et jusqu'à 2-7 m, se succèdent des horizons sablo-argileux et sableux, foncés ou clairs suivant la teneur en humus, sans cohésion ou plus compacts ; on y a trouvé des charbons de bois jusqu'à 1,70 m de profondeur. Tout porte à croire qu'il s'agit d'une succession de sols enterrés datant d'époques suivant celle où un abaissement de niveau de base permettait une érosion beaucoup plus énergique qu'aujourd'hui. Les racines plongent très profondément dans ces sols, très poreux, sans trace d'hydromorphie et pas trop compacts, humifères. La structure est fondue, à tendance polyédrique moyenne, de moins en moins développée en profondeur.

En tête de vallée et sur de très petites surfaces, on peut rencontrer des sols à texture plus fine et présentant sur 10 à 50 cm un horizon brun-jaune à taches rouges et jaunes (diamètre d'environ 2 cm) plus ou moins individualisées. Très localement, on peut même trouver des concrétions ferrugineuses ou des lits de graviers de quartz (diamètre d'environ 0,2 à 1 cm). Il est vrai qu'il s'agit alors de sols sur pentes plus accentuées (5 - 8 %) que dans les talwegs ordinaires (0 à 2 %).

Discussion des résultats

Avant tout, il faut remarquer que ceux-ci varient très fortement d'un profil à l'autre, étant donné le caractère hétérogène des colluvions. Les résultats obtenus sur sol colluvionnaire sableux, type le plus représentatif, sont donnés ci-dessous.

Morphologie

Comme les précédents, ces sols présentent en surface un horizon gris foncé de sable bouillant à grains de quartz blanchis. Sous ce dernier se succède toute une série de couches de sable plus ou moins argileux, de couleurs alternativement claires et sombres suivant l'absence ou la présence de matière organique.

Granulométrie

Très variable d'un horizon au suivant, la teneur en argile croît lentement sans dépasser 20 %. On constate parfois un léger maximum de la teneur en éléments fins entre 0,50 et 1 m. L'ensemble reste très sableux.

Matière organique

3 à 5 % en surface, descend d'abord brutalement puis très graduellement jusqu'à 1 % vers 2 m.

Tableau 7 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases sur colluvions (ABO.27)

Profondeur cm	0/10	40/55	85/100	100/120	150/170	190/200
Refus (2 mm)	0	0	0	0	0	0
Argile %	12,7	20,0	20,2	18,2	17,0	18,5
Limon fin %	3,5	3,0	4,5	1,5	2,7	2,2
Limon grossier	2,0	1,8	1,9	1,5	1,5	2,0
Sable fin %	19,7	26,9	26,9	21,5	22,5	31,1
Sable grossier %	58,6	45,3	45,8	55,1	55,4	45,0
Matière organique %	5,39	2,78	1,52	1,39	1,31	1,05
Carbone	3,135	1,619	0,883	0,810	0,765	0,633
Azote	0,178	0,126				
C/N	17,6	12,8				
CaO (méq./100 g)	0,18	0,30	0,12	0,21	0,15	0,12
MgO "	0,57	0,33	0,48	0,35	0,45	0,35
K ₂ O "	0,08	0,06	0,01	0,01	0,01	0,04
Na ₂ O "	0	0,01	0	0	0	0
S "	0,83	0,70	0,61	0,61	0,61	0,55
T "	6,78	5,02	4,15	3,68	3,33	3,06
V %	12	14	14	16	18	14
pH	4,1	4,2	4,4	4,4	4,5	4,6
P ₂ O ₅ total ‰	1,186	1,164				

Les teneurs en azote sont bonnes à très bonnes (0,1 à 0,2%) et la minéralisation s'effectue normalement jusqu'en profondeur (C/N 12 à 18, moyenne : 16).

Complexe absorbant

La capacité d'échange décroît de 5 à 7 méq./100 g en surface à 1 à 3 méq./100 g en profondeur.

La somme des bases est de l'ordre de 1 méq./100 g.

Le taux de saturation V croît légèrement avec la profondeur (10% en surface, 20% vers 2 m). La courbe de V en fonction de la profondeur marque bien le caractère hétérogène des horizons.

Voisin de 4 en surface, le pH croît progressivement jusqu'à 4,7 en profondeur.

La teneur en phosphore total est bonne à très bonne (0,9 à 1,2‰) et le rapport N/P₂O₅ est très correct.

La fertilité est bonne.

Chaux : teneur très faible dès la surface (0,3 à 0,15 méq./100 g).

Magnésie : teneur faible, puis très faible.

Le rapport chaux/magnésie est très généralement inférieur à 1.

Potasse : moins pauvre en surface (0,1 méq./100 g) mais teneur très médiocre en profondeur (0,01 méq./100 g).

Soude : teneurs négligeables.

Ces sols sont donc très profonds, mais très lixiviés en bases. En plus d'une fumure minérale importante, il faut apporter de l'humus pour fixer les cations.

2.2.3.3 - Sur sables quaternaires : sols ocre

Extension

Les sables ocre légèrement argileux (relativement aux sables côtiers) occupent les plateaux de faible altitude (6 à 15 m) du cordon littoral, entre la lagune et le dernier marécage avant la mer.

La végétation constitue tantôt une forêt assez bien conservée (forêts classées), tantôt une zone cultivée (Abreby). Partout on y trouve un grand nombre de termitières cathédrales jaune-ocre de grande dimension.

Description générale du profil

sur 0 à 2 cm	On trouve par plaque entre les buissons dans les jachères une fine nappe de grains de quartz, salis par une pellicule ferrugineuse. Sous forêt, c'est une litière épaisse qui la remplace. Passage très net.
sur 15 à 35 cm	Horizon gris, humifère ; sableux ; à structure particulière ; parfois, sous forêt, quelques petits polyèdres plus ou moins émoussés accrochés au chevelu radulaire très dense. Les grains de quartz sont assez bien liés aux colloïdes (humus et fer). L'horizon est souvent sec, très poreux et peu compact. Passage peu net à
sur 25 à 50 cm	Horizon brun à brun-jaune, légèrement humifère, sableux mais déjà plus cohérent. structure fondue, à tendance polyédrique moyenne, très peu développée ; encore de nombreuses racines, mais plus épaisses et verticales. Passage peu net à
au-delà	Horizon jaune à jaune-ocre ; sableux, avec environ 10 % d'argile ; structure fondue ; très poreux, plus frais, plus cohérent, un peu plus compact et très homogène jusqu'au niveau de la nappe phréatique (plus de 3 m).

Tableau 8 - Résultats analytiques d'un profil type de sol ferrallitique lessivé en bases sur sable quaternaire (R. 66)

Profondeur cm	0/15	30/40	100/120	200/220
Refus (2 mm)	0	0	0	0
Argile %	6,5	11,8	11,0	13,5
Limon %	5,3	4,5	3,5	3,8
Sable fin %	9,3	7,2	6,8	7,3
Sable grossier %	77,9	76,4	78,6	75,2
Matière organique %	1,97			
Carbone	1,14			
Azote	0,096			
C/N	11,9			
CaO (méq./100 g)	0,16	0,16	0,16	0,16
MgO "	0,40	0,24	0,32	0,20
K ₂ O "	0,06	0,03	0,02	0,02
Na ₂ O "	0,02	0	0	0
S "	0,64	0,44	0,51	0,39
pH	4,3	4,8	4,8	5,4
P ₂ O ₅ total %	1,10			

Discussion des résultats

Morphologie

Ces sols présentent un horizon gris-brun de pénétration de l'humus dans un matériau originel brun-jaune très proche de celui qu'on trouve sur les plateaux tertiaires. La structure est particulière à tendance polyédrique peu développée.

Granulométrie

Encore particulièrement sableux (sable grossier : supérieur ou égal à 75 %), ces sols ocre sont cependant très nettement et constamment plus argileux (A + L = environ 15 %) que les sables côtiers (A + L = environ 5 %). Sur ce plan (au point de vue morphologique également), ils sont intermédiaires entre les sables côtiers et les sols sur sables tertiaires (plus proches de ces derniers).

Matière organique

L'horizon supérieur est mieux pourvu en matière organique (2 à 3 %), mais surtout en azote

(0,1 ‰) et en phosphore (1 à 1,25 ‰). La minéralisation est très bonne (C/N = 10 à 12). Le rapport N/P₂O₅ est correct et le niveau de fertilité est moyen à bon.

Complexe absorbant

La somme des bases n'est jamais supérieure à 0,7 méq./100 g et baisse de moitié vers 1,2 m.

Chaux : teneurs très faibles dès la surface (0,2 méq./100 g). On ne trouve plus de coquillages marins, mais seulement quelques coquilles d'escargots.

Magnésie : teneurs très faibles dès la surface qui baissent encore en profondeur. Le rapport chaux/magnésie est inférieur à 1.

Potasse : teneurs légèrement supérieures à celles des sables côtiers, mais encore très faibles dès la surface (0,06 à 0,02 méq./100 g).

Soude : toujours négligeable.

Le pH est assez bas dans l'horizon superficiel (4,5) et remonte légèrement en profondeur (5,5).

Ces sols sont donc chimiquement pauvres, les plus pauvres des sols ferrallitiques lessivés en bases. Ils s'en rapprochent cependant plus que des sols jeunes sur sables marins, non seulement en raison de leur teneur en phosphore total, mais encore par suite de l'évolution du pH en fonction de la profondeur, de la couleur, de la texture et de la structure du matériau originel. Moyennant un apport convenable de minéraux et de matière organique, ces sols conviennent bien pour la culture du cocotier.

2.2.3.4 - Classification et pédogenèse

Ces types de sols sableux posent depuis longtemps de nombreux problèmes aux pédologues qui cherchent à les ranger dans une classification génétique.

On s'est d'abord résolu à les classer parmi les sols ferrugineux puisque, à l'époque, il était inconcevable que les phénomènes de ferrallitisation puissent s'exprimer sur des sols dérivant d'une roche-mère aussi sableuse.

Ensuite les sols ferrugineux ont été écartés des régions tropicales humides et on a dû chercher une nouvelle appellation plus conforme à la zone climatique "ferrallitique". Etant donné leur manque de caractéristique particulière, on les a baptisés "sols ferrallitiques lessivés en bases". Cette dénomination est peu satisfaisante puisque tous les sols ferrallitiques sont caractérisés par un départ important des bases. On pourrait cependant tenter de l'expliquer en remarquant que la perte, le lessivage des bases et de l'argile, se fait ici dans tout le profil, mais particulièrement au sommet et non spécialement au niveau d'altération de la roche (celle-ci est extrêmement pauvre).

D'autres auteurs voudraient y voir des sols peu évolués (AC) puisque, après tout, on n'observe qu'un horizon de pénétration de la matière organique (plus ou moins subdivisible) sur un matériau originel ; les taches rouges ferrugineuses seraient le témoin des manifestations de l'hydromorphie dues à des nappes temporaires qui peuvent se manifester en saison des pluies sur les lentilles relativement argileuses.

En fait, que peut-on observer sur le profil ?

S'il y a indiscutablement un appauvrissement en bases et en argile au sommet du profil, on ne retrouve généralement pas l'horizon B d'accumulation, classique dans les sols lessivés de type européen. Ce transport de bases et de l'argile ne s'est donc certainement pas limité à un déplacement vertical dans le profil.

Sous les horizons de pénétration de l'humus, il existe un matériau originel très difficile à définir puisqu'il serait (selon les géomorphologues) lui-même le résidu d'une altération de type ferrallitique soumis à une érosion, puis à une sédimentation en lentille.

Deux hypothèses peuvent être avancées pour tenter d'expliquer la forme en ventre concave des courbes de concentration d'argile tout au long du profil.

La première (1) tient compte de l'érosion en nappe qui, sous forêt, s'adresse sélectivement aux éléments fins du sommet du profil. Cet appauvrissement en argile serait alors transmis vers les horizons profonds par le biais des "agents d'homogénéisation" du sol (faune et microorganismes) de moins en moins fréquents à mesure que l'on s'éloigne de la surface du sol.

Une seconde hypothèse s'appuie sur le lessivage oblique, par lequel les composants du sol seraient entraînés en dehors du profil sous forme de solution ou de suspension colloïdale. Puisque ces éléments ne se retrouvent ni dans le profil pédologique, ni dans la chaîne géomorphologique, il faut admettre qu'ils vont se perdre dans les rivières, les lagunes ou la mer.

Dans le cas des sables tertiaires, la concentration en argile et l'imperméabilité augmentent régulièrement avec la profondeur. Si la perméabilité du sol baisse du sommet à la base d'un horizon pédologique, une fois celui-ci saturé, il est loisible à une portion du lessivage vertical de prendre un mouvement oblique. Ces portions peuvent s'accumuler vers le bas du versant et former une nappe suspendue très momentanée qui se marque sur le sol par des phénomènes d'hydromorphie (taches et concrétions ferrugineuses) et sur les graphiques des crues des ruisseaux par ce que les hydrologues appellent le "ruissellement hypodermique". Le phénomène du lessivage oblique a d'ores et déjà été mis en évidence sur forte pente (ROOSE, Adiopodoumé 1966), mais il reste à savoir ce qu'il devient sur plateau à pente très réduite et si ses caractéristiques physiques et chimiques sont capables d'expliquer les profils tels qu'ils se présentent aujourd'hui.

Quel que soit le mécanisme principal d'appauvrissement en bases on pourrait schématiser la genèse de ces sols de la façon suivante :

Sur une roche-mère très pauvre (quartz, goéthite, kaolinite) s'installe une végétation luxuriante donnant une forte masse de matière organique. Sous le climat humide et chaud, celle-ci se minéralise tout en pénétrant profondément (souvent plus de 1 % de matière organique vers 1 m) à l'intérieur du profil très poreux. Elle libère en surface une quantité de minéraux relativement importante (la somme des bases est la plus forte) par rapport au reste du profil. L'importance du ruissellement superficiel et hypodermique est telle que le sommet du profil est le plus désaturé. En effet, lors des premières tornades de la saison des pluies, le lessivage oblique est plus fort en surface qu'en profondeur (des bulles d'air dans les macropores imperméabilisent les horizons profonds du profil). Or, c'est à ce moment que la solution de lessivage est la plus chargée en minéraux. Lorsqu'au milieu de la saison des pluies tout le profil est réhydraté et que le lessivage oblique est important dans les horizons profonds, l'eau n'est plus chargée que d'une fraction minime (1/4 à 1/10 des minéraux qu'elle transporte lors des premières pluies. C'est dire que les horizons profonds restent pauvres, quelle que soit la quantité de matière organique qui se dépose au sommet.

A cette époque peuvent se former de véritables nappes suspendues par accumulation, au bas des versants (là où la courbe du relief convexe devient concave) du ruissellement hypodermique. Sur le profil pédologique cela se traduit par des taches rouges ferrugineuses qui deviennent de plus en plus nombreuses au point d'envahir tout le matériau et lui donner sa couleur dominante. Quant au phosphore, dont les "sols ferrallitiques lessivés en bases" sont généralement bien pourvus, il a dû être véhiculé avec la pâte ferrallitique (roche-mère), lié au fer sous forme difficilement échangeable. Il est restitué petit à petit aux plantes probablement par l'intermédiaire de la matière organique.

2.2.4 - CLASSE IX - SOLS HYDROMORPHES

Les divers cours d'eau qui traversent les sables tertiaires et débouchent dans la lagune ou sur les deltas marécageux, présentent des vallées où se côtoient des sols hydromorphes nombreux et variés. Suivant les caprices des régimes hydrologiques, se sont organisées des levées alluviales argileuses, des lentilles où les tourbes se mélangent aux alluvions sablo-argileuses et, vers l'amont, des dépôts alluvio-colluviaux sableux.

(1) Communication orale de M. D'HOORE, Louvain, janvier 1966.

Un type particulier de sol hydromorphe se développe sur les sables quaternaires très pauvres, où le lessivage par les eaux de pluie entraîne très rapidement les faibles quantités d'humus et de fer qu'ils contiennent. Ces colloïdes flocculent dans la zone de battance de la nappe. Suivant l'intensité du phénomène, ces sols seront cartographiés comme pseudo-podzols de nappe (2.2.2) ou comme sols hydromorphes à tendance évolutive podzolique (2.2.4.2).

Enfin, très localement, en bordure de la lagune, près des goulets débouchant sur la mer, on peut trouver des sols de mangroves typiques avec leur végétation de palétuviers et leur population extrêmement dense de crabes. Leur étendue est trop restreinte pour figurer à cette échelle.

2.2.4.1. - Sols hydromorphes organiques

L'éventail des sols hydromorphes organiques s'étend des tourbes grossières fibreuses, ou au contraire bien évoluées et grumeleuses, aux argiles organiques, en passant par des vases visqueuses. Très généralement on retrouve dans un même profil hydromorphe, différents horizons dont la composition témoigne d'une succession de phases sédimentaires.

Extension

Ces sols organiques sont très répandus à l'embouchure des nombreuses vallées ennoyées qui débouchent des sables tertiaires sur la lagune et à la surface des vastes deltas marécageux.

La description d'un profil type des tourbes de l'Agnéby montre l'allure composite de ces sols.

DESCRIPTION DU PROFIL 1 (CA 4) (de la SOUCHERE) au N.E. du marécage de l'Agnéby

Région : Agnéby-Niéky.

Lieu de prélèvement : nord-est du marécage de l'Agnéby.

Topographie : zones basses tourbeuses.

Drainage : humidité superficielle, engorgement de surface.

Végétation : forêt dense marécageuse avec *Arum* et plantes herbacées.

Roche-mère : alluvions.

Description générale du profil

0 à 80 cm	Tourbe brune fibreuse et chevelu radulaire.
vers 15 cm	Nappe phréatique, tourbe de plus en plus grossière (feuilletée) avec la profondeur.
vers 50 cm	Tourbe vaseuse et fibreuse.
80 à 160 cm	Argile organique très fluidale, rappelant la vase ; débris organiques décomposés granuleux.
160 à 170 cm	Sable très grossier blanc-jaune ; légèrement argileux.
vers 200 cm et plus,	l'horizon s'enrichit en argile (sablo-argileux avec du sable grossier) ; les taches jaunes deviennent plus nombreuses.

Discussion des résultats

Granulométrie

Elle est très difficile à déterminer dans un matériau tourbeux étant donné l'hétérogénéité des dépôts et les fortes proportions de matière organique.

Matière organique

Les teneurs peuvent être très élevées (40 à 70 %) et leur degré de décomposition très variable (C/N de 20 à 50). Le taux en phosphore total peut être bon à très bon (0,8 à 3 ‰) mais le phosphore assimilable se réduit à 20 et même 5 % du P₂O₅ total. Les teneurs en azote peuvent être aussi très élevées (jusqu'à 1,5 %) mais quelle en est la part assimilable ? Le niveau de fertilité est donc variable suivant l'état de minéralisation de la matière organique.

Tableau 9 - Résultats analytiques d'un profil type de sol hydromorphe organique (1 Ca 4) (P. de la Souchère)

Profondeur cm Refus (2 mm)	0/20 0	50/70 0	130/150 0	200/220 0
Argile %	*	-	39,5	12,0
Limons %	-	-	5,7	3,5
Sable fin %	-	-	9,1	20,3
Sable grossier %	-	-	3,5	63,9
Matière organique %	63,2	47,2		
Carbone	36,66	27,42		
Azote	1,76	1,00		
C/N	20,7	27,2		
CaO (méq./100 g)	6,88	0,64	1,20	0,68
MgO "	4,48	0,28	0,44	0,10
K ₂ O "	0,4	0,01	0,07	0,01
Na ₂ O "	0,56	0,10	0,15	0,06
S "	12,3	1,03	1,86	0,85
pH	4,75	4,83	5,05	4,90
P ₂ O ₅ total ‰	0,87	0,96		
* non mesurable				

Complexe absorbant

La somme des bases baisse depuis la surface (5 à 6 méq./100 g) jusqu'à atteindre 1 méq./100 g en profondeur.

Chaux : teneurs très variables (0,7 à 28 méq./100 g) ; les plus fortes teneurs se trouvent dans les tourbes fines.

Magnésie : teneurs très variables (0,3 à 10 méq./100 g) mais plus importantes dans les tourbes fines.

Le rapport chaux/magnésie est très souvent supérieur à 2.

Potasse : teneur moyenne à bonne (0,2 à 0,6 méq./100 g).

Soude : est généralement négligeable mais peut s'élever localement à 3 méq./100 g en bordure de la lagune.

Le pH peut être très bas (3,4) à moyen (5).

La qualité de la matière organique dans ces sols hydromorphes peut être extrêmement variable. Etant donné leur utilisation importante pour la culture du bananier, il serait intéressant d'étudier leur capacité d'échange et leur teneur en éléments assimilables.

2.2.4.2 - Sols hydromorphes minéraux

Ils comprennent des sols à hydromorphie permanente ou temporaire dès la surface ou seulement en profondeur.

SUR MATERIAUX A DOMINANCE ARGILEUSE

Description d'un exemple : sol à hydromorphie permanente sur matériau limono-argileux (R. 18)

Région : Bandama (Nzida).

Lieu de prélèvement : route Tiébissou avant le marigot.

Topographie : zone marécageuse et basse.

Végétation-Cultures : vieille forêt marécageuse en régénération, quelques grands arbres et second étage de parasoliers.

Roche-mère : alluvions Bandama remaniées.

Description générale du profil

1 à 0 cm	Litière très peu épaisse.
0 à 3 cm	Horizon argilo-sableux gris très foncé, très humifère, structure polyédrique fine, chevelu radiculaire très important, quelques débris végétaux, très poreux et meubles. Passage assez net à :
3 à 10 cm	Horizon limono-argileux gris, moins humifère, sec, structure polyédrique moyenne déjà beaucoup moins de racines, plus compact, assez cohérent.
10 à 120 cm	Horizon argilo-limoneux, gris et ocre, taches bien individualisées, structure fondue, nappe à partir de 60 cm.

Tableau 10 - Résultats analytiques d'un profil type de sol hydromorphe sur argile (R.18)

Profondeur cm	0/5	10/30	50/60
Refus (2 mm)	0	0	0
Argile %	38,0	31,5	38,3
Limon fin %	34,0	41,2	42,5
Limon grossier %	17,5	15,3	14,8
Sable fin %	13,3	7,1	3,1
Sable grossier %	4,1	5,1	1,2
Matière organique %	32,9		
Carbone	19,15		
Azote	0,96		
C/N	19,9		
CaO (méq./100 g)	2,41	0,15	0,09
MgO "	0,45	0,12	0,15
K ₂ O "	0,29	0,13	0,21
Na ₂ O "	0,06	0,01	0,05
S "	3,21	0,41	0,50
T "	8,12	4,64	5,36
V %	40	9	9
pH	5,8	4,7	4,6
P ₂ O ₅ total ‰	1,80		

Discussion des résultats

Granulométrie

Les éléments fins constituent plus de 75 % du matériau : leur répartition est assez homogène tout au long du profil.

Matière organique

L'horizon superficiel peut être très riche en matière organique (5 à 40 %). Celle-ci peut être très bien décomposée et former un horizon bien structuré, ou au contraire être plus ou moins tourbeuse et réductrice. Les teneurs en azote (0,9 %) et phosphore (1 ‰) total peuvent être très bonnes à très moyennes et le niveau de fertilité exceptionnel à bon.

Complexe absorbant

La capacité d'échange est liée à l'état d'évolution et au pourcentage de matière organique : elle dépasse rarement 10 méq./100 g. Le taux de saturation est de l'ordre de 10 %, mais pourrait s'élever jusqu'à 40 % dans les horizons riches en calcium. Le taux de chaux et de magnésie est très faible sur tout le profil, sauf localement où l'on peut trouver des accumulations (magnésie en moins forte proportion). La teneur en potasse peut être bonne (0,3 méq./100 g), faible dans d'autres cas (0,03 méq./100 g). La teneur en soude est généralement négligeable (0,01 à 0,05 méq./100 g) mais monte localement à 1,5 méq./100 g près de la lagune. Le pH est assez variable (4,5 sur horizons tourbeux à 6,5 sur levées argileuses).

SUR MATERIAU A DOMINANCE SABLEUSE

Exemple : profil R. 14 ; sol à hydromorphie permanente sur alluvions sableuses.

Région : Grand Lahou

Lieu de prélèvement : flot dans le Bandama.

Topographie : plaine très basse.

Végétation-Cultures : taillis forestier assez dense, quelques palmiers.

Roche-mère : alluvions sableuses.

Description générale du profil

2 à 0 cm	Litière peu décomposée.
0 à 10 cm	Horizon beige, sable grossier peu humifère, structure particulaire très peu cohérente, chevelu radiculaire abondant. Passage peu net à :
10 à 50 cm	Horizon beige plus jaune, sable grossier très peu humifère, structure particulaire sans cohésion, très frais, quelques racines. Passage peu net à :
50 à 120 cm	Horizon jaune de plus en plus pâle, sable grossier, structure particulaire, nappe phréatique vers 50 cm, quelques racines au sommet.

Tableau 11 - Résultats analytiques de profils de sols hydromorphes sur sable (R. 14 et R. 15)

Profondeur cm	0/10	30/40	60/70	0/5	30/40
Refus (2 mm)	0	0	0	0	0
Argile %	0,5	1,8	1,3	3,5	1,3
Limon fin %	0,5	0,3	0,3	2,0	0,5
Limon grossier %	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
Sable fin %	9,5	6,0	9,5	20,9	17,9
Sable grossier %	88,8	93,1	89,6	71,5	79,1
Matière organique %	1,76			3,68	
Carbone	1,03			2,141	
Azote	0,056			0,113	
C/N	18,3			18,9	
CaO (méq./100 g)	0,21	0,09	0,06	2,07	0,12
MgO "	0,12	0,09	0,15	0,81	0,21
K ₂ O "	0,02	0,04	0,02	0,02	0,07
Na ₂ O "	0,04	0,02	0,02	0	0,04
S "	0,39	0,24	0,25	2,90	0,44
T "	2,11	1,44	0,93	5,56	1,80
V %	18	17	27	52	24
pH	4,5	4,5	5,0	5,7	5,1
P ₂ O ₅ total ‰	0,519			0,546	

Discussion des résultats

Morphologie

On ne trouve que peu de grains de quartz blanchis dans l'horizon humifère et l'influence de la nappe se fait très vite sentir (à moins de 50 cm). Celle-ci suit généralement les variations de hauteur du Bandama (ou de la lagune).

Granulométrie

Plus de 98 % de sable, à peine 1,5 % d'argile : distribution très homogène dans le profil.

Matière organique

Teneur peu importante (inférieure à 2 %) en matière organique se minéralisant mal (C/N environ 20). Les teneurs en azote et phosphore total sont moyennes à bonnes : le niveau de fertilité est moyen.

Complexe absorbant

La capacité d'échange est médiocre : elle baisse de 3 à 1 méq./100 g en profondeur. Le taux de saturation baisse depuis l'horizon humifère (20 jusqu'à 15 %), mais remonte brusquement au niveau de la nappe (20 à 30 %). Les teneurs en potasse et soude sont presque négligeables (0,02 méq./100 g), les teneurs en chaux sont très faibles.

Le rapport chaux/magnésie est inférieur à 1, sauf en surface. Le pH est acide (4,5 à 5), mais remonte au niveau de la nappe. Ces sols hydromorphes sur sable sont extrêmement pauvres. Leur richesse est étroitement liée à la présence de matière organique.

SUR SEDIMENTS QUATERNAIRES A EVOLUTION PODZOLIQUE

Description de l'exemple R. 16

Région : Grand Lahou.

Lieu de prélèvement : bordure du Bandama.

Morphologie : coupe dans la rive convexe du Bandama, à hauteur de Nouveau Lahou.

Végétation : savane à herbes basses et dures brûlées superficiellement, quelques bouquets de palmiers.

Description générale du profil

0 à 5 cm	Sable grossier gris, nombreux grains de quartz bien blancs, un peu humifère très sec, pas de chevelu radulaire, structure particulière. Passage peu net à :
5 à 60 cm	Sable grossier gris très clair, structure particulière, grains de quartz blanchis, très sec, présence de charbon de bois et débris de poterie, racines fines bien réparties. Passage très net à :
60 à 61 cm	Ligne gris foncé serpentant à la limite de remontée capillaire, par endroit la ligne est brun à jaune (présence de fer ?), sable grossier, structure fondue, légère cohérence. Passage très net à :
61 à 110 cm	Sable gris foncé avec plages jaunes s'individualisant plus bas en taches ferrugineuses brunes à jaune-ocre mais pas durcies, racines très bien réparties. Passage net à :
110 à 120 cm	Sable gris clair = niveau du Bandama, plus aucune racine.
120-130 cm et plus	Sable très roux, coloré par le fer.

Porosité très forte dans tout le profil qui paraît très homogène à part les lignes et les taches.

Discussion des résultats

Morphologie

Ces sols présentent un horizon de surface gris cendré, où les nombreux grains de quartz blanchis, la structure particulière et le manque de cohésion rappellent celui d'un sol podzolique. Le caractère hydromorphe du sol se marque encore à faible profondeur (moins d'un mètre) par la présence de la nappe phréatique (parfois surmontée de taches ou de lignes ferrugineuses ou humifères).

Granulométrie

Plus de 90 % de sable avec une très forte majorité de sables grossiers. La distribution est assez homogène dans tout le profil.

Matière organique

Teneur généralement peu importante en matière organique se minéralisant mal ($C/N \geq 20$). Les teneurs en azote et phosphore total sont moyennes à faibles.

Complexe absorbant

La capacité d'échange est médiocre sauf dans l'horizon humifère. Le taux de saturation baisse en profondeur, puis remonte à l'approche de la nappe. Les teneurs en bases sont très faibles : en général, elles remontent légèrement au niveau de la nappe.

Le pH est acide (4,3 à 6), puis s'aligne sur la réaction des eaux du Bandama.

Tableau 12 - Résultats analytiques de profils de sols hydromorphes sur sables quaternaires à tendance podzolique (R. 16 et R. 12)

Profondeur cm	0/5	40/50	60/61	80/100	110/120	120/130	5/10	50/60	70/80
Refus (2 mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Argile %	3,3	4,5	6,3	5,0	2,0	1,3	7,0	1,3	1,3
Limon fin %	4,8	3,5	3,0	1,5	0,5	0,3	2,8	0,8	0,3
Limon grossier %	1,6	1,4	1,2	1,6	0,3	1,6	1,0	0,3	0,1
Sable fin %	12,3	16,7	15,4	16,6	5,3	15,1	6,3	4,3	4,8
Sable grossier %	78,6	75,1	72,6	74,5	92,5	81,9	73,9	92,5	93,5
Matière organ.%	2,33	1,24	1,76	1,35			9,6	1,53	1,11
Carbone	1,357	0,724	1,025	0,784			5,610	0,890	0,648
Azote	0,067	0,032	0,051	0,035			0,343	0,033	0,022
C/N	20,2	22,6	20,1	22,4			16,3	26,9	29,4
CaO (méq./100g)	1,38	0,30	0,18	0,15	0,24	0,24	0,84	0,09	0,06
MgO "	0,36	0,18	0,24	0,09	0,12	0,18	0,81	0,27	0,36
K ₂ O "	0,16	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,09	0,01
Na ₂ O "	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0,02	0,08	0,02
S "	1,96	0,53	0,48	0,27	0,40	0,44	1,69	0,53	0,45
T "	3,22	1,98	3,37	1,79	0,93	1,08	10,92	2,51	1,49
V %	61	22	11	15	44	40	15	21	30
pH	6,3	5,3	5,1	5,5	6,3	6,5	4,3	5,2	5,5
P ₂ O ₅ total %	0,432						0,492		

Ces sols hydromorphes sur sables quaternaires présentent une tendance à évoluer vers des sols podzoliques dont ils ont déjà quelques caractères :

- dans l'horizon superficiel, pH acide, humus mal décomposé (C/N supérieur à 20); grains de quartz blancs et très peu liés aux colloïdes ;
- accumulation d'humus et de fer plus ou moins accentuée, au-dessus du niveau atteint par la nappe phréatique ;
- dans tout le profil, grande pauvreté chimique.

3 - CONCLUSIONS

3.1 - Facteurs d'évolution des sols

Trois facteurs principaux sont à l'origine de l'évolution des sols dans le bassin sédimentaire ivoirien :

Le climat, chaud et humide, presque uniforme sur toute la région, aurait pu déterminer un degré d'évolution très poussé (lessivage, podzolisation) et une altération chimique extrême des matériaux altérables originels (ferrallitisation).

Les matériaux sédimentaires originels, essentiellement constitués de kaolinite, quartz et goéthite, ont sans doute oblitéré l'expression des caractères de ferrallitisation (altération chimique) mais affirmé les caractères de lessivage et de podzolisation (migrations du fer et de l'humus en particulier).

La topographie, qui joue un rôle important dans l'action des eaux de pluie :

- d'une part, eaux percolant à travers les sols de plateaux déterminant une forte désaturation du complexe absorbant et une pénétration profonde de l'humus ;
- d'autre part, eaux ruisselant sur les pentes et provoquant un rajeunissement des profils et un colluvionnement abondant dans les vallées.

De plus, la topographie joue un rôle essentiel dans le développement des phénomènes d'hydromorphie, qui seront déterminants dans l'évolution des sables quaternaires. Sur ces sables grossiers très pauvres, la matière organique s'humifie mal, forme un complexe avec le fer et percole à travers le profil jusqu'à la nappe phréatique, où ces complexes ferro-humiques cimentent les sables en un alios plus ou moins friable.

Il existe un lien étroit entre la présence de l'humus grossier et la nappe phréatique à faible profondeur dans ces terres basses où le degré de lessivage est maximum dans la zone de battancé de la nappe.

3.2 - Conclusions agronomiques

3.2.1 - SOLS SUR SABLES TERTIAIRES

Le caractère dominant de ces sols ferrallitiques sableux est leur degré de désaturation et la faiblesse de leur capacité d'échange de bases. Là où les sables grossiers siliceux prennent plus de la moitié du volume et où les colloïdes minéraux sont du type kaolinitique, seul l'humus peut retenir suffisamment de cations nécessaires au développement des plantes. Et, c'est en raison des liaisons existant entre le taux d'humus et le taux d'éléments fins (A + L) que les sols riches en argile seront aussi moins pauvres en éléments nutritifs (somme des bases tout au moins).

La teneur en phosphore est généralement satisfaisante ; le taux d'azote est étroitement lié à la matière organique (le rapport C/N est voisin de 15). L'humification est correcte. L'humus présente des caractères intermédiaires entre celui des sols ferrallitiques et ferrugineux typiques, ce qui s'explique par le pédoclimat particulièrement sec et la pauvreté chimique de l'horizon superficiel (DUCHAUFOR et DOMMERGUES, 1963).

On signale des carences en magnésium, mais partout c'est la potasse qui joue le rôle de facteur limitant.

Les conditions physiques au contraire sont nettement plus avantageuses. Si l'horizon superficiel est sec et très sableux, l'ensemble du profil, par contre, est meuble et poreux, ce qui favorise les cultures arbustives telles que l'hévéa et le palmier à huile.

Protégés par ce mulch sec et sableux de surface, les horizons profonds, plus riches en argile, restent frais toute l'année.

La structure est peu développée, mais on rencontre rarement d'horizon très compact, sauf sur sols érodés où la pluie bat la surface du sol, ce qui limite visiblement le développement des plantes.

Très diverses sont les cultures que l'on rencontre sur les sables tertiaires. Cacaoyers et caféiers ne se développent convenablement que sur les sols les plus riches : sols argileux et humifères. Le bananier occupe les sols argileux ou organiques des vallées, où un système d'irrigation par aspersion complète ses besoins en eau. Le palmier à huile se contente de sols plus sableux que l'hévéa, dont les racines sont très sensibles aux mycoses (*Fomes* et *Armillaria* sur défriche forestière).

Diverses cultures annuelles ou vivrières (ananas, manioc, igname, maïs, prairies) peuvent donner d'excellents rendements lorsque la matière organique et les éléments minéraux sont en quantités suffisantes.

Les sols sur sables tertiaires doivent donc être considérés comme un excellent support de la plante, mais auquel il faut apporter la plus grosse part des éléments chimiques (le phosphore excepté)

et la matière organique pour les fixer. Il faudra en outre soigner particulièrement les méthodes culturales, car l'érosion menace : assolement avec plantes de couvertures ou de préférence jachère cultivée (prairies), paillage, billonnage cloisonné ou en courbes de niveau, fumure organique et minérale (suivant l'importance : K, N, Mg, Ca).

3.2.2 - SOLS SUR SABLES QUATERNAIRES

L'ensemble des sols sur sables quaternaires est caractérisé par une pauvreté chimique extrême, mais parmi eux les sables ocre, légèrement argileux (10%), présentent des affinités certaines avec les sols des sables tertiaires.

Sur les sables ocre, le taux de phosphore et d'azote sont à peu près corrects et l'humification est normale, si bien que la fertilité y est moyenne.

Sur les sols influencés par la nappe et à tendance évolutive podzolique par contre, la matière organique se décompose très mal : l'humus est facilement lessivé en profondeur, entraînant à sa suite le fer et les rares minéraux nutritifs. La pauvreté chimique est extrême.

Sur les sables roux des dunes côtières, un lessivage peu marqué se dessine à la surface du profil et sous l'horizon humifère.

Plus encore que pour les sables tertiaires, il faut considérer le sol comme le support de la plante et lui apporter une fumure organique et minérale copieuse, fractionnée (dans l'ordre d'importance : K, P, N, Mg, Ca). Composé pour les 9/10 de sable grossier trop poreux, le profil est physiologiquement sec, à moins que la nappe phréatique encore plus nocive sous ce climat pluvieux n'asphyxie une part plus ou moins importante du sol.

Le système racinaire s'est adapté à cet état de choses : un chevelu très dense exploite la couche humifère superficielle, tandis que quelques racines épaisses plongent en profondeur pour assurer, à la plante, le minimum d'eau nécessaire durant la saison sèche. Les plantes à racines profondes (arbustes) ou constituant des réserves (rhizomes) sont les mieux adaptées.

L'humus de bonne qualité, et les 10% d'argile que l'on rencontre sur les sables ocre des plateaux, modèrent très efficacement ces défauts (sécheresse et lessivage excessifs).

Sur le cordon littoral, on peut rencontrer diverses cultures vivrières (beaucoup de manioc, ananas), des cocoteraies, des plantations forestières et même des caféiers Indéné (sur les plateaux). Seules les plantations de cocotiers et de manioc présentent un réel intérêt. La mise en valeur du pays devrait commencer par l'exploitation des sols de plateau bien plus fertiles que les sables roux côtiers (où sont localisées 90% des cocoteraies actuelles) et surtout que les sols podzoliques. Les méthodes culturales pourraient se limiter à augmenter la teneur en matière organique : paillage, jachère cultivée, fumure organique et minérale (surtout la potasse).

3.2.3 - LES SOLS HYDROMORPHES

Ils occupent de très grandes surfaces et, mis à part les sols hydromorphes sur sables quaternaires, ils présentent un intérêt certain pour les cultures d'exportation et les cultures vivrières.

Les nombreux marigots permanents, qui sillonnent les sables tertiaires, offrent des étendues intéressantes de sols argileux et de sols tourbeux qui font l'objet d'aménagements hydro-agricoles en vue de la culture du bananier.

BIBLIOGRAPHIE

- BERLIER (Y.), DABIN (B.), LENEUF (N.) - 1956 - Comparaison physique, chimique et microbiologique entre les sols de forêt et de savane sur les sables tertiaires de la basse Côte d'Ivoire. *Congrès intern. Sci. Sol*, VI, Paris, E, p.499-502.
- BERTON (Y.) - 1961 - Les formations sédimentaires du Continental Terminal de Côte d'Ivoire. Rap. B.R.G.M. Abidjan, 44 p.
- DABIN (B.) - 1956 - Considérations sur l'interprétation agronomique des analyses de sol en pays tropicaux (cas particulier de l'azote et du phosphore). *Congrès intern. Sci. Sol*, VI, Paris, D, p.403-409.
- DABIN (B.), LENEUF (N.), RIOU (G.) - 1960 - Carte pédologique de la Côte d'Ivoire au 1/2 000 000. Notice explicative. Secrétariat d'Etat à l'Agriculture, Direction des Sols, Abidjan, 32 p.
- DABIN (B.) - 1964 - Analyse physique et fertilité dans les sols des régions humides de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, II, 1, p.29-40.
- DUCHAUFOUR (P.), DOMMERGUES (Y.) - 1963 - Etude des composés humiques de quelques sols tropicaux et sub-tropicaux. *Sols afr.*, VIII, 1, p.5-23.
- GUERIN-VILLEAUBREIL (G.) - 1962 - Hydrogéologie en Côte d'Ivoire. *Mém. B.R.G.M.*, 20, 43p., 80 pl.
- HUMBEL (F.X.) - 1964 - Etude de quelques dépressions circulaires à la surface d'un plateau sédimentaire de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, II, 3, p.27-42.
- JANSE (A.R.P.), HULSBOS (W.C.), OCHS (R.) - 1955 - Etude des modifications physiques d'un sol de savane par la culture du palmier à huile. *Oléagineux*, X, 5, p.321-331.
- LAPLANTE (A.), ROUGERIE (G.) - 1950 - Etude pédologique des sols du bassin français de la Bia. *Bull. I.F.A.N.*, XII, 4, p.883-904.
- LE BOURDIEC (P.) - 1958 - Contribution à l'étude géomorphologique du bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire. *Etudes éburnéennes*, VII, p.7-96.
- LENEUF (N.), AUBERT (G.) - 1956 - Sur l'origine des savanes de la basse Côte d'Ivoire. *C.R. Acad. Sci.*, 243, p.859-860.
- LENEUF (N.), OCHS (R.) - 1956 - Les sols podzoliques du cordon littoral en Côte d'Ivoire. *Congrès Intern. Sci. Sol*, VI, Paris, E, p.529-532.
- PECH (H.), GERARDIN (B.), DABIN (B.), ROBINET - 1964 - Etude pour la reconversion des cultures de caféier dans la République de Côte d'Ivoire. Climatologie et phytogéographie. B.D.P.A., 63/36/x, Paris, 85 p., multig.
- PERRAUD (A.) - 1962 - Prospection pédologique en pays Alladian. O.R.S.T.O.M. Abidjan, 7p., multig.
- PERRAUD (A.), LA SOUCHERE (P. de) - 1962 - Tourbes de l'Agnéby. O.R.S.T.O.M. Abidjan, 23 p., multig.
- ROOSE (E.), RIEFFEL (J.M.) - 1964 - Etude pédologique de la forêt d'Abobo. O.R.S.T.O.M. Adiopodoumé, 19 p., multig.
- ROOSE (E.) - 1964 - Etude pédologique du Bassin sédimentaire ivoirien entre Abidjan et Grand-Lahou. O.R.S.T.O.M. Adiopodoumé, 70 p., multig.
- ROUGERIE (G.) - 1960 - Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire. *Mém. I.F.A.N.*, 58, Dakar, 542 p.

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

CARTE DES SOLS DU BASSIN SÉDIMENTAIRE IVOIRIEN

Dressée par E. ROOSE - M. CHEROUX

LÉGENDE PÉDOLOGIQUE

II - SOLS PEU ÉVOLUÉS

SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT
MODAL

Sols jeunes sur sables rouges marins

VII - SOLS À HUMUS GROSSIER

Sols podzoliques, podzols, pseudo-podzols de nappe indifférenciés

VIII - SOLS À SESQUIOXIDES

SOLS FERRALLITIQUES

SOLS FERRALLITIQUES LESSIVÉS EN BASES
MODAUX

Familles sur sables tertiaires

Matériaux argilo-sableux situés dans un paysage à forte pente ($p > 8\%$)

Matériaux sablo-argileux situés dans un paysage à pente moyenne ($p < 5\%$)

Gravillons } Sols contenant des matériaux ferrugineux indurés

Cuirasse } Sols contenant des matériaux ferrugineux indurés

Grès } Sols contenant des matériaux ferrugineux indurés

Matériaux sableux situés dans un paysage de plateau ($p < 5\%$)

Famille sur colluvions

Sols complexes

Famille sur sables quaternaires

Sols ocres

X - SOLS HYDROMORPHES

SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES

Sols tourbeux et humiques à gley indifférenciés

SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX À GLEY

SOLS À GLEY DE SURFACE OU D'ENSEMBLE

Indifférenciés

Sur alluvions à dominance argileuse

Sur alluvions à dominance sableuse

SOLS HYDROMORPHES À TENDANCES PODZOLIQUES

Sur sables quaternaires

LÉGENDE TOPOGRAPHIQUE

Route

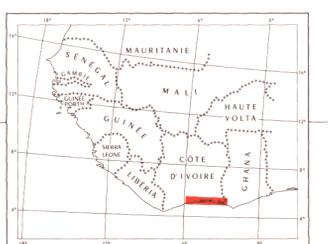
Piste auto

Marigot permanent

Marigot temporaire

Chemin de Fer

CARTE DE SITUATION



ÉCHELLE 1/200.000^e