

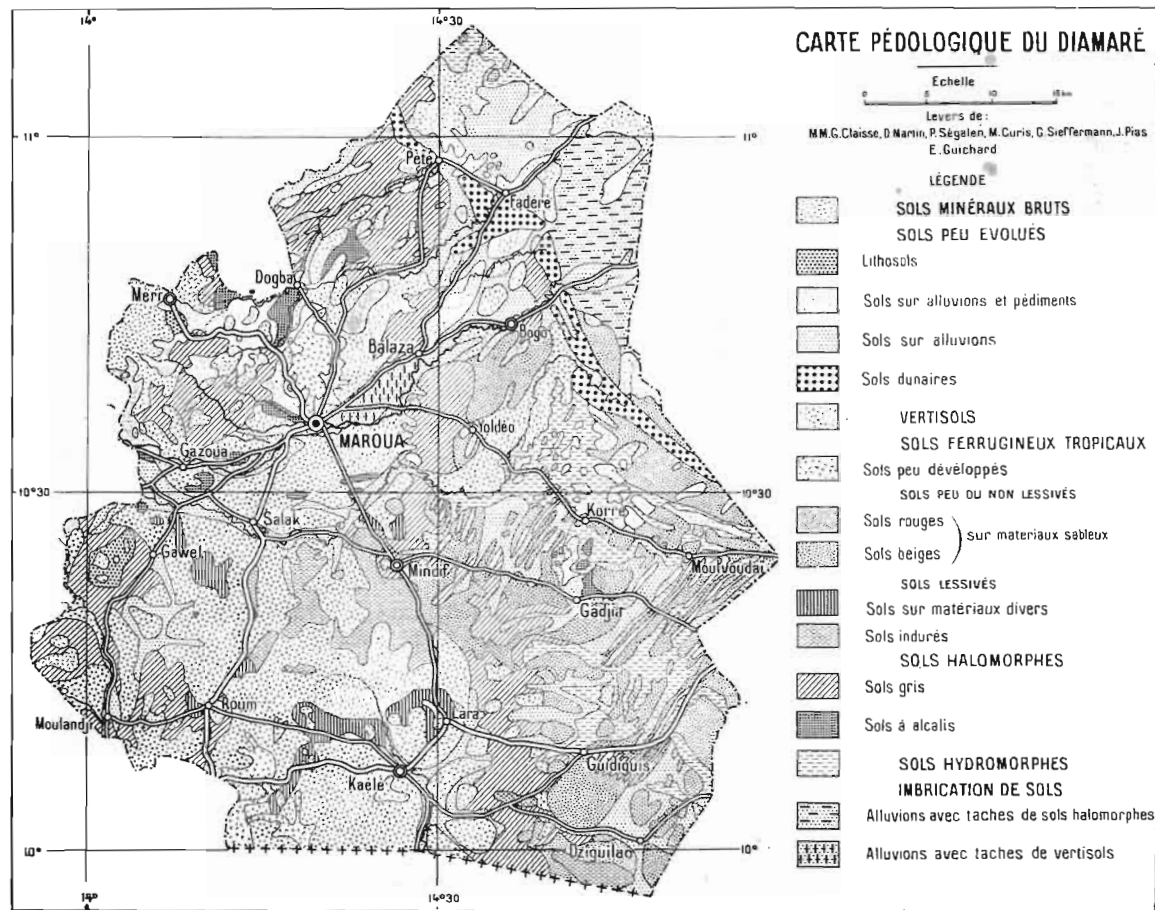
LES SOLS DU DIAMARÉ

par P. SEGALEN, Directeur de Recherches,

D. MARTIN et G. SIEFFERMANN, Maîtres de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

Pédologues à l'I.R.C.A.M.

1. Introduction.
2. Les facteurs de la pédogénèse dans le Diamaré.
3. Classification et essai d'histoire des sols.
4. Description des sols :
 - 4.1. Sols minéraux bruts.
 - 4.2. Sols peu évolués.
 - 4.3. Vertisols.
 - 4.4. Sols ferrugineux tropicaux.
 - 4.5. Sols halomorphes.
 - 4.6. Sols hydromorphes.
5. Vocation et utilisation des sols.
6. Bibliographie.



1. INTRODUCTION.

Le département du Diamaré a fait l'objet de différentes études pédologiques, tant par les pédologues de l'I.R.CAM., que par ceux du Centre de Recherches Tchadiennes basés à Fort-Lamy : la liste des travaux est donnée dans la bibliographie. Le travail présenté ici s'efforce de faire la synthèse des travaux exécutés dans le département, en fixant les contours des principales catégories de sols et en essayant de dégager, en fonction des caractéristiques morphologiques et physico-chimiques de ces sols, les principes d'utilisation de nature à contribuer à la mise en valeur rationnelle de cette importante circonscription du Nord-Cameroun.

2. LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE DANS LE DIAMARE.

2.1. *Relief, topographie*

Le département est caractérisé par une opposition brutale entre les régions montagneuses à fort relief, dans lesquelles la pédogénèse est très réduite par suite de l'intense érosion, et les plaines à pente généralement faible et parfois inondées, où le processus d'hydromorphie joue un rôle important. Dans le Sud du département, le relief de pénéplaine donne des pentes faibles à moyennes, type de relief dont le rôle n'est pas négligeable dans la pédogénèse.

2.2. *Climatologie*

Rappelons que le département est dans le domaine du climat soudano-sahélien à très longue saison sèche et saison des pluies de cinq mois environ. La pluviométrie varie de près de 900 mm au Sud et à l'Ouest, à 750-800 mm au Nord-Est. L'évaporation est très forte pendant toute la saison sèche ; la température moyenne est de 28°5 avec maximum en avril et minimum en août.

2.3. *Les roches-mères*

La géologie du département a été étudiée dans l'article de J.-C. Dumort. Du point de vue de leur importance pour la pédogénèse, nous distinguons les pédiments et alluvions et les roches consolidées (roches granitiques et métamorphiques).

Les pédiments, plus ou moins grossiers, sont représentés autour des massifs montagneux du Nord et Nord-Ouest du département. Les alluvions occupent plus de la moitié du département dans toute la plaine tchadienne. Elles sont d'âge et de granulométrie variée : anciennes, sableuses et souvent remaniées par le vent dans toute la partie Sud-Est du département, entre Moulvouday et Guidiguis, ainsi qu'au

Nord, entre Papata et Peté, plus récentes et plus argileuses au centre, à l'Est et au Nord-Est du département (vallée des mayos Tsanaga et Boula).

Les roches granitiques occupent les massifs montagneux de l'Ouest du département, ainsi que les inselbergs de la région de Kaélé. Les roches métamorphiques sont représentées par des micaschistes, des gneiss et des embréchites dans tout le Sud et Sud-Ouest du département. La série vulcano-sédimentaire de Maroua forme un alignement de collines de Dogba à Mouda. La composition chimique et texturale de ces roches joue un rôle important dans l'orientation de la dérogénèse.

2.4. La végétation

La végétation primitive a disparu de toute l'étendue du département. Celle qu'il nous est donné de voir résulte essentiellement de l'action de l'homme (par ses cultures et ses troupeaux) sur une végétation très certainement forestière. Dans l'ensemble de la zone envisagée, les caractères de la flore sont plus soudaniens que sahéliens.

Cependant, les espèces arborées à petites feuilles et armées sont toujours abondantes.

La végétation reflète souvent la nature granulométrique du sol sur lequel elle se développe et, par contrecoup, la nature des réserves en eau du sol.

Les sols argilo-sableux ou sablo-argileux sont peuplés par des arbres variés tels que *Anogeissus leiocarpus*, *Parkia biglobosa*, *Daniellia oliveri*, divers acacias dont *A. seyal*, *A. sieberiana* et *Poupartia birrea*.

Sur les sols très argileux et très lourds, *Acacia seyal* est très abondant.

Sur les pitons et les sols très rocailleux, *Boswellia Dalzielli* constitue des peuplements presque purs.

Sur les stations particulièrement sèches (dunes), *Bauhinia reticulata*, *Guiera senegalensis* sont particulièrement bien représentés.

Sur les sols halomorphes, *Lanea humilis*, *Balanites aegyptiaca* sont fort nombreux.

Au pied des massifs, sur les sables colluviaux, sur certaines alluvions très meubles, *Faidherbia albida* est très abondant. C'est le cas entre Maroua et Balaza par exemple. Ailleurs, près de Méri, on observe une grande fréquence d'*Hyphaene thebaïca*.

3. CLASSIFICATION ET ESSAI D'HISTOIRE DES SOLS.

3.1. Classification

La classification adoptée pour cette étude des sols du Diamaré tient compte des derniers remaniements de la classification française (G. Au-

(1) Commission régionale de l'Afrique centrale pour la Conservation et l'Utilisation des Sols, créée par la C.C.T.A./C.S.A.

bert et P. Duchaufour [1] après les réunions du C.R.A.C.C.U.S. (1) (Brazzaville, 1958) et du S.P.I. (Paris, 1961) [8]) et le Symposium de Gand (1962).

Les grandes classes de sols suivantes ont été reconnues :

1) *Sols minéraux bruts*. — Sous cette rubrique ont été groupés les rochers et arènes qui leur sont associés.

2) *Sols peu évolués*. — Dans cette catégorie sont rassemblés : les lithosols, les sols colluviaux, les sols alluviaux, les sols dunaires.

3) *Les vertisols*. — Sous ce vocable, on a réuni les sols argileux foncés largement structurés, généralement connus localement sous le nom de « lopé » et « karal ».

4) *Les sols à hydroxydes* comprennent uniquement les sols ferrugineux tropicaux, où le lessivage de l'argile est faible, tandis que celui du fer peut être assez prononcé.

5) *Les sols halomorphes* sont essentiellement des sols à alcalis ; le complexe absorbant comporte des teneurs en sodium élevé tandis que la structure est compacte.

6) *Les sols hydromorphes* sont avant tout des sols minéraux à pseudo-gley de profondeur. Il n'y a pas d'accumulation notable de matière organique.

3.2. Essai d'histoire des sols du Diamaré

Vouloir retracer l'histoire des sols du Diamaré dans les temps passés est une tâche bien prétentieuse ; et ce chapitre sera forcément incomplet.

Au fur et à mesure que nous reculons dans le temps, les vestiges pédologiques qui parviennent jusqu'à nous deviennent de plus en plus rares ; les plus anciens ne dépassent guère la fin du tertiaire ; et encore ne s'agit-il que des formations résistantes à l'érosion : les cuirasses.

Les observations et renseignements qui ont permis la rédaction de ce chapitre sont tirés des travaux de pédologues de l'I.R.C.A.M. et des observations des géologues. Citons en particulier le travail de J. Barbeau sur les transgressions tchadiennes.

Une grande partie de ce chapitre sera l'histoire des transgressions tchadiennes, chacune signifiant période pluvieuse.

3.2.1. Les cuirasses :

Les formations pédologiques les plus anciennes du Diamaré sont des cuirasses ferrugineuses. La plupart de celles que nous avons pu observer se sont formées à partir du socle granito-gneissique. On trouve des cuirasses analogues dans les régions limitrophes du Diamaré, qui parfois ont préservé de l'érosion une épaisse couche de produits d'altération de type ferrallitique.

Beaucoup de ces cuirasses datent vraisemblablement du tertiaire. Certaines doivent remonter jusqu'au crétacé ; dans la région de Roum-

(1) Commission Régionale de l'Afrique Centrale pour la Conservation et l'Utilisation des sols, créée par la C.C.T.A./C.S.A.

siki (1), une cuirasse a ainsi été préservée par un recouvrement basalitique. Ce basalte, vu son état de démantèlement et le manque total d'appareils volcaniques, est probablement à rapprocher du basalte crétacé qui a percé les grès de Garoua et la formation de Lamé.

Au quaternaire ancien, il y a certainement eu aussi, durant les pluviaux, des périodes d'encroûtement ferrugineux, voire de cuirassement.

Il est difficile, sinon impossible, de préciser l'époque à laquelle ont été formées les cuirasses ferrugineuses qu'on rencontre dans le Sud-Est du Diamaré, sur le socle de la région de Torok. Elles ont très bien pu commencer à se former au mio-pliocène, et, cela à diverses périodes successives, avoir été recouvertes par des sédiments à la fin du néogène, être redécapées ensuite, pour finalement subir au quaternaire ancien une nouvelle consolidation lors d'une période pluviale. Une consolidation qui, ailleurs, sur une formation sableuse par exemple, ne se manifesterait que par une simple rubéfaction.

On peut dire d'une cuirasse qu'elle est postérieure à la formation qui la supporte, et antérieure à celle qui la recouvre ; mais vouloir faire des cuirasses ferrugineuses des niveaux stratigraphiques est illusoire et conduit à des erreurs.

Il est possible de dire que le climat, lors des phases de cuirassement ou de ferruginisation, devait être plus humide que l'actuel, peut-être de type soudano-guinéen.

3.2.2. Les argiles du Centre Diamaré.

Dans la région située entre Kaelé et Maroua, près de la localité de Doyang, on trouve sur une grande étendue une assise argileuse horizontale, à une altitude de 420 mètres, qui repose sur de la cuirasse ferrugineuse. La puissance de la couche est de 80 cm et il n'existe aucun horizon de transition entre elle et la cuirasse. Le plus intrigant est sans aucun doute le fait que la morphologie de ce plaquage argileux paraît caractéristique d'un dépôt lacustre. La couche semble avoir été déposée par un lac dont le plan d'eau se situait à près de 140 mètres au-dessus du niveau du lac Tchad actuel. Cette époque peut être datée comme antérieure au Villafranchien (2) pour la bonne raison que le stade Villafranchien du lac ne dépassait le niveau actuel que d'environ 30 mètres, et, si notre niveau de Doyang était plus récent, il aurait effacé les traces des autres stades ; en conséquence, il ne peut être que plus ancien que le stade Villafranchien. Durant ce stade, anté-Villafranchien, qui correspondait à une énorme extension du lac Tchad, le climat était pluvieux.

L'existence même de ce stade lacustre de Doyang entraîne une autre conséquence importante : la communication de la cuvette tchadienne avec la Bénoué ne pouvait pas exister à cette époque. Celle-ci

(1) Rebord occidental du plateau du Mandara, département du Margui-Wandala.

(2) Stade Manga-goz Kerki de J. Barbeau, qui semble correspondre au stade de Tchatabali au Cameroun.

a dû s'établir lors de la période qui précéda immédiatement le Villafranchien et dès lors le niveau du lac ne dépassa plus la cote de 310 m. Les niveaux décroissants du lac qu'on observe à partir du Villafranchien chiffrent en fait le creusement progressif du seuil qui sépare le Logone de la Bénoué.

3.2.3. Les cordons sableux du Sud-Est du Diamaré.

La partie Sud-Est du Diamaré est de nature sableuse ; ces sables ont dû apparaître lors de la phase d'érosion et d'assèchement qui succéda au Villafranchien, et qui précéda une grande période désertique au début du quaternaire. Le désert a dû s'étendre sur tout le Diamaré, et le climat sahélien descendre jusqu'aux contreforts de l'Adamaoua.

Après cette longue période aride se sont succédées dans le Diamaré toute une série de périodes pluvieuses et de périodes sèches qui correspondent aux variations climatiques qui caractérisent le quaternaire ancien des pays tempérés.

Nous retrouvons ici les traces des périodes pluvieuses sous forme d'anciens rivages du lac Tchad. Dans toute la partie Sud-Est du Diamaré, on rencontre ces larges bandes sableuses dont la direction générale est N.O.-S.E. Il serait illusoire de vouloir dater tous les rivages dont nous retrouvons la trace sous forme de cordon sableux.

On peut observer pour le quaternaire ancien trois, sinon quatre, lignes de rivages qui semblent correspondre à des niveaux d'eau d'altitude décroissante du lac.

Une première ligne de rivage passe par Tchatibali-Horlong ; une deuxième ligne par Daram Lokoro-Mogom ; une troisième ligne par Guinane-Kalfou. Les deux premières lignes de rivage, celle de Tchatibali et celle de Mogom semblent correspondre aux marques laissées par le niveau des eaux sur les rochers de N'Goura au Tchad, c'est-à-dire au stade Manga-Goz Kerki de J. Barbeau.

Les lignes de rivages suivantes, c'est-à-dire celle de Guinane-Kalfou et celle de Kaolan-Djerfeké, paraissent correspondre au stade Goa-Her Sayal de J. Barbeau.

Il semble illusoire de vouloir préciser davantage pour le quaternaire ancien. Ce que nous pouvons affirmer de façon certaine, c'est qu'il y a eu dans cette longue période, qui s'étend entre le Villafranchien et nous, au moins quatre stades différents du Tchad, sinon plus, et en conséquence autant de périodes pluviales.

Ces périodes pluvieuses ont été probablement séparées les unes des autres par des arides importants.

A partir de la dernière désertification importante, les traces deviennent, dans cette région, plus nettes et mieux déchiffrables.

C'est à cette époque que se sont formées les grandes dunes N.E.-S.O. si bien conservées. Cet ancien erg est resté particulièrement caractéristique dans la réserve forestière de Kalfou, mais il s'étendait bien plus au Nord, et bien au-delà du lac Tchad actuel. A cette époque, le climat du Diamaré était désertique et les vents dominants soufflaient du *Sud-Est* (aucun vent ne souffle de cette direction actuellement !).

A ce désert a succédé à nouveau un climat plus pluvieux que l'actuel. L'extension tchadienne qui en résulta a tronqué tout le système dunaire en établissant la dune de rivage, très bien conservée, de Yagoua-Limani. A cette époque, le niveau du lac a presque atteint à nouveau la cote de 306 mètres ; c'est alors que se sont rubéfiées les grandes dunes précédentes et que s'est déposée devant la dune de Yagoua la série argileuse récente.

Rien ne permet jusqu'à présent de dater de façon très précise ce stade.

Les fluctuations du lac depuis cette époque ont été moins bien étudiées au Cameroun.

Des vestiges d'une transgression plus récente qui aurait succédé à un nouvel aride seraient visibles entre Zina et Hinalé.

Un nouvel aride aurait précédé un lac encore plus récent qui a édifié une ligne de rivage entre Ngouma et Tourba.

Un assèchement presque complet a dû se produire depuis.

Et dès lors, pensons-nous, le niveau du lac a augmenté lentement jusqu'à la cote actuelle.

4. DESCRIPTION DES SOLS.

4.1. *Les sols minéraux bruts*

Les unités groupées sous ce vocable ne sont en réalité qu'à peine des sols. Il s'agit de vastes dômes ou pointements rocheux quasi-nus comme on en observe à Mogondi ou Mindif. Il peut également s'agir d'amoncellements de boules de rocher de granite tels que ceux de Tchéré ou de Dougour. Des villages y sont accrochés, mais il n'y a pas de cultures. Dans d'autres endroits, l'altération de la roche est suffisamment poussée pour qu'il y ait un peu d'arène, que les habitants conservent précieusement grâce à un système de murettes de pierres ; à la fin de la saison des pluies, ils doivent cependant remonter de la terre depuis la plaine.

4.2. *Les sols minéraux peu évolués*

Les sols minéraux peu évolués sont caractérisés par un profil de type AC peu épais : 1 à 5 dm. Les fragments de roche sont fréquents même en surface lorsque le sol dérive de granite ou de gneiss. Le matériau originel peut être également très meuble et provenir de débris arrachés aux massifs et étalés autour de ceux-ci ou transportés par les eaux et déposés le long des rivières.

Il n'y a pas d'horizon particulier autre que l'individualisation d'un horizon humifère qui peut atteindre parfois 30 à 40 cm.

Quatre ensembles ont été distingués : les lithosols, les sols sur colluvions ou pédiments, les sols sur alluvions, les sols sur matériaux dunaires.

4.2.1. Lithosols.

Ces sols sont peu représentés dans le département si ce n'est autour du mont Loulou et près de Méri, où l'on note le profil suivant :

- 0-15 cm Brun clair ; sablo-limoneux ; massif à tendance polyédrique ; cohésion moyenne.
- 15-25 cm Nombreux cailloux de quartz.
- 25-60 cm Granite pourri avec feldspaths assez tendres.

La présence de ce lit de cailloux de quartz indique un remaniement de la partie superficielle du sol.

A Loulou, nous notons de 20 à 50 % de graviers dans le sol, ce qui n'exclut pas la présence de 15 à 20 % d'argile dans la terre fine. Si les réserves minérales sont appréciables, la caractéristique dominante du sol et sa perméabilité, sa légèreté et la facilité avec laquelle il se dégrade et s'érode dès qu'il est mis en culture.

4.2.2. Sols sur matériaux colluviaux.

Au voisinage du massif du Mandara ainsi qu'à proximité des inselbergs, nombreux au Nord-Ouest de Maroua, les matériaux colluviaux et les pédiments sont assez abondants. Des sables s'étalent en auréole autour du massif qui leur a donné naissance. Les sols qui dérivent de ces matériaux sont peu évolués, les boules de granite y sont encore fréquentes. La granulométrie est très fortement sableuse. Différentes séries ont été établies d'après la couleur ou la disposition des horizons.

Voici les caractéristiques de la série de *Mokoya*, bien représentée au Nord-Ouest du département (massif de Molkoa, versant Ouest de l'Hos-séré Djébé et différentes zones près de Ouatergass). Les rochers sont rares ou absents, la pente faible. La végétation est caractérisée par de nombreux *Faidherbia albida*, *Tamarindus indica*. Dans certains endroits, on note *Parkia biglobosa*, *Terminalia* div., *Combretum glutinosum*, etc... Les arbustes et arbrissèaux sont régulièrement dégagés pour la culture du mil.

MORPHOLOGIE.

Près de Ouatergass, on a noté :

- 0-25 cm Brun, sableux (fin et grossier) ; structure assez ferme malgré la faiblesse des teneurs en argile ; donnant des fragments nuciformes.
- 25-60 cm Jaune pâle ; sableux grossier.
- 60-100 cm Brun très pâle ; sableux avec un peu d'argile.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

Granulométrie. — Les teneurs en sables, dans tout le profil, dépassent 80 % avec à peu près autant de sable fin que de sable grossier. Les teneurs en argile n'atteignent pas 10 %.

Le pH varie de 6,5 à 7,5 en raison du faible pouvoir tampon du milieu.

La matière organique se situe entre 0,5 et 0,7 % tandis que l'azote varie de 0,3 à 0,5 ‰.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange faible : 4 à 10 méq./100 g (1). Le degré de saturation est très élevé : 90 à 100 %. Le calcium échangeable varie de 3 à 6 méq./100 g et le potassium est proche de 0,2 méq./100 g. Le sodium est à peine dosable.

VALEUR AGRICOLE.

Dès les premières pluies, ces sols sont plantés en mil. Pour être assuré d'une bonne végétation, il est indispensable d'avoir une répartition correcte des pluies, car en raison des teneurs en sables très élevées, la capacité de rétention pour l'eau est très faible.

4.2.3. Les sols alluviaux.

Les matériaux alluviaux se répartissent en deux grands ensembles : ceux qui bordent les cours d'eau descendant des hauteurs du Margui-Wandala et ceux que l'on observe dans le Sud-Est du département au voisinage des sols beiges.

Au voisinage des principaux cours d'eau, on note des étendues plus ou moins importantes d'alluvions (Boula, Tsanaga, Mangafé, etc...). Les sols alluviaux peuvent être divisés en très nombreuses catégories basées essentiellement sur la granulométrie, ainsi que cela a été fait sur les cartes à grande et moyenne échelle. On peut distinguer deux grandes divisions dans les alluvions.

A) Les **alluvions gravelo-argileuses** correspondent probablement à des dépôts plus anciens que celles qui sont déposées actuellement par les cours d'eau. En effet, elles correspondent à un niveau nettement plus haut que celui des alluvions actuelles. Elles sont souvent caillouteuses (près de Gazaoua) ou graveleuses ou très sableuses. On y reconnaît des fragments de roches ou tout au moins des gravières feldspathiques abondants. Les teneurs en argile sont souvent notables et peuvent atteindre 30 %.

MORPHOLOGIE.

Exemple de profil noté près de Dozang :

- 0-30 cm Brun-gris ; sablo-graveleux, avec un peu d'argile ; structure massive donnant des fragments nuciformes à polyédriques ; cohésion forte ; porosité tubulaire.
- 30-60 cm Brun-gris ; sable fin et argile ; structure massive ; donnant des fragments polyédriques ; cohésion très forte.

(1) Lire : 4 à 10 milliéquivalents pour 100 grammes.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

Granulométrie. — Les graviers quartzeux et feldspathiques varient entre 5 et 20 % de la terre totale. L'argile peut atteindre 30 %.

Réaction. — Le pH est neutre ou très légèrement alcalin.

La matière organique est faible : 0,8 %, ainsi que l'azote : 0,5 %.

Le complexe absorbant varie beaucoup avec la granulométrie et va de 7 à 18 méq./100 g, avec un degré de saturation compris entre 70 et 80 %. La chaux échangeable varie de 4 à 12 méq. La potasse atteint 0,5 méq.

Les réserves en chaux sont peu élevées, celles en magnésie et potasse sont abondantes en raison de l'abondance des minéraux frais. L'acide phosphorique total est assez faible : 0,6 %.

UTILISATION.

En raison de leur situation topographique un peu plus élevée, ces alluvions sont à l'abri des inondations. Aussi, les villages y sont-ils installés ; le matériau étant argileux sert à la construction des cases. Le sol en place peut être cultivé en mil et en coton.

B) Les alluvions actuelles des rivières présentent des granulométries très variables : limono-sableuses à sableuses. Elles sont diversement occupées ou peuplées par des Acacias ou des *Faidherbia albida* ; par les cultures : mil, manioc, légumes, arachide. Le drainage est toujours correct.

MORPHOLOGIE.

0-30 cm Brun jaune ; limono-sableux ; structure lamellaire ; cohésion moyenne, porosité ordinaire et tubulaire.

30-80 cm Brun jaune pâle ; nuciforme à tendance particulière ; cohésion faible ; porosité ordinaire.

Près de Maroua, les alluvions deviennent franchement très sableuses avec très peu d'éléments fins.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

Le sable est la fraction dominante avec 40 à 75 %. Le limon est compris entre 15 et 25 %. L'argile est normalement autour de 10 %.

Le pH est presque neutre.

La matière organique se situe autour de 1 % avec des teneurs en azote de 0,5 à 0,8 %.

Le complexe absorbant a une capacité d'échange de 15 à 17 méq. environ et un degré de saturation de 80 %. Le calcium et le magnésium sont très bien représentés : 14 et 2 méq./100 g. Le potassium est faible et le sodium indosable.

Les réserves en éléments autres que le calcium sont importantes. L'acide phosphorique est faible.

UTILISATION.

Les sols alluviaux, à l'exclusion des sols les plus sableux, se prêtent à toutes sortes de cultures compatibles avec le climat et l'approvisionnement en eau. Aux cultures traditionnelles s'ajoutent celle du riz et des arbres fruitiers (manguiers surtout). Les oignons sont cultivés en saison sèche, mais l'arrosage leur est indispensable.

Les cours d'eau ont réussi dans la plupart des cas à percer le cordon dunaire et des zones alluviales importantes sont visibles à l'Est de Pété, Fadéré, Balda.

Les alluvions déposées par les cours d'eau peuvent évoluer assez vite et donner naissance à des sols hydromorphes ou halomorphes. On aboutit à des imbrications assez compliquées et il est alors difficile de distinguer très bien les uns et les autres.

4.2.4. Les sols dunaires.

Le cordon sableux Yagoua-Limani traverse la partie Nord-Est du département. Cette dune est habituellement couverte par une végétation arborée avec *Anogeissus leiocarpus*, *Poupartia birrea*, *Bauhinia reticulata*. Toutefois, lorsque les arbres ont été supprimés (pour permettre des cultures d'arachides), *Guiera senegalensis* existe en peuplements purs.

Le drainage est toujours excessif.

MORPHOLOGIE.

- 0-30 cm Gris clair ; sableux grossier particulière.
- 30-150 cm Brun pâle ; sableux particulière.
- 150 cm Brun jaune, sableux grossier particulière.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

On peut noter deux types de granulométrie : dans l'une, nous avons une forte dominance de sable grossier (60 à 80 %) ; dans l'autre, le sable fin est le plus abondant (60 à 75 %). Le pH est neutre et faiblement alcalin. La matière organique est très faible : 0,4 à 0,6 %, avec 0,2 à 0,3 % d'azote.

La capacité d'échange est comprise entre 3 et 7 méq./100 g, avec une somme totale de 2,5 à 5 méq./100 g fixé sur le complexe.

Quelques feldspaths dans les sables donnent quelques réserves à ces sols.

UTILISATION.

La culture du mil et de l'arachide est possible ; mais en raison de la très forte perméabilité, il est nécessaire que la pluviométrie soit suffisante et bien répartie. Un assez long repos paraît nécessaire après la culture.

4.3. Les vertisols

Les vertisols occupent dans le département du Diamaré des étendues considérables. Au Sud, on en rencontre encore vers Guider et Garoua ; vers le Nord, à travers la plaine du Logone, ils atteignent le lac Tchad. Il s'agit donc d'une des classes de sols les mieux représentées du Nord-Cameroun.

Ils dérivent des matériaux les plus divers :

— roches métamorphiques, gneiss et embréchite, au Sud et au Sud-Ouest du département ;

— colluvions ou pédiments autour de certains massifs comme ceux situés au Nord et au Sud de Maroua ;

— alluvions ou matériaux fluvio-lacustres déposés au centre de la plaine (vallées des mayos Boula et Tsanaga, plaines de Salak, de Doyang).

Les vertisols sont en général très cultivés, aussi la végétation naturelle est-elle rare. Quand elle existe, on observe souvent des peuplements presque purs d'*Acacia seyal*. Dans le Sud du département, la végétation des vertisols est plus variée : en plus d'Acacias divers, on note *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*. Les jachères sont souvent envahies par *Bauhinia reticulata*, *Zyziphus mauritiaca* et *Callotropis procera*, particulièrement sur les vertisols du Centre et Nord du département.

Le drainage interne est toujours très défectueux en raison de la texture argileuse et du type d'argile de ces sols. Le drainage externe est variable selon la position topographique. Pour les vertisols de plaine, qui dominent dans toute la moitié Nord-Est et Est du département et qui sont plats et même parfois inondés, le drainage externe est lui aussi défectueux tandis que les vertisols du Sud et Sud-Ouest, situés sur des plateaux en légère pente, sont mieux drainés.

On peut diviser les vertisols du Diamaré approximativement, car souvent la distinction n'est pas nette, en vertisols hydromorphes dérivés d'alluvions et colluvions, en général plats et parfois inondés, dans lesquels la position topographique joue le plus grand rôle dans la pédogénèse, et vertisols lithomorphes (« karals » de pente), situés sur des plateaux en légère pente et bien drainés extérieurement, pour lesquels l'influence de la roche-mère (gneiss ou embréchite) est prédominante.

4.3.1. Vertisols hydromorphes.

MORPHOLOGIE.

Le profil comprend généralement trois horizons, mais il est fréquent que seul l'horizon A soit accessible.

- A₁ Gris à gris foncé, ou gris brun foncé sur 50 cm à 150 cm, argilo-sableux à argileux ; la structure est constituée de prismes verticaux séparés par des fentes de retrait de plusieurs centi-

mètres ; des nodules calcaires s'observent à la base de l'horizon ou parfois dans toute son épaisseur ; consistance très forte dans tout l'horizon.

- (B) Gris ou gris brun ; argileux à argilo-sableux ; massif ; pas de fentes, très dur et consistant ; nodules calcaires abondants ; parfois quelques petites concrétions ferrugineuses.
- C Gris à gris brun ; même texture, mais moins dur ; pas de fentes ; nodules et concrétions plus rares.

Autour de ce profil, assez typique des vertisols hydromorphes, on peut noter les variantes suivantes :

— absence de nodules calcaires dans les dépressions alluviales entre Maroua et Balaza ; on note également quelques taches rouille dans l'horizon (B) : il s'agirait de sols plus jeunes que le profil typique décrit, dans lesquels l'accumulation de calcaire n'aura pas encore eu le temps de se produire ;

— teneur en sables plus forte que la normale, entre Kossewa et Papata par exemple, par suite de contamination à partir de la dune voisine ;

— formation par érosion de profondes rigoles à parois verticales près de Godola.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La granulométrie est toujours très stable à travers un profil et assez constante d'un profil à l'autre : 40 à 45 % d'argile, 10 % de limon, 40 à 45 % de sable fin, 5 % de sable grossier.

Le pH est faiblement alcalin : pH 7 à 8.

Malgré la couleur foncée, les teneurs en matière organique se tiennent autour de 0,8-1 % avec 0,5 % d'azote.

Le complexe absorbant présente les caractéristiques suivantes : capacité d'échange comprise entre 20 et 30 méq./100 g ; calcium échangeable nettement dominant (16 à 24 méq./100 g) ; magnésium voisin de 2 méq./100 g ; potassium et sodium sont assez peu représentés ; le degré de saturation est compris entre 70 et 90 %.

Les réserves en calcium sont faibles, tandis que celles en magnésium sont très souvent élevées : 20 à 40 méq./100 g. Ce magnésium doit être contenu dans le réseau de l'argile (montmorillonite dominante) et n'est pas situé en position échangeable.

Les minéraux argileux de ces sols sont la montmorillonite très largement dominante, associée à un peu de kaolinite et de faibles quantités d'illite.

UTILISATION.

Du fait de leur position topographique, le plus souvent basse, ces sols sont spécialement affectés au mil de fin de saison des pluies (muskuari). Les zones les mieux drainées (plaine de Salak, vallée du mayo Boula) sont cultivées en coton.

4.3.2. Vertisols lithomorphes.

MORPHOLOGIE.

Les deux profils suivants sont typiques des vertisols lithomorphes : ils se différencient essentiellement par la couleur :

- | | |
|--------------|---|
| 0 à 4 cm | Gris foncé, argileux, fragmentaire, structure nuciforme (0,5 à 1 cm), cohésion moyenne, porosité moyenne, rares nodules calcaires. |
| 4 à 75 cm | Gris foncé ; argileux, belle macrostructure prismatique (15 à 20 cm) se résolvant en fragments polyédriques (2,5 à 5 cm) ; forte cohésion ; quelques nodules calcaires. |
| 75 à 130 cm | Gris foncé, argileux, massif, forte cohésion, plastique car légèrement humide, porosité faible, quelques nodules calcaires. |
| 130 cm | Gris par mélange de gris foncé et de blanc dû à la présence de roche altérée claire ; quelques nodules calcaires.
Petites concrétions noires peu nombreuses dans tout le profil. Fentes de retrait assez peu visibles en surface.
Le deuxième profil a une couleur dominante brune. |
| 0 à 10 cm | Brun gris, argileux sable fin, structure nuciforme à polyédrique (0,5-1,5 cm), cohésion moyenne, bonne porosité, nodules calcaires et concrétions noires. |
| 10 à 30 cm | Gris brun clair, argileux, macrostructure prismatique donnant fragments polyédriques (3 à 5 cm), forte cohésion, faible porosité, nodules calcaires et concrétions noires. |
| 30 à 200 cm | Gris brun clair à brun olive, argileux, pas de macrostructure, mais quelques fentes de retrait peuvent descendre jusqu'à 120 cm ; structure polyédrique grossière, très forte cohésion ; légèrement humide et plastique à partir de 100 cm ; nodules calcaires et concrétions noires. |
| 200 à 260 cm | Brun jaune avec quelques taches et traînées rouilles, argileux, humide et plastique, nodules calcaires plus nombreux par place. |

Ces deux profils observés sur le sommet des plateaux répondent parfaitement aux critères des vertisols. D'autres sols situés sur les pentes plus fortes des flancs de collines ne présentent pas aussi nettement ces caractères : en particulier la macrostructure prismatique est beaucoup moins nette et les fentes de retrait sont beaucoup moins abondantes ou même absentes. Ces sols sont cependant étudiés avec les vertisols et on peut les considérer soit comme des vertisols typiques

dégradés par suite de l'érosion, soit comme des sols qui n'ont jamais pu atteindre le stade vertisol typique par suite d'un drainage externe mieux assuré.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La granulométrie des vertisols lithomorphes est beaucoup moins homogène que celle des vertisols hydromorphes :

— d'abord dans le profil, du fait d'un remaniement superficiel causé par l'érosion, la teneur en argile de l'horizon de surface est toujours de 5 à 10 % inférieure à celle des horizons inférieurs ;

— les différences entre profils sont plus importantes, car la texture dépend dans une large mesure de la composition de la roche-mère, en particulier de sa teneur en quartz : certains profils sont franchement argileux (45 à 50 % d'argile, 5 à 10 % de sable grossier), d'autres sont argilo-sableux (32 à 38 % d'argile, 15 à 25 % de sable grossier).

Le pH, souvent légèrement acide en surface (pH 6,5 à 7), devient alcalin en profondeur : pH 7,5 à 8,5.

Les teneurs en matière organique sont de l'ordre de 0,8-1,2 % avec des rapports C/N compris entre 12 et 15.

Peu de différences entre vertisols hydromorphes et lithomorphes quant au complexe absorbant : la capacité d'échange s'étale entre 20 et 35 méq./100 g selon la teneur en argile ; le calcium est le cation dominant (70 à 90 % de la somme des bases échangeables) ; le magnésium est toujours bien représenté (2 à 5 méq./100 g) ; potassium et sodium sont faibles ; le degré de saturation est compris entre 75 et 95 %.

Les réserves sont bonnes en général : faibles en calcium à part les nodules calcaires ; mais on note très souvent de fortes teneurs en magnésium.

Comme pour les vertisols hydromorphes, le minéral argileux dominant est la montmorillonite : kaolinite et illite n'existent qu'en très faibles quantités.

UTILISATION.

En raison de leur topographie paraplane et de leur texture argileuse, de leur faible perméabilité et de leur bonne capacité de rétention pour l'eau, les vertisols lithomorphes sont à cheval sur plusieurs modes d'utilisation possible, sans qu'aucun lui soit parfaitement adapté : on observe en effet sur ces sols des cultures de mil de saison des pluies, de mil de fin de saison des pluies (« muskuari ») et de coton. De faibles variations du facteur topographique ou texture oriente le choix de telle ou telle spéculation.

Les zones les plus planes sont réservées au « muskuari ». Les sols en légère pente sont plantés en mil de saison des pluies ou coton. Le coton ne trouve d'ailleurs pas dans ces sols ses meilleurs emplacements de culture : si le drainage externe est assuré, le mauvais drainage interne

nuit au coton, d'autant plus que les cultures répétées ne font que détériorer la structure du sol et diminuer sa perméabilité. Pour augmenter les rendements, il faut s'orienter vers la culture en billons.

4.4. Les sols ferrugineux tropicaux

Les sols ferrugineux occupent d'importantes surfaces dans l'Est du département : ce sont surtout des sols indurés ou des sols beiges.

Sont représentés les groupes suivants :

- les sols ferrugineux tropicaux peu développés, dans lesquels le profil, peu épais, n'a pas pris son développement complet ;
- les sols ferrugineux tropicaux peu ou non lessivés qui comprennent deux sous-groupes : les sols rouges et les sols beiges ;
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés, divisés en sols lessivés à concrétions et sols indurés.

4.4.1. Sols ferrugineux tropicaux peu développés.

Ces sols sont représentés autour de Maroua, sur les massifs de roche verte, et au Sud du département, sur les micaschistes de Mboursou.

MORPHOLOGIE.

Sur le massif de Maroua, formé d'une andésite métamorphisée (roche verte), on note le profil suivant :

- | | |
|-------------|---|
| Forte pente | Végétation à dominance de <i>Boswellia dalzielli</i> . |
| 0 à 15 cm | Brun rouge foncé ; très caillouteux avec des quantités appréciables d'argile limoneuse entre les pierres. |
| 15 à 30 cm | Brun rouge ; un peu de sol entre de très nombreux morceaux de roches. |

Sur les micaschistes de Mboursou, le profil est le suivant :

- | | |
|--------------|---|
| Pente faible | Végétation très dégradée par cultures : quelques <i>Boswellia Dalzielli</i> et repousses de <i>Bauhinia reticulata</i> . |
| 0 à 15 cm | Brun gris, argileux et limoneux sable fin ; structure polyédrique à nuciforme (1 à 2 cm) ; cohésion moyenne, bonne porosité ; quelques petites fentes de retrait. |
| 15 à 50 cm | Terre brune argileuse, mélangée à des débris de micaschistes altérés bien visibles, de plus en plus abondants en profondeur, le tout assez meuble. |
| 50 cm | Micaschistes altérés devenant de plus en plus compacts. |

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La texture de ces sols est sablo-argileuse à argilo-limoneuse en surface, puis argileuse en profondeur mais avec une forte proportion de graviers et de cailloux.

La capacité d'échange est bonne (20 à 30 méq./100 g) et bien saturée (70 à 90 %) : le pH est faiblement acide et compris entre pH 6 et 7. Calcium et magnésium sont nettement dominants dans les bases échangeables, tandis que le sodium est à peine dosable et le potassium déficient.

Les taux de matière organique sont élevés (plus de 1,5 % en général) et le rapport C/N est compris entre 12 et 15. Les réserves minérales sont bonnes, particulièrement en potassium total de 2 à 5 méq./100 g compensant le déficit en potassium échangeable. Les taux de phosphore total en surface sont corrects : 0,3 à 0,5 ‰.

UTILISATION.

Sur les fortes pentes des massifs de Maroua, seul le mil est cultivé : l'érosion est forte, car il n'y a pas de terrasses. Les sols de Mboursou sont particulièrement recherchés pour le coton, parce que tout en ayant une bonne capacité de rétention pour l'eau, ils sont beaucoup mieux drainés que les vertisols.

4.4.2. Sols ferrugineux tropicaux peu ou non lessivés.

SOLS ROUGES.

Ces sols se rencontrent uniquement sur des sables remaniés en formation dunaire par action éolienne. On les rencontre dans l'Est et le Nord du département. A l'Est, les dunes constituent un ensemble de dunes étroites orientées N.E.-S.O. Au Nord, les dunes sont beaucoup plus larges et leur orientation est moins nette : elles sont aussi moins nombreuses et les plus importantes sont celles de Makilingaï et de Papata.

La végétation est arborée ou arbustive avec *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leocarpus*, *Poupartia birrea*, *Bauhinia reticulata et rufescens*. *Guiera senegalensis* colonise tous les défrichements.

Le drainage est toujours intensif.

MORPHOLOGIE.

Le profil est assez simple et constant :

- 0 à 50 cm Brun clair, sable fin, tendance particulière, légèrement cohérent.
- 50 à 70 cm Brun-rouge pâle, sable fin, particulière.
- 70 à 100 cm Rouge à rouge pâle, sable fin particulière.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La texture est typiquement sableuse : 90 % de sables dont 70 à 80 % de sables fins. Les teneurs en matière organique ne dépassent pas 1 % en surface ; le pH faiblement acide en surface (pH 6-6,7) diminue nettement en profondeur (pH 5,5-6) ; la capacité d'échange, qui ne dépasse

pas 4 à 5 méq./100 g est saturée à 50-70 % ; les réserves minérales sont très faibles. Les teneurs en fer passent de 1,4 % en surface à 2,6 % à 100 cm.

SOLS BEIGES

Les sols beiges sont particulièrement bien représentés à l'Est et Sud-Est du département, où ils alternent avec les sols rouges, situés sur le sommet des dunes : les sols beiges occupent les zones plus planes entre les dunes.

La végétation, peu différente de celles des sols rouges est à dominance d'*Anogeissus leiocarpus*, *Poupartia birrea* et *Guiera senegalensis*.

Le drainage est toujours bien assuré.

MORPHOLOGIE.

Le profil suivant observé près de Moulvoudaye est typique de ces sols :

- 0 à 10 cm Teinte brun-gris à brun foncé ; peu humifère texture sableuse à dominance de sable fin ; structure particulière, faible cohésion et compacité.
- 10 à 100 cm Horizon de couleur brun olive - clair à brun jaune ; non humifère ; texture sableuse comme pour l'horizon de surface à dominance de sable fin ; structure particulière ; pas de concrétions, ni de taches.

Ces sols sont assez peu différents des sols rouges, si ce n'est la différence de couleur et de position topographique.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La texture des sols beiges est sableuse, parfois sablo-argileuse en profondeur : les teneurs moyennes en argile sont de 12 % en surface et 18 % en profondeur. La dominance du sable fin est moins nette que dans les sols rouges : 58 % de sable fin, 20 % de sable grossier.

Le pH est acide en surface (pH 5,7) et il augmente en profondeur (pH 6,3).

Les teneurs en matière organique sont peu élevées : 0,39 % de matière organique, 0,23 % d'azote, rapport C/N de 10.

La capacité d'échange est peu élevée : elle varie en moyenne entre 5 et 6 méq./100 g et est saturée entre 55 et 60 %. La somme des bases échangeables ne dépassent pas 3,5 méq./100 g.

UTILISATION

Les sols rouges et beiges sont de valeur agricole très médiocre : ils ne peuvent convenir qu'au mil et à l'arachide, en ménageant de longues jachères, entre les brèves périodes de culture.

4.4.3. Sols ferrugineux tropicaux lessivés.

SOLS LESSIVÉS A CONCRÉTIONS

Ces sols ont été observés sur de faibles étendues dans la partie sud du département. La roche-mère est un granite ou un gneiss acide.

Ces sols sont en général peu cultivés et la végétation est une savane arborée et arbustive, où l'on remarque *Anogeissus leiocarpus*, *Boswellia Dalzielli*, *Acacia sieberiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia reticulata*, *Zyziphus mauritiaca*, *Combretum/sp.*, *Guiera senegalensis*.

Ces sols sont toujours bien drainés.

MORPHOLOGIE.

Le profil suivant peut être considéré comme typique :

- | | |
|------------|---|
| 0 à 18 cm | Brun gris, sable fin argileux, structure polyédrique (1 à 2,5 cm) ; cohésion moyenne, porosité tubulaire. |
| 18 à 36 cm | Brun gris, sable fin argileux, structure nuciforme (1 à 2 cm) ; cohésion moyenne, bonne porosité. |
| 30 à 70 cm | Brun vif, argilo-sableux, structure nuciforme (1 à 2 cm), cohésion moyenne, bonne porosité, concrétions brunes et noires arrondies. |

Dans certains profils l'horizon de roche altérée est à faible profondeur (50 cm) et on y observe un début de durcissement par accumulation du fer.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La texture est sableuse à sablo-argileuse en surface, puis la teneur en argile augmente nettement en profondeur (20 à 35 % d'argile) ; les sols sur granite sont plus franchement sableux : 5 à 15 % d'argile, plus de 40 % de sable grossier.

La capacité d'échange est moyenne (5 à 15 méq./100 g) et saturée à 50-70 % : le pH, normalement acide, passe de pH 6-6,3 en surface à pH 5,5-6 en profondeur. Le calcium est le cation dominant parmi les bases échangeables et le sodium ne dépasse pas 0,2 méq./100 mg. Les teneurs en matière organique sont variables (1 à 1,6 %) et le rapport C/N oscille entre 11 et 14 en sols non cultivés. Les réserves minérales sont élevées (25 à 50 méq./100 g) particulièrement en magnésium et potassium.

Toutes ces caractéristiques sont fortement diminuées pour les sols formés sur granite, qui, beaucoup plus sableux, ont une capacité d'échange plus faible, des taux de matière organique moins élevés et des réserves minérales de l'ordre de 15 à 25 méq./100 g.

UTILISATION.

Ces sols, toujours sableux en surface, bien drainés mais à faible capacité de rétention pour l'eau, sont peu utilisés pour la culture, car

sensibles à la sécheresse ; de plus leur potentiel organique a tendance à se dégrader rapidement. Ils peuvent convenir au mil et à l'arachide.

SOLS INDURÉS

Les sols indurés ont été trouvés sous forme de taches ou de zones de faible étendue, principalement au Sud et Sud-Est du département : autour de Mindif, entre Lara, Guidiguis et Dzigilao. Il s'agit des restes d'une pédogénèse ancienne : les cuirasses ferrugineuses observées se sont formées sous un climat plus pluvieux que l'actuel à partir du socle granito-gneissique.

On observe cette cuirasse le plus souvent à faible profondeur sous 20 à 40 cm de terre sablo-argileuse, grise à brun-grise. La cuirasse, jamais très épaisse (40 à 80 cm) est d'abord très compacte puis passe à un amas de concrétions ferrugineuses peu liées entre elles : ces concrétions semblent se former à partir d'éléments de la roche altérée, imprégnés de fer.

4.5. Les sols halomorphes

Les sols halomorphes résultent de la fixation sur le complexe absorbant de quantités considérables de cations Na, qui donnent aux sols une morphologie assez spéciale. En même temps, les conditions sont telles qu'une végétation particulière par sa physionomie peut seule exister sur de tels sols.

Deux groupes ont été distingués :

— les sols gris présentent les caractères de l'halomorphie mais encore peu accusés. Le sodium échangeable est relativement faible et le pH est modérément alcalin. Ces sols paraissent très voisins de ceux décrits par Botelho da Costa et al. (2) sous le nom de « grey-brown semi-arid soils » en Angola du Sud où le climat est assez voisin de celui du Nord-Cameroun ;

— les sols à alcalis présentent, au contraire, un caractère halomorphe très accusé avec des teneurs en sodium échangeable très élevées et un pH très basique.

4.5.1. Les sols gris.

Ces sols se présentent à peu près uniquement sur des surfaces planes, où le drainage en saison des pluies peut être difficile avec une pénétration de l'eau très ralentie. Les matériaux originels sont des pédiments autour de massifs granitiques ou gneissiques ou des alluvions déposées par les rivières avant le grand cordon dunaire Yagoua-Limani, où l'on est en droit de penser que le drainage n'a pu s'effectuer dans de bonnes conditions, tant que la dune n'a pas été occupée.

La végétation est essentiellement arborée et a un aspect général assez particulier qu'on reconnaît facilement. Le tapis graminéen est inexistant en saison sèche, mais développé en saison des pluies. Les

arbres sont surtout : *Acacia hebacladoïdes*, *Balanites aegyptiaca*, *Poupartia birrea*, *Anogeïssus leiocarpus* avec parfois *Boswellia Dalzielli*, *Zizyphs mauritiaca*, *Tamarindus indica*.

Ces sols peuvent être quelquefois mis en culture mais sur buttes.

MORPHOLOGIE.

Ces sols sont caractérisés tout d'abord par leurs couleurs pâles (gris, jaune-pâle ou brun très clair) et par l'absence ou la rareté de fentes et la grande dureté et compacité du sol.

A₁ Cet horizon présente une épaisseur de 10 à 15 cm. La texture est sableuse avec assez d'argile et de limon. La structure est massive donnant des fragments polyédriques de taille variable, la cohésion est forte.

B Cet horizon peut atteindre 1 mètre, mais le plus souvent, il est de l'ordre de 20 à 50 cm. Sa couleur est jaune-pâle ou brun-pâle. Quelques taches brunes ou rouilles peuvent exister avec de petites concrétions noires moyennement dures. Des minéraux en voie d'altération (surtout feldspaths) peuvent être assez abondants.

La texture est argilo-sableuse à sablo-argileuse ; la structure est massive avec de rares fentes ; les fragments sont polyédriques, la cohésion est forte à très forte.

C Le matériau originel est grisâtre, présentant une texture sablo-argileuse et une structure massive.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La granulométrie présente une différence assez nette entre les horizons A et B ; les teneurs en argile varient de 13 % (A) à 30 % (B). Il est possible que ceci soit dû à un lessivage latéral plutôt que vertical. En effet, le sol est de perméabilité très faible, l'eau de pluie pénètre difficilement et, après avoir dispersé un peu d'argile, s'écoule en surface.

La réaction est faiblement acide en surface : 6,3 à 6,7. En profondeur, le pH augmente notablement et atteint 8,1 à 8,5.

Les teneurs en matière organique sont faibles 0,5 à 0,7 %.

Le complexe absorbant présente des capacités d'échange de 7 à 8 méq./100 g en surface, à 15 à 18 méq./100 g en profondeur. Le calcium est le cation prépondérant (10-12 méq./100 g), le magnésium est faible (2 méq./100 g), le potassium également (0,5 méq./100 g), le sodium est faible en surface et peut atteindre 1 méq./100 g en profondeur.

Les réserves en calcium sont très faibles, en sodium modérées, mais très élevés en magnésium.

Les minéraux argileux suivants ont été identifiés dans l'horizon A : la kaolinite est prédominante avec un peu d'illite et de montmorillonite ; dans l'horizon B, le montmorillonite est le minéral dominant avec dans l'ordre : illite et kaolinite.

UTILISATION.

En raison de leurs propriétés physiques défavorables, les sols gris sont peu cultivés. Ils peuvent donner des récoltes de mil si le sol est butté ou de coton après sous-solage.

4.5.2. Les sols à alcalis.

Ils occupent des étendues discontinues, mais notables dans la zone étudiée. Ils correspondent toujours à une topographie plane à très plane. La végétation a un aspect très particulier. Les arbres y sont espacés et appartiennent à un petit nombre d'espèces telles que : *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Lanea humilis*. Le tapis graminéen est rare ou absent.

Le drainage est généralement faible en raison de l'imperméabilité du sol.

MORPHOLOGIE.

La surface du sol est souvent recouverte par une pellicule de 1 à 2 cm de sable quartzueux particulière, résultant du décapage et de l'entraînement latéral de l'argile.

L'horizon A₁ est peu épais (18 à 20 cm), brun-clair à jaune pâle, sablo-argileux à argilo-sableux ; massif sans aucune fente ; cohésion très forte.

L'horizon B peut atteindre 100 à 125 cm, gris-brun à gris-clair ; argilo-sableux avec quelques petites concrétions noires ; cohésion très forte avec quelques taches rouille diffuses.

L'horizon C est gris-clair, sablo-argileux, des feldspaths sont assez nombreux.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

L'argile est variable d'un profil à l'autre, mais on observe des teneurs variant de 20 à 35 % dans l'horizon B.

La réaction est neutre à faiblement alcaline en A (pH 7 à 7,5) et elle devient très fortement alcaline en B (pH 8,5 à 9,5).

La matière organique est faible : 1 %.

La capacité d'échange atteint 16 méq./100 g en B, et le degré de saturation 70 à 50 %. Le sodium est faible à modéré en surface, mais peut atteindre 2 à 5 méq./100 g en B. Le rapport Na/Ca varie entre 0,2 à 0,5.

Les minéraux de la fraction argile comprennent des hydroxydes colloïdaux, de la kaolinite (30 à 50 %), de l'illite (20 à 30 %) et un peu de montmorillonite.

UTILISATION.

Il est impossible de cultiver ces sols à l'heure actuelle.

4.6. Les sols hydromorphes

Il n'a pas été établi de subdivisions dans les sols hydromorphes, mais ils appartiennent pour la majorité aux sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley de profondeur.

L'engorgement de profondeur prévaut toute la durée de la saison des pluies. L'engorgement de surface ne joue que dans des zones très localisées et peu étendues.

La végétation est la plupart du temps graminéenne et *Vetiveria nigriflora* est abondamment représenté.

Les sols sont essentiellement des sols tachetés. Les taches rouille ou noires sont diffuses en surface, plus nettes, mieux limitées, parfois durcies en profondeur.

On note le plus souvent deux horizons :

A₁ Gris-brun, gris-brun clair, 20 à 30 cm, de granulométrie variant de sableux à sablo-argileux.

B Gris, brun-clair, brun, avec des taches rouille ou brunes, sableux ou sablo-limoneux.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

La granulométrie est très variable, le pH est généralement compris entre 6 et 6,8. La matière organique peut atteindre 2 à 2,5 % en A₁.

La capacité d'échange de bases est de 10 à 15 méq./100 g, le degré de saturation 70 à 80 %.

Les réserves sont souvent intéressantes en raison des minéraux non altérés.

Les minéraux de la fraction argile sont surtout de la kaolinite avec de l'illite et un peu d'hydroxydes colloïdaux.

UTILISATION.

Ces sols peuvent se prêter à une gamme de cultures assez intéressantes : mil, riz et coton, selon l'importance de l'hydromorphie ou de l'inondation.

5. VOCATION ET UTILISATION DES SOLS.

5.1. Possibilités agricoles et facteurs naturels

Dans le département du Diamaré, les possibilités agricoles dépendent étroitement des facteurs naturels, essentiellement climat et sol :

— le climat est de type tropical, climat soudano-sahélien à pluviométrie concentrée en 4 à 5 mois et longue saison sèche : seule la culture de plantes annuelles est possible et le calendrier agricole dépend étroitement du déroulement normal de la saison pluvieuse ;

— les sols ont des caractéristiques physiques et chimiques déterminées, qui dépendent le plus souvent de la roche-mère, mais aussi du climat, actuel ou ancien.

Pour s'affranchir du climat, la seule possibilité est l'irrigation : celle-ci peut être pratiquée dans les principales vallées, où une nappe d'eau peu profonde est disponible. Une étude des disponibilités en eau et des possibilités de mise en réserve dans les hauts bassins est à envisager, car la pratique de l'irrigation ne peut que se développer, aussi bien en raison du caractère intensif qu'elle donne à la culture, que des possibilités qu'elle permet, d'améliorer qualitativement l'alimentation des populations du département. Actuellement l'irrigation est réservée aux cultures riches, qui permettent la meilleure valorisation de l'eau : arbres fruitiers, cultures maraîchères.

On ne peut s'affranchir totalement des propriétés des sols, en particulier de leurs caractéristiques physiques (texture, perméabilité) ; c'est au cultivateur à choisir les cultures en fonction du sol.

5.2. *Les cultures et les sols*

Le nombre de cultures entreprises par les habitants est très réduit : le mil est la nourriture de base ; le coton, et accessoirement l'arachide, cultures d'exportation, sont les principales sources du revenu monétaire des habitants du département.

5.2.1. *Mil de saison des pluies.*

Ce mil, semé dès le début des pluies (mai-juin) et récolté en octobre-novembre, constitue la principale culture alimentaire du département et est cultivé partout. En effet, de nombreuses variétés locales, souvent très bien adaptées au terroir et de précocité et rendement variables, permettent d'utiliser aussi bien les arènes et lithosols des massifs montagneux que les vertisols argilo-sableux du Sud du département. Les meilleurs rendements sont cependant obtenus sur les sols sableux à sablo-argileux bien drainés et à bon potentiel organique et minéral (sols peu évolués : sols alluviaux, sols sur pédiments).

L'intensification de cette culture ne peut provenir que d'une amélioration du matériel végétal et des techniques culturales.

5.2.2. *Mil de saison sèche (muskuari).*

Ce mil, semé en pépinière en août, repiqué en octobre et récolté en janvier-février, a aussi une très grande place dans l'alimentation des habitants du département, par suite de la préférence que lui donnent les populations foubés. Cette culture de décrue ou d'arrière-saison est un des moyens d'utiliser des sols parfois inondés (vertisols hydromorphes) ou très mal drainés (vertisols lithomorphes), qui ne peuvent être utilisés avec profit en saison des pluies : leurs réserves en eau leur permettent d'assurer la croissance des plantes pendant la saison sèche.

L'intensification de la culture pose les mêmes problèmes que pour le mil de saison des pluies.

5.2.3. Arachide.

L'arachide se contente, et même préfère les sols sableux bien drainés et est relativement peu exigeante au point de vue richesse minérale et organique : on considère que le taux d'argile + limon ne doit pas dépasser 20 %, si on ne veut pas avoir trop de difficultés à l'arrachage.

D'importantes surfaces de sols du département satisfont à cette condition, en particulier, parmi les sols peu évolués, certains sols alluviaux, la plupart des sols sur pédiments et les sols dunaires, et parmi les sols ferrugineux tropicaux, les sols peu ou non lessivés (sols rouges et sols beiges) et certains sols lessivés (sols sur matériaux divers).

Si le besoin s'en fait sentir, l'augmentation des superficies cultivées ne pose pas de problème.

5.2.4. Coton.

Le coton est plus exigeant au point de vue sol que l'arachide : d'une part, il est très sensible à la sécheresse, ce qui exclut les sols trop sableux, perméables et à faible capacité de rétention d'eau ; d'autre part, le mauvais drainage diminue fortement les rendements, ce qui exclut nombre de sols argilo-sableux à argileux (vertisols hydromorphes et certains vertisols lithomorphes) à moins qu'une pente suffisante ne leur assure un drainage externe correct.

On peut admettre qu'un bon sol à coton ne doit pas avoir moins de 12-15 % d'argile + limon et, qu'au-delà de 35-40 % d'argile + limon, il faut particulièrement surveiller le drainage.

Les meilleurs sols à coton sont les sols alluviaux, qui allient généralement à une texture correcte, un bon potentiel organique et minéral. Certains sols sur pédiments (autour de Maroua) et sols ferrugineux tropicaux peu développés (Mbourou) sont aussi de bons sols à coton. Les vertisols lithomorphes posent des problèmes d'amélioration du drainage.

En dehors des problèmes d'amélioration variétale et de lutte contre les ennemis des cultures, l'intensification de la culture cotonnière ne peut se faire que par l'amélioration des techniques culturales.

5.2.5. Riz.

Le riz est en général assez peu cultivé dans le département : on en trouve quelques surfaces près de Maroua. Pour être rentable, cette culture implique une maîtrise de l'eau par des canaux et des diguettes.

La plupart des vertisols hydromorphes, de par leur position topographique, peuvent convenir au riz, alors qu'ils sont actuellement réservés au « muskuari ».

5.3. *Autres modes d'utilisation des sols*

5.3.1. Pâturages.

L'élevage est une activité importante des habitants du Diamaré. Les zones de pâturages sont surtout situées dans les secteurs relativement

moins peuplés du Nord-Est du département, mais en fait, et dans tout le département, tout terrain non cultivé peut servir de pâturage : il s'agit toujours d'un pâturage extensif.

5.3.2. Forêts.

En raison de la densité démographique du département et des défrichements importants de ces dernières années, les véritables forêts, déjà dégradées par le pâturage extensif, deviennent de plus en plus rares, ce qui oblige à pratiquer des reboisements pour l'alimentation en bois des villes. Les forêts peuvent jouer un grand rôle dans l'équilibre bioclimatique du département et doivent s'intégrer dans un système de conservation des sols : lutte contre l'érosion hydrique dans le Sud du département, lutte contre l'érosion éolienne au Nord et à l'Est, reboisements de villages, alignements d'arbres le long des routes.

5.4. *Les techniques culturales et les sols*

Les propriétés physiques et chimiques des sols orientent fortement le choix des cultures, mais ces caractéristiques peuvent être, dans une certaine mesure, modifiées ou aménagées pour concourir au meilleur rendement de telle ou telle culture, que l'on estime devoir développer.

5.4.1. Labour.

Le labour a toujours été un moyen d'intensification de l'agriculture, et ceci est vrai pour le département du Diamaré comme ailleurs, mais son emploi doit toujours tenir compte des conditions naturelles. Les conditions naturelles locales (température élevée, texture sableuse de certains sols) oblige à prendre un certain nombre de précautions quant à son utilisation, si on ne veut pas aller à des déboires certains. Il faut en particulier exclure du labour les sols trop sableux et graveleux, qui se dégradent très rapidement et de toute façon, veiller au maintien du potentiel organique du sol. Nous ne pouvons que répéter ce que nous écrivions il y a quelques années (9) :

« Le labour à traction animale ne peut être bénéfique à longue échéance, que s'il est obligatoirement associé à des pratiques agricoles qui visent à maintenir et à augmenter le potentiel organique du sol. »

5.4.2. Sous-solage.

Le sous-solage est une technique culturale souvent utilisée dans le Diamaré, qui a pour but essentiel d'« ouvrir » le sol en profondeur et d'améliorer ainsi le drainage interne et de diminuer le ruissellement. Le sous-solage est particulièrement bénéfique pour certains vertisols ainsi que pour les sols gris : dans ces derniers, il peut aussi contribuer à faciliter l'élimination du sodium, dont l'excès est une des principales causes de l'imperméabilité de ces sols.

Le sous-solage est une opération coûteuse, qui doit être réservée aux sols qui sont susceptibles de la valoriser au mieux.

5.4.3. Fumure organique.

L'apport de matière organique (fumier, tourteaux) au sol ou tout autre moyen direct ou indirect (jachère, engrais vert, *Faidherbia*) de maintenir le potentiel organique des sols sont des pratiques culturales dans la vulgarisation ne peut avoir que des effets bénéfiques sur l'intensification agricole du Diamaré. Nous avons déjà dit que cette pratique est nécessaire dans le cas de labour du sol. Pratiquement tous les sols ne peuvent que tirer profit, et les cultures évidemment aussi, d'une augmentation de leur potentiel organique.

5.5. Conservation des sols

L'objectif principal d'une agriculture évoluée est de fournir aux agriculteurs des ressources alimentaires et monétaires suffisantes, tout en préservant le capital « sol ». Ce point de vue qui a pu parfois être négligé, ce qui oblige ensuite à revenir à des méthodes plus conservatrices mais aussi plus coûteuses, doit servir de guide pour toute action d'amélioration de la production et de la productivité agricole du Diamaré.

La préservation du capital « sol » d'une région ou « conservation des sols », terme qui englobe aussi bien le maintien du potentiel de fertilité des sols que leur conservation proprement physique, comprend en fait tous les aspects de l'utilisation des sols : réglementation des pâturages, mise en défens des zones forestières et reboisements, aménagement du réseau hydrographique (petits barrages), choix des terrains de culture appropriés à chaque spéculation, disposition des champs par rapport à la topographie, vulgarisation des techniques culturales modernes.

Tous ces problèmes et les actions qui en découlent, doivent être abordés de front, si on veut leur assurer la plus grande efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT (G.), DUCHAUFFOUR (P.), 1956. — Projet de classification des sols. *VI^e Congr. Int. Sc. Sol.*, Paris, V, 97, 597-604.
2. BOTELHO DA COSTA (J. V.), AZEVEDO (A. L.), CARDONE FRANCO (E. P.), PINTO RICARDO (R.), 1959. — Grey-brown and reddish brown semi-arid soils of Southern Angola. *3^e Conf. Interfric. Sols* (Dalaba), I, 245-252.
3. CLAISSE (G.), 1954. — Etude pédologique du secteur de modernisation de Lara. *Rapport I.R.C.A.M.*, P 54, 11 p., 1 carte 1/5.000^e.
4. CLAISSE (G.), 1955. — Rapport de prospection de la partie Nord-Ouest de la feuille de Maroua au 1/100.000^e. *Rapport I.R.C.A.M.*, P 64, 7 p., 1 carte au 1/100.000^e.
5. COMBEAU (A.), 1955. — Les sols du reboisement de Maroua. *Rapport I.R.C.A.M.*, P 66, 7 p.
6. CURIS (M.), 1954. — Etude pédologique autour de Kaélé. *Rapport I.R.C.A.M.*, P, 44, 20 p., 1 carte au 1/200.000^e.
7. CURIS (M.), MARTIN (D.), 1957. — Etude pédologique des villages pilotes du Diamaré. *Rapport I.R.C.A.M.*, P 91, 29 p.

8. C.C.T.A./C.S.A. — Document L (61) 204. — Projet conjoint n° 11. Carte des sols d'Afrique. Réunion du 18-21 septembre 1961, 19 p.
9. MARTIN (D.), 1960. — Problèmes d'utilisation des sols au Nord-Cameroun. *Rapport I.R.CAM.*, P 117, 30 p.
10. MARTIN (D.), 1961. — Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100.000°. Feuille Mora. *Rapport I.R.CAM.*, P 119, 100 p., 1 carte pédologique et 1 carte d'utilisation des sols au 1/100.000°.
11. MARTIN (D.), 1963. — Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100.000°. Feuille Kaélé. *Rapport I.R.CAM.*, P 133, en préparation.
12. PIAS (J.), GUICHARD (E.), 1957. — Origine et conséquence de l'existence d'un cordon sableux dans la partie Sud-Ouest de la cuvette tchadienne. *C.R.A. Sc.*, 244, 791.
13. PIAS (J.), GUICHARD (E.), 1958. — Etude pédologique du bassin alluvionnaire du Logone-Chari (Nord-Cameroun). *Rapport O.R.S.T.O.M.*, 306 p., 4 cartes au 1/120.000°.
14. SÉGALEN (P.), 1962. — Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100.000°. Feuille Maroua. *Rapport I.R.CAM.*, P 126, 67 p., 1 carte pédologique et 1 carte d'utilisation des sols au 1/100.000°.
15. SIEFFERMANN (G.), 1963. — Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100.000°. Feuille Kalfou. *Rapport I.R.CAM.*, P 131, 65 p., 1 carte pédologique au 1/100.000°.
16. VAILLANT (A.), 1956. — Contribution à l'étude agricole du Diamaré. *Agron. Tropic.*, 4, 448-477.

RECHERCHES ET ETUDES CAMEROUNAISES

ANNÉE 1962-3

NUMÉRO 9

SOMMAIRE

LE DIAMARE

- | | |
|---|----|
| — Présentation du Diamaré. | 3 |
| — Monographie géologique, par J. Dumort. | 13 |
| — Hydrologie de surface, par P. Dubreuil. | 31 |
| — Les sols du Diamaré, par P. Segalen, D. Martin et G. Sieffermann. | 43 |
| — Les arthropodes d'intérêt médical, par M. Mouchet et J. Rageau. | 73 |

Abonnement aux 3 numéros 1963 :

Cameroun et Zone Franc : 1.000 F CFA

Autres pays : 1.200 F CFA

Le numéro : 350 F CFA (C. et Z.F.) 450 F CFA (A.P.)