

Les principaux sols d'Afrique de l'Ouest et leurs potentialités agricoles (1)

Bernard DABIN et Roger MAIGNIEN

pédologues ORSTOM

Services scientifiques centraux, 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy

RÉSUMÉ

Les auteurs rappellent les conditions générales de formation et d'évolution des sols de l'Afrique de l'Ouest : climat, végétation, actions paléoclimatiques, matériaux originels, modelés. Ils donnent une description succincte des grandes catégories de sols rencontrées dans cette zone : sols ferrallitiques, sols ferrugineux tropicaux, sols à argiles gonflantes, sols bruns subarides, sols hydromorphes.

Les facteurs de fertilité physique et chimique de ces grandes catégories de sols sont présentés, ainsi que les facteurs généraux d'utilisation liés à la répartition topographique et au régime hydrique. Les principales méthodes de cartographie dans un but d'application thématique sont également discutées pour les différentes échelles.

ABSTRACT

THE MAIN SOILS OF WEST AFRICA AND THEIR AGRICULTURAL POTENTIALITIES

General conditions of weathering and evolution of soils of West Africa are given in this paper, particularly : climate, vegetation parent material, relief, paleoclimatic actions.

The authors present a short description of the main soil categories which have been observed in this area : ferrallitic soils, ferruginous tropical soils, montmorillonitic clay soils, semi-arid brown soils, hydromorphic soils. Chemical and physical fertility factors of these great categories are presented, as well as general utilisation properties, related to topographic distribution and water movement.

The main mapping systems for land suitability purpose, are discussed as far as different scales are concerned.

(1) Texte d'une communication présentée à l'« Annual Research Conference on Soil and Climatic Resources and constraints in relation to Maize, Cowpea, Upland Rice and Cassava Production », I.I.T.A., Ibadan, Nigeria du 15 au 19 octobre 1979.

Il est difficile, dans une note brève, de traiter de façon compréhensive et suffisamment complète d'un sujet aussi vaste qui a fait l'objet, depuis plus de trente ans, d'un nombre considérable d'études de la part de pédologues et d'agronomes, parmi lesquels les équipes de l'ORSTOM mises en place depuis 1946 par G. AUBERT ont joué un rôle essentiel dans les zones francophones d'Afrique de l'Ouest; par ailleurs, les très nombreuses expériences réalisées par les Instituts spécialisés et les services locaux ont permis de faire la liaison entre les études des sols et les résultats culturaux.

On tentera, dans cet exposé, de faire ressortir les caractéristiques particulières des sols de la zone concernée, liées à ses conditions climatiques, à son histoire géologique, et plus récemment à l'évolution de la végétation et du système agro-pastoral.

Les limites géographiques de l'Afrique de l'Ouest étant connues, on rappellera succinctement les facteurs d'environnement qui influent sur la différenciation des sols et leurs potentialités agricoles.

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

On peut rappeler que, dans la zone considérée, la température moyenne annuelle est presque partout supérieure à 28 °C, et que les régions climatiques sont surtout fonction de la pluviométrie annuelle qui varie de 200 mm au nord à plus de 2.000 mm au sud, les isohyètes étant orientées ouest/est. On distingue ainsi quatre larges bandes parallèles correspondant à quatre domaines de végétation définis anciennement par AUBREVILLE :

- Domaine sahélo-saharien entre 200 et 500 mm de pluies, domaine de la steppe à épineux
- Domaine sahélo-soudanais 500 à 900 mm, domaine de la savane arbustive
- Domaine soudano-guinéen 900 à 1.200 mm, domaine de la savane arborée préforestière
- Domaine guinéen de 1.200 à plus de 2.000 m, domaine de la forêt tropicale humide

Mais la végétation, et, naturellement, les cultures, sont conditionnées également par la durée de la saison sèche qui varie de 3 à 9 mois en sens inverse de la pluviométrie; la physiographie des paysages dépend aussi du pédoclimat lié aux caractères de la surface des sols ou à des actions d'hydromorphie plus profondes.

Parmi les caractéristiques climatiques importantes présentées par divers auteurs, on doit signaler une estimation de la période végétative moyenne (COCHÈME et FRANQUIN, 1967) basée sur l'étude des

courbes d'ETP et de pluviométrie mensuelles. Cette durée est de 107 jours (fin juin, début octobre), pour une pluviométrie annuelle de 540 mm; elle passe à 132 jours pour 734 mm de pluies, 156 jours pour 889 mm, 179 jours pour 1.010 mm, 225 jours pour 1.169 mm et 355 jours pour 1.400 mm, l'ETP annuelle variant respectivement de 2.963 mm à 1.551 mm.

DUDAL a récemment signalé l'importance de la « growing period » qui conditionne la durée moyenne du cycle végétatif des plantes annuelles.

Une autre caractéristique originale est celle des contrastes climatiques, présentés par CHAUVEL (1977), et qui délimite les zones soumises alternativement à de fortes précipitations et à des dessiccations intenses en associant la pluviosité maximum du mois d'août à l'humidité relative minimum de l'air au mois de mars. Cette zone de forts contrastes forme une large bande ouest-est intermédiaire entre la zone tropicale humide du sud et les régions sèches sahéliennes du nord. Les influences sahariennes envoient des souffles d'air très sec qui provoquent une ultra-dessiccation des sols, laquelle serait l'un des mécanismes de destruction des structures plasmiques ferrallitiques qui favorisent la mobilisation ultérieure des constituants. Ce serait ainsi un élément important de la pédogenèse.

Une autre influence climatique importante citée par BOULET (1976) est celle du régime des premières fortes pluies de la zone nord, qui sont souvent suivies, plus d'une année sur deux, d'une période sèche, assez longue, qui provoque la compaction des horizons de surface. La quantité d'eau infiltrée n'est alors que le quart ou le sixième de la hauteur d'eau tombée, d'où ruissellement intense même sur des sols sableux, avec un déficit hydrique marqué.

ACTIONS PALÉOCLIMATIQUES

Les études pédologiques et géomorphologiques ont montré l'existence de formations qui ne peuvent s'expliquer que par l'action de climats anciens, l'hypothèse la plus répandue étant celle de la prédominance d'un climat tropical humide qui a régné sur tous les pays au sud du Sahara dès le Crétacé, et qui a provoqué une forte évolution ferrallitique des sols. Les vestiges les plus importants sont les matériaux remaniés du Continental Terminal d'âge mio-pliocène, mais les autres roches en place, granites, schistes, grès, ont également subi des phénomènes de ferrallitisation donnant des altérites de grande épaisseur durant les mêmes périodes.

Les géomorphologues montrent que de nombreuses buttes, plateaux et glacis, recouverts d'une cuirasse

plus ou moins épaisse, sont les restes d'anciennes surfaces actuellement érodées et disséquées. Ces niveaux montrent souvent les marques de l'action d'anciennes nappes phréatiques qui ont disparu avec le creusement des vallées. On peut y observer des sols rouges profonds, des épandages de gravillons et même d'anciennes terrasses alluviales concrétionnées. Ces formations anciennes servent souvent de matériau de départ et aussi de sources d'hydroxydes pour des formations pédologiques plus récentes.

Tout le Quaternaire est jalonné de l'alternance de phases pluviales et arides, amenant des reprises d'érosion, dont certaines ont provoqué des entailles jusqu'à la base des horizons d'altération, voire jusqu'à la roche-mère. Il en a résulté d'importants transferts de matériaux et de vastes zones de dépôts correspondant aux réseaux hydrographiques anciens où l'on reconnaît des vallées fossiles, des zones lacustres, des deltas en partie asséchés aujourd'hui (Niger, Mali). Pour les mêmes raisons, la partie nord de l'Afrique de l'Ouest a subi, au cours des périodes arides, des remaniements éoliens intenses qui ont amené la mise en place de systèmes dunaires étendus (ergs).

Actuellement, au plan hydrographique, l'Afrique de l'Ouest est dominée par les bassins du Sénégal et du Niger, mais elle comporte aussi un certain nombre de fleuves qui se jettent dans l'Atlantique et le Golfe de Guinée.

Les dépôts alluviaux sont surtout importants dans les parties nord et centre de la zone, les alluvions récentes venant se superposer ou se mélanger aux alluvions anciennes. En zone sud, au contraire, les vallées continuent fréquemment à creuser leur lit et les bandes alluviales sont étroites. Au contact des eaux salées, les matériaux entraînés peuvent se déposer pour former de vastes deltas envasés (mangroves).

Altération, érosion, dépôts, jalonnent l'histoire de la mise en place des matériaux sur et dans lesquels se différencient les sols contemporains.

Ces matériaux originels sont, du nord au sud :

- les sables et dunes de la zone saharienne, les formations quaternaires de la Boucle du Niger, de granulométries diverses (sableuses à argileuses);
- les formations du Continental Terminal et Intercalaire, qui sont des sables argileux remaniés ayant subi une forte évolution ferrallitique ancienne;
- les grès cambro-ordoviens de la Guinée, du Mali Central et de l'ouest de la Haute-Volta, très souvent surmontés de cuirasses anciennes;
- enfin, le vaste socle cristallin constitué de formations d'origine plutonique (granites calco-alcalins, granito-gneiss, granodiorites, charnockites), métamorphique (schistes, amphibolites, quartzites, mica-

schistes), et volcanique (dolérites surtout), surmontées d'altérites kaolinitiques et sesquioxydiques moins épaisses.

Le modelé de ces formations est en relation assez étroite avec les zones climatiques. Il est dunaire dans le nord; subhorizontal dans les bassins alluviaux du Niger et du Sénégal; il devient plus généralement un modelé de plateaux et de versants dans les régions du socle cristallin, entaillé par un réseau hydrographique, assez lâche dans la zone centrale (Mali, Haute-Volta, nord Côte d'Ivoire, Togo et Bénin), avec des pentes assez faibles de l'ordre de 2 %; plus serré dans les régions humides du sud avec un modelé plus accusé. Des buttes-témoins surmontées de cuirasses dominent fréquemment les plaines environnantes. Enfin, quelques massifs montagneux formés principalement de roches basiques surgissent du paysage en Guinée, Côte d'Ivoire et Togo.

LES GRANDES CATÉGORIES DE SOLS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

1. Les sols ferrallitiques

Ce sont des sols de régions humides qui possèdent en commun une très grande épaisseur et une différenciation peu marquée de leurs profils, des passages progressifs entre horizons, des couleurs vives, le plus souvent rouges. L'accumulation en leur sein de produits figurés de néo-formation ou hérités (fer, aluminium, etc.) introduit des discontinuités texturales (gravillons, cuirasses, nappes de gravats) qui ajoutent à leur variété.

L'individualisation des sols est dominée par un ensemble de processus géochimiques, groupés sous le nom de ferrallitisation, qui consiste en une altération profonde qui amène une transformation complète du matériau originel, par dissolution, oxydation, hydrolyse, et qui conduit au départ hors du profil, des bases et de la silice, à une argilification kaolinitique avec parfois maintien d'argiles de types mica dans les roches riches en muscovite et à l'accumulation de sesquioxydes. La libération d'alumine est rare dans les sols du socle granitique; elle peut être cependant marquée sur les roches basiques.

En Afrique de l'Ouest, on observe rarement une évolution ferrallitique extrême et généralisée identique à celle des zones équatoriales (avec des interfluvés à un pédon dominant). Ici, cette évolution reste une pédogenèse de haut glacis avec des matériaux altérés sur 4 à 5 m d'épaisseur. On observe souvent en profondeur un bariolage de couleurs associé à l'hétérogénéité minéralogique de la roche-mère. Cette altérite

est surmontée d'un manteau kaolinitique montrant généralement une certaine hydromorphie. La présence d'illite est parfois non négligeable au niveau de cet horizon BC, et la silice y est toujours suffisante pour bloquer l'aluminium sous forme de kaolinite.

Le profil qui se développe dans ce matériau comporte un horizon supérieur humifère peu épais (10/15 cm), passant à un horizon relativement argileux, à faible profondeur, de couleur rouge, mais sans induration ferrugineuse. L'argile y est stabilisée par les hydroxydes libres, donnant une structure plasmique micronodulaire qui permet un drainage profond et une résistance aux phénomènes d'appauvrissement ou de ruissellement. Cet horizon structuré, qui peut atteindre 2 m d'épaisseur, passe en profondeur à l'horizon kaolinitique réticulé de 2 à 3 m précédemment signalé, puis à l'horizon d'altération. Du fait de passages verticaux et latéraux progressifs, ces profils apparaissent peu différenciés dans leur ensemble.

Lorsque le couvert végétal n'est pas dégradé, ces sols ont des caractéristiques agronomiques assez bonnes, grâce à leur profondeur, au bon régime hydrique, aux réserves liées à la matière organique.

Les processus de ferrallitisation s'effectuent encore dans les zones les plus arrosées, en toute situation topographique à bon drainage externe; mais en régions moyennement humides, on ne les observe pas sur les versants. Les altérations existant à l'amont ne sont que le prolongement de celles des reliefs résiduels très anciens; ailleurs, sur les modelés moyens, les altérations ne sont pas ferrallitiques mais montrent une argilification mixte de minéraux 2/1 et 1/1 et des minéraux primaires altérables en abondance.

Lorsqu'il y a destruction du couvert végétal, il se produit une dégradation de la structure, avec apparition d'une compacité qui augmente avec la profondeur, au point que l'enracinement se trouve contrarié; l'excès d'eau, même temporaire, amène une mobilité plus grande de l'argile et des oxydes de fer, avec formation d'horizons supérieurs appauvris et d'horizons profonds concrétionnés, voire carapacés. Cette évolution a été étudiée en détail par CHAUVEL (1977) en Casamance (Sénégal), zone à fort contraste climatique, où l'équilibre naturel des sols est, de ce fait, particulièrement instable. Dans les sols dénudés, l'alternance d'humectation et d'ultra-dessiccation superficielle provoque la dissociation de la structure plasmique micronodulaire et sa séparation du squelette. Si le climat est encore relativement humide, l'action est ménagée et progressive; une partie seulement du plasma est libérée; le squelette quartzueux prend progressivement le relais des micronodules et le drainage demeure vertical. Il y a, dans ce

cas, différenciation de sols rouges appauvris, et le plasma peut s'accumuler dans les horizons profonds où l'on observe des ferriargillanes. Par contre, si le climat devient plus sec, la dissociation des assemblages micronodulaires est brutale, le drainage est insuffisant pour entraîner les produits libérés, d'où une accumulation d'argile dissociée et développement d'une hydromorphie secondaire (ou induite) à faible profondeur. Il se produit parallèlement une action physico-chimique de déferrification; une partie des oxydes s'incruste dans les fissures du quartz, et l'autre fraction se trouve évacuée à la base ou hors des profils. On aboutit à un profil à horizons fortement différenciés ou sols beige.

A et AB	sableux
B 1	argilo-sableux
B 21	concrétionné
B 22 - B 3g	à taches de pseudogley

Morphologiquement, c'est un sol ferrugineux tropical lessivé à concrétions et taches de pseudogley, décrit par AUBERT G. (1965), MAIGNIEN R. (1964), FAUCK R. (1968). CHAUVEL et PEDRO (1978) montrent que, si la période active de destabilisation (dissociation plasmique) est de quelques dizaines d'années, par contre, la formation d'un profil différencié de sol beige est beaucoup plus lente et peut demander un à plusieurs millénaires.

2. Les sols ferrugineux

Ce sont des sols à profil différencié, peu à moyennement épais, de teinte claire, à horizons à limites tranchées avec redistribution de l'argile et des oxydes de fer. Très souvent, on rattache cette morphologie à un processus dit de « ferruginisation ». Or, ce terme est controversé, car il n'y a pas d'altération typique des sols ferrugineux tropicaux. Ils peuvent être ou non polyphasés; le matériau originel peut être d'origine ferrallitique ou riche en minéraux primaires et argiles 2/1, mais toujours centré sur un pôle acide, riche en quartz. On ne peut diagnostiquer avec certitude des horizons C ferrugineux, mais par contre, la pédogenèse est typique en A et B. C'est une expression pédologique bien individualisée sur le terrain, et les critères de différenciation, par rapport aux sols ferrallitiques faiblement désaturés, résident dans un profil à horizons bien différenciés, alors que les passages sont graduels dans les sols rouges. On observe un éclaircissement de la couleur (jaune ou beige), l'apparition de processus d'hydromorphie, un lessivage et un appauvrissement de l'argile des horizons supérieurs, une mobilité des hydroxydes de fer pouvant être très poussée et affecter des distances verticales et latérales importantes qui donnent lieu, dans le paysage, à des concentrations ou accumulations intenses, de concr-

tions, nodules, carapaces et cuirasses. Les 3/4 des sols du socle, sous une pluviométrie, ne dépassant pas 1.250 mm, sont affectés par ce type de différenciation. Le contraste climatique accuse le développement de phénomènes d'hydromorphie, de même qu'une topographie assez molle permet un engorgement prolongé et une érosion modérée.

La roche-mère doit être suffisamment acide et riche en quartz. Elle est encore cohérente à faible profondeur (< 4 m). Ces sols sont principalement du domaine des versants et toujours sur des formes post-tertiaires, donc surtout quaternaires.

L'horizon A se différencie en un A 1 humifère, d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, à structure moyennement développée, à tendance grumelo-particulaire et, en A 2, encore un peu teinté par de l'humus, mais lessivé en argile et de structure faiblement développée.

On peut distinguer un horizon B1 vers 75 cm, avec accumulation argileuse parfois épaisse de près d'un mètre; au-dessous, un horizon B2 d'accumulation ferrugineuse avec apparition de concrétions; un horizon B3g à concrétions très nombreuses, où s'observe souvent un net engorgement dû à une nappe à éclipse. On passe ensuite brusquement, à une profondeur rarement supérieure à 2 m, à l'horizon C qui est un matériau arénacé.

Sols ferrallitiques et sols ferrugineux montrent à peu près partout des traces de remaniement qui se manifestent sur le terrain par la présence d'une nappe de gravats plus ou moins épaisse et continue, à profondeur variable, mais qui peut être aussi superficielle. Ces niveaux de matériaux grossiers séparent les horizons supérieurs remaniés des horizons inférieurs en place. Dans les premiers, il y a déficit des sables les plus grossiers et les plus fins, et un excédent des sables de taille moyenne. Avec le façonnement des versants, il faut signaler l'étalement de matériau sableux par ruissellement et colluvionnement en bas de pente.

3. Les sols à argiles gonflantes

Une troisième grande catégorie de sols forme un ensemble caractérisé par la dominance, voire l'exclusivité, sur le profil entier, d'argiles smectitiques saturées en bases dès une faible profondeur. Ces sols présentent une assez grande réserve d'éléments utiles aux plantes et une profondeur réduite à moins d'un mètre dans de nombreux cas. Leur engorgement en saison des pluies est la règle quasi-générale.

Cet ensemble s'étend principalement dans les zones déprimées du socle, au voisinage des axes de drainage. Il peut couvrir des interfluvés entiers lorsque ceux-ci sont surbaissés par rapport à l'altitude moyenne. On

les observe le plus fréquemment sur roches basiques ou dans le bas de certaines toposéquences sur granites où ils s'enrichissent en substances (silice et bases) venues de l'amont. Enfin, de vastes étendues de sols à montmorillonite s'observent dans les thalwegs des grandes plaines alluviales du nord. Il s'agit typiquement de sols de milieux confinés où l'on reconnaît des vertisols, des sols bruns eutrophes et certains sols hydromorphes, qui appartiennent à des classes différentes (C.P.C.S.).

4. Les sols bruns subarides

Ces sols se caractérisent par un profil coloré par la matière organique, une faible épaisseur et une différenciation peu marquée en horizons. Ils sont groupés dans la classe des sols isohumiques, bien que leurs teneurs en matière organique soient faibles (1 à 3 %); cependant, les caractéristiques physico-chimiques et biologiques sont celles de tous les sols steppiques. Leur distribution est limitée aux régions sahéliennes. Peu différenciés sur les sables silicieux, leur morphologie est, par contre, bien exprimée sur les matériaux argileux et les roches contenant des bases (schistes, arkoses, et même granites). Ils portent une végétation herbacée constituée de graminées annuelles et sont le domaine du pastoralisme à longue transhumance. Du fait de leur faible teneur en matière organique, ce sont des sols fragiles, peu stabilisés, sensibles à l'érosion éolienne.

5. Les sols hydromorphes

Une mention spéciale doit être accordée à l'action prolongée d'un excès d'eau qui affecte des sols de natures variées et à des degrés divers. Lorsque ce facteur est dominant, les sols sont dits hydromorphes, sinon à hydromorphie, et se caractérisent par la présence de gley ou de pseudogley à faible profondeur. Dans certains estuaires, on peut observer des accumulations organiques épaisses (Agneby), mais le plus souvent, l'importance de la saison sèche conduit à des sols hydromorphes peu organiques et minéraux.

Rappelons enfin, en bordure de la mer, les dépôts vaseux, plus ou moins salés et sulfatés acides, de la mangrove et de ses franges.

LA CLASSIFICATION DES SOLS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

Malgré certaines difficultés d'application, la classification des sols utilisée actuellement par les pédologues de l'ORSTOM suit toujours les grandes lignes de la classification française CPCS et reste d'esprit pédogénétique. Cependant, de nombreux travaux et

essais de définition et de restructuration ont été réalisés au cours de l'actuelle décennie. Deux options apparemment opposées sont développées.

La première concerne surtout les pédologues de terrain, engagés dans des travaux de cartographie. Elle

traite essentiellement des unités de surface et de leurs relations, pour déboucher directement sur des règles d'utilisation et d'aménagement des sols. Citons à ce sujet les travaux de MM. GAVAUD, P. BRABANT, Y. LUCAS, Y. CHATELIN et D. MARTIN (fig. 1 et 2, Tabl. I et II).

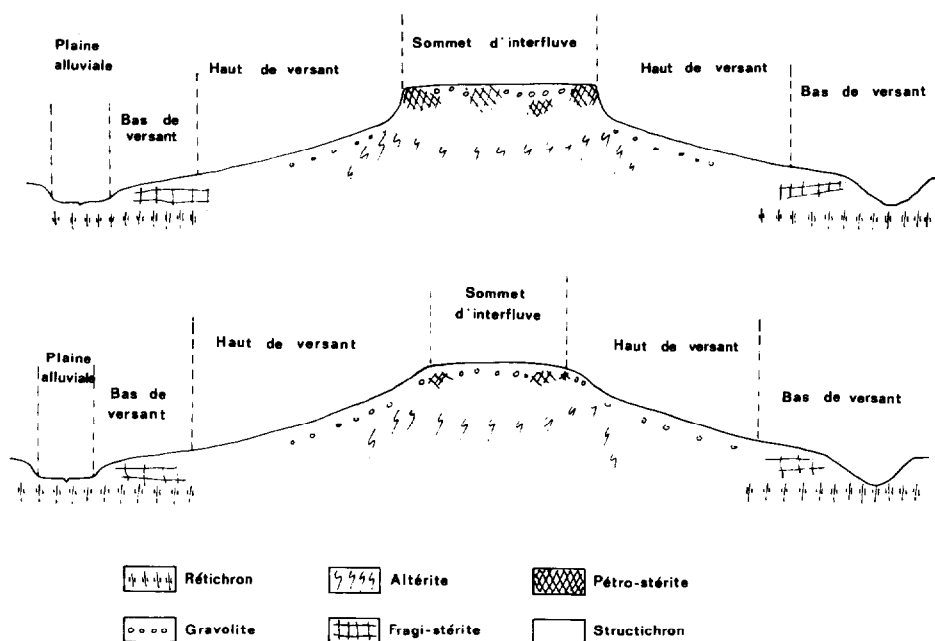


FIG. 1. — Segments fonctionnels sur des versants en Côte d'Ivoire (*d'après* CHATELIN et MARTIN 1972, *d'après* BEAUDOU et COLLINET, 1977).

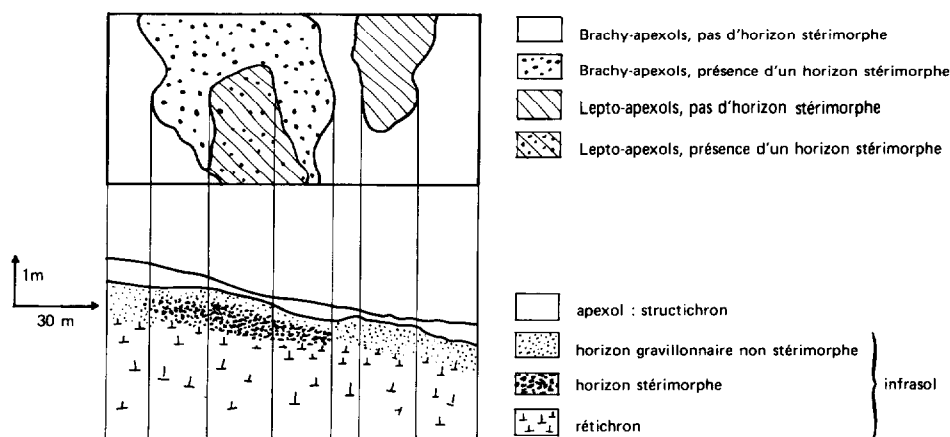


FIG. 2. — Extrait de la carte de Mouyoundzi (Congo) (*d'après* LUCAS, 1977).
— apexol : micro-mosaïque lepto-brachyapexols
— infracol : micro-mosaïque présence-absence d'un horizon stérimorphe.

TABLEAU I
Légende de la carte pédologique à 1/25.000 de Mouyoundzi (Congo) (d'après LUCAS, 1977)

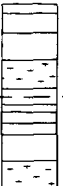
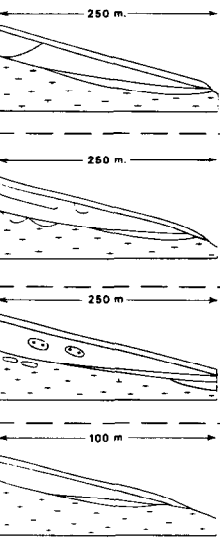
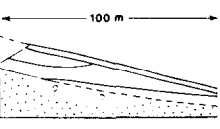
Unité	Unité de description	Typologie Chatelin Type de sol	Classification CPCS	Situation topographique
1		• Orthoapexol appumite, épistuctichron dys- crophe, puis aliatique, brun vif à brun jaune, très argileux		Plateaux plans ou légèrement ondulés
2	généon	• Grapolite à gravillons arron- dis patinés et/ou gravillons contournés, puis contour- nés (paragr. 22.1)	Sols ferrallitiques, forte- ment désaturés, typiques, sur matériau argileux hu- mique	Partie supérieure de versants de plateaux, pentes très faibles (inférieures à 4 %)
3				Bas de versants et fonds de vallée de faible dénivellation (inf. à 100 m), position de ter- rasse par rapport au réseau hydrographique fréquente, pentes très faibles ou nulles
4	• Apexol micro-mosaïque flexible peu contrastée — lepto-apexols — absence d'apexol (plus de 50 % de l'unité) Répartition liée à l'érosion et aux mouvements colluviaux de surface éventuels. Pas de caractères géométriques par- ticuliers.	• lepto-apexol : appumite gravolite affleurant à gravil- lons patinés arrondis et/ou contournés, puis contour- nés, pétro-stérile éventuelle, duri-rétichon, retichron, isaltérite (paragr. 2.3)	Sols ferrallitiques, forte- ment désaturés, rajeunis modaux ou avec remanie- ment de surface, sur maté- riau argileux	• 1/3 à 2/3 supérieur des ver- sants de plateaux, formes rec- tilignes ou convexo-concaves, pentes, moyennes (8-10 %) • Collines résiduelles du dé- mantèlement des plateaux, formes arrondies convexo- concaves pentes faibles et, moyennes
	• Infrasol micro-mosaïque flexible peu contrastée, présence ou ab- sence de pétro-stérile			

La seconde tend à mettre au point un référentiel au niveau des pédons d'après la nature minéralogique des constituants du sol et de leurs propriétés. Elle s'efforce d'établir un « édifice scientifique » ne posant aucune ambiguïté quant à la reconnaissance des individus; « la classification est une véritable opération de recherche ». Ces idées font l'objet de travaux d'une équipe animée par P. SEGALIN, avec l'aide de R. FAUCK, M. LAMOUROUX, A. PERRAUD, P. QUANTIN, P. ROEDERER et D. VIEILLEFON.

Au plan africain, les aspects les plus originaux apparaissent à travers le vocabulaire typologique de Y. CHATELIN. Rappelons que ce langage a d'abord et surtout, été mis au point pour les sols ferrallitiques auxquels s'adaptaient mal les notions d'horizon A B C et les termes usuels de leur description. Les sols sont considérés comme des ensembles de volumes élémentaires qui s'emboîtent les uns dans les autres. En reconnaissant et en classant des profils à travers ces volumes, on a de grosses difficultés à reconnaître des

organisations simples et il faut faire appel à des groupes très variés pour délimiter les sols voisins d'un versant, alors qu'ils appartiennent souvent au même système sol. Y. CHATELIN définit donc des « segments fonctionnels », correspondant à un même processus pédogénétique majeur, dont les unités ou pédons ne se différencient que par des variations d'intensité (quantifiées) ou de profondeur de superposition d'horizons majeurs dont les principaux sont : l'Appumite (horizon A et souvent A B, pouvant être lessivé), le Structichron (B à structure souvent micronodulaire), le Rétichron (B kaolinitique à taches), le Grapolite (horizon gravillonnaire), le Fragistérile (carapace), le Pétrostérile (cuirasse), l'Altérile (zone de départ). Cette typologie est accompagnée de précisions texturales et structurales, de termes indiquant l'épaisseur des horizons, l'accumulation d'humus ou d'oxydes, les phénomènes d'oxydoréduction. La combinaison de tous ces termes permet une bonne définition des horizons.

TABLEAU II
Carte pédologique de Béré (Cameroun) à 1/100.000 (d'après BRABANT, 1978).

12	mosaïque lessivée des pédiments très entaillés à savane arbustive (<i>Combretum</i> , <i>Gardénia</i> , <i>Maytenus</i>)	granite et gneiss à biotite et amphibole ; ou arkose (unité 25)		SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus brun <i>et leur phase érodée</i> SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus planosolique <i>et leur phase érodée</i>	24 E 25
13	combinaison caténaire très lessivée, des pédiments érodés à <i>Boswellia</i> et <i>Sterculia</i>	granite ou gneiss à muscovite et biotite		SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX <i>peu différenciés</i> SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX <i>peu différenciés, néoéluviés en profondeur</i> SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé, à B ox induré résiduel SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	26 27 28 29
14	combinaison caténaire très lessivée des terrasses entaillées à galerie forestière dégradée	sédiments sableux et sablo-argileux		SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX <i>peu différenciés, néoéluviés en profondeur</i> SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	30

Avec ce langage, il n'est plus besoin de classification pour réaliser la cartographie pédologique. La classification n'est plus qu'un référentiel qui permet de souligner les relations entre les grands ensembles pédogénétiques.

LES FACTEURS D'UTILISATION DES SOLS D'AFRIQUE DE L'OUEST

L'utilisation des sols est liée en premier lieu au climat, défini principalement, pour la zone tropicale, par la période végétative moyenne. Rappelons que d'après la FAO, il existe en Afrique de l'Ouest deux grandes zones agro-écologiques : l'une correspondant à la « Growing period » inférieure à 150 jours (arid-ustic regime), l'autre supérieure à 150 jours (udic-ustic regime).

1. Les facteurs physiques de la fertilité

En plus du climat général, les caractéristiques pédologiques modifient le bilan de l'équilibre eau-plante-sol. Ainsi, la profondeur utile qui conditionne l'enracinement et les dimensions du réservoir d'eau, et les paramètres drainage et rétention d'eau, sont des facteurs essentiels des disponibilités en eau pour les cultures.

La texture est un facteur essentiel de l'utilisation, mais dont l'action est complexe, car elle affecte aussi bien le régime hydrique que la structure du sol (fig. 3, 4, 5), la richesse chimique, les divers mécanismes de rétention et de fixation. La nature minéralogique de l'argile est aussi un élément de base important de la fertilité. A côté de la texture de chaque horizon, les contrastes texturaux entre les horizons d'un même profil interviennent dans cette fertilité ; un passage

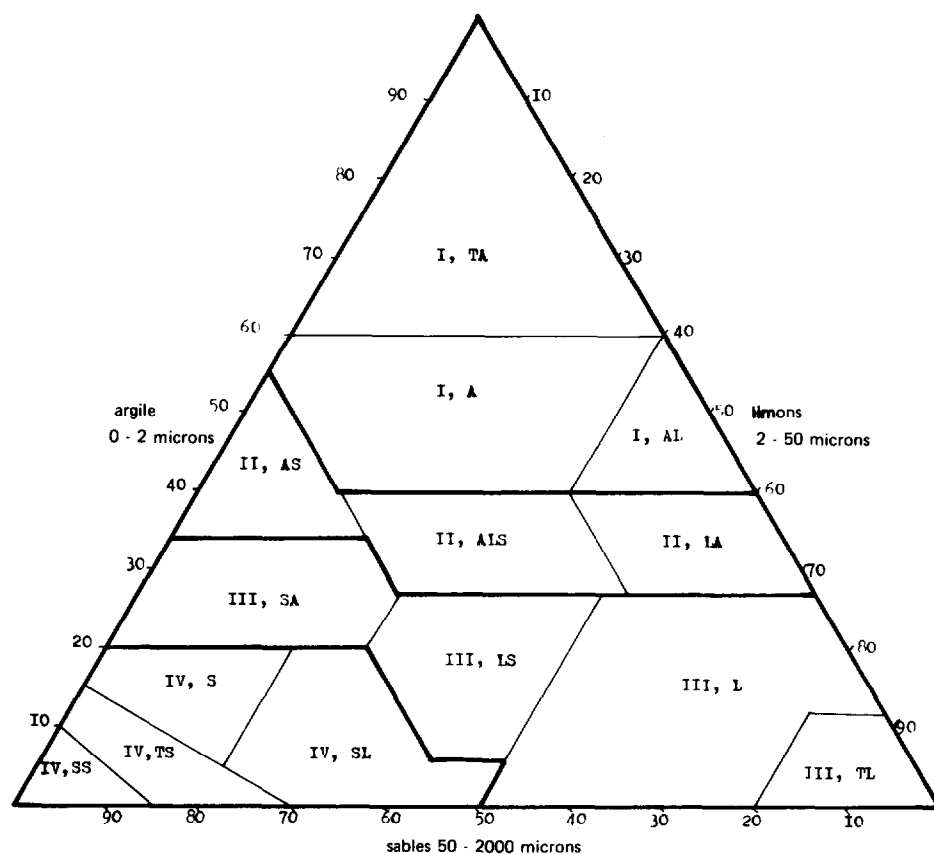


FIG. 3. — Diagramme textural. Qualification des textures (d'après MULLER et GAVAUD, 1976).

progressif entre une texture sableuse en surface et une texture argilo-sableuse ou argileuse en profondeur est une caractéristique plutôt favorable, alors qu'un contact brutal (planic) sur un B à structure colonnaire introduit des conditions très défavorables, tant du point de vue régime hydrique (alternance engorgement/dessiccation) que de la pénétration racinaire. Les éléments grossiers, lorsqu'ils sont concentrés dans les nappes de gravats, peuvent constituer un obstacle à l'enracinement et intervenir dans la profondeur utile; lorsqu'ils sont répartis d'une façon un peu lâche dans une matrice à texture fine, ils peuvent être considérés comme un élément de cette texture et n'intervenir que comme facteur limitant du volume disponible.

Ces facteurs sont fondamentaux, car les moins modifiables par l'homme ou alors nécessitant des travaux très importants (irrigation, drainage, ameublissement profond). Les différents critères physiques sont très largement pris en compte dans les études pédologiques générales de la cartographie des sols. Ainsi, sur le socle, on observe du sommet vers la base

des versants, de fortes variations qui sont schématiquement les suivantes :

- la profondeur décroît;
- le drainage naturel est de plus en plus ralenti;
- la structure est de moins en moins favorable à l'enracinement (fig. 6 et 7).

De plus, il existe de fortes variations lithologiques à faible distance, des changements rapides de végétation qui se répercutent sur des variations profondes dans les traits généraux de l'évolution des sols, d'autant plus importants qu'ils sont plus jeunes, d'où des hétérogénéités texturales et des variations de faciès à distances réduites.

2. La richesse chimique des sols

La fertilité chimique peut être caractérisée par la somme des bases échangeables et le taux de saturation (fig. 8 et 9), les carences chimiques (P - K - S - éléments mineurs), la présence d'éléments chimiques

Structures		Textures					
		Lourdes	Moyennes		Légères		Très légères
Surface	Profond.	TA-A-AL	AS	ALS-LA	SA-L-TL	LS-SL	S-TS
Très Bon - 6 -		Grenu ou grumeleux			Grumeleux		
Bon - 5 -		Polyédrique fin		Grumeleux peu net			
Moyen - 4 -		Polyédrique moyen		Polyédrique peu net	Massif	Massif très frag.	Massif à particul.
Médiocre - 3 -		Polyédrique gross. net		Fragile			
Mauvais - 2 -		Polyédr. très gros.		Massif peu fragile	Massif peu fragile		
Très Mauvais - 1 -	Mauvais - 2 -	Prismes colonnes	Massif non fragile				Particulaire Sg
		Massif peu frag.					
	Très mauvais 1						

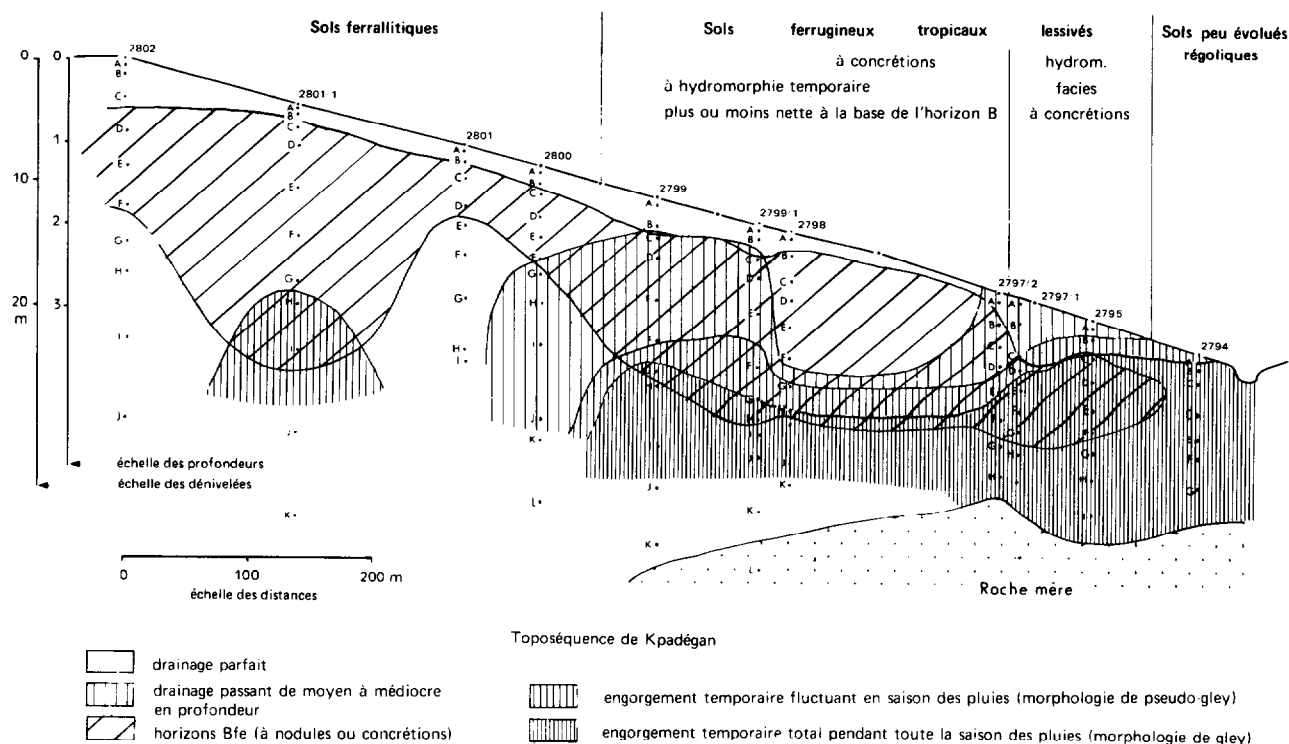
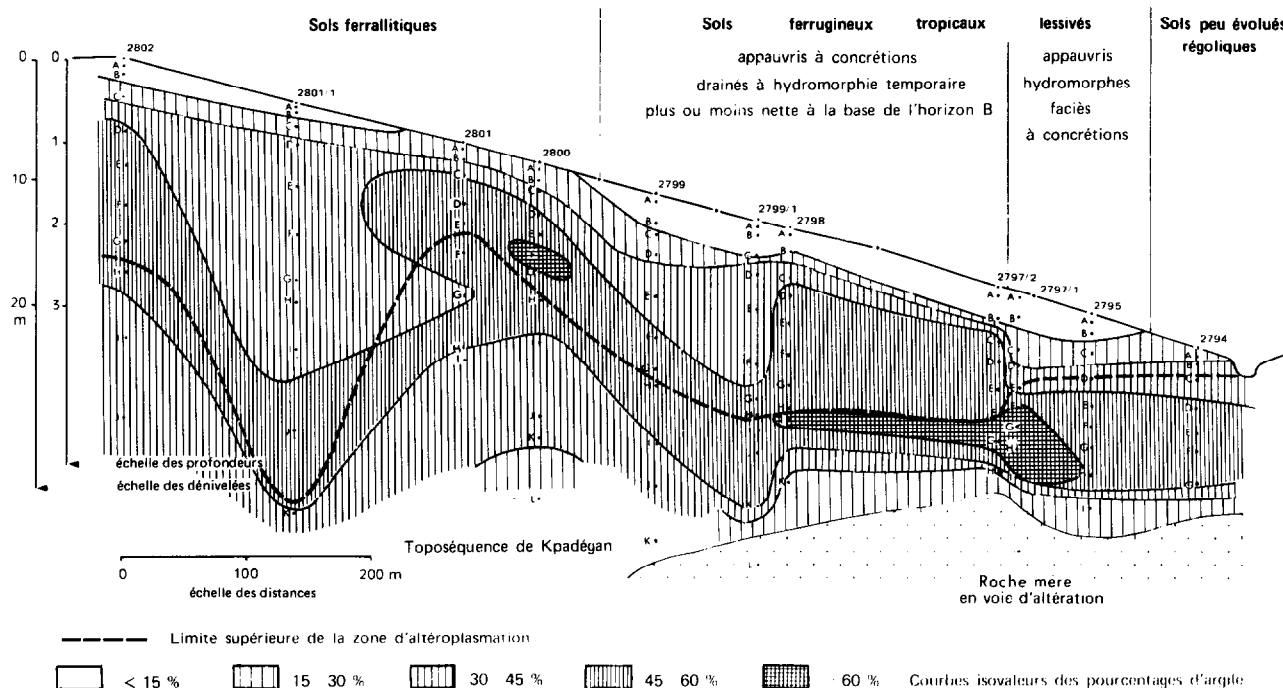
FIG. 4. — Jugement des structures (d'après DABIN, 1970 - adapté pour la Bénoué; d'après MULLER et GAVAUD, 1976).

Dens. appar.	1,0	1,125	1,25	1,375	1,50	1,61
Porosité %	60	55	50	45	40	35
Degrés	très bon : 6	bon : 5	moyen : 4	médiocre : 3	mauvais : 2	
— groupements naturels des porosités dans les sols —						42 %
						(B) V - BC 4b, 4a4
A. 11 polyédrique fin	A. 12-A.2		(B) pol. moy.	B plan.		
— effets sur l'irrigation et l'enracinement du coton —						38 %
59	irrigation plus facile			irrigation difficile		
Coton : fort. cr.	croissance moyenne				labour néces.	

FIG. 5. — Echelle de porosité et ses paramètres (d'après MULLER et GAVAUD, 1976).

défavorables (Na - Al - Mn), la matière organique. Cette dernière est de loin l'élément le plus important, mais dans les sols en équilibre, relativement stables (érosion faible) et pour un climat donné, la richesse en matière organique est souvent induite par les autres

facteurs (texture, richesse en bases, structure) et s'intègre dans un diagnostic d'ensemble pour lequel des valeurs critiques, valables pour les pays de l'Afrique de l'Ouest et les régions voisines (Tchad - RCA - Cameroun) ont été établies et testées.



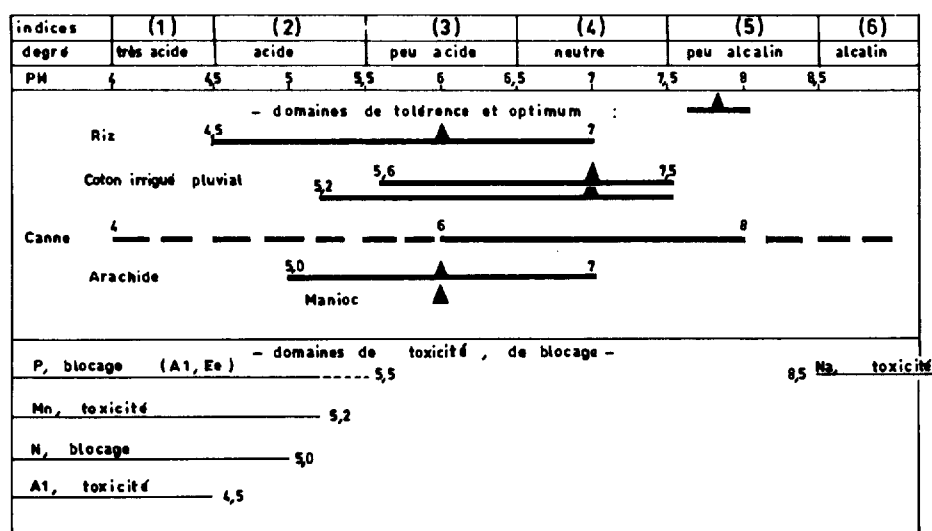


FIG. 8. — Echelle des pH (eau) et ses paramètres de base (d'après MULLER et GAVAUD, 1976).

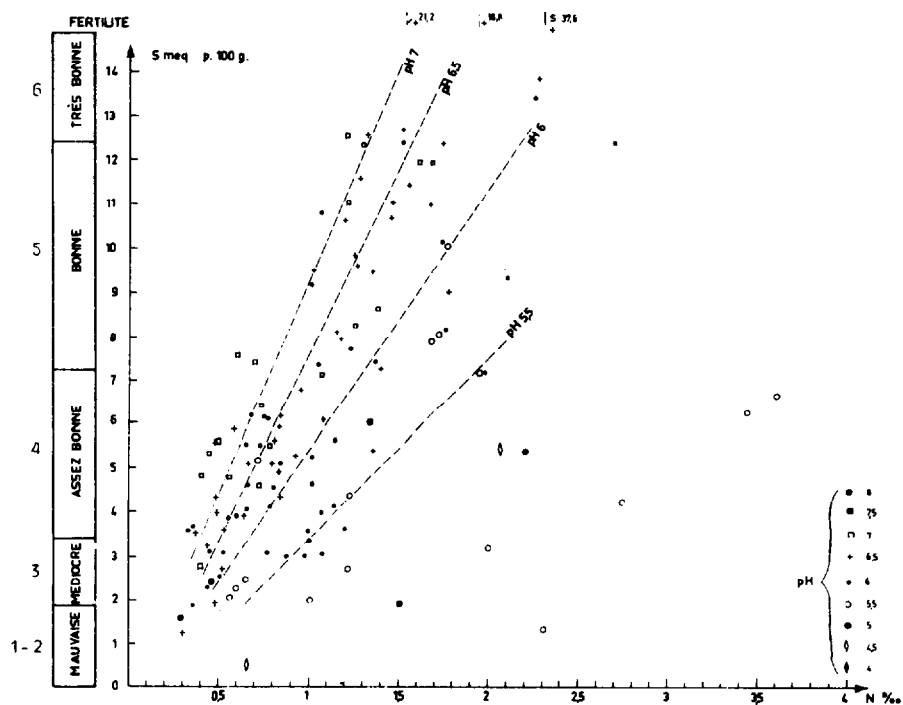


FIG. 9. — Variation de la somme S des bases échangeables en fonction du taux d'azote N (d'après BOULVERT, 1975).

3. Les indices de fertilité globale

$$\text{L'indice } \frac{S^2}{A + L} \left(\frac{\text{Somme des bases au carré}}{\text{argile + limon}} \right)$$

proposé par FORESTIER (1959-1960) et l'équilibre Azote total x pH proposé par B. DABIN (1959-1961) (fig. 10), qui ont été appliqués par de nombreux pédologues, ont donné des résultats satisfaisants et se recoupent bien entre eux. Un graphique représentatif de la valeur $\frac{S^2}{A + L}$ en fonction du pH en ordonnée et N

en abscisse est présenté (fig. 11).

Les courbes qui délimitent les zones d'égale fertilité sont proches des hyperboles et les résultats de

BOULVERT sur les sols de l'OUHAM en ECA sont très comparables à ceux de DABIN en Côte d'Ivoire.

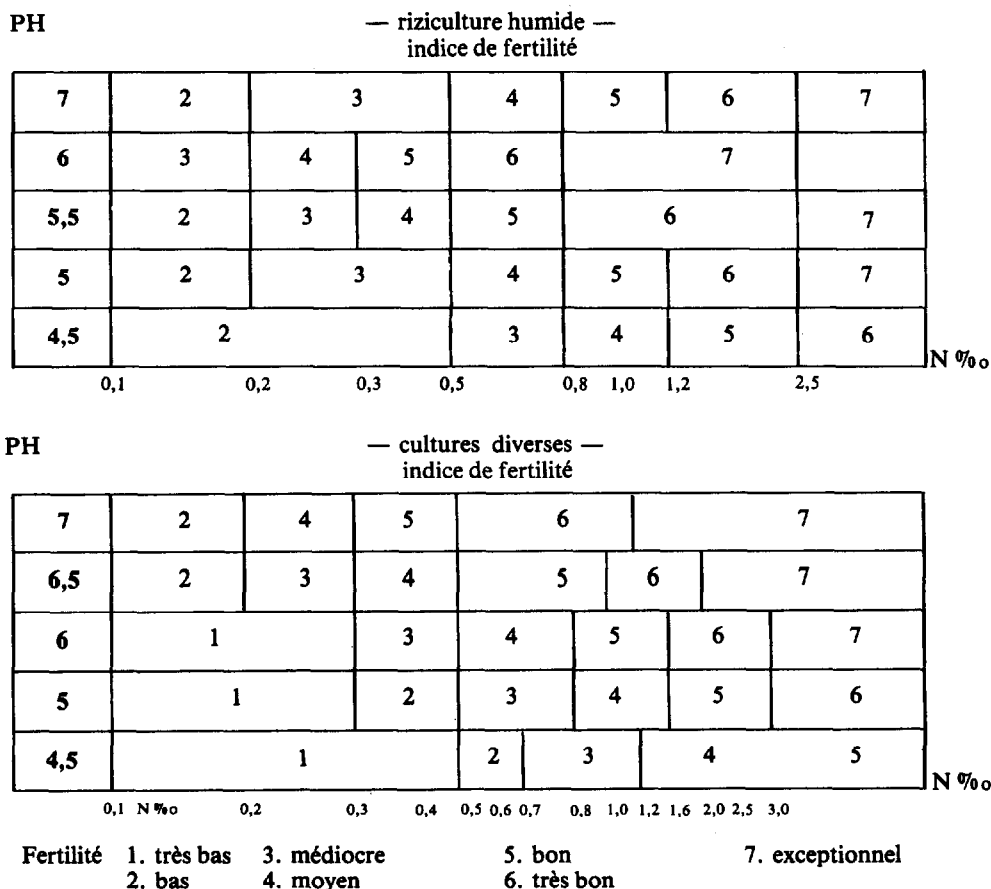
4. Les carences

Concernant ces données, un graphique indique les limites de carence en phosphore total liées aux taux de matière organique et d'azote total (fig. 12).

Pour le phosphore assimilable extrait par le réactif OLSEN modifié (1), la valeur critique, pour une teneur en N total donnée correspond à $\frac{N \text{ total}}{20}$ ou

$\frac{P_2O_5 \text{ total}}{10}$, soit par exemple 50 p.p.m. P_2O_5 assimi-

FIG. 10. — Equilibre azote total/pH (échelle de fertilité) (d'après DABIN, 1970; d'après MULLER et GAVAUD, 1976).



(1) $(CO_3NaH 0,5 N + NH_4F 0,5 N + NaOH \text{ qs pH } 8,5)$ avec un rapport sol/liquide = $\frac{1}{50}$, contact 1 heure.

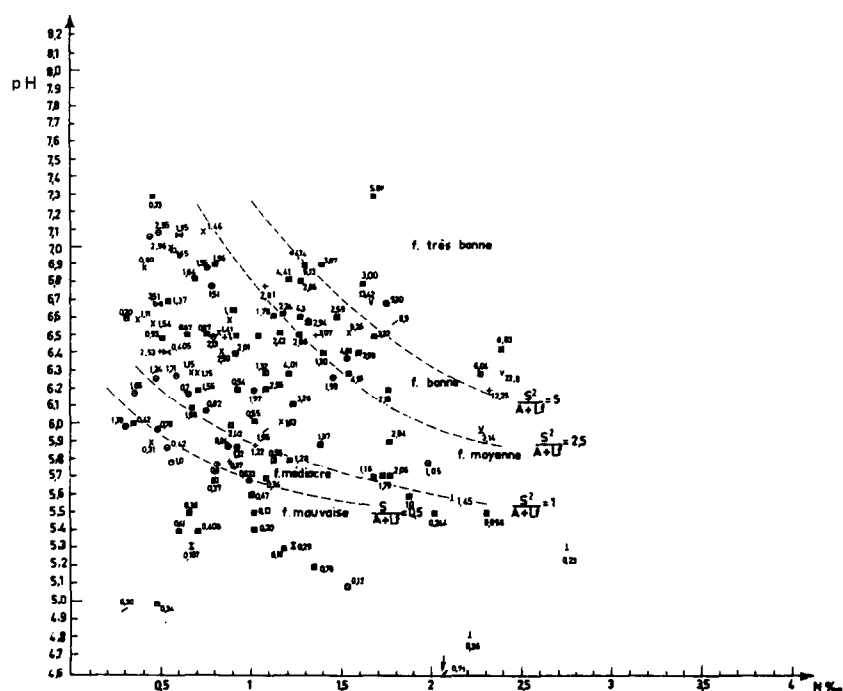


FIG. 11. — Variation du pH en fonction du taux d'azote. Influence du rapport $\frac{S^2}{A + Lf}$ sur la fertilité (d'après BOULVERT, 1975).

$\frac{S^2}{A + Lf}$	(fertilité)	échelle
< 0,5	mauvais	1-2
0,5-1	médiocre	3
1-2,5	moyen	4
2,5-5	bon	5
> 5	très bon	6

lable pour 0,5 ‰ de P_2O_5 total et 1 ‰ de N total. Cette norme est valable pour les sols à faible pouvoir fixateur; pour les sols à fort pouvoir fixateur, il faut multiplier par deux la valeur critique du P_2O_5 assimilable (100 p.p.m. de P_2O_5 assimilable pour 1 ‰ de N total). Quant au P_2O_5 total, il peut s'accumuler sous des formes très insolubles.

Ainsi, ces limites de richesse en phosphore peuvent être fortement influencées par le pouvoir fixateur des sols, conditionné par la richesse en hydroxydes métalliques et par l'acidité.

La carence en soufre est principalement fonction de la teneur en matière organique et de sa vitesse de minéralisation. Les carences en potassium et en magnésium sont liées à l'équilibre des bases échan-

geables $\frac{K \text{ m.e.}}{S}$ (somme des bases), le potassium ne devant pas être inférieur à 2 ‰ de S (exprimé en m.e.)

et rester supérieur à 0,1 m.e. en valeur absolue. Quant au magnésium, il ne doit pas être inférieur à 2 ou 3 fois la valeur du potassium échangeable. Ces besoins ne dépendent pas uniquement des valeurs échangeables, mais aussi des réserves non échangeables qui sont très faibles dans les sols à kaolinite; dans certains cas, des argiles micacées et des minéraux altérables peuvent libérer directement du Potassium et du Magnésium. Il faut en tenir compte.

Les problèmes de toxicités sodique, aluminique et manganique peuvent être appréciés avec des critères comparables à ceux décrits pour d'autres régions du globe.

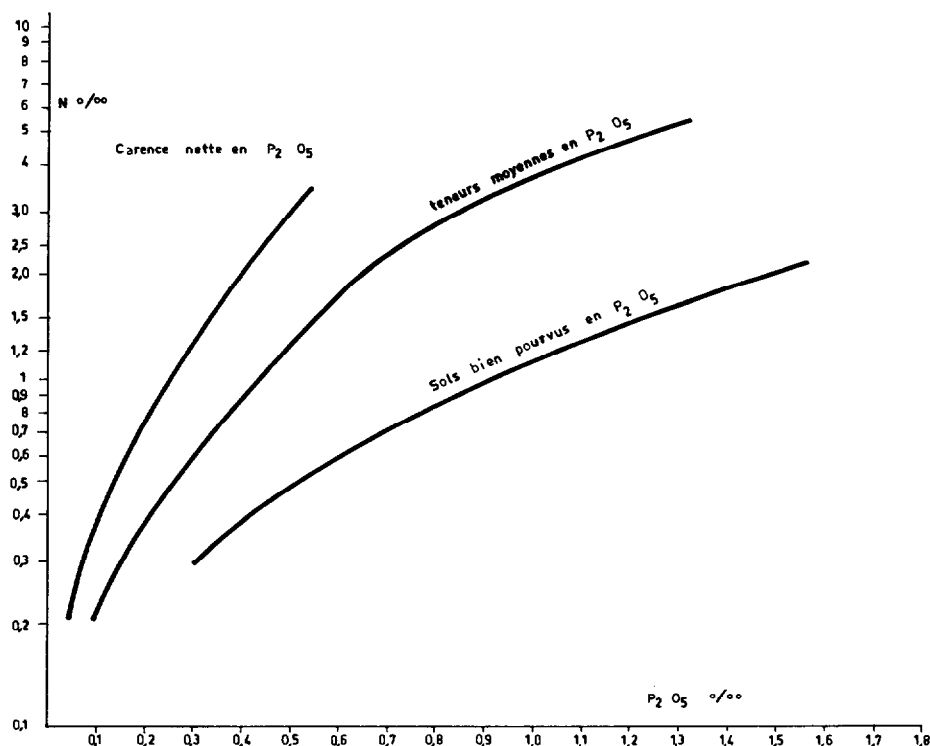


FIG. 12. — Abaques de fertilité des sols tropicaux (DABIN). Equilibre-azote total/phosphore total (d'après MULLER et GAVAUD, 1976).

LA FERTILITÉ DES GRANDS ENSEMBLES PÉDOLOGIQUES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

1. Les sols ferrallitiques

Les sols à structure plasmique micronodulaire bien développée présentent une friabilité et une perméabilité élevées et, dans les parties hautes des interfluves, une profondeur importante qui les rend aptes, sous climat convenable, aux cultures arbustives riches (cacaoyers, caféiers, etc.). En outre, dans les zones de sols moyennement à faiblement désaturés, la richesse chimique peut être relativement bonne dans l'horizon humifère non dégradé. Cette richesse varie d'ailleurs suivant la nature de la roche-mère.

Cependant, l'épaisseur utile de ces sols ferrallitiques diminue assez rapidement le long des versants, avec apparition à faible profondeur de niveaux cuirassés ou de nappes de gravillons. En bas de pente, les sols comportent des recouvrement sableux et la texture superficielle limite les réserves hydriques; par contre, vers un mètre de profondeur, apparaissent des taches d'hydromorphie qui peuvent s'indurer et limiter l'enracinement. En outre, la richesse chimique

diminue fortement du haut vers le bas de la séquence (fig. 13, 14, 15, 16).

Les sols fortement désaturés en B, présentent une fertilité chimique généralement faible, quelle que soit la position topographique ou la roche-mère. Cependant, avec des apports d'engrais chimiques, les sols profonds conviennent fort bien à des cultures de palmiers et d'hévéas. Mais les pertes en bases (CaO , K_2O) par lessivage vertical sont considérables. De plus, la destruction du couvert végétal fait apparaître et se développer une érosion hydrique très forte.

2. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés

Les aptitudes culturales de ces sols sont variées car ils se distribuent sur une large bande climatique (cultures vivrières diverses, coton, etc.). Néanmoins, ils présentent des caractéristiques communes liées aux différences texturales du profil et à une structure peu développée et fragile. L'horizon supérieur est toujours assez sableux, reposant sur des horizons argilo-sableux à argileux, avec un contraste net sans être brutal. La structure est massive et peu cohérente dans les horizons sableux; elle devient polyédrique,

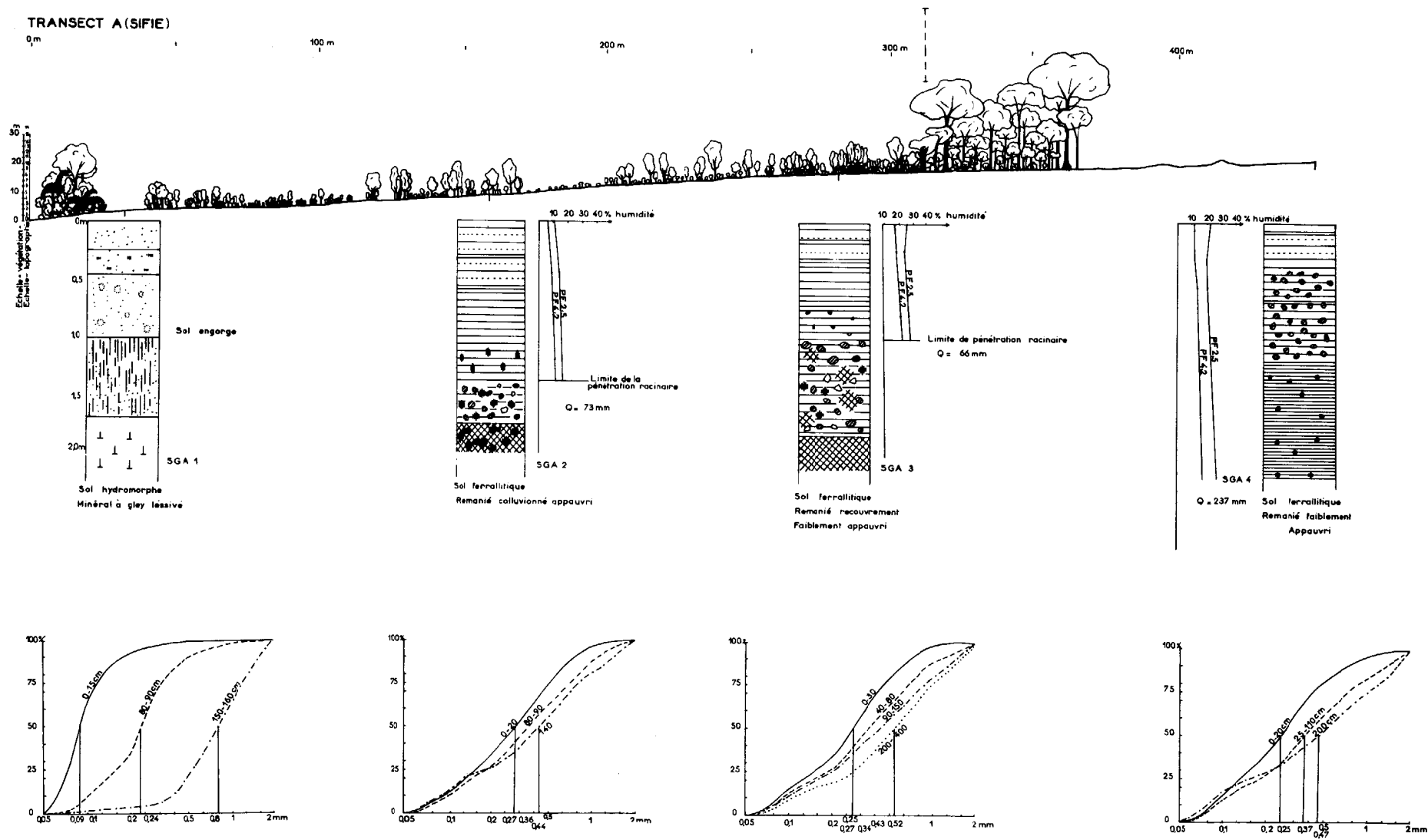


FIG. 13. — Limite savane-forêt (Côte d'Ivoire). Transect sur granite (d'après AVENARD et coll., 1974).

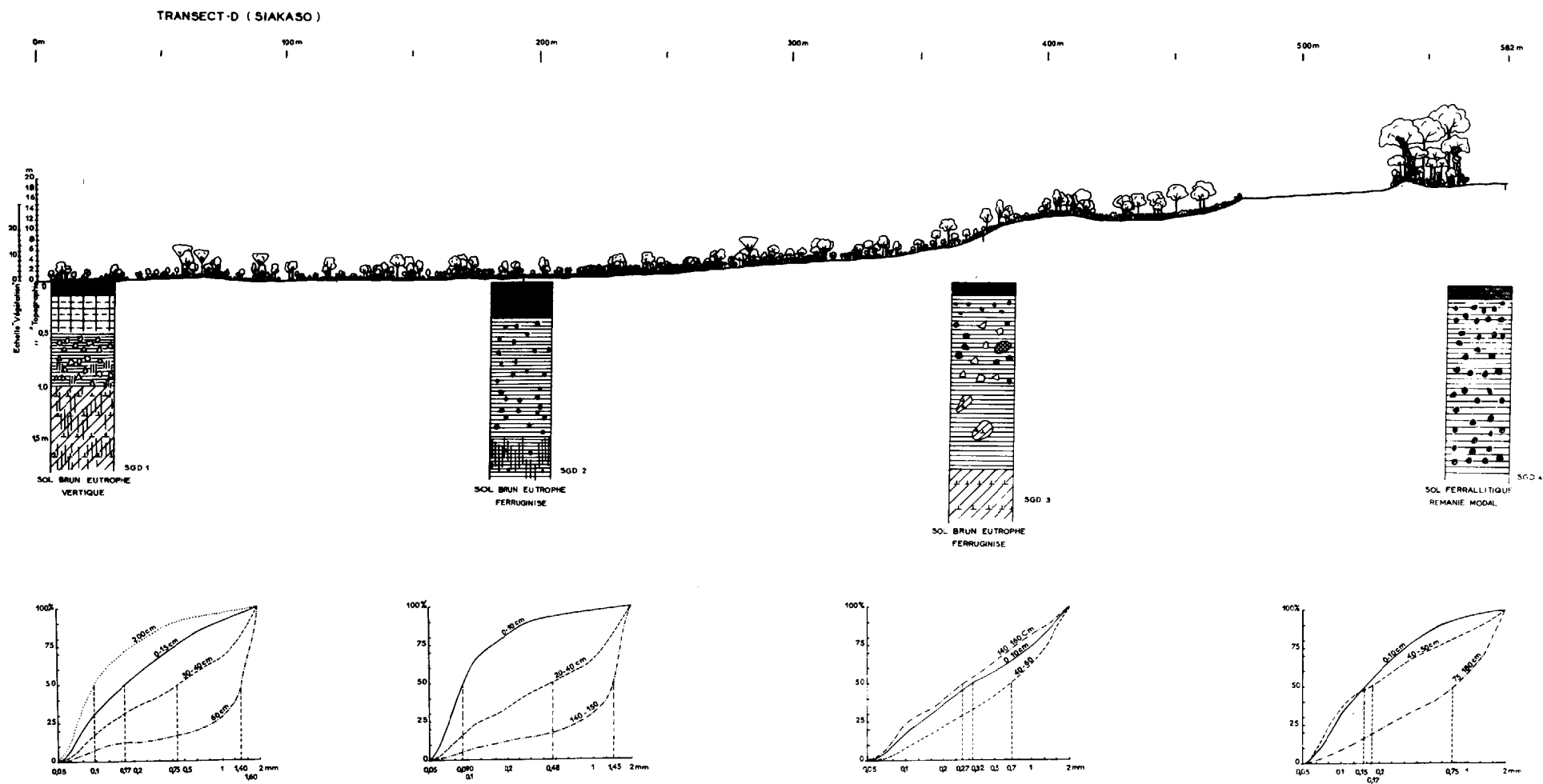


FIG. 14. — Limite savane-forêt (Côte d'Ivoire). Transect sur roche verte (d'après AVENARD et coll., 1974).



Sols ferrallitiques fortement et moyennement désaturés-issus de schistes

Séquence de sols de la Béki (Abengourou)-Association de sols $\frac{R/m}{R(coll)/a hydr.}$
(induration légère)

végétation = Forêt dense humide semi-décidue - type a Celtis Spp et Triplachiton Scleroxylon
modelé = moyennement ondulé (L = 700 à 800 m - H = 30 m - altitude 160-130)

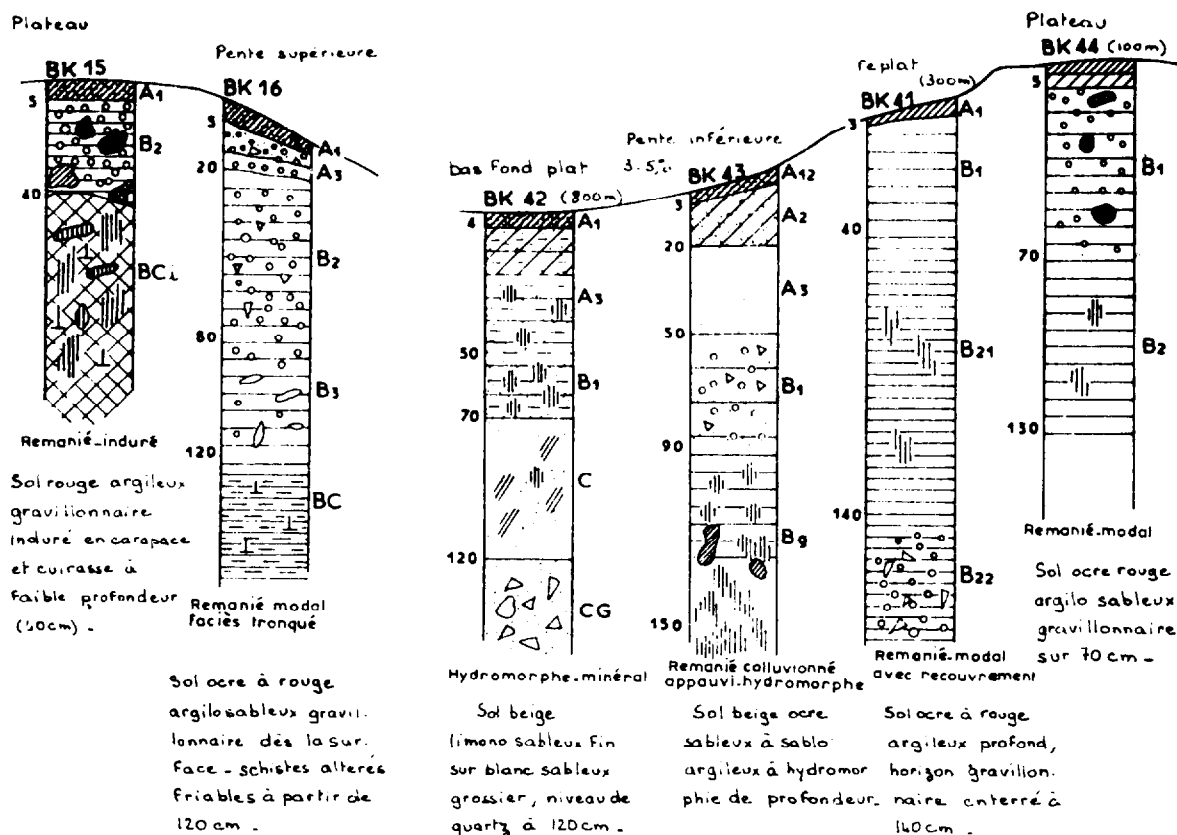


FIG. 15. — Transect sur schistes-sous forêt (Côte d'Ivoire) (d'après PERRAUD, 1971), éch. 1/50.000.

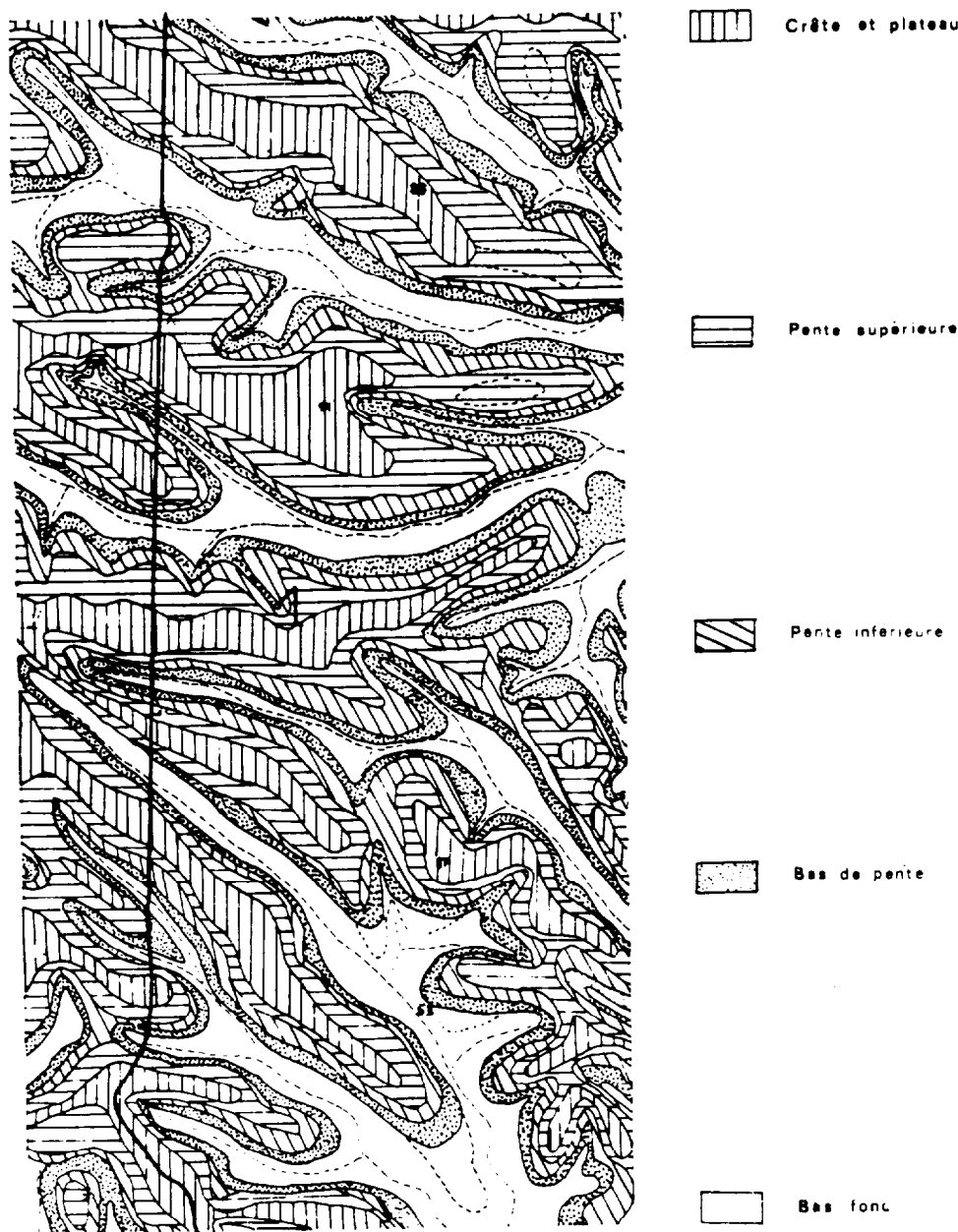


FIG. 16. — Répartition des sols sous forêt. Côte d'Ivoire (d'après PERRAUD, 1971), éch. 1/50.000.

moyenne à grossière, et assez cohérente, en assemblages compacts dans l'horizon B.

Il en résulte que les propriétés physiques en surface (perméabilité, porosité) sont médiocres, conséquence en grande partie de la dégradation imputable à des pratiques culturales érosives, et elles peuvent constituer une gêne pour l'enracinement. La diminution de la perméabilité superficielle accroît le ruis-

sellement et l'érosion. Le régime hydrique est souvent déficient, sauf dans les régions méridionales les plus humides où peut se produire un engorgement au sommet du B; par contre, sous 800 mm de pluie, le front d'humectation n'atteint que 0,70 m à la fin de la saison humide.

Au point de vue de la richesse chimique, la texture sableuse et la nature à dominance kaolinitique de

l'argile, donnent des capacités d'échange peu élevées (4 m.e. %). Cependant, les taux de saturation et les teneurs en matière organique suivent une certaine loi de zonalité; ainsi, la saturation en B passe de 60 % au nord à parfois 30 % au sud; à l'inverse, les teneurs en matière organique en surface passent de 1 % au nord à parfois 3 % au sud (en sols non dégradés).

Dans les sols formés sur roches non altérées, la nature lithologique intervient fortement sur la richesse chimique; néanmoins, l'horizon superficiel est rarement très désaturé (70 %). Les sols découlant de l'évolution des ferrallites sont plus pauvres que les précédents. Tous ces sols sont souvent carencés en phosphore.

Selon les cas, des figurations ferrugineuses peuvent constituer une fraction plus ou moins importante du volume utile aux plantes et il convient d'en tenir compte, car c'est un facteur important de leur utilisation.

La mise en valeur de ces sols conduit à favoriser au maximum la pénétration de l'eau et à éviter le ruissellement par des systèmes de billons cloisonnés et des façons cultivables adaptées; il faut également améliorer la structure de l'horizon superficiel par des assolements convenables, avec plantes de couverture ou fourragères, et éventuellement du fumier.

3. Les sols sableux des régions nord

Ce sont soit des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, soit des sols bruns subarides. Ils sont fortement marqués par des remaniements éoliens plus ou moins récents et leurs caractéristiques majeures sont une faible différenciation structurale des profils (sables très peu cimentés) et une grande pauvreté en éléments fins (argile + limons < 5 %).

Ces sols sont très fragiles et la moindre agression (destruction de la végétation naturelle pour la mise en culture, piétinement des troupeaux) provoque le vannage des horizons superficiels par le vent. Leur pauvreté chimique, leur infime capacité de rétention d'eau, leur confèrent une faible potentialité pour les cultures. Néanmoins, lorsque la répartition des pluies est convenable et avec l'emploi de fumures organiques et d'engrais chimiques, des cultures sont possibles (arachides sur sols « dior » au Sénégal, mil). Ces sols peuvent avoir, par contre, une bonne valeur pastorale quand la végétation n'est pas dégradée, car les espèces herbacées utilisent la réserve d'eau sur une grande épaisseur.

4. Les sols argileux

Ils sont souvent à argiles gonflantes.

En régions sèches, les sols argileux présentent un profil assez homogène, argilo-sableux à argileux. La structure de surface, cubique, moyenne à fine, devient plus massive en profondeur. La couleur généralement sombre, la richesse en bases élevée, confèrent au profil l'aspect d'un très bon sol. Cependant, la végétation très clairsemée reflète bien l'aridité extrême du pédoclimat; même en saison des pluies (sauf accumulation dans les cuvettes), l'humidité du sol ne dépasse pF 4,2 que sur une très faible épaisseur. Le stock d'eau utilisable est quasiment nul.

Ces sols ne sont donc utilisables qu'en irrigation. Ils peuvent alors être très fertiles (culture de coton dans le delta central nigérien). Leurs inconvénients sont la difficulté de travail par les instruments aratoires et la difficulté de drainage lorsque l'irrigation n'est pas bien conduite. Par ailleurs, les vertisols à pH supérieur à la neutralité conviennent mal à la riziculture inondée.

En régions humides, les sols argileux sont essentiellement des sols bruns eutrophes et des vertisols qui ont des propriétés communes, comme une forte capacité d'échange et la richesse en bases. Le taux de matière organique est variable, mais plutôt faible. Il augmente du nord vers le sud.

Ils se distinguent des précédents par une structure plus arrondie, assez grumeleuse du moins en surface dans les sols bruns eutrophes, alors qu'elle est plus anguleuse, même cubique, avec faces de glissement dans les vertisols.

Le drainage externe est moyen et le drainage interne moyen à médiocre dans les premiers, alors que le drainage externe et interne des seconds est plus déficient. Il est intéressant d'utiliser la richesse chimique de ces sols et leurs bonnes réserves hydriques en climat humide, mais les façons culturales sont difficiles et demandent une consommation d'énergie importante.

5. Les sols à texture contrastée

Ces sols ont des horizons supérieurs sableux reposant par une transition brutale sur un horizon argileux sous-jacent, le plus souvent imperméable. Cet horizon provient soit de l'altération d'une roche en place, soit d'une argile alluviale plus ou moins alcalinisée. L'horizon B est fréquemment à structure colonnaire; mais cette morphologie n'est pas obligatoirement liée à l'alcalinisation (solonetz solodisés). Elle résulte très souvent aussi de la circulation hypodermique des eaux d'infiltration. Ces sols ont de fait un régime hydrique particulièrement défavorable (alternances brutales d'engorgement et de dessiccation). La pénétration racinaire est très réduite. Un travail profond peut permettre leur mise en valeur (sorgho - cultures four-

ragères), mais ils sont particulièrement sensibles à l'érosion hydrique et au piétinement, avec apparition de surfaces durcies et stériles de plus ou moins grandes étendues.

6. Les sols hydromorphes

Cette classe groupe des sols extrêmement hétérogènes du point de vue des propriétés texturales, de la richesse chimique, etc.; leurs caractéristiques sont influencées par la nature des matériaux environnants et aussi par le régime de balancement de nappe ou par les inondations auxquels ils sont soumis. Les plus utilisables sont les sols alluviaux des larges vallées où des aménagements, soit de drainage, soit d'irrigation, peuvent être entrepris. Les sols limono-argileux à argileux, assez humifères (2 à 5 % de matière organique), moyennement acides (pH 5,5 - 6,0), conviennent bien à la riziculture inondée qui s'est propagée avec succès dans de nombreuses régions d'Afrique occidentale. Des sols limoneux peu acides, ou des sols organiques semi-tourbeux de certaines vallées forestières ont pu, après drainage et amendement, porter des cultures de canne à sucre ou de bananiers.

CONCLUSIONS

En terme d'aménagement, les aptitudes culturales d'une zone donnée ne sont pas limitées aux seules caractéristiques de la fertilité des sols; elles dépendent très largement aussi de leur distribution (situation dans le paysage, surface minimale exploitable). Ces contraintes font qu'il est parfois difficile pour un utilisateur non averti de se servir des cartes pédologiques.

Il faut rappeler en effet, que si des sols « semblables » occupent une certaine surface dans le paysage, leurs possibilités de figuration graphique sur une carte dépendent fondamentalement des relations entre leur superficie et leur forme sur le terrain, et de l'échelle retenue pour la carte. Ainsi, on admet que, pour être lisible, une unité cartographique doit couvrir sur la carte définitive une surface au moins égale à 4 mm², ce qui correspond sur le terrain à 1/4 d'ha à 1/25.000^e - 1 ha à 1/50.000^e - 16 ha à 1/200.000^e - 100 ha à 1/500.000^e et 400 ha à 1/1.000.000^e.

On constate donc qu'il est pratiquement impossible de représenter sur le document final des unités homogènes de sol et l'on est obligé de faire des regroupements. Or, ces regroupements s'appuient très souvent sur des critères pédogénétiques, peut-être satisfaisants au plan de l'explication des processus de for-

mation des sols, mais qui font trop souvent abstraction de la diversité et de l'hétérogénéité des renseignements utiles à l'exploitant (profondeur, charge en éléments grossiers, discontinuité texturale et structurale, eau utile, etc.). Il y a là une perte énorme d'informations que seul le pédologue peut retrouver. Aussi, de nombreuses cartes pédologiques sont complétées par des cartes d'utilisation des sols (tri des terres, aptitudes, contraintes, etc.), plus proches des préoccupations des utilisateurs.

Cependant, de nombreuses études tendent actuellement à éliminer cette étape très contraignante, et un effort particulier des pédologues tend vers la mise au point de représentations des unités pédologiques cartographiées plus satisfaisantes pour les aménageurs, en conservant un maximum d'informations recueillies sur le terrain. On peut signaler à ce sujet, outre les travaux de G. BEAUDOU et Y. CHATELIN en Côte d'Ivoire, ceux de D. MARTIN au Congo, de M. M. GAVAUD et P. BRABANT au Cameroun et de Y. LUCAS en R.C.A. (fig. 15 et tabl. I et II).

Dans les cartes récentes de ressources en sols à petite échelle (1/500.000^e, 1/200.000^e), par exemple celles de BOULET - LEVÊQUE, une unité agronomique correspond le plus souvent à un groupe pédologique dominant, au sein d'un paysage pédologique particulier. Ce découpage correspond rarement à une unité pure, mais englobe des sols « associés » appartenant parfois à des groupes différents mais qui ne représentent que des surfaces plus faibles. L'unité de premier ordre est généralement subdivisée en sous-unités qui correspondent à des variations dans la répartition des pédons le long des versants où à des associations avec des groupes annexes différents. C'est d'ailleurs en fonction d'un classement de ce genre que nous avons décrit dans cette note les grandes catégories de sol de l'Ouest africain. Ce type de carte est complété par une notice qui donne les caractéristiques essentielles des grandes unités agronomiques et la description détaillée des sous-unités, montrant la variation des versants au point de vue modelé, profondeur des cuirasses ou des gravillons, répartition texturale et structurale le long de la pente, régime hydrique (infiltration, ruissellement, hydromorphie, etc.).

Les critères d'évaluation de la qualité des sols obéissent à un ordre hiérarchique (profondeur utile, texture, drainage, économie actuelle de l'eau, complexe absorbant, carences chimiques principales, éléments chimiques défavorables, teneurs en matière organique et nature, propriétés physiques défavorables). Le dernier élément (physique) est plutôt qualitatif puisque l'aspect quantitatif majeur est inclus dans la profondeur utile; néanmoins, la sen-

sibilité à l'érosion est un facteur important à introduire dans ce classement.

Dans des cartes à plus grande échelle (1/50.000^e), des propriétés morphologiques encore plus détaillées servent de base à l'établissement des caissons, d'où la tentative de certains pédologues de s'affranchir du cadre de la classification des sols pour la caractérisation des interfluves en utilisant une terminologie typologique mieux adaptée au milieu tropical. Avec Y. CHATELIN, les versants sont décrits à travers un ou plusieurs segments fonctionnels (fig. 1), chaque segment étant une section correspondant à une figuration pédologique particulière; la totalité de l'information recueillie sur le terrain se retrouve sur la carte et dans la légende en associant, dans la définition du segment, un premier niveau faisant référence à la forme du relief et à l'interprétation génétique des sols, et un second qui donne le « contenu sol » de chaque segment. De nombreux renseignements thématiques, en particulier les contraintes agronomiques, peuvent être extraits de cet ensemble de données (G. BEAUDOU

et Y. CHATELIN, 1977).

A très grande échelle, la fertilité de chaque site particulier (au niveau même du champ) doit être parfaitement définie. Les tests de laboratoire sont indispensables en plus des descriptions morphologiques; les mesures précises de stabilité structurale de chaque horizon et les indices globaux de fertilité sont très utiles, mais la nature présente de la matière organique et son stade d'évolution doivent en outre être précisés. Cette matière organique doit compter une proportion suffisante de matière fraîche en cours de décomposition ou d'humine jeune, et une proportion convenable (fonction du milieu écologique) d'acides humiques de maturation (extraits au pyrophosphate) sur une profondeur suffisante. La dégradation de la matière organique conduit à une perte de ces substances et à une augmentation relative des acides fulviques et de l'humine résiduelle. L'aspect stationnel et son étude prennent ici le pas sur toute autre interprétation.

Manuscrit au Service des Publications de l'ORSTOM le 11 mars 1980.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), 1965. — Classification des sols. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. n° 3 : 269-288.
- AUBERT (G.) et MAIGNIEN (R.), 1947. — Les sols du Sénégal au nord de la Gambie britannique. Confér. Pédol. Méditerranéenne, Alger - Montpellier.
- AVENARD (J.M.), BONVALLOT (J.), LATHAM (M.), RENARD-DUGERDIL (M.), RICHARD (J.), 1974. — Aspects du contact forêt savane dans le centre et l'ouest de la Côte d'Ivoire. Etude descriptive. *Trav. et doc. de l'ORSTOM*, n° 35, Paris, 254 p.
- BEAUDOU (G.) et CHATELIN (Y.), 1977. — Méthodologie de la représentation des volumes pédologiques. Typologie et cartographie dans le domaine ferrallitique Africain. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 1 : 3-18.
- BEAUDOU (G.) et COLLINET (J.), 1977. — La diversité des volumes pédologiques cartographiables dans le domaine ferrallitique Africain. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 1 : 18-31.
- BOULET (R.), 1976. — Notice des cartes de ressource en sols de la Haute-Volta, ORSTOM, Ministère de la Coopération, Paris 1976, p. 97, cartes.
- BOULVERT (Y.), 1975. — Cartes pédologiques de l'OUHAM, R.C.A., feuilles 1/200.000, Notice n° 58, ORSTOM, Paris.
- BRABANT (P.), 1978. — Carte pédologique du Cameroun, feuille de Béré 1/100.000. Notice n° 75, ORSTOM, Paris.
- CHATELIN (Y.) et MARTIN (D.), 1972. — Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, vol. X, n° 1 : 25-43.
- CHAUVEL (A.), 1977. — Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. *Trav. et doc. de l'ORSTOM*, n° 62, Paris, 532 p.
- CHAUVEL (A.) et PEDRO (G.), 1978. — Genèse des sols beiges (ferrugineux tropicaux lessivés) par transformation des sols rouges (ferrallitiques) de Casamance (Sénégal). Modalités de leur propagation. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XVI, n° 3 : 231-249.
- COCHEME (J.) et FRANQUIN (P.), 1967. — Une étude d'agrocimatologie de l'Afrique sèche au sud du Sahara, en Afrique occidentale. Rapport technique, FAO/UNESCO/OMM Rome 325 p.
- DABIN (B.) *et coll.*, 1970. — Pédologie et développement. Techniques rurales en Afrique n° 10, BDPA-ORSTOM : 165-235.
- DABIN (B.), 1961. — Les facteurs de fertilité des sols des régions tropicales en culture irriguée. *Bull. Ass. Franç. Etude du Sol, AFES*, n° spécial : 108-130.
- FAUCK (R.), 1968. — Contribution à l'étude de la morphologie et de la classification des sols ferrugineux tropicaux. *ORSTOM*, 36 p. *multigr.*

- FAUCK (R.), 1972. — Les sols rouges sur sables et grès d'Afrique Occidentale (Contribution à l'étude des sols des régions tropicales). *Mém. ORSTOM* : 61-257.
- FORESTIER (J.), 1959-1960. — Fertilité des sols des caféières en Rép. Centrafricaine. *Agron. Trop.* t. XIV, n° 3 : 306-348, t. XV, n° 1 : 9-37.
- GAVAUD (M.), 1977. — Essai sur la classification génétique des sols. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XV, n° 1 : 63-67.
- LEVÊQUE (A.), 1975. — Carte pédologique 1/200.000. Socle granito-gneissique limité au nord et à l'ouest par les Monts Togo. Notice *Multigr. ORSTOM*, 166 p.
- LEVÊQUE (A.), 1978. — Ressources en sols du Togo, carte à 1/200.000 des unités agronomiques déduites de la carte pédologique. Notice n° 73, ORSTOM, Paris, 20 p. + cartes.
- LEVÊQUE (A.), 1979. — Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, n° 108, Paris, 224 p.
- LUCAS (Y.), 1977. — Etude pédologique de la région de Mouyondzi, Rép. Pop. du Congo. Méthodologie de la représentation cartographique. *Multigr.*, ORSTOM, 213 p.
- MAIGNIEN (R.), 1964. — Les sols ferrugineux tropicaux. CR 8^e congrès Int. Sc. du Sol, Bucarest V : 569-575.
- MAIGNIEN (R.), 1961. — Le passage des sols ferrugineux aux sols ferrallitiques dans les régions du sud-ouest du Sénégal. *Sols Afr.* VI, 2 et 3 : 113-228.
- MULLER (J.P.) et GAVAUD (M.), 1976. — Conception et réalisation d'une carte d'aptitudes culturales à propos de la cartographie des sols de la vallée de la Bénoué au Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XIV, n° 2 : 131-159.
- PERRAUD (A.), 1971. — Le milieu naturel de la Côte-d'Ivoire. Les Sols : 269-391. *Mém. ORSTOM* n° 50. Carte pédologique au 1/500.000.
- SEGALEN (P.) *et coll.*, 1979. — Projet de classification des sols. SSC ORSTOM Paris, 300 p.; *multigr.*