

NOTICE EXPLICATIVE

N° 75

P. BRABANT

CARTE PÉDOLOGIQUE
DU CAMEROUN

Feuille de BÉRÉ
à 1/100 000

Carte des contraintes édaphiques
à 1/100 000



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

IRAF - ONAREST - YAOUNDE - REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN

PARIS 1978



NOTICE EXPLICATIVE

N° 75

CARTE PÉDOLOGIQUE
DU CAMEROUN

Feuille de BÈRÈ
à 1/100 000

Carte des contraintes édaphiques
à 1/100 000

par

Pierre BRABANT
pédologue de l'ORSTOM
(avec la collaboration de B. FARDIN)

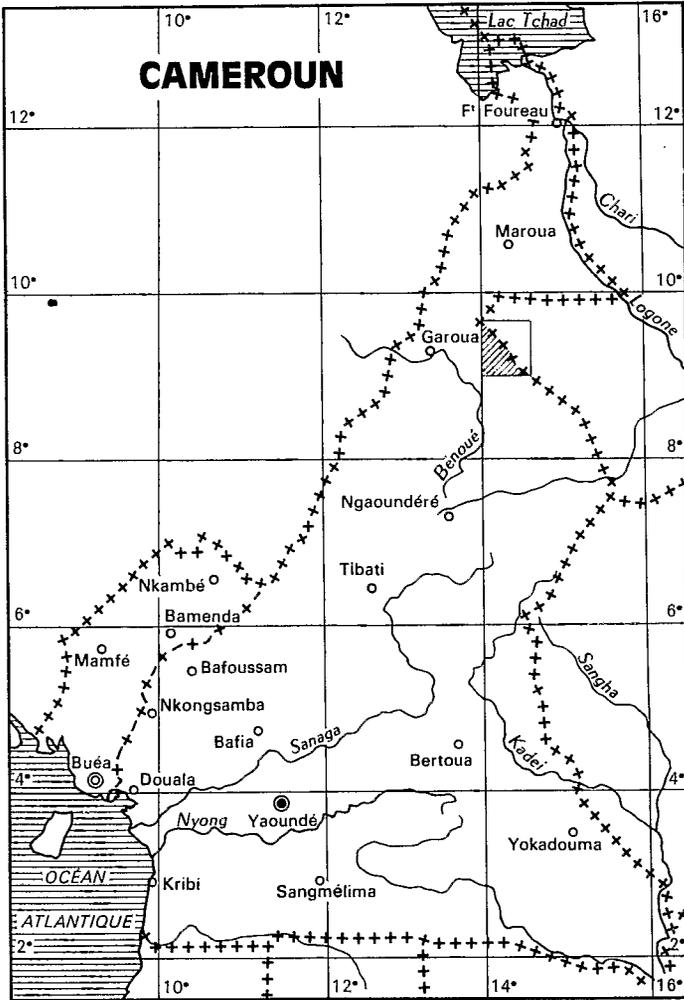
Office de la Recherche Scientifique et Technique
Outre-Mer (ORSTOM)
Institut de Recherches Agricoles et Forestières (IRAF)
de l'Office National de la Recherche Scientifique et
Technique (ONAREST) - République Unie du Cameroun

ORSTOM
PARIS
1978

© ORSTOM 1978
ISBN 2-7099-0523-X

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
GÉNÉRALITÉS SUR LA FEUILLE DE BÉRÉ ET LE NORD-EST BÉNOUÉ	5
I – LE MILIEU NATUREL	9
II – LES SOLS	15
Description des unités cartographiques	17
1. Sols d'érosion	17
2. Sols des dépôts alluviaux et colluviaux	21
3. Sols d'altération	30
3.1. Les sols d'altération sur roches basiques	31
3.2. Les sols d'altération sur roches acides	46
4. Sols à dynamique latérale	50
4.1. Les sols ferrugineux tropicaux différenciés	54
4.2. Les sols lessivés tropicaux	66
III – LA CARTE DES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES	91
BIBLIOGRAPHIE	99
ANNEXES	101



CARTE DE SITUATION

AVANT-PROPOS

La cartographie de la feuille de Béré a été réalisée à la demande des Services du Ministère du Plan dans le cadre de la convention permanente ORSTOM-CAMEROUN.

Les travaux de prospection ont été effectués par P. BRABANT (novembre et décembre 1974, janvier et février 1975) et B. FARDIN (novembre et décembre 1974, janvier 1975) avec la collaboration de M. GAVAUD en janvier 1975.

500 profils de sols ont été examinés dont 87 observés en détail, prélevés et analysés au Laboratoire Commun de Yaoundé sous la direction de J. LENELLE.

P. BRABANT a rédigé la notice et dressé la carte dont le tracé a été effectué au Centre Géographique National de l'ONAREST par J. ZOA sous la direction de J. BIDIMA. La préparation des maquettes et l'impression des cartes ont été confiées au Service Cartographique de l'ORSTOM à BONDY.

FICHE TECHNIQUE CARTE PEDOLOGIQUE DU CAMEROUN

Feuille de Béré
Echelle 1/100.000

- Localisation** : Province du Nord - Département de la Bénoué - région de Djaloumi, Béré, Baikoua. Coordonnées de Béré : 14°13'30" Est, 9°0'30" Nord.
- Populations** : Moudangs, Foulbés, Lamés.
Densité : inférieure à 1h/km².
- Activités** : culture, élevage itinérant.
principales cultures : sorgho, coton, arachide, muskuari, riz, mil.
cultures de complément : maïs, manioc, haricot, pois de terre, patate, bananier, papayer, melon d'eau, oignons, tabac.
- Paramètres climatiques** : climat tropical à deux saisons contrastées comportant 6 mois écologiquement secs.
Pluviométrie : 850 mm à 1.000 mm ; température moyenne annuelle : 28°C.
E.T.P. : 1.990 mm ; déficit global annuel : 1.017 mm ;
insolation annuelle : 2.960 heures.
- Environnement** : pénéplaine entre 250 m et 400 m d'altitude ; très peu de reliefs montagneux (1 % de la superficie) ; paysage fortement disséqué par le réseau hydrographique ; savane arborée soudanienne souvent dégradée ; régime hydrologique de type tropical ; soubassement de granite et de roches métamorphiques avec quelques schistes et arkoses.
- Particularités de l'environnement** : 1. Très forte érosion des sols
2. Déficit pluviométrique régional.

LES SOLS

Superficie totale : 227.000 hectares
Sols utilisables pour la culture : 65 %
Sols érodés ou dégradés, inaptes à la culture : 35 %
Superficie actuellement cultivée : 10 %

Sols utilisables	Pourcentage	Contraintes édaphiques
sols alluviaux	9 %	faibles
sols lessivés bruns et planosoliques	28 %	faibles à moyennes
sols ferrugineux plus ou moins indurés	6 %	moyennes à fortes
sols fersiallitiques et vertisols d'altération	9 %	moyennes à fortes
sols très lessivés	13 %	fortes

Périmètres favorables à une mise en valeur agricole

- Périmètres occupés : Padermé, Baikoua, Béré, Djaloumi.
Mise en valeur par amélioration des pratiques culturales et extension locale des périmètres cultivés.
- Périmètres incultes : bassin du mayo Nakéré au sud de Laindé Bani ; secteurs Ouro Djaolé-Djerwin ; nord-ouest et nord-est de Béré ; secteur de Koli près du mayo Loumbo ; est d'Ourobamadiko ; nord-est d'Adi.
Mise en valeur par défrichement contrôlé puis culture.

GENERALITES SUR LA FEUILLE DE BERE ET LE NORD-EST BENOUE

Environnement

L'environnement de cette région présente deux particularités. La première est le **déficit pluviométrique régional** dans le bassin du mayo Kébi. La pluviosité ne redvient normale pour la latitude que dans l'extrême partie sud-est de la carte. La seconde est l'**érosion des sols** d'une intensité exceptionnelle, provoquée par le réseau hydrographique des mayos Laoua et Sina. Cette érosion naturelle est aggravée par la destruction de la strate herbacée soumise annuellement à de violents feux de brousse, par le déboisement incontrôlé, par certaines pratiques culturales et par la faible teneur des sols en matière organique.

La densité de population est très faible et les surfaces actuellement cultivées ne dépassent pas 10 % de la superficie de la feuille.

Si on exclut les sols très érodés et dégradés, inaptes à la culture, on peut compter approximativement 125.000 hectares (1) de sols aménageables dont la qualité très diverse dépend de facteurs édaphiques plus ou moins contraignants.

Les énormes quantités de matériaux meubles arrachées aux sols par l'érosion sont entraînées hors de la région par les rivières et s'accumulent en aval dans les grandes plaines bordant la Bénoué et le Kébi ; seuls quelques cordons alluviaux étroits se sont formés le long du Sina et du Laoua. Il en résulte une grande extension des sols sur pédiments d'érosion et une faible étendue des sols alluviaux à nappes d'eau permanentes ; cela est déterminant pour le mode d'exploitation agricole qui devra se faire exclusivement en cultures pluviales dans une ambiance climatique et pédoclimatique assez rigoureuse.

Géographie des sols

La distribution des sols est relativement simple. On a reconnu deux provinces pédologiques bien distinctes :

(1) sur les 227.000 hectares couverts par la feuille de Béré, sans compter les 20.000 hectares déjà cultivés.

- la première est située au nord de l'axe Adi-Baboudji. Elle est constituée de sols sur roches basiques : sols d'altération, homogènes, argileux, de type fersiallitique et vertique ;
- la seconde, au sud de cet axe, est constituée de sols sur roches acides ; ce sont des sols très différenciés, sableux à sablo-argileux.

Dans cette province méridionale, les sols sont répartis de la manière suivante :

- des sols squelettiques tronqués par l'érosion ou des sols sableux extrêmement lessivés bordent la ligne de crête qui sépare le bassin versant du Laoua de celui du Sina en formant un vaste arc de cercle de Laindé Bani à Mayo Loppé.
- des sols lessivés planiques, peu étendus au nord, plus étendus au sud, dans un paysage fortement raviné par l'érosion s'étendent de part et d'autre de la ligne de crête. Ces sols lessivés sont associés à des lambeaux résiduels de sols ferrugineux.

Mise en valeur

Tout projet de mise en valeur devra tenir compte en priorité des deux particularités signalées précédemment : le déficit pluviométrique régional et l'intense activité de l'érosion. En relation avec ces deux phénomènes, on peut estimer que les deux contraintes édaphiques déterminantes pour la croissance des plantes cultivées dans cette région sont le bilan hydrique et la profondeur du sol. En premier lieu le bilan hydrique parce que les cultures pluviales sont étroitement dépendantes du climat atmosphérique et du pédoclimat ; ensuite la profondeur, parce que le sol qui sert de support à la plante ne peut assurer cette fonction quand, sous l'effet de l'érosion, son épaisseur est devenue insuffisante pour l'enracinement des plantes cultivées.

Les programmes d'aménagement devront prévoir des mesures relatives à la protection des sols : protection contre l'érosion en nappes, rigoles ou ravines, qui entraîne les constituants du sol mais également protection contre la dégradation des sols en surface quand ils tendent à évoluer vers des hardés (1). Certains sols sont plus sensibles que d'autres à ce phénomène, en particulier les sols argileux, mais presque tous les sols sont susceptibles de se dégrader en hardés si l'un de leurs horizons plus ou moins argileux se rapproche de la surface après érosion des horizons supérieurs sableux. Le processus est accéléré par certaines pratiques culturales ; il a pour effet de perturber gravement le régime hydrique du sol avec toutes les conséquences néfastes pour la croissance des plantes.

D'autre part, nous estimons que les travaux de recherche agronomique, en ce qui concerne les sols, devraient s'effectuer sur deux sujets qui nous paraissent importants :

- chercher à mettre au point des techniques culturales pour améliorer globalement le bilan hydrique des sols, et particulièrement le régime hydrique, au cours de la période d'humectation en mai et en juin à cause de la pluviosité souvent déficitaire et toujours imprévisible.

(1) hardé : terme fululdé dénommant les terres stériles.

— adapter des pratiques culturales aux sols lessivés à habitus brun et planosolique. Les résultats obtenus seraient extrapolables aux sols homologues qui couvrent d'immenses superficies dans tout le bassin de la Bénoué et dont 90 % sont actuellement incultes, bien qu'ils possèdent un potentiel de fertilité très convenable. Le succès est pratiquement assuré, pour le riz pluvial en particulier, si les techniques culturales sont bien adaptées au profil textural et au régime hydrique.

Pour conclure, nous insisterons encore, étant donné la gravité de l'érosion dans cette région, pour que les Responsables chargés de la planification nationale soient informés du fait qu'un sol, formé au cours de plusieurs millénaires, peut être détruit en moins d'un siècle par une utilisation incontrôlée. Cette destruction est irréversible puisque le sol est remplacé par la roche compacte ou par une cuirasse ferrugineuse stérile dont le potentiel agricole est négligeable.

Cette mise en garde est valable en général pour tout le territoire de la Province du Nord qui s'étend entre l'axe Limani-Yagoua et l'axe Kontcha-Madingrin, et plus spécialement pour le Nord-Est Bénoué.

Objectifs et résultats

L'objectif principal était de fournir aux Responsables de la Mission d'Aménagement du Nord-Est Bénoué des données pédologiques suffisantes pour choisir des péri-mètres de mise en valeur dans le triangle Djaloumi-Baikoua-Dobinga. Les Services du Ministère du Plan nous ont demandé d'établir une carte de reconnaissance des sols à l'échelle 1/200.000 (1).

L'objectif scientifique était de fournir un complément à la cartographie systématique des sols du Cameroun, entreprise depuis 1958 par la Section de Pédologie de l'ORSTOM, et de mettre ainsi un terme à la cartographie de la Province du Nord depuis la bordure de l'Adamaoua jusqu'au lac Tchad.

Les travaux de prospection ont révélé que l'échelle du 1/200.000 n'était pas adaptée à la complexité de la distribution des sols. Nous avons alors décidé de réaliser et de publier une carte pédologique à l'échelle du 1/100.000 qui constitue le document de base. D'autre part, des discussions avec les agronomes chargés de la mise en œuvre des projets d'aménagement nous ont amené à établir un second document qui est une carte de contraintes édaphiques.

La notice explicative fournit les données indispensables à la lecture des cartes et à la reconnaissance sur le terrain des unités cartographiques. **Les résultats scientifiques détaillés** seront publiés ultérieurement dans des documents en cours de rédaction sur l'ensemble des sols du bassin camerounais de la Bénoué. Des résultats, déjà acquis par des travaux de recherche fondamentale mis en œuvre par l'ORSTOM depuis 1972 dans le Nord-Est Bénoué (site d'Adoumri) concernant les sols et la dynamique de l'eau, nous ont été particulièrement utiles pour la réalisation de ce programme.

(1) Lettre N° 2187/MINPAT/PLAN/AT2 du 24 Mai 1974.

LE MILIEU NATUREL

La région cartographiée correspond à la partie camerounaise de l'ancienne feuille I.G.N. 1/200.000 de Léré et à la partie est de la nouvelle feuille GAROUA, dont le découpage récent est plus conforme aux frontières camerounaises.

Le fond topographique au 1/100.000 a été dessiné à partir de documents I.G.N. et d'images aérospatiales (ERTS I) en ce qui concerne le réseau hydrographique. Nous l'avons dénommée feuille de Béré, qui est le village principal et le centre d'appui de la Mission d'Aménagement du Nord-Est Bénoué.

Cette feuille, limitée au sud par le 9ème parallèle, à l'ouest par le 14ème méridien et à l'est par la frontière avec le Tchad, couvre une superficie de 227.000 hectares.

Cette région, bien que située entre le 9° et le 9°30' de latitude nord, c'est-à-dire à la latitude de Garoua, possède plus d'affinités avec le domaine sahélo-soudanien qui s'étend dans les régions septentrionales qu'avec le domaine soudanien proprement dit. Ce caractère se manifeste dans le climat, le pédoclimat, le régime hydrologique, la végétation et la faune.

Le climat (1)

Il est de type tropical à deux saisons contrastées. Généralement, la pluviosité dans cette partie du Cameroun croît du nord vers le sud suivant des isohyètes sensiblement parallèles à la latitude. Mais, entre la plaine du Diamaré et la plaine de Rey-Bouba, elle cesse de croître et diminue même le long du mayo Kébi et de ses abords. Les relevés pluviométriques effectués depuis 4 années dans le périmètre sont insuffisants pour une analyse fiable. Aussi, on se reportera aux stations de mesure les plus proches : Garoua, Léré, Pala. En examinant le tracé des isohyètes (B. SUCHEL. 1971) on distingue trois zones : la première au nord d'un axe Adi-Moudangré où la pluviosité ne dépasse pas 900 mm sauf à proximité de reliefs comme le hoséré Katiau ; la deuxième au nord d'un axe Dobinga-Baikoua où la pluviosité varie de 900 à 1.000 mm

(1) se reporter à la carte

et la troisième au sud de cet axe où elle se situe entre 1.000 et 1.100 mm.

La saison sèche d'une durée de six mois débute vers le 15 octobre et se termine le 15 avril. Les températures sont très élevées avec une moyenne annuelle de 28°C. Les températures maxima se produisent en fin de saison sèche, en mars et avril, et les températures minima en août puis en décembre.

Le refroidissement de saison des pluies influe sur les maxima et celui de saison sèche sur les minima. L'insolation qui est très importante atteint 2.960 heures par an. L'humidité relative moyenne oscille entre 80 % en saison pluvieuse et 40 % en saison sèche.

L'évapotranspiration calculée excède la pluviosité ; elle équivaut à des besoins annuels moyens pour des cultures irriguées qui vont de 1.000 à 1.200 mm d'eau suivant le type de sol et la profondeur de l'enracinement.

Le pédoclimat

Il constitue un facteur édaphique très important pour la croissance des plantes en intégrant les paramètres climatiques et certaines propriétés des sols.

Les effets de la faible épaisseur des sols, de leur texture sableuse favorisant un drainage rapide, de la faible capacité de rétention d'eau, de la dégradation d'horizons superficiels défavorable à l'infiltration, font que le pédoclimat est fréquemment plus aride que le climat atmosphérique. Il n'est localement plus humide que dans les dépressions recevant un apport d'eau par débordement de rivières et dans les bas-fonds argileux très mal drainés.

La végétation (1)

Elle traduit assez bien l'anomalie climatique et l'aridité du pédoclimat. Dans le bassin versant du mayo Laoua et sur le piedmont sud du hoséré Goumbairé, on a observé des plantes épineuses et d'autres espèces typiques de milieu sahélien : *Balanites aegyptiaca*, *Zyziphus mauritiana*, *Lannea humilis*, *Commiphora africana*, *Albizia chevalieri*, *Acacia melitifera*, *Acacia hebecladoides*. Toute la partie centrale, autour de l'axe Adi-Momboré, est colonisée par une savane arborée à *Boswellia* et *Sterculia*, typiques de terrains arides et rocheux. Seule la partie méridionale présente un cortège d'arbres à caractère nettement soudanien tels que *Terminalia*, *Combretum*, *Anona*, *Gardenia*, *Prosopis*.

Dans la région de Dokerol à l'extrême sud-est, G. Fotius (2) a décrit une savane à *Burkea* dégradée, relique de formations plus méridionales soudano-guinéennes.

(1) se reporter à la carte

(2) G. Fotius, botaniste de l'ORSTOM, chargé d'établir la carte de végétation de la province du Nord.

Une galerie forestière assez dense à *Khaya* et *Diospyros* occupe les bourrelets alluviaux des mayos Sina et Bani. Enfin, des faciès anthropiques très dégradés s'étendent autour de Padermé, Mayo Loppé, Momboré, Baikoua et Béré.

Le régime hydrologique

Défini par les conditions climatiques, le sol, la couverture végétale et la pente, il est de type tropical sec.

En saison sèche, le débit des rivières est nul ou apparemment nul ; en fait, des rivières comme le Sina ont un écoulement lent d'inféno-flux dans l'épais matériau sableux qui remplit le lit mineur. Les crues débutent en juillet ; elles ont un caractère torrentiel dans le bassin du mayo Laoua, plus modéré dans le bassin du Sina où l'écoulement est permanent pendant la période des hautes eaux. Le tarissement s'effectue rapidement en octobre dès la fin de la saison des pluies.

Le régime hydrique des sols

Les premières pluies, sous forme de tornades violentes, qui tombent en avril et au début mai sont rapidement évaporées et ont peu d'effet sur la croissance de la végétation ; mais elles ont une action érosive dévastatrice sur des sols non protégés par la strate herbacée, intégralement calcinée par les feux tardifs. La repousse des graminées commence durant la deuxième quinzaine de mai en même temps que le stock d'eau se reconstitue peu à peu dans le sol qui atteint la saturation vers la mi-août. Un grand nombre de sols ont une morphologie qui favorise alors la formation de nappes perchées dans les parties sommitales des versants. Ces nappes alimentent le débit des rivières entre les crues et tarissent rapidement dès la fin des pluies vers le 15 octobre.

La faune (1)

Ce domaine de 227.000 hectares offrait en 1974 une gamme extrêmement variée d'espèces, parmi lesquelles on a remarqué deux espèces de milieu sahélien qui confirment encore l'aridité de la région : ce sont l'autruche et la gazelle rufifrons. Des autruches sont cantonnées dans la savane à épineux au sud-est de Laindé Bani. La gazelle qui affectionne surtout la région du mayo Laoua, vit sur toute l'étendue du périmètre et atteint les rives du mayo Godi qui forme la limite méridionale de son aire d'extension par 8°40' nord. Les galeries forestières du mayo Sina constituent la limite d'extension de l'élan de Derby vers le nord. Des buffles vivaient encore en 1974 dans la galerie forestière du Laoua par 9°25' nord, ce qui correspond également à la limite nord d'extension du bubale en saison des pluies. Parmi les autres espèces, nous citerons le lion, le damalisque, la girafe, l'éléphant, l'hippopotame, le rhinocéros (2) et divers cobs ainsi qu'une multitude de phacochères.

(1) ces données sont fournies à titre de document pour situer l'état de la faune en 1974 alors qu'elle est en voie d'extermination totale.

(2) 4 ou 5 individus sont cantonnés dans les galeries du mayo Sangararé au sud de Kara.

Le matériau originel des sols (1)

Un grand batholite de granite occupe les deux tiers de la carte : granite à biotite et amphibole au sud d'une ligne Momboré-Laindé Bani, granite à biotite au nord avec des faciès grossiers à muscovite et biotite vers l'est d'Adi et au sud de mayo Loppé.

Le batholite est bordé au nord, vers le mayo Laoua, par des formations métamorphiques de gneiss et de micaschistes contenant des proportions variables d'amphiboles et de chlorites. Deux bassins sédimentaires : l'un autour de Padermé, formé de schistes à lentilles calcaires et d'arkoses, l'autre vers Momboré, formé d'arkoses et de conglomérats, traversés par quelques filons de basalte. A l'extrême nord, des formations vulcano-sédimentaires, dites de Mangbei, constituées de grès, conglomérats, rhyolites et coulées basaltiques, recouvertes par des alluvions argileuses quaternaires dans la dépression de Djaloumi.

Le modelé

C'est une vaste pénéplaine qui s'étend de part et d'autre de la ligne de crête Adi-Mayo Loppé, à une altitude variant de 240 m à 400 m et d'où émergent deux massifs montagneux : le Goumbairé (593 m) au centre et le Katiau (624 m) au nord. Le réseau hydrographique est particulièrement dense et entaillé. Le mayo Laoua et son affluent Loumbo drainent la partie nord, le Sina avec ses affluents Bani et Sanganaré la partie sud.

L'érosion

Cette région est l'une des plus érodées de tout le département de la Bénoué à cause d'une érosion en nappes et d'une érosion linéaire en ravines qui atteint une forte intensité jusqu'à l'extrême amont du réseau hydrographique des mayos Sina et Laoua.

Quand le réseau hydrographique est moyennement dense parmi des sols très perméables, l'érosion en nappes entraîne les matériaux fins des sols, laissant sur place une concentration de sable, graviers, cailloux. Plus fréquemment, l'érosion linéaire, s'exerçant à partir des axes de drainage, arrache les sols moins perméables dans leur totalité jusqu'à la roche. Cela produit d'importantes accumulations de sable dans le cours des rivières, remplies jusqu'au ras des berges ; le mayo Laoua, incapable d'évacuer l'énorme charge solide que lui fournit l'érosion de son bassin est ainsi colmaté dans son cours aval à l'ouest de Bibémi où le lit mineur se perd dans les alluvions. Les matériaux plus fins que le sable sont en grande partie entraînés hors des bassins ; une faible quantité est déposée en bordure des rivières principales par les eaux de débordement durant les crues. Des observations effectuées dans ces alluvions révèlent que ces dépôts sont actuels ou très récents.

(1) se reporter à la carte

L'action humaine

La densité moyenne de population est inférieure à un habitant au Km². Cette population est groupée dans 6 secteurs principaux, le reste étant quasiment inhabité : secteurs de Padermé et Djaloumi, Mayo Loppé, Momboré, Baikoua, Béré, Adi.

Au cours des prospections, nous avons découvert en abondance des sites ou des traces d'occupation humaine ancienne, en particulier dans la zone qui s'étend entre Baikoua et Laindé Bani. Les observations de G. Fotius corroborent ce fait puisqu'il ne retrouve que de très rares reliques des formations végétales originelles qui ont été dégradées et remplacées par des savanes arbustives d'origine anthropique.

On est tenté d'établir une relation de cause à effet entre cette occupation humaine et le déclenchement du processus d'érosion dans un milieu probablement en équilibre instable et qui subit brutalement un défrichement incontrôlé. Cette relation est d'autant plus plausible qu'au cours de nombreuses années de prospection dans la Province du Nord, on a observé que les régions les plus dégradées portaient toujours des traces d'une importante occupation humaine (1). On est cependant étonné par la rapidité et l'intensité du phénomène qui ne s'est pas atténué de nos jours et qui paraît souvent aggravé du fait des défrichements, du pâturage et des feux de brousse absolument incontrôlés. La conséquence en est la **destruction irréversible** des sols et donc du potentiel agricole.

Ces affirmations sont basées sur l'observation détaillée de photographies aériennes prises en 1954 puis en 1972. En l'espace de 18 ans, on a pu ainsi constater la progression des ravines d'érosion (2) et l'apparition dans les périmètres cultivés de taches de sols dégradés prenant l'aspect de hardés.

L'examen des images aérospatiales prises par le satellite ERTS I ne font que confirmer ces observations.

(1) région du Faro, région de Kontcha, région de Bidzar, sud du Peské Bori etc...

(2) progression de 34 mètres en 18 ans observée et mesurée dans un site.

II

LES SOLS

Principes utilisés pour la cartographie

La prospection sur le terrain a été réalisée en utilisant les documents habituels : carte topographique, carte géologique, photographies aériennes et aérospatiales.

Nous avons ainsi reconnu un certain nombre d'ensembles pédologiques homogènes de taille et de structure diverses. Ces ensembles ont été délimités pour constituer des unités cartographiques (30 unités) qui sont dénommées dans la légende de la carte par la terminologie de la Classification Française (C.P.C.S. 1967). Ce choix a été fait essentiellement par souci de référence à une terminologie courante. Mais il convient de préciser que les **unités cartographiques** ainsi dénommées ne sont pas les homologues des **unités taxonomiques** correspondantes de la classification du C.P.C.S. Voici un exemple : le sol ferrugineux tropical selon le C.P.C.S. désigne une unité taxonomique (c'est-à-dire une unité de classification) qui correspond à un sol représenté par un profil vertical depuis la surface jusqu'à la roche ; dans notre légende, le sol ferrugineux tropical désigne une unité cartographique qui correspond soit à un système pédologique complet organisé en catena (unité 16) soit à un compartiment de ce système (unité 17).

Enfin, nous avons dû utiliser parfois une nouvelle terminologie quand les sols observés sur le terrain ne présentaient aucune correspondance avec les normes du C.P.C.S. C'est le cas des sols lessivés tropicaux.

Les unités cartographiques

Nous avons défini 30 unités cartographiques qui se regroupent en 4 catégories.

1. Les sols d'érosion : unités 1 et 2

Les processus d'érosion sont tels que les sols sont maintenus dans un état permanent de faible degré d'évolution. Les produits de l'altération sont éliminés hors du paysage. Ce sont des sols récents peu différenciés.

2. Les sols des dépôts alluviaux et colluviaux : unités 3 à 5

Ce sont aussi des sols récents. Ils sont caractérisés par une évolution plus ou moins accentuée de leurs organisations à partir des matériaux originels. Les transformations minéralogiques et géochimiques ont une faible intensité.

3. Les sols d'altération : unités 6 à 14

Ce sont des sols anciens, évolués et différenciés. Ils sont caractérisés par une transformation en place des produits d'altération. Ils correspondent au concept de sols zonaux.

4. Les sols à dynamique latérale : unités 15 à 30

Ce sont des sols anciens, évolués et très différenciés. Aux processus d'altération viennent s'ajouter des translocations importantes, verticales et latérales, de substances diverses. La structure des systèmes pédologiques favorise considérablement les translocations latérales.

Ces 4 catégories correspondent sur le terrain à des paysages pédologiques caractéristiques et à des terroirs homogènes en ce qui concerne la mise en valeur agricole.

Description des unités cartographiques

Nous donnerons pour chaque unité cartographique les données essentielles qui peuvent être utiles à leur reconnaissance sur le terrain et à leur utilisation. Ces données sont les suivantes :

- définition et classification du sol ou des sols avec leur correspondance dans la classification de la F.A.O. ;
- proportions des divers sols dans le cas des unités complexes ;
- localisation sur le terrain ;
- superficie approximative (+ ou - 10 %) ;
- environnement ;
- morphologie sommaire des sols ;
- propriétés physiques et hydriques ;
- propriétés chimiques ;
- utilisation actuelle avec une carte d'occupation des sols en annexe ;
- indication globale et sommaire sur les possibilités et sur les précautions à prendre pour leur mise en valeur agricole. L'agronome pourra ensuite consulter la carte des contraintes édaphiques portant des indications plus détaillées.

La géographie des sols

Nous donnerons au lecteur une indication générale sur la répartition des sols sur la carte. Celle-ci est déterminée essentiellement par deux paramètres qui sont la composition des roches et les modalités de l'érosion.

Les sols d'altération sont localisés sur les roches basiques ou argilo-calcaires et les sols à dynamique latérale sur les roches acides.

Sur les pentes escarpées, l'érosion très active maintient les sols dans un stade juvénile peu évolué. Ce sont les **sols peu évolués d'érosion** (1). D'autre part, l'érosion s'exerce aussi sur les sols anciens des pédiments où la pente est très variable. Triant des produits fins qu'elle entraîne ou emportant indifféremment tous les constituants d'un ou de plusieurs horizons, l'érosion crée une gamme très variée de **sols tronqués d'érosion** à partir de ces sols anciens très évolués. Habituellement, ces sols tronqués ont conservé quelques caractères suffisants pour identifier les sols originels dont ils sont issus

L'extension des sols tronqués par l'érosion est variable d'un bassin versant à l'autre tandis que dans un même bassin versant les sols sont plus érodés dans les zones aval que dans les zones amont.

Les zones déprimées où s'accumulent les produits d'érosion sont naturellement des lieux privilégiés pour la formation des sols d'apport alluviaux et colluviaux.

Indications pour la lecture de la légende

Voir annexe page 101.

DESCRIPTION DES UNITES CARTOGRAPHIQUES

1. SOLS D'EROSION

Ce sont des sols jeunes que l'érosion empêche de se développer et de se différencier.

Unité 1

Définition : Juxtaposition de lithosols et de sols lithiques parmi des affleurements rocheux de nature diverse.

Proportions : affleurement rocheux : 70 % ; lithosols : 25 % ; sols lithiques : 5 %.

(1) au sens strict.

Correspondance F.A.O. : lithosols.

Localisation : reliefs montagneux du Gombairé et du Katiau ; collines rocheuses de la région de Boili ; filons de quartzites dans la région du sud-ouest.

Superficie : 2.500 hectares.

Les sols et l'environnement

Les lithosols sont formés par la roche désagrégée, mêlée à des traces de matière organique. Ils sont localisés dans les anfractuosités et sur des replats parmi d'abondants blocs rocheux ou des dalles de roche compacte. Quelques sites mieux protégés de l'érosion, larges replats ou petites dépressions, portent un sol lithique de 10 à 12 cm, d'épaisseur, colonisé par des graminées xérophiles. Des espèces arborées du genre *Boswellia* arrivent à survivre dans ce milieu aride et excessivement érodé grâce à leurs racines qui s'insinuent dans les moindres anfractuosités de la roche.

Le potentiel agricole de ces sols est nul. Ils sont incultes et stériles et ils constituent des repaires pour les cynocéphales qui viennent ravager les cultures dans les sols environnants.

Unité 2

Définition : Juxtaposition de sols peu évolués d'érosion (1) lithiques ou régoliques et de lithosols, sur granite et gneiss ou sur micaschistes à sérécite.

Proportions : sols peu évolués : 50 % ; lithosols : 25 % ; blocs rocheux : 25 %.

Correspondance F.A.O. : arénosols et lithosols.

Nous décrivons d'abord les sols peu évolués sur granite et gneiss, puis les sols sur micaschistes à sérécite.

● Sols peu évolués lithiques sur granite et gneiss

Localisation : collines au nord du hoséré Gombairé et au nord de Kara ; nombreux affleurements comme sols associés dans plusieurs autres unités cartographiques, réparties sur toute la carte.

(1) Les sols peu évolués d'érosion ont une double origine. Parfois ce sont des sols jeunes formés sur des pentes très fortes ou sur des roches peu altérables où le bilan pédogénèse-morphogénèse est toujours au profit de cette dernière. Parfois ce sont des sols anciens, évolués et différenciés, mais tellement tronqués par une érosion récente qu'il n'est plus possible de reconnaître les sols originels dont ils sont issus ; ils présentent alors une convergence de forme avec les sols peu évolués sensu-stricto et ils sont cartographiés comme tels. Si par contre, on reconnaît couramment des témoins des sols originels parmi les sols tronqués par l'érosion, on rattachera ceux-ci aux unités cartographiques de sols évolués en tant que **phase érodée**.

Superficie : 16.000 hectares.

Environnement : Le paysage est particulièrement accidenté et encombré de blocs ou d'amoncellements rocheux sous une savane arborée à *Boswellia* et *Sterculia*. La strate herbacée pousse en touffes irrégulièrement espacées et très souvent déchaussées par l'érosion en nappe. En bordure des axes de drainage, on observe aussi des griffes d'érosion et des ravines, témoins d'un ruissellement intense favorisé par de fortes pentes.

Les Sols

Les sols des collines accidentées sont très homogènes et associés à de nombreux blocs rocheux. Les sols répartis dans les autres unités cartographiques sont situés principalement aux abords des axes de drainage ; ils ne sont que les formes extrêmes de troncature par l'érosion de sols évolués observés plus en amont sur le versant ; les blocs rocheux y sont moins nombreux. On ne reconnaît que de rares volumes conservés du sol originel : fragments d'horizon B argileux dans une poche d'altération, nodules calcaires parsemant la surface du sol.

Morphologie : tous ces sols lithiques sont sableux et peu profonds.

LEB. 21.	:	janvier ; nord du Goumbairé ; savane arborée à <i>Boswellia</i> ; sur granite ; nombreux affleurements rocheux.
0-16 cm	:	sec ; brun gris foncé ; 10YR5/3 ; sableux ; bien structuré ; polyédrique
A1	:	moyen ; poreux ; friable ; enracinement dense ;
16-40 cm	:	sec ; fragments de granite désagrégé avec quelques revêtements argileux et organiques ; poreux ; friable ; enracinement peu dense ; limite irrégulière
C	:	et brutale avec le granite compact.

Données physiques et hydriques : Terres légères, de très faible épaisseur sur la roche non pénétrable aux racines ; bon drainage externe et interne ; bonne porosité et forte perméabilité ; structure bonne à moyenne.

Bilan hydrique déficitaire ; très fort ruissellement ; faible capacité de rétention d'eau et réserves hydriques disponibles très faibles à cause de la texture et de la faible épaisseur de sol prospecté par les racines ; absence de nappe perchée même en période très pluvieuse ; dessèchement de la strate herbacée (1) et du sol dans le courant du mois de novembre.

Données chimiques (2) : Teneur moyenne en matière organique peu évoluée (1,4 %) ; teneur en azote 0,43‰, en phosphore 0,25‰ ; pH neutre ; peu désaturé à saturé ; bien pourvu en Ca et Mg échangeables ; risques de carence en potassium : 0,08 à 0,12 mé/100 g de potassium échangeable.

(1) L'observation de la dessiccation des graminées après la fin des pluies est un bon indice pour apprécier sur le terrain un aspect du régime hydrique des sols. Les réserves hydriques disponibles sont d'autant plus faibles que la strate herbacée se dessèche rapidement à partir du 15 octobre et qu'elle est soumise à des feux de brousse précoces.

(2) Voir en annexe les méthodes d'analyse.

● **Sols peu évolués régoïques sur micaschistes à sérécité**

Localisation : au nord du bassin de Padermé, bordant la frontière avec le Tchad.

Superficie : 2.300 hectares.

Environnement : paysage de croupes, disséqué par un réseau hydrographique dense de petites rivières à débit torrentiel encaissées dans les vallons entaillant la roche. Les versants sont courts, de forme convexe, à forte pente, parsemés de cailloux comme un reg. La végétation est une savane très ouverte, d'aspect dégradé, à *Boswellia* dominant et *Combretum*, dont les racines s'insinuent dans les micaschistes feuilletés à pendage presque vertical ; la strate graminéenne en touffes déchaussées présente une densité et un développement irréguliers. Des vestiges de galeries forestières à *Ficus* et *Khaya* subsistent dans quelques vallons colmatés par des apports récents de colluvions et d'alluvions sablo-limoneuses (unité cartographique 3).

Morphologie : ce sont des sols sablo-limoneux de faible épaisseur, sur une roche pénétrable aux racines.

LEB. 52.	:	novembre ; 2 km nord-est de Padermé ; flanc de colline ; savane à <i>Boswellia</i> ; forte érosion en nappe ; nombreux cailloux de quartz en surface ; rares termitières de petite taille.
0-15 cm A1	:	sec ; brun grisâtre ; 10YR5/2 ; sablo-limoneux ; grumeleux à polyédrique ; poreux ; assez friable ; enracinement dense.
15-40 cm C	:	frais ; roche friable feuilletée ; enracinement assez dense.

Variante : on a observé sur des sommets de versants et sur des filons de micaschistes à amphiboles un sol plus profond, à horizon BC plus argileux, de teinte brun rougeâtre, homologue de l'horizon d'altération des sols fersiallitiques.

Données physiques et hydriques : Elles sont comparables à celles des sols lithiques. Mais le stock d'eau disponible est plus important à cause de la teneur en limon et de la capacité de rétention de la roche altérée ; d'où un pédoclimat moins aride et un dessèchement de la strate herbacée qui ne s'effectue que vers la mi-décembre.

Données chimiques : Teneur très forte en matière organique peu évoluée (2,5 %) ; teneur en azote 0,70 ‰, en phosphore 0,12 ‰ ; pH neutre ; saturé ; bien pourvu en éléments échangeables sauf potassium (0,04 à 0,12 mé/100 g ; cortège argileux varié et forte capacité d'échange.

Utilisation des sols peu évolués d'érosion

Malgré des propriétés physiques et chimiques convenables, leur utilisation est limitée par des contraintes très importantes : très faible épaisseur, bilan hydrique déficitaire et situation dans des sites excessivement sensibles à l'érosion.

Il est souhaitable de les laisser dans leur état naturel et mieux encore de les protéger des feux de brousse auxquels ils sont soumis intensément. Des mesures de pro-

tection sont particulièrement nécessaires pour les sols peu évolués bordant les axes de drainage, car ils sont soumis à l'action violente de l'érosion régressive qui tend à remonter par des ravines sur les versants et à y détruire des sols relativement bien conservés.

2. SOLS DES DEPOTS ALLUVIAUX ET COLLUVIAUX

Ce sont des sols jeunes, plus ou moins hydromorphes, sur des sédiments récents ou actuels déposés dans les parties basses du paysage : plaine alluviale, bourrelet alluvial de rivière, bas-fond entre des versants.

Unité 3

Définition : mosaïque ou toposéquences associant des sols peu évolués bien drainés en surface à des sols peu évolués plus hydromorphes et à de rares sols à gley en bordure des mares.

Proportions :

sols peu évolués bien drainés	:	70 %
sols peu évolués hydromorphes	:	25 %
sols hydromorphes à gley	:	5 %

Correspondance F.A.O. : Eutric fluvisols.

Localisation : Les sols sont répartis en deux catégories qui occupent des sites différents. La première constitue les bourrelets alluviaux des mayos Sina, Bani, Laoua et du cours inférieur de leurs principaux affluents ; la seconde correspond aux sols des bas-fonds entre Adi et Mayo Loppé et sur la bordure est et nord du hoséré Katiau.

Superficie : 9.000 hectares de sols de bourrelets ; 11.200 hectares de sols de bas-fonds, répartis en 160 unités d'environ 70 hectares chacune (en moyenne).

● Les sols de bourrelet alluvial

Environnement : La largeur totale du bourrelet de part et d'autre du mayo varie de 300 à 500 mètres et elle peut atteindre ou dépasser 1 km aux abords des confluent.

Les sédiments du Sina et du Bani sont surtout sableux, parfois limono-sableux en arrière de la levée de berge et limono-argileux dans les rares cuvettes de décantation. La stratification des dépôts, de forme lenticulaire, est toujours très complexe avec d'extrêmes variations texturales sur de faibles surfaces. La végétation est une galerie forestière, à sous-bois touffu, généralement bien conservée car elle est protégée des feux de brousse, délaissée par les éleveurs à cause des gîtes à glossines vers le confluent Bani-Sina et peu défrichée sauf aux abords des radiers franchissant les mayos.

Le bourrelet est irrégulièrement inondé en août et septembre en fonction de

l'importance des crues. Les eaux de débordement alimentent alors la nappe phréatique permanente qui se trouve à la base des sédiments et qui subit des variations de forte amplitude.

D'autres nappes perchées d'origine pluviale, de faible extension, apparaissent en août dans les parties basses où les sols sont limoneux et argileux puis disparaissent en octobre. En saison sèche, la futaie et le sous-bois utilisant l'eau de la nappe phréatique permanente maintiennent l'ombrage et un pédoclimat frais et humide.

Les sédiments du Laoua sont très limoneux et portent une galerie à *Anogeissus* défrichée ; fréquemment cultivés, les sols tendent à se dégrader sous forme de hardés. Le manque d'infiltration dans les sols limoneux battants, la faible porosité du matériau alluvial, l'action combinée de l'évaporation sur un sol défriché à forte remontée capillaire font que la nappe phréatique s'épuise en fin de saison sèche. Cela produit un pédoclimat plus sec que dans les alluvions du Sina et du Bani.

Les sols sont caractérisés par leur hétérogénéité texturale, leur grande profondeur et leur bilan hydrique excédentaire (sauf en bordure du Laoua).

Morphologie :

- LEB. 89. : Sol peu évolué bien drainé en surface.
décembre ; près de Djoundi ; sur alluvions du Sina ; sous galerie forestière dense.
- 0-10 cm : sec ; gris sombre homogène 10YR4/1 ; sableux ; polyédrique fin à moyen ;
A1 poreux, peu compact ; enracinement très dense ;
- 10-35 cm : frais ; sable fin particulaire ; très faible enracinement ;
C
- 35-100 cm : frais ; gris sombre à taches rouille ; sablo-limoneux ; massive à débit polyédrique ; peu poreux ; compacité moyenne ; enracinement dense ;
II (B) g
- 100-180 cm : humide ; sable grossier particulaire contenant des concrétions de fer et de manganèse.
III C nappe phréatique à 180 cm.
- LEB. 121. : sol peu évolué hydromorphe.
janvier ; près de Béré sur alluvions du Bani ; sous galerie forestière dégradée.
- 0-13 cm : sec ; gris ; 10YR5/1 ; taches brun jaune diffuses ; sablo-limoneux ; massive ;
A1 (g) peu poreux ; enracinement fin et dense ;
- 13-76 cm : sec ; brun ; 10YR5/3 ; taches grises et rouille ; sablo-argileux ; massive ;
(B) g poreux ; forte cohésion ; enracinement moyen ;
- 76-140 cm : humide ; sable fin particulaire brun ocre ;
II C
- 140-160 cm : humide ; sable grossier boulant.
III C

Variantes : manifestations plus ou moins marquées de l'hydromorphie dans les horizons de surface en relation avec la texture : pseudo-gley et parfois volumes de gley accompagnant les textures lourdes, pseudo-gley peu marqué ou aucune trace d'hydromorphie dans les textures très légères. Structure massive, prismatique, polyédrique ou particulière variant avec la texture ; épaisseur et texture très variables des horizons. Niveau hydrostatique entre 80 cm et 120 cm en décembre.

Données physiques et hydriques : drainage déficient en surface et variable dans le sol suivant la perméabilité et la porosité des horizons : horizons argileux et limoneux à faible porosité et peu perméables, horizons poreux et perméables quand domine la fraction sableuse.

Épaisseur utile importante mais les niveaux de sable grossier particulière sont défavorables à l'implantation racinaire et provoquent des ruptures capillaires en saison sèche.

Terres le plus souvent légères en surface, poreuses et bien structurées à l'état naturel, elles deviennent facilement battantes après la mise en culture à cause de la teneur élevée en limons.

Bilan hydrique excédentaire, caractérisé par la présence d'eau en toute saison : accumulation d'eau pluviale dans les nappes perchées, submersion temporaire par débordement, remontée de la nappe phréatique en saison des pluies, dessiccation lente et progressive sous couvert naturel, maintien d'un stock d'eau important et présence permanente de la nappe phréatique en saison sèche ; le plancher de cette nappe est constitué par le soubassement granitique ou gneissique recouvert par les alluvions.

Données chimiques : Teneur très forte en matière organique peu évoluée : 3 % à 4 % en moyenne pouvant atteindre 8 % ; elle est de 1,8 % à 2 % dans les sols cultivés ; teneur en azote de 1,20 ‰ et de 0,60 ‰ dans les sols cultivés ; teneur en phosphore sous végétation naturelle : 0,40 ‰ et 0,20 ‰ sous culture ; pH neutre ; saturé ; très bien pourvu en bases échangeables : 17 à 30 mé/100 g dont 80 % de calcium ; teneur relativement élevée en sodium échangeable dans les alluvions limono-argileuses du Laoua et du Bani dans le secteur de Béré : de 4 % à 13 % de la capacité d'échange.

● Les sols de bas-fonds

Environnement : ces bas-fonds sont en saison sèche de véritables oasis dans le paysage rocaillieux et aride qui les entoure ; le port des arbres, *Kaya*, *Ficus*, *Terminalia macroptera*, et la présence de *Mitragyna inermis* sont les indices de l'existence d'une nappe phréatique permanente.

Les villages de la région (Adi, Boili, Mayo Loppé, Laindé Bani, Mayo Loudou, Lissé, Koli) (1) sont tous installés à proximité de ces bas-fonds. Les habitants s'y ravitaillent en eau, font paître et boire les troupeaux en saison sèche, y cultivent du riz en saison des pluies ; les bas-fonds incultes servent de refuge à toutes les espèces de la faune sauvage durant les heures chaudes de la journée.

Ce sont des vallons suspendus, au talweg non incisé, situés sur le cours supérieur de rivières torrentielles profondément creusées en aval par l'érosion linéaire. Cette érosion remontante vient butter sur une barrière rocheuse, sur un filon de quartzite ou simplement sur un bouchon de troncs d'arbres morts colmatés par des sédiments, qui sont autant de verrous naturels à l'aval de ces vallons et qui les protègent de l'érosion linéaire remontante ; si celle-ci parvient à détruire le verrou, la nappe phréatique s'écou-

(1) Koli : dénomination en ffuldê du *Mitragyna inermis*.

le rapidement, les colluvions sont entraînées et le paysage aride environnant gagne tout le vallon, alors profondément incisé dans son talweg (1).

Les sédiments, épais de 2 à 8 mètres, d'origine colluviale proviennent de l'érosion en nappe des versants et sont constitués d'argiles, de limons et surtout de sables interstratifiés en mélange divers. Les matériaux les plus fins sont localisés généralement à proximité du talweg ; la série de dépôts la plus récente, donc superficielle, est formée de sables fins et grossiers.

La végétation est une savane herbeuse avec des bouquets de grands arbres et d'arbustes, parfois assez denses pour constituer une galerie forestière.

De forme concave, à fond presque plat et à faible pente longitudinale, ces bas-fonds sont des lieux de réception pour les eaux ruisselant abondamment sur les versants et pour les eaux d'écoulement des nappes perchées situées dans les sols environnants (unité 26 à 29).

Ces eaux alimentent la nappe phréatique permanente dont le plancher est formé par le socle granitique ou gneissique recouvert par les colluvions. Le niveau hydrostatique qui s'est fortement abaissé durant la saison sèche remonte en juillet vers la surface et même au-dessus, submergeant alors temporairement les sols en août et septembre. A la fin de l'hivernage, le niveau de la nappe se situe à quelques cm sous la surface du sol, puis il s'abaisse progressivement de 1 à 2 cm par jour en alimentant l'évapotranspiration et l'écoulement au verrou aval du bas-fond.

Ces sols se distinguent des sols de bourrelets par des variations texturales moins importantes, par leur profondeur qui croît de la bordure du versant vers le talweg et par leur pédoclimat plus humide.

Les sols peu évolués sont associés à des taches de quelques hectares de sols hydromorphes à aspect de gley dans les sites les plus bas du paysage, colmatés par des dépôts argileux.

Morphologie :

LEB. 10.	: sol peu évolué faiblement hydromorphe. novembre ; bas-fond au pied du hoséré Katiau à l'est de Djaloumi ; sous galerie forestière à <i>Ficus</i> ;
0-2 cm	: dépôt récent de sable fin particulière ;
2-30 cm A11	: sec ; brun gris ; 10YR4/2 ; sablo-limoneux ; grumeleuse à polyédrique ; poreux ; meuble ; enracinement dense ; forte activité de la faune ;
30-70 cm (B) g	: frais ; brun à petites taches rouille ; sablo-limoneux ; massive à débit polyédrique ; peu compact ; finement poreux ; enracinement bien développé ; ligne de graviers émoussés à 50 cm ;
70-120 cm 11C	: humide ; sable graveleux ; brun ; meuble ;
120 cm	: nappe phréatique.
LEF. 16.	: sol peu évolué à caractère hydromorphe accentué. novembre ; bas-fond près de Boili ; strate herbacée verte ; <i>Terminalia</i> , <i>Kaya</i> et <i>Ficus</i> de grande taille ; pente très faible ;

(1) On a observé sur le terrain des exemples récents de ce phénomène.

0-8 cm A11 (G)	: frais ; gris foncé ; 10YR4/1 ; argilo-sableux à argilo-limoneux ; polyédrique anguleuse ; peu poreux ; faible compacité ; enracinement dense ; chevelu racinaire ;
8-25 cm A12g	: humide ; gris à taches rouille dans canalicules de racines ; 10YR6/1 ; argilo-sableux ; massive ; poreux ; enracinement dense ; faible compacité ;
25-72 cm IIC	: humide ; sable particulière gris clair ;
à 72 cm	: nappe phréatique de couleur laiteuse.

Variante : texture sablo-graveleuse dans le secteur du hoséré Katiau, limoneuse au sud de Majoldé et à dominante sableuse ou sablo-argileuse par ailleurs.

Données physiques et hydriques : les caractères physiques sont dans l'ensemble comparables à ceux des sols de bourrelets.

Le pédoclimat est plus humide que sur les bourrelets à cause du site qui provoque un blocage de l'eau avec une submersion prolongée et une lente évacuation. Le pédoclimat est surtout conditionné par l'épaisseur des horizons sableux, qui sont les réservoirs des nappes, et par l'étanchéité des verrous de l'aval.

Au contraire, le pédoclimat est plus sec que sur les bourrelets dans les affleurements situés au sud de Majoldé dans le paysage des vertisols de l'unité 10 ; ici, la texture limoneuse ne forme pas de structures poreuses favorables au stockage de l'eau ; les talwegs incisés accélèrent le drainage ; la battance de surface dans les sols cultivés gêne l'infiltration ; aussi les nappes situées dans ces formations s'épuisent avant la fin de la saison sèche.

Données chimiques : Elles sont caractérisées par une déficience fréquente en phosphore et en potassium échangeable dont le risque de carence est aggravé par la faible quantité de réserves minérales contenues dans les sables et les limons riches en quartz.

Teneur très forte en matière organique (3-4 %) très peu évoluée, parfois exceptionnelle de 6,5 % à 9 % ; teneur en azote de 1 ‰ à 2,4 ‰ et teneur très variable en phosphore de 0,20 ‰ à 1,9 ‰, le plus souvent proche de 0,20 ‰ ; pH peu acide, parfois acide (5,2) ; peu désaturé ; forte à très forte teneur en bases échangeables à dominance du calcium ; teneur très faible dans les horizons sableux : de 1 à 2 mé/100 g de bases échangeables ; risque de carence en potassium : K échangeable souvent inférieur à 0,1 mé/100 g.

Utilisation des sols peu évolués d'apport

Cette unité cartographique N° 3 est tout à fait propice à une mise en valeur dans le cadre d'un programme de paysannat. Plusieurs, parmi les 160 unités dénombrées, sans compter les sols de bourrelets, sont susceptibles de permettre l'implantation de quelques familles en un petit village.

Les avantages sont nombreux : unités bien délimitées facile à aménager, présence d'eau en toute saison facilement accessible sans travaux hydrauliques importants, possibilités de pâturage en saison sèche pour les animaux de trait, gamme de cultures diversifiée utilisant les sols humides du bas-fond et les sols bien drainés des versants environ-

nants, cultures d'appoint possibles dans le bas-fond durant la première partie de la saison sèche.

Les inconvénients sont dus essentiellement à des déficiences dans la nutrition minérale, au faible potentiel agricole et pastoral des sols couvrant les versants du voisinage mais qu'il convient de prospecter de manière plus détaillée.

Trois précautions nécessaires devront être prises pour leur mise en valeur :

1. surveiller et au besoin consolider le verrou naturel qui protège les bas-fonds de l'érosion linéaire remontante ;

2. veiller au risque de dégradation en surface des sols de bourrelets à texture limoneuse ; la dégradation commence dans les zones excessivement défrichées et cultivées par une battance en surface réduisant l'infiltration des eaux pluviales et de débordement ; il se produit alors une concentration en carbonate de sodium et une montée du pH jusqu'à 9,0 et au-delà ; puis une dégradation accentuée du régime hydrique en surface et l'apparition de plages dénudées sans strate herbacée avec des plantes épineuses, formant un paysage de hardé.

3. Prendre des mesures indispensables contre l'érosion en nappe dans les sols très sableux des versants environnants défrichés pour la culture.

Utilisation actuelle : Les sols de bourrelets dans le bassin du Sina sont incultes sur plus des trois-quarts de leur superficie ; ils ne sont cultivés que dans le bassin de Momboré, dans les régions de Souki, Djoundi et Fali. Dans le bassin du Bani, les zones cultivées se situent à Baikoua et à Béré. Par contre, le bourrelet du Laoua est plus cultivé surtout dans les secteurs de Gali et Baboudji où les superficies incultes ne sont que des friches dégradées en surface.

Sur les 160 bas-fonds répertoriés, une cinquantaine sont actuellement cultivés mais la plupart porte des traces d'une occupation ancienne, les villages s'étant déplacés ensuite vers les axes routiers.

Ce sont toujours les sols de l'unité 3 qui portent la gamme de cultures la plus variée : sorgho, arachide et coton sur la bordure, riz pluvial dans le bas-fond, tubercules, manioc doux, haricot, bananier, papayer, melon d'eau.

Unité 4 et 5

Définition : c'est un paysage pédologique homogène constitué de 2 unités cartographiques (4 et 5) que l'on a différenciées arbitrairement en fonction du pourcentage respectif des deux types de sols, associés en toposéquences.

Proportions (1) : unité 4 : 60 % de vertisols et 40 % de sols à gley ;
 unité 5 : 20 % de vertisols et 80 % de sols à gley ;

(1) approximatives car difficiles à déterminer à l'échelle 1/100.000.

Correspondance F.A.O.: vertisols : pellic vertisols ; sols à gley : fluvisols.

Localisation : plaine de débordement du Mayo Kébi au nord de Djaloumi.

Superficie : 450 hectares dans l'unité 4 et 150 hectares dans l'unité 5.

Environnement : ce périmètre cartographié de 600 hectares est une petite partie d'une vaste dépression presque plane et sans arbres, dominée par la masse du hoséré Katiau ; elle s'étend depuis le lac de Léré à l'est jusqu'au confluent du Mayo Louti sur une longueur de 20 km et une largeur de 4 km. Le mayo Kébi y divague avec une pente longitudinale d'un centimètre par kilomètre parmi des terres exondées, des chenaux d'écoulements latéraux, des mares et des petits lacs, accueillant une multitude d'oiseaux aquatiques mais aussi des nuées de moustiques et des mollusques vecteurs de bilharziose.

Les graminées sont les espèces dominantes dans les secteurs périphériques, cultivés et pâturés ; elles sont progressivement remplacées, en allant vers le centre de la dépression, par des cypéracées, des *Echinocloa*, et surtout des touffes denses de *Mimosa pigra* aux épines recourbées si difficiles à pénétrer.

Les dépôts sédimentaires de nature très variée (galets, graviers, sables et argile) ont une puissance qui dépasse vraisemblablement la centaine de mètres et ils ont une stratification complexe ; ils se terminent par une série récente argileuse à argilo-sableuse dans laquelle se différencient les sols actuels.

La plaine est inondée durant les mois d'août et de septembre par les eaux de débordement du mayo Kébi. La décrue commence en octobre, suivie de la période de repiquage du sorgho « muskuari » puis de la transhumance des troupeaux qui descendent les pentes du hoséré Katiau pour venir pâturer dans les plaines.

Les sols

La plaine, apparemment très plane, est marquée cependant par des micro-ondulations de terrain et quadrillée par des chenaux d'écoulement qui fonctionnent aussi comme des drains durant la décrue. Cela est suffisant pour créer des conditions de drainage et un pédoclimat qui favorisent soit la formation de vertisols soit celle de sols hydromorphes à gley dans les sites les moins drainés. Le pourcentage des vertisols diminue de la bordure du hoséré vers le centre de la dépression tandis qu'augmente celui des sols à gley. La limite tracée sur la carte entre les unités 4 et 5 n'a qu'une valeur indicative.

● Les vertisols à pédoclimat humide (1)

Ce sont des sols caractéristiques de couleur très foncée, argileux, temporairement inondés, reconnaissable le plus souvent par les larges fentes de dessiccation en saison sèche et par le microrelief accidenté. Les populations les dénomment « karal » et plus précisément « karal muskuari ».

(1) dénommés autrefois argiles noires tropicales.

Morphologie :

LEB. 8.	:	décembre ; 3 km à l'est de Djaloumi ; sur alluvions ; dans un champ de sorgho repiqué.
0-20 cm A1 (G)	:	humide ; gris sombre ; 5Y5/4 ; taches rouille nettes le long des canalicules de racines ; argileux ; cubique grossière plus ou moins aplatie ; plastique ; très fine porosité d'agrégats ; enracinement dense ;
20-80 cm B ₂ v,ca	:	humide ; gris sombre ; 10YR4/1 ; peu taché ; argileux ; plaquettes obliques à faces striées luisantes ; très plastique ; non collant ; faible porosité ; nodules calcaires ; enracinement assez dense ; à 70 cm niveau hydrostatique de la nappe.
80-82 cm	:	niveau continu de graviers plus ou moins émoussés de 3 à 5 mm ;
82-130 cm 11Bv, ca	:	saturé ; jaune verdâtre finement hétérogène ; argilo-sableux ; à sable grossier ; plaquettes obliques ; plastique ; collant ; fine porosité bien développée ; peu calcaire ; enracinement peu dense ; passant graduellement à un sable grossier particulière jaune brun.

Données physiques et hydriques : Terres lourdes à très lourdes, contenant jusqu'à 75 % de limon fin et d'argile ; mauvaise structure ; faible porosité et faible perméabilité en surface, plus élevée en profondeur ; drainage médiocre ;

Bilan hydrique fortement excédentaire ; période de saturation par les eaux pluviales de mai à août provoquant un gonflement des argiles, la fermeture des fentes de dessiccation et l'imperméabilisation des horizons de surface ; ensuite, régime de submersion par les eaux de crue d'août à octobre durant 60 à 90 jours environ ; enfin, régime d'humectation par remontée capillaire depuis la nappe phréatique permanente qui s'abaisse progressivement jusqu'au mois de juin ; le stock d'eau disponible dans les horizons de surface est important.

Données chimiques : Teneur exceptionnelle en matière organique évoluée, de 6 à 9 % ; teneur en azote de 3,5 à 5 ‰, teneur en phosphore de 1,2 à 2 ‰ (peu commun dans la région) ; neutre en surface et légèrement alcalin en profondeur ; saturé, très bien pourvu en bases échangeables : 40 à 50 méq/100 g en surface, avec un pourcentage très élevé en magnésium variant de 35 à 40 % des bases échangeables totales ; le rapport Mg/K qui est de 20 en surface atteint 60-75 en profondeur d'où risque de carence en potassium par excès de magnésium ; pourcentage faible de sodium échangeable : le rapport Na/T est toujours inférieur à 2 %.

- **Les sols hydromorphes à gley peu profond**

Ce sont des sols de couleur gris foncé ou gris bleuté en surface, plus clair en profondeur où les caractères du gley sont mal exprimés, argileux et à structure massive, plus ou moins fendillés après dessiccation.

On les distinguera aisément des vertisols par la végétation (cypéracées, *Mimosa pigra*, *Echinochloa*), par l'aspect de surface peu fissuré et au microrelief peu tourmenté, par la couleur de surface et l'absence de structure en plaquettes à faces lissées dans le profil.

Morphologie :

- LEB. 11. : décembre ; entre Djaloumi et Kakou ; bordure du hoséré Katiau ; dans cuvette de décantation en voie d'assèchement ; cypéracées ; nombreuses traces de piétinement de boeufs.
- 0-15 cm : humide ; gris foncé ; 2,5Y3/0 ; nombreuses gaines rouilles à limites nettes dans les canalicules de racines ; argileux ; massive à débit prismatique ; plastique, un peu collant et gluant ; faible porosité par petits pores ; enracinement dense ;
- A1 G
- 15-50 cm : saturé ; brun gris ; 2,5Y5/2 ; à taches rouille diffuses ; argilo-sableux ; massive ; plastique ; peu collant ; nombreux petits pores cylindriques ; enracinement peu développé ;
- (B) g
- à 35 cm : niveau hydrostatique de la nappe.

Données physiques et hydriques : Terres très lourdes en surface, moins lourdes en profondeur ; mauvaise structure ; porosité médiocre et très faible perméabilité, s'améliorant en profondeur ; drainage nul.

Régime hydrique comparable à celui des vertisols mais durée de submersion plus prolongée, de 125 à 225 jours ou plus ; stock d'eau utile important en surface.

Données chimiques : Teneur exceptionnelle en matière organique moyennement évoluée : 6,5 % ; 2,4 ‰ d'azote et 0,75 ‰ environ de phosphore ; pH acide en surface, neutre en profondeur ; peu désaturé en surface, saturé en profondeur ; bien pourvu en bases échangeables, de 20 à 30 mé/100 g, dont 30 à 35 % de magnésium ; rapport Mg/K entre 14 et 17 ; rapport Na/T inférieur à 1 %.

Utilisation des unités 4 et 5

Ce sont des terres difficiles à travailler : elles sont très lourdes, peu perméables en surface, plastique à l'état humide et très compactes à l'état sec. Ces défauts sont largement compensés par un très bon potentiel de fertilité chimique, l'absence totale de risques d'érosion et la présence d'eau en toute saison.

Deux possibilités d'aménagement qui ne s'excluent pas :

1. une utilisation sous forme de paysannat. Les villages sont implantés sur les rives exondées de la dépression. Ce sont des sites très favorables à de multiples activités : cultures de décrue et cultures diverses d'appoint durant la saison sèche par irrigation à l'aide de moyens rustiques et peu coûteux, grâce à la présence de la nappe phréatique permanente à faible profondeur. A cette activité culturale, peuvent être associées des activités pastorales utilisant l'arrière pays en hivernage, puis la dépression en saison sèche, et des activités piscicoles non négligeables dans les lacs et les chenaux d'écoulement.

2. un aménagement hydro-agricole intéressant alors l'ensemble de la dépression de Djaloumi, c'est-à-dire 8.000 à 10.000 hectares ; cela nécessite des investissements importants pour assurer le contrôle du plan d'eau. Ce contrôle doit être techniquement réalisable sans difficultés importantes par des aménagements au goulet d'entrée (à l'aval du lac de Léré) et au goulet de sortie avant le confluent du mayo Louti.

Dans ce cas, des modifications rapides et parfois importantes des propriétés physiques des sols pourront se produire après le changement du régime hydrologique.

Dans les deux cas, il faut prévoir des problèmes sanitaires concernant le paludisme, la bilharzie et l'onchocercose vers l'aval de la dépression.

Utilisation actuelle : La zone correspondant à l'unité 5 n'est utilisée que pour le pâturage de saison sèche dans la mesure où les boeufs peuvent y pénétrer à travers le *Mimosa pigra* très dense par endroits.

L'unité 4 est cultivée surtout en sorgho repiqué ou muskuari et en riz pluvial durant l'hivernage. On peut estimer que les surfaces occupées représentent au moins 75 % de la superficie à l'est de Djaloumi et 25 % à l'ouest. En plus de ces deux cultures principales, on y trouve les cultures vivrières habituelles de complément.

Signalons que les mêmes villageois cultivent également les sols de l'unité 7 avoisinante, en sorgho, coton et arachide durant l'hivernage et ils pratiquent la pêche durant toute l'année

3. SOLS D'ALTERATION

Unités 6 à 14

Ce sont des sols à profil d'aspect homogène, vivement colorés en rouge, brun ou verdâtre, de texture argilo-sableuse à argileuse. Les constituants proviennent de l'altération en place de la roche mère sous-jacente qui conditionne étroitement la nature des sols par sa composition chimique et sa texture.

Ces constituants sont des argiles très variées contenant toujours une proportion plus ou moins importante de smectites gonflantes, des hydroxydes, parfois des carbonates et un squelette hérité de la roche mère, contenant encore un pourcentage assez élevé de minéraux altérables. L'organisation de ces constituants est telle qu'il ne peut exister de structures poreuses favorables à un stockage d'eau saturante ; aussi, le régime hydrique est une succession d'humectations et de dessiccations où les sols n'atteignent que rarement, après de fortes averses, des teneurs en eau supérieures à la capacité au champ ; ils se ressuient ensuite rapidement en quelques heures.

Les études détaillées de sites ne sont pas suffisamment avancées pour déterminer si la différenciation systématique des sols entre l'amont et l'aval des versants sur une roche homogène est due à des variations de l'ambiance physico-chimique et du régime hydrique en relation avec la topographie ou si elle est due à des transferts latéraux de substances solubles par des flux d'eau non saturante ; si ces flux existent, on ignore leur importance par rapport au premier processus.

En attendant des informations plus précises, nous avons considéré ces associations de sols d'altération comme des toposéquences et non comme des catena.

On a distingué deux catégories de sols d'altération :

- **Les sols d'altération sur roches basiques**

Ils sont caractérisés par la stabilité de leurs organisations dans le temps ; leur évolution interne est nulle ou très lente tant que l'environnement bioclimatique avec lequel ils paraissent en équilibre reste stable. L'altération à la base du sol compense les pertes en surface par une érosion normale.

- **Les sols d'altération sur roches acides ou peu basiques**

Ils sont caractérisés par l'instabilité de leurs organisations dans le temps. Soumis essentiellement à des processus d'altération dans leur **stade juvénile**, ces sols évoluent par un déterminisme interne vers un **stade de maturité** où les sols sont très différents des sols originaux et caractérisés alors par des transferts verticaux et latéraux de substances dominant largement le processus d'altération.

Les causes du déclenchement de cette dynamique interne sont dues en grande partie à l'arrangement (1) des constituants dans des organisations sensiblement différentes de celles des sols sur roches basiques et aux proportions des divers minéraux argileux contenus dans le plasma d'altération, moins riche en smectites gonflantes.

3.1. Les sols d'altération sur roches basiques

C'est un système de sol organisé dans le paysage en toposéquences. Bien que continu dans l'espace, on peut cependant caractériser ce système par ses deux pôles extrêmes :

1. un pôle amont bien drainé, de teinte rougeâtre, à pH neutre ou faiblement acide, argilo-sableux à argileux, contenant des argiles variées colorées en rouge par des hydroxydes de fer fixées à l'extérieur des feuillettes. C'est le pôle fersiallitique.

2. un pôle aval mal drainé, de teinte brune à verdâtre, à pH neutre ou alcalin, nettement plus argileux, où le fer est bloqué à l'intérieur du réseau des argiles gonflantes. C'est le pôle vertique.

Entre ces deux pôles, on observe toutes les transitions à l'intérieur du système. Le gradient de différenciation est tel que les caractères fersiallitiques ou vertiques sont d'autant moins accentués que l'on se rapproche, le long du versant, de la zone de passage entre le domaine fersiallitique et vertique. Ce passage s'effectue sous la forme d'un biseau à contre-pente, c'est-à-dire que les caractères vertiques apparaissent d'abord à la base du sol fersiallitique puis ils gagnent progressivement tout le profil vers l'aval (cf légende).

(1) Cet arrangement est lui-même conditionné par la nature chimique et physique de la roche, en particulier sa texture et sa teneur en minéraux peu altérables fournissant le squelette du matériau d'altération.

Par commodité, on a tronçonné le système en deux compartiments : les sols fersiallitiques rubéfiés (1) et les vertisols d'altération. Intergrades entre ces deux compartiments, ce sont les sols fersiallitiques brunifiés (2).

Le mode de distribution normal dans le paysage sur un matériau originel homogène est la toposéquence : sols fersiallitiques rubéfiés à l'amont, vertisols à l'aval ; sols brunifiés en position intermédiaire. Mais les proportions de ces sols peuvent varier considérablement. Elles sont fonction du modelé, des modalités de l'érosion, des variations dans la nature de la roche (3), si bien que l'un ou l'autre de ces sols peut être prédominant selon les unités cartographiques.

Ces sols ont été cartographiés, soit associés normalement en toposéquences (unités 8 et 9) soit dissociés en taches homogènes (unité 6) ; ceci par artifice cartographique quand la dimension des affleurements permettait leur représentation à l'échelle du 1/100.000 ou quand ils se trouvaient dans une situation géomorphologique ou géologique particulière.

Unité 6 - Sols fersiallitiques rubéfiés

Définition : taches de sol homogène dont les limites naturelles sont aussi celles de l'unité cartographique.

Proportions : 85 % de sols fersiallitiques et 15 % d'affleurements rocheux.

Correspondance F.A.O. : chromic ou eutric cambisols (?)

Localisation : ligne de crête au nord du mayo Laoua, de part et d'autre de la piste Adi-Padernmé ; région sud-ouest et sud de Gali de part et d'autre du mayo Laoua ; petites taches très dispersées dans le sud de la carte sur des filons de roches basiques intrusifs dans le batholite de granite.

Superficie : 2.500 hectares.

Environnement : le paysage a un aspect caractéristique et relativement aride. La surface du sol, au microrelief plat, de teinte brun rougeâtre très reconnaissable, est parsemée de nombreux cailloux de quartz ; pointements de blocs rocheux et termitières rougeâtres sont disséminées irrégulièrement.

La végétation naturelle est une savane boisée à *Anogeissus*, *Albizzia*, *Acacia*, *Boswellia* et *Sterculia* ; les autres espèces se développent avec difficulté sous forme d'arbustes tortueux et rabougris ; la strate herbacée à dominance de *Loudetia* se localise en touffes espacées.

(1) dénommés couramment sols rouges tropicaux au Cameroun.

(2) ils ont un habitus de sols bruns tropicaux.

(3) changement de faciès pétrographique, filons et intrusions diverses.

La topographie est accidentée et le réseau hydrographique de faible densité est profondément incisé dans les sols et la roche jusqu'à l'amont des bassins versants.

Les premières pluies violentes d'avril et de mai provoquent un ruissellement spectaculaire et une érosion importante dans un paysage dénudé et totalement calciné par les feux tardifs ; puis les sols s'humectent progressivement tandis que la végétation se développe et que le paysage prend un aspect plus attrayant. Durant l'hivernage, les rivières ont un écoulement intermittent, souvent torrentiel, provoqué par le ruissellement après les averses. Tout écoulement cesse à la fin de l'hivernage car il n'existe aucune nappe phréatique permanente ou temporaire dans les sols pour assurer l'écoulement de base du réseau hydrographique.

La dessiccation des graminées s'effectue précocement dès le début de novembre, suivie aussitôt des feux de brousse et le paysage retrouve son aspect inhospitalier jusqu'au mois de juin de l'année suivante.

L'aridité du pédoclimat se remarque par l'absence de repousse des graminées et de la feuillaison des arbres après les feux précoces, par l'absence totale de points d'eau en saison sèche, par la rareté ou l'absence d'animaux (oiseaux et mammifères) et par la multitude des millipones, petites abeilles typiques des milieux très secs.

Les sols sont peu épais, plus ou moins différenciés, caillouteux en surface, de couleur rougeâtre, argilo-sableux à argileux.

Les sols de la ligne de crête (piste Adi-Padermé) constituent les termes amont de toposéquences avec des vertisols couvrant le bassin versant du mayo Maha ; on les a dissociés par artifice cartographique.

Les sols au sud-ouest de Galí ne sont que les termes sommitaux résiduels de pédiments très érodés par le réseau hydrographique du mayo Laoua.

Morphologie :

LEB. 19.	:	novembre ; 4 km est de Bidé, sous savane très ouverte à <i>Anogeissus</i> , sur micaschistes à biotite et amphibole.
0-2 cm	:	couche lamellaire brunâtre sablo-limoneuse à faible porosité.
2-10 cm A1	:	sec ; brun rougeâtre ; 5Y R4/4 ; graveleux ; terre fine sablo-argileuse ; polyédrique moyenne ; friable ; faible compacité ; forte porosité ; enracinement dense ; activité de termites ;
10-40 cm B ₁ ru(1)	:	sec ; rouge ; 2,5Y R4/6 ; argileux ; cubique grossière à sous-structure polyédrique ; peu friable ; compacité moyenne, forte porosité interagrégats ; enracinement peu développé ;
40-60 cm Bc	:	frais ; couleur hétérogène ; rouge dans volumes altérés et verdâtre dans volumes de roche peu altérée ; sablo-argileux à argilo-sableux ; structure feuilletée de la roche conservée ; peu friable ; compacité moyenne ; faible porosité ; enracinement faible ;
60 cm	:	roche compacte feuilletée.

Variante : elles concernent l'épaisseur des profils, la teneur en cailloux des horizons A, la couleur rouge à brun rougeâtre de l'horizon B et sa structure cubique à prismatique plus ou moins grossière.

(1) voir en annexe la nomenclature des horizons.

Données physiques et hydriques : L'épaisseur utile est généralement faible, entre 40 et 60 cm en moyenne ; elle atteint rarement 100 cm et ne dépasse pas 25-30 cm dans les sites érodés. Ce sont des sols bien drainés en surface et dans le profil, sans aucune trace d'hydromorphie, à porosité et perméabilité satisfaisantes ; une légère tendance à la battance peut apparaître en surface pour des teneurs élevées en limons. Terres franches à lourdes en profondeur, parfois très caillouteuses en surface (horizon A), ce qui peut gêner la pénétration racinaire par ailleurs satisfaisante. Dans l'ensemble, ces sols constituent un bon support physique pour les plantes.

Le bilan hydrique est déficitaire à faiblement déficitaire malgré la teneur élevée en argile des horizons B. Ce déficit est provoqué par l'intense ruissellement sur des pentes fortes mal protégées par une végétation clairsemée, par la faible épaisseur du sol qui conditionne le stock d'eau global et enfin par l'absence de structures poreuses capables d'emmagasiner de l'eau.

Le régime hydrique est ainsi caractérisé par une période d'humectation entre mai et juillet, une période de percolation en régime non saturé d'août à octobre et une période de dessiccation de la mi-octobre au mois de mai, dessiccation qui atteint la base des sols à la fin de la saison sèche.

Données chimiques : Teneur en matière organique moyennement évoluée : 2 % environ sous végétation naturelle, 1,1 à 1,3 % sous culture ; teneur en azote de 0,60 à 0,90 ‰ ; teneur en phosphore de 0,16 à 0,22 ‰, plus rarement 0,40 à 0,50 ‰, avec localement des réserves élevées en profondeur atteignant 2 ‰ ; pH neutre ou faiblement acide en surface, neutre en profondeur ou légèrement alcalin en présence de calcaire ; saturé en bases échangeables sur tout le profil ; teneur en bases échangeables moyenne à forte en surface (11 à 20 mé/100 g) forte à très forte en profondeur (20 à 40 mé/100 g) ; pourcentage parfois élevé en magnésium : de 35 à 45 % des bases échangeables avec un rapport Ca/Mg proche de 1 et un rapport Mg/K supérieur à 25 ; le rapport Na/T ne dépasse pas 1,5 %.

La nutrition minérale est donc bien assurée sauf pour le phosphore déficient en surface et pour le potassium qui présente des risques de carence par excès de magnésium.

Unité 7 - Sols fersiallitiques brunifiés et leur phase érodée

Définition : toposéquences associant des sols fersiallitiques au sommet des versants à leurs termes homologues érodés sur les pentes convexes.

Proportions : sols fersiallitiques 60 %, phase érodée 40 %.

Correspondance F.A.O. : eutric cambisols (?)

Localisation : ouest à sud ouest de Djaloumi sur les contreforts du hoséré Katiau.

Superficie : 500 hectares dont 200 hectares de sols érodés

Environnement : C'est un paysage profondément incisé avec un modelé de collines

accidentées comportant une partie sommitale surbaissée et des versants abrupts ; les pentes s'adoucissent vers le sud-ouest de Djaloumi où les collines se raccordent par des pentes concaves.

Le soubassement géologique très complexe est en majorité constitué de matériaux basiques (conglomérats volcaniques et basaltes) avec des coulées de rhyolites acides. Le couvert végétal, excessivement dégradé, a l'aspect d'une steppe herbeuse d'où émergent des blocs rocheux et des arbustes disséminés et rabougris du genre *Acacia*. Vers la mi-novembre, les graminées sont déjà complètement desséchées et piétinées le long de nombreuses pistes à boeufs, ravinées par l'érosion, que les troupeaux empruntent pour se rendre dans la dépression de Djaloumi.

Les sols fersiallitiques, dont les termes brunifiés sont largement dominants, occupent le sommet des collines. L'érosion les a tronqués sur les versants jusqu'aux horizons B, Bc ou même jusqu'à la roche altérée pour former alors des sols lithiques homologues des sols de l'unité 2. Quelques rares vertisols apparaissent au sud-ouest de Djaloumi au bas des versants moins érodés.

Morphologie : Ils se caractérisent par une structure arrondie en surface, par une couleur brune à brun rougeâtre de l'horizon B et par l'abondance de galets hérités du conglomérat et répartis dans tout le profil.

LEB. 12.	:	novembre ; 14 km ouest de Djaloumi ; pente 28 % nord ; sur conglomérat basaltique ; savane à graminées desséchées entourant un champ de coton.
0-15 cm A1	:	sec ; brun foncé ; 10YR4/3 ; très graveleux ; terre fine sablo-argileuse à sablo-limoneuse ; grumeleuse moyenne ; poreux ; peu compact ; enracinement dense ;
15-60 cm B,ru	:	sec ; brun rougeâtre ; 5YR3/4 ; très graveleux ; terre fine argilo-sableuse ; cubique moyenne ; porosité forte interagrégats ; assez compact ; enracinement dense ;
60-90 cm BC	:	légèrement frais ; couleur hétérogène, graveleux ; terre fine sablo-argileuse ; massive à débit cubique ; assez poreux, enracinement dense ; passage distinct au conglomérat.

Variantes : contenu en galets très variable ; très peu de grossiers dans les sols de la bordure est ; variations d'épaisseur du sol en fonction de la pente ; couleur de l'horizon B qui peut localement être franchement rougeâtre ; présence de calcaire en profondeur dans les sols de la bordure est.

Données physiques et hydriques : Elles sont comparables à celles des sols de l'unité 6 ; cependant, l'abondance des grossiers favorise la porosité et la perméabilité mais réduit le volume de terre fine prospectée par les racines. La capacité de stockage de l'eau est réduite d'où un pédoclimat sensiblement plus sec que sur les sols rubéfiés.

Données chimiques : Même propriétés chimiques que celles de l'unité 6 avec en plus une teneur en phosphore élevée, 1,1 à 1,5 ‰ et peu de risque de carence en potassium.

Unité 8 - Sols fersiallitiques, vertisols et leur phase érodée

Définition : toposéquences associant des sols fersiallitiques rubéfiés, parfois brunifiés, qui passent graduellement dans le tiers aval des versants à des vertisols d'altération, fréquemment tronqués en bordure des axes de drainage.

La phase érodée de cette unité 8 comporte des petites taches disséminées et non cartographiables (1) de sols fersiallitiques et de vertisols dans un paysage raviné où la majorité des sols a été détruite jusqu'à la base des horizons d'altération.

Proportions : sols fersiallitiques 70 %, vertisols 15 % et vertisols érodés 15 %.

Correspondance F.A.O. : voir unités 6 et 9.

Localisation : est, sud et nord d'Adi ; ouest du carrefour Padermé-Makéré ; la phase érodée s'étend au sud-est de la piste Adi-Padermé sur les deux rives du mayo Laoua.

Superficie : 5.550 hectares pour l'unité 8 et 6.750 hectares pour sa phase érodée.

Environnement : on peut le comparer à celui de l'unité 6 car le sol fersiallitique domine largement dans l'unité cartographique. Signalons cependant que des dégradations probablement d'origine anthropique et culturelle apparaissent à la surface du sol dans les affleurements notés « H » (2) sur la carte : ce sont des périmètres de 3.000 à 5.000 m², de teinte claire en surface, dénudés, avec de rares arbustes épineux du genre *Balanites*. L'aspect général rappelle singulièrement celui des hardés.

L'environnement de la phase érodée se caractérise par une topographie accidentée, une végétation très clairsemée où seul le *Boswelïa* semble s'adapter à un sol squelettique couvert de cailloux comme un reg et ayant un pédoclimat particulièrement aride.

Les sols fersiallitiques sont ceux de l'unité 6. Ils passent latéralement sur une distance de 20 m à 50 m à des vertisols d'épaisseur moyenne, aux caractères vertiques mal exprimés en surface, érodés au bas des versants jusqu'aux horizons Bc qui affleurent sous un résidu plus ou moins abondant de nodules calcaires. Les vertisols seront décrits dans l'unité 9.

Données physiques, chimiques et hydriques : se reporter aux unités 6 et 9.

Unité 9 - Sols fersiallitiques, vertisols à pédoclimat sec et leur phase érodée

Définition : toposéquences du même type que celles de l'unité 8 mais à vertisols dominants.

Proportions : vertisols 65 %, vertisols érodés ou dégradés 15 %, sols fersiallitiques 20 %.

(1) à l'échelle 1/100.000

(2) H pour hardé.

Correspondance F.A.O. : chromic vertisols.

Localisation : est et nord-est de la piste Adi-Padermé dans le bassin versant du mayo Maha.

Superficie : 2.400 hectares dont 1.500 hectares de vertisols.

Environnement : On décrira ici l'environnement des vertisols (unité dominante) qui est sensiblement différent de celui des sols fersiallitiques.

Le paysage est constitué de pédiments à crête étroite, convexe, parsemée d'affleurements rocheux, à végétation de *Boswellia* sur des sols fersiallitiques, se raccordant à de longs versants à vertisols, légèrement concaves sans affleurements rocheux.

La surface du sol, parcourue par un réseau de fentes de dessiccation en saison sèche, est une succession de bosses et de creux (microrelief gilgai) qui rendent la circulation difficile. La végétation naturelle très typique est une savane arbustive dense à *Acacia sieberiana* (1), avec une sous-strate herbacée à base de *Sorghum*. Dans les sols cultivés, cette végétation est remplacée par une savane très dégradée à *Bauhinia thoninii* quand les caractères vertiques de surface s'estompent ou disparaissent ; enfin des plages assez étendues, ayant l'aspect de hardés, sont assez fréquentes à l'aval des versants en bordure des axes de drainage ; leur densité nous a semblé plus importante à proximité des villages ou d'anciens villages.

Le terrain n'est jamais submergé en saison des pluies malgré la faible perméabilité des sols car le drainage externe est suffisant pour évacuer les eaux, stagnant après les averses, dans le réseau hydrographique profondément incisé dans les sols jusqu'à la roche compacte.

On observe des sols à profil homogène, de couleur brune, argileux, que l'on reconnaîtra facilement par les fentes de dessiccation en surface pendant la saison sèche.

Morphologie :

LEB. 20.	:	novembre ; 4 km sud de Majoldé ; bas de pente 2 % sud ; fentes en surface, étroites ; sur micaschistes à biotite et amphibole ; champ de coton.
0-10 cm A1	:	sec de 0 à 5 cm puis frais ; gris très foncé ; 10YR3/1 ; argileux ; cubique grossière à tendance polyédrique ; très compact en surface puis plastique ; faible porosité des agrégats ; nombreuses racelles ; forte activité de la faune ; petits nodules calcaires ;
10-110 cm Bv, ca	:	humide ; gris sombre ; 3,75Y4/1 ; argileux ; plaquettes obliques à faces lissées ; plastique ; très faible porosité d'agrégats ; racines assez nombreuses au sommet, rares à la base ; abondants nodules calcaires ;
110-125 cm BC, ca	:	humide ; gris olive ; 5Y5/2 ; argilo-sableux ; massive à débit polyédrique grossier ; peu plastique ; porosité très faible ; abondants nodules et amas calcaires ; enracinement très faible ;
vers 125 cm C	:	passage progressif à la roche altérée peu friable.

(1) en fufuldé, gué danedjum

Variantes : dans quelques sites, pas de fentes de dessiccation en surface et une structure polyédrique de 0 à 10 cm ; absence de calcaire dans l'horizon A ; distribution et abondance variable du calcaire dans les horizons B.

La phase dégradée se distingue par un horizon de surface épais de 3 à 8 cm, argilo-limoneux, sans calcaire, brun clair, massif, sans fentes de dessiccation, en contact plus ou moins distinct avec des horizons sous-jacents identiques à ceux du sol décrit précédemment.

La phase érodée présente une morphologie très variable suivant la profondeur atteinte par la troncature. Dans les sols les plus érodés, on observe, sous une concentration de quartz et de nodules calcaires en surface, un horizon humifère peu épais sur un horizon argilo-sableux, gris verdâtre, cubique à prismatique.

Données physiques et hydriques : Terres lourdes à très lourdes ; faible porosité et très faible perméabilité à l'état humide ; très mauvaise structure à l'état naturel ; épaisseur utile satisfaisante et bon drainage externe. Bilan hydrique équilibré grâce à un faible ruissellement, une infiltration en début de saison des pluies, une forte capacité de rétention et un stock d'eau utile important.

L'évolution saisonnière est marquée par trois périodes. Une première période d'humectation de mai à juillet où l'eau s'infiltré, provoque le gonflement des argiles et la fermeture des fentes de retrait ; une deuxième période en août et septembre où les eaux pluviales stagnent en surface après les averses mais sont évacuées rapidement par drainage externe et évaporation, une faible partie s'infiltrant dans les sols devenus peu perméables en surface ; une troisième période où la dessiccation s'effectue lentement et n'atteint qu'en décembre la profondeur moyenne prospectée par les graminées ; elle se poursuit de janvier à mai mais elle n'atteint jamais la base du sol qui conserve toute l'année une humidité suffisante pour maintenir un état plastique (1).

Le pédoclimat, bien que plus humide que celui des sols fersiallitiques associés, est cependant relativement sec : pas de submersion, pas de nappe phréatique temporaire ou permanente, absence totale de points d'eaux dans le paysage dès la fin de la saison des pluies. C'est pourquoi, nous les avons dénommés vertisols à pédoclimat sec par opposition aux vertisols des zones alluviales (unité 4 et 5) dont le régime hydrique est totalement différent (2).

Données chimiques : Ce sont des sols bien pourvus en éléments minéraux ; teneur forte en matière organique moyennement évoluée, 1,8 à 2,5 % ; teneur en azote de 0,50 ‰ à 0,80 ‰, en phosphore de 0,40 ‰ à 0,60 ‰, pH neutre ou légèrement alcalin en surface, alcalin en profondeur ; saturés sur tout le profil ; calcaire ; très bien pourvus en bases échangeables, dont la somme est supérieure à 40 méq/100 g ; déficience possible en potassium par excès de magnésium (rapport Mg/K de 30 à 45) ; teneur très variable en sodium : habituellement faible avec un rapport Na/T de 1 %, elle peut localement être très élevée avec un rapport Na/T de 18 à 24 % en profondeur ; très fortes réserves minérales.

(1) à condition que le sol soit bien conservé et non érodé ou dégradé.

(2) d'ailleurs, les habitants font nettement la différence entre ces vertisols et les vertisols à pédoclimat humide des unités 4 et 5 (argiles noires tropicales) qui sont les seuls à être dénommés « karal ».

Unité 10 - Vertisols à pédoclimat sec

Définition : taches de vertisols isolées dans une phase érodée très étendue.

Proportions : 25 % de vertisols et 75 % de phase très érodée.

Localisation : sur les deux rives du mayo Laoua entre Gali et Makéré ; au sud-ouest de Majoldé.

Superficie : 3.750 hectares de sols érodés ; 1.250 hectares de vertisols incluant 20 % environ de faciès dégradé.

Environnement : Le paysage est comparable à celui de l'unité 9 dans les taches de vertisols résiduels bien conservés ; la végétation est alors une savane arbustive dense à *Acacia sieberiana* ; des fentes de dessiccation apparaissent en surface. On observe une savane arborée à *Anogeissus* sur les vertisols dégradés ou une brousse à *Balanites* sur les sols très dégradés à faciès de hardé autour du village de Makéré et au sud-ouest de Majoldé ; aucun caractère vertique ne se manifeste alors à la surface du sol.

Ailleurs, dans la phase érodée, le paysage (1) est raviné, incisé par les mayos, caillouteux en surface, à végétation rabougrie ou à peuplement presque pur de *Boswellia*, ce qui traduit un pédoclimat très sec.

Morphologie : Celle des vertisols sous *Acacia* a été décrite dans l'unité précédente. Dans un profil à 1,5 km à l'est de Makéré, on a reconnu les fentes de dessiccation en surface, le microrelief accidenté, la couleur sombre, la structure large, la texture argileuse et la présence de calcaire qui imprègne jusqu'au gneiss altéré la base du sol.

La morphologie des vertisols dégradés sous *Anogeissus* diffère par l'absence de fentes en surface, par le microrelief plat, par la structure massive de l'horizon supérieur et sa texture sablo-argileuse, par la teinte claire, jaune olive, des horizons B.

LEB. 45.	:	décembre ; 1,5 km nord-est de Gali ; sous <i>Anogeissus</i> ; microrelief plat ; quelques cailloux en surface ; sur gneiss à amphibole.
0-3 cm	:	couche sablo-limoneuse durcie à débit lamellaire et à porosité vésiculaire ;
3-13 cm	:	sec ; brun foncé ; 10YR3/3 ; sablo-argileux ; massive à débit prismatique grossier ; très compact ; faible porosité ; enracinement moyen ;
A1		
13-60 cm	:	frais puis humide à partir de 30 cm ; brun olive ; 2,5Y4/4 ; argileux ; prismatique à sur-structure cubique puis en plaquettes obliques à faces striées ; plastique ; très faible porosité ; enracinement faible ;
Bv		
60-110 cm	:	humide ; brun olive clair ; 2,5Y5/4 ; argileux ; en plaquettes puis cubique à polyédrique ; peu plastique ; faible porosité ; calcaire ; très faible enracinement.
Bca		
110-130 cm	:	frais ; brun jaunâtre clair ; 10YR6/4 ; sablo-argileux ; massive ; non plastique ; faible porosité ; calcaire ;
BC, ca		
vers 130 cm	:	passage graduel au gneiss altéré.
C		

La morphologie des sols de la phase érodée se reconnaîtra dans leur environnement particulier.

(1) que l'on traverse en suivant la piste au sud de Makéré vers Baboudji.

à l'horizon supérieur caillouteux, sablo-argileux et massif, surmontant un horizon sablo-argileux d'altération à structure grossière. L'analyse révèle ensuite la teneur élevée en sodium échangeable comme dans son homologue non érodé, le profil LEB 45.

Données physiques et hydriques : Ce sont dans l'ensemble celles des vertisols décrits dans l'unité 9. Mais les vertisols dégradés en surface se distinguent par une modification du bilan hydrique qui tend à devenir déficitaire ; une structure très mauvaise en surface, sans fentes de dessiccation, associée à une porosité et à une perméabilité médiocres sont les causes d'une alimentation en eau défectueuse durant la période de mai à juillet. Les sols de la phase érodée ont une faible épaisseur utile et un bilan hydrique nettement déficitaire à cause du ruissellement intense et de leur faible capacité de stockage d'eau dans des horizons B tronqués par l'érosion.

Données chimiques : Elles sont comparables, quant aux vertisols modaux, à celles de l'unité 9. Les vertisols dégradés se distinguent par une teneur plus faible en matière organique (1,2 à 1,4 %), en azote (0,40 ‰) et en phosphore (0,20 ‰), un pH neutre en surface mais très alcalin en profondeur (supérieur à 9,0), une teneur en sodium en profondeur de 3 % à 8 % ; enfin, ils sont caractérisés par une donnée très significative des vertisols dégradés en surface : la différence entre le pH eau et le pH KCl est égale ou supérieure à 2 unités pH.

Utilisation des sols fersiallitiques et des vertisols

— Les sols fersiallitiques

Ils constituent un bon support pour certaines plantes affectionnant un milieu bien drainé et ils ont une excellente réponse aux engrais minéraux (azote, phosphore, et soufre) (1). Mais ce sont des sols de faible épaisseur dans des sites sensibles à l'érosion. L'abondance des cailloux en surface et dans l'horizon supérieur peut gêner le travail du sol et l'implantation racinaire. Leur régime hydrique rend leur utilisation en culture pluviale très contingente du moindre aléa climatique sous une pluviosité inférieure à 1.000 m.

Des mesures de protection contre l'érosion en nappe doivent être une règle impérative pour leur mise en valeur dans tout le bassin du mayo Laoua.

— Les vertisols

Ils sont profonds, homogènes, peu sujets à l'érosion en nappe. Ils ont de fortes réserves minérales et une réaction moyenne à forte à la fumure minérale. Leur régime hydrique est plus humide que celui des sols fersiallitiques.

Mais ils ont des propriétés physiques défavorables qui rend leur travail difficile par les moyens culturaux traditionnels, un régime hydrique qui ne les met pas à l'abri d'aléas climatiques en culture pluviale et une capacité de stockage de l'eau parfois insuffisante pour des cultures de sorgho repiqué en fin d'hivernage. Avec des pratiques culturales adaptées, ils présentent un bon potentiel de fertilité.

Une mise en valeur rationnelle pourra utiliser dans une exploitation des surfaces

(1) Biblio. (7).

réparties entre ces deux types de sols, souvent associés dans le paysage.

Les mesures essentielles à prendre concernant la mise en valeur de ces sols seront :

1. d'éviter au maximum les pertes en terre dans les sols fersiallitiques ;
2. de choisir des techniques culturales qui apportent un supplément d'eau en favorisant l'infiltration des eaux pluviales, en particulier en début d'hivernage, de mai à juillet ; ces pratiques favorables à la croissance des plantes sont également très bénéfiques au maintien et à l'amélioration des propriétés physiques des sols et surtout des vertisols.
3. veiller soigneusement dans les vertisols à toute dégradation en surface à laquelle ils sont particulièrement sensibles après la mise en culture ; ceci affecte le régime et le profil hydrique du sol. C'est un grave danger pour ces sols car le terme final de cette évolution, qui commence par la dégradation de la structure et une diminution de la perméabilité, est la transformation en hardé avec toutes les conséquences que l'on connaît. Il est probable qu'une semelle de labour est suffisante pour déclencher le processus dont l'évolution peut s'effectuer en une dizaine d'années.

D'autre part, une contrainte majeure due à l'environnement doit être signalée car elle conditionne en grande partie la mise en valeur. Il s'agit de l'absence de nappe phréatique dans les sols et dans le sous-sol à des profondeurs accessibles par des moyens courants (20 mètres) ; les nappes temporaires contenues dans les rares flats alluviaux du secteur Bidé, Majoldé, Ouro Bamadiko, s'épuisent avant la fin de la saison sèche. Cette absence de nappe pour assurer le ravitaillement en eau ne permet pas l'installation de villages pionniers dans un projet de paysannat ni évidemment la moindre possibilité d'irrigation sans aménagements très importants.

Utilisation actuelle : Les sols fersiallitiques sont cultivés à 90 % dans le secteur de Djaloumi, en sorgho, coton, arachide et mil. Ailleurs, ils sont incultes à 90 % ; seuls, deux îlots sont cultivés, l'un dans le périmètre d'Adi et l'autre dans le périmètre de Laoua ; comme à Djaloumi, on y cultive le sorgho et le coton, puis l'arachide et rarement le mil. Tout le secteur qui borde la nouvelle piste Adi-Padermé est inhabité et inculte.

Les vertisols et leur phase érodée ou dégradée sont très cultivés dans le secteur de Majoldé et à proximité des bas-fonds dans la région d'Ouro Bamadiko où par ailleurs tout l'amont du bassin du Maha reste inculte sur une superficie de 2.000 hectares environ. Vers Gali et Makéré, un tiers environ des vertisols est cultivé ou en jachère ; parmi les terres incultes, il faut inclure des zones très dégradées de hardés qui sont d'anciennes jachères. Les vertisols portent surtout des cultures de sorgho et de coton, parfois d'arachide sur les sols dégradés sablo-limoneux en surface. Dans de petites dépressions correspondant à des amonts de talweg, on a observé quelques parcelles de sorgho repiqué (ou muskuari) qui semblait pousser normalement sur des vertisols bien typés.

Unités 11 et 12 - Vertisols à pédoclimat sec et vertisols à pédoclimat humide

Définition : ces sols sont associés dans le même paysage pédologique sous forme de toposéquences. Mais nous les avons dissociés pour en faire deux unités cartographiques distinctes parce que leur dimension, leur disposition spatiale et les critères d'interprétation photographique permettaient leur représentation cartographique.

Proportions : vertisols à pédoclimat sec, 75 % dont 45 % de phase érodée, vertisols à pédoclimat humide, 25 %.

Correspondance F.A.O. : chromic vertisols et pellic vertisols.

Localisation : bassin de Padermé qui s'étend depuis l'axe Majoldé-Tihélé jusqu'au sud de Mafalé.

Superficie : unité 11 : 6.700 hectares dont 3.050 hectares de phase érodée ;
unité 12 : 2.050 hectares.

Environnement : Cette région de Padermé constitue le haut bassin du mayo Maha que l'érosion linéaire remontante, localisée et plus ou moins bloquée actuellement en aval de Tihélé, a épargné jusqu'à présent ; le lit mineur est cependant enfoncé de 2 à 4 mètres dans les alluvions près de Padermé et les premières manifestations de ravinement apparaissent entre Padermé et le radier de Tihélé.

Le paysage est une vaste pénéplaine peu boisée aux longs versants à pente très faible, rectilignes et légèrement concaves dans les parties basses. La végétation naturelle, qui a presque disparue, ne subsiste que dans des îlots disséminés sur la ligne de crête à la périphérie du bassin : c'est une belle savane arbustive dense à *Acacia sieberiana* ; ailleurs, elle est remplacée par une savane anthropique très dégradée à *Bauhinia thoninii* et *Combretum sp.* et quelques beaux karités épargnés par la hache. Sous végétation naturelle, le microrelief est accidenté et la surface du sol parcourue par un réseau de larges fentes ; sous jachère, les fentes sont rarement visibles.

Le matériau originel des vertisols de versants est formé de séries sédimentaires du Crétacé : en majorité des schistes verdâtres ou lie-de-vin, quelques lentilles calcaires et des bancs d'arkoses qui affleurent souvent aux ruptures de pente. Dans les bas-fonds, ce sont des accumulations d'alluvions et de colluvions sablo-argileuses en profondeur, argilo-sableuses en surface, dans lesquelles se différencient les vertisols humides. Ces apports de matériaux proviennent de l'érosion en nappes des versants et ils ont une épaisseur de 6 m à 12 m au-dessus du Crétacé.

Comme dans les unités 9 et 10, les versants ont une pente suffisante pour l'évacuation des eaux pluviales et les sols n'y sont jamais submergés malgré leur faible perméabilité. Les eaux de ruissellement s'accumulent dans les bas-fonds qu'elles submergent en août et septembre en réalimentant la nappe phréatique permanente contenue dans le matériau colluvial. Quand la fréquence des averses diminue au début d'octobre, les eaux de submersion sont évacuées et le niveau de la nappe commence à baisser lentement en assurant l'écoulement de base du mayo Maha jusqu'en janvier et l'approvisionnement en eau des villageois jusqu'à la saison des pluies suivante.

Le plancher de la nappe est constitué par les schistes imperméables du Crétacé et son extension est limitée strictement aux zones de bas-fonds ; sa limite amont correspond sensiblement à la limite cartographique entre l'unité 12 et l'unité 11 érodée. On pourra repérer cette limite sur le terrain en observant la taille des arbres et leur belle feuillaison de saison sèche.

La disposition des sols dans le paysage est simple : les vertisols à pédoclimat sec, issus de l'altération en place des schistes, occupent le sommet des versants, leur phase érodée occupe une partie des pentes et les vertisols à pédoclimat humide se situent dans le bas des pentes raccordant les versants.

L'existence de vertisols érodés, bien repérables sur les photographies aériennes est moins évidente sur le terrain ; mais elle s'est de nouveau confirmée après le creusement de fosses d'observation.

Signalons encore que des formes de dégradation en surface (aspect de hardé) apparaissent en bas de pente dans des taches dispersées de 2.000 à 5.000 m².

Morphologie :

● Vertisols à pédoclimat sec

LEB. 1.	:	novembre ; 1 km nord de Padermé ; pente 2 % ouest ; sur schistes liè-de- vin ; bordure d'un champ de sorgho muskuari ; surface du sol légèrement bosselée sans fentes de dessiccation visibles en surface.
0-7 cm A1	:	sec ; gris très sombre ; 10YR3/1 ; argilo-sableux ; cubique à polyédrique moyenne ; porosité faible des agrégats ; quelques petits nodules calcaires ; enracinement dense ;
7-77 cm B1, v, ca	:	humide à partir de 10 cm ; gris sombre ; 10YR4/1 ; argilo-sableux prisma- tique grossière puis en plaquettes obliques ; plastique ; faible porosité ; calcaire ; enracinement dense jusqu'à 30 cm ;
77-120 cm B2, v, ca	:	humide ; gris sombre ; 10YR4/1 ; argilo-sableux ; plaquettes obliques à faces lissées et striées ; plastique ; très peu poreux ; calcaire ; quelques ra- cines sur les faces obliques ;
120-160 cm Bc, ca	:	frais ; rouge pâle ; 10R4/2 ; à taches brun grisâtre ; 2,5Y4/2 ; sablo-argi- leux ; prismatique à cubique aplatie ; non poreux ; peu plastique ; com- pact ; calcaire ;
vers 160 cm	:	passage graduel aux schistes altérés contenant du calcaire diffus.

Variante : dans la couleur qui varie du gris sombre au verdâtre ou parfois au brun rou-
gâtre et dans la texture qui peut être argileuse sur tout le profil.

— **Vertisols érodés des versants :** ils sont caractérisés par une couche battante lamel-
laire de 2 cm sablo-limoneuse en surface, une profondeur faible (40 à 80 cm), une
texture sablo-argileuse à sablo-limoneuse de l'horizon A, clair et taché par l'hydromor-
phie, des structures verticales mal individualisées dans les horizons B, une accumulation
de calcaire localisée à la base du sol.

— **Vertisols dégradés en surface :** couleur claire de l'horizon superficiel sablo-limoneux,
peu humifère, à structure massive, en contact brutal avec un horizon B à structure pris-
matique large sur les dix premiers centimètres ; la suite du profil est comparable à celui
des vertisols non dégradés.

● Vertisols à pédoclimat humide

Ce sont des sols très profonds, noirs en surface avec de larges fentes de dessiccation, argilo-sableux, calcaires en profondeur.

LEB. 49.	:	novembre ; bas-fond à 1 km sud de Padermé ; sous graminées non desséchées.
0-15 cm A1	:	sec ; puis frais à 8 cm ; noir ; 5,Y2,5/2 ; argilo-sableux ; prismatique très grossière ; très compact ; faible porosité d'agrégats ; enracinement fin assez dense ;
15-57 cm Bv	:	humide ; gris très foncé ; 5Y3/1 ; argilo-sableux ; cubique aplatie puis en plaquettes obliques avec faces luisantes striées ; plastique ; très peu poreux ; enracinement faible ;
57-140 cm Bv, ca	:	humide ; gris foncé ; 5Y4/1 ; argilo-sableux ; en plaquettes obliques puis cubique ; plastique ; non poreux ; calcaire ; enracinement très faible ;
140-300 cm Bg	:	humide ; couleur hétérogène gris verdâtre à taches rouille ; argilo-sableux ; massive ; plastique ; légèrement poreux ; calcaire ; enracinement très faible ;
300-310 cm II C	:	sable argileux stratifié, humide, à sable fin dominant, contenant des nodules calcaires ;
à 310 cm	:	niveau hydrostatique de la nappe.

Données physiques et hydriques : Les propriétés physiques sont celles des vertisols en général : terres lourdes, mauvaise structure, porosité et perméabilité faibles ; ceux-ci se distinguent par une profondeur utile importante sauf dans la phase érodée.

Le régime hydrique des vertisols de versants se définit par un cycle d'humectation et de dessiccation sans submersion ; la quantité et la qualité des argiles gonflantes font que ces sols possèdent une très forte capacité de rétention d'eau et un pédoclimat moins sec que leurs homologues sur gneiss et micaschistes ; cette propriété est utilisée par les paysans Moundangs et Lamés pour la culture du muskuari repiqué en début de saison sèche.

Les vertisols érodés ont une capacité plus faible de rétention d'eau mais en même temps un régime plus humide de l'horizon supérieur en saison pluvieuse, qui s'exprime par des caractères morphologiques d'hydromorphie et par l'existence de petites nappes perchées dans l'horizon A sablo-argileux au contact du B peu perméable.

Les vertisols de bas-fond ont un pédoclimat humide provoqué par l'accumulation des eaux pluviales et des eaux de ruissellement des versants, par la submersion périodique en saison des pluies et enfin par la nappe phréatique permanente à battement de grande amplitude.

Données chimiques : Celles des vertisols de versants sont caractérisées par une grande hétérogénéité du fait des variations locales du faciès des sédiments, en particulier dans la teneur en phosphore et en sodium.

Teneur élevée en matière organique peu évoluée, 2,3 % à 2,5 % ; teneur en azote de 0,70 ‰, en phosphore de 0,25 ‰ à 1,30 ‰ ; pH neutre en surface, légèrement alcalin en profondeur ; saturé et calcaire sur tout le profil ; très bien pourvu en bases échangeables (S supérieur à 30 mé/100 g en surface) à large dominance du calcium ; pourcentage de sodium échangeable variant de 1 à 10-12 % ; très fortes résér-

ves minérales.

Les sols érodés ont des propriétés chimiques déficientes ; teneur plus faible en matière organique, en azote et en phosphore ; pH neutre ou un peu acide en surface avec légère désaturation ; parfois carence marquée en potassium et en phosphore.

Les vertisols de bas-fond ont des teneurs en matière organique, azote, phosphore et bases échangeables à peu près équivalentes à celles des sols de versants. Ils s'en distinguent cependant par un pH très alcalin en profondeur (9,3), 25 % de magnésium parmi les bases échangeables avec un rapport Mg/K proche de 25 et un rapport Na/T qui atteint 14 à 16 % vers 60 cm ; la teneur en réserves minérales est nettement plus faible.

Utilisation des vertisols de Padermé (1)

Le bassin de Padermé se présente comme un vaste ensemble homogène, particulièrement intéressant pour une mise en valeur agricole.

L'association de vertisols bien drainés en surface, de vertisols à pédoclimat humide et de sols plus légers bien drainés à la périphérie du bassin (unité 18) favorisent une grande diversité de cultures.

Le contrôle des eaux de submersion dans les bas-fonds pour les besoins de la riziculture est facile à réaliser avec des moyens locaux ; la présence de la nappe phréatique permanente peut assurer des cultures vivrières d'appoint en saison sèche à l'aide d'un système d'irrigation rustique ; le régime et le profil hydriques des vertisols de versants est favorable à la culture du sorgho repiqué en saison sèche, du coton et du sorgho en cultures pluviales avec des techniques appropriées ; enfin, les sols sableux de la périphérie conviennent à l'arachide.

Le ravitaillement en eau et le pâturage de quelques animaux de trait sont assurés toute l'année dans les bas-fonds.

Les précautions à prendre pour la conservation des sols sont les suivantes :

1. laisser en friche ou, ce qui est préférable, protéger par une bande antiérosive la zone de rupture de pente qui correspond aux vertisols érodés suivant une courbe de niveau grossièrement parallèle à la limite indiquée sur la carte entre les unités 11 et 12.

2. une fois de plus, veiller soigneusement au danger de dégradation en surface sous forme de hardés, dont quelques taches ont déjà fait leur apparition, d'autant plus que les teneurs en sodium sont localement très élevées ;

3. bloquer l'érosion linéaire remontante sur le mayo Maha en aval de Tihélé par un aménagement sommaire qui pourrait être consolidé ultérieurement ; cette mesure aurait certainement une action efficace pour la protection des sols du bassin de Padermé contre l'érosion ravinante qui a déjà provoqué des dégâts en aval de Tihélé.

(1) se reporter aux commentaires sur les vertisols page 40.

Utilisation actuelle : Le bassin de Padermé est déjà en grande partie cultivé par les populations Moudangs qui pratiquent couramment la culture attelée. Les surfaces encore disponibles sont situées sur la bordure méridionale du bassin au nord de la nouvelle piste qui relie le carrefour Adi-Padermé à Baboudji et sur la périphérie nord et sud-est (quelques dizaines d'hectares).

Les deux cultures principales sont le sorgho et le coton ; sorgho de saison des pluies mais aussi sorgho repiqué ou muskuari cultivé au sommet des versants sur les vertisols bien typés de l'unité 11. On a observé quelques parcelles de riz pluvial dans les vertisols de bas-fond de l'unité 12.

3.2. Les sols d'altération sur roches acides

Ils possèdent les caractères généraux des sols d'altération tout en présentant un certain nombre de caractères qui les différencient de leurs homologues sur roches basiques.

Ils constituent un système de sol continu dans l'espace qui peut de nouveau être caractérisé par :

1. un pôle amont bien drainé, de teinte rougeâtre, à pH neutre ou faiblement acide, argilo-sableux à sablo-argileux, contenant des argiles variées colorées en rouge par des composés du fer fixés sur les feuillets.

2. un pôle aval mal drainé, neutre à légèrement alcalin, argilo-sableux, à argileux, de teinte gris verdâtre où le fer est bloqué dans le réseau des argiles ou individualisé en taches jaunâtres d'hydroxydes non liées aux argiles.

Entre ces deux pôles, il existe tous les termes de transition à l'intérieur du système. Par commodité, on a tronçonné ce système en deux compartiments : les sols ferrugineux tropicaux et les « sols d'altération vertiques » (1). Le mode de distribution normal dans le paysage est la toposéquence : sol ferrugineux à l'amont, sol vertique à l'aval.

Ce système diffère de son équivalent sur roche basique au niveau du profil, de la séquence et du paysage.

a) Au niveau du profil, il se distingue par :

- une différenciation plus ou moins nette des horizons A (A1 et A2) ;
- un cortège de minéraux argileux identique à la base du sol mais qui évolue vers le haut par diminution des smectites au profit de la kaolinite ;
- un plasma d'altération identique mais ayant subi une réorganisation plus importante par pédoturbation ;
- une teneur plus faible en plasma d'altération par rapport au squelette résiduel d'où une organisation des constituants donnant une porosité nettement plus développée.

(1) ainsi dénommés par commodité car aucun taxum de la classification du CPCS ne leur correspond. L'appellation de « vertic cambisols » de la classification F.A.O. leur conviendrait mieux.

— dans les sols de l'aval, un début de ségrégation des hydroxydes de fer et l'existence de caractères vertiques mal exprimés à cause d'une teneur moins élevée en argiles gonflantes.

Tout cela crée des conditions d'évolution d'un milieu moins confiné que celui des sols sur roches basiques, et surtout plus poreux.

b) Au niveau des séquences, la proportion des sols bien drainés correspondant au pôle amont est toujours largement dominante (de 75 à 80 %).

c) Enfin, l'environnement se différencie par son aspect général, sa topographie à formes convexes, sa végétation et son pédoclimat plus humide.

Ces sols d'altération sur roches acides sont un stade juvénile peu différencié du système ferrugineux que son instabilité structurelle et dynamique fait évoluer par autodéterminisme interne vers des sols à dynamique latérale (unité 15 à 30). Cependant, des formes juvéniles de sols ferrugineux peuvent subsister dans le paysage de façon apparemment stable sous forme de taches, au sommet de versants, totalement isolées de leur environnement interne originel par la disparition de leur compartiment intermédiaire et aval sous l'effet d'une intense érosion (unité 13).

Il est difficile de déterminer par la morphologie la limite entre le stade juvénile et le stade de maturité. Comme il s'agit d'une évolution continue et progressive, la limite choisie ne peut être qu'arbitraire. Cependant certains caractères morphologiques ou hydriques indiquent que cette limite est franchie : apparition de ségrégations d'hydroxydes dans les horizons Box rougeâtre et de formes d'illuviation d'argiles plus ou moins déferrifiées à la base du profil, modification du régime hydrique qui passe d'un régime de percolation normal à un régime de saturation temporaire par une nappe perchée.

Unité 13 et 14 - Sols ferrugineux tropicaux peu différenciés (1)

Définition : Unité 14 : toposéquences de sols ferrugineux et de sols vertiques ;

Unité 13 : taches de sols ferrugineux disséminées dans une phase très érodée.

Proportions : 85 % de sols ferrugineux et 15 % de sols d'altération vertiques dans l'unité 14 ; 100 % de sols ferrugineux dans l'unité 13.

Correspondance F.A.O. : ferric (?) luvisols et vertic cambisols (?).

Localisation : unité 13 sur la ligne de crête séparant le bassin du Loumbo du bassin du Nibi et termes sommitaux dans quelques catena de l'unité 26, dont le plus étendu figure sur la carte à l'ouest de Boili.

(1) sols dénommés soit sols fersiallitiques lessivés, soit sols ferrugineux peu lessivés dans certaines cartes pédologiques du Nord-Cameroun.

Unité 14 : un affleurement au sud-est de mayo Loppé.

La phase érodée s'étend sur le piedmont sud du hoséré Goumbaïré.

Superficie : unité 13 : 1.500 hectares, plus 5 à 10 % de l'unité 26 ; phase érodée de l'unité 13 : 5.800 hectares ; unité 14 : 320 hectares.

Environnement : c'est le paysage de savane boisée ou arborée, typique des zones soudanaises d'Afrique Centrale, comportant les espèces communes suivantes : *Combretum glutinosum*, *Terminalia laxiflora*, *Anona senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*, *Stereospermum kunthianum*, *Bombax costatum*, *Daniella oliveri* et des espèces accompagnatrices telles que *Gardenia sp.*, *Bauhinia thonin-gii*, *Pterocarpus erinaceus* et une strate herbacée à base de *Loudetia simplex*.

Les versants sont assez courts (200-300 m), à pente moyenne (6-10 %) de forme convexe. Ils se raccordent par des vallons étroits, évasés et de forme concave ; le talweg non chenalisé à l'amont des bassins versants est fortement creusé par l'érosion linéaire en aval de ces bassins. Des dépôts colluviaux de sable limoneux s'accumulent localement dans les vallons non incisés.

La surface du sol porte des traces d'une érosion en nappe : accumulation de sable grossier résiduel et déchaussement des touffes de graminées. Les déjections de vers de terre, abondantes en bas de pente diminuent sur les versants où apparaissent des termitières cylindriques, jaune rougeâtre, de taille moyenne. Rares affleurements rocheux dans les sols bien conservés alors qu'ils sont excessivement abondants dans la phase érodée.

Le drainage est toujours bien assuré sur le versant, favorisé par la porosité et la perméabilité des sols qui se ressuyent rapidement après les averses ; les eaux, traversant les organisations poreuses sur toute l'épaisseur du profil, s'infiltrent dans le sous-sol pour alimenter des nappes phréatiques profondes, localisées dans les structures diaclasées du granite. Dans les vallons, les horizons vertiques peu perméables constituent un plancher pour des nappes temporaires perchées stockées dans les horizons supérieurs sablo-argileux assez poreux ou dans les dépôts colluviaux recouvrant les sols. De ce fait, les sols vertiques de l'aval qui ne couvrent que 25 % du paysage assurent la régulation hydrique du système et sont responsables en grande partie du pédoclimat plus humide que celui des sols sur roches basiques.

Les nappes temporaires apparaissent brusquement dans les sols vertiques vers la mi-août, se maintiennent quelques jours, disparaissent puis réapparaissent en fonction de la fréquence et de l'intensité des averses jusqu'en octobre qui marque la fin de l'hivernage. L'eau accumulée dans les horizons profonds argileux protégés de la dessiccation par les horizons plus sableux de surface, retarde la dessiccation des graminées jusqu'en décembre alors que celles-ci sont déjà desséchées sur les versants. Après le passage des feux de brousse en décembre, on observe toujours sur ces sols une repousse des graminées dont profitent boeufs et antilopes et une nouvelle feuillaison de nombreuses espèces arborées.

Morphologie : Les sols sont peu profonds, sableux en surface, plus argileux en profondeur avec un horizon A différencié en A1, A2 plus clair, sur un horizon B rougeâtre caractéristique.

Les sols des taches de l'unité 13 et ceux des versants de l'unité 14 ont la même morphologie.

LEB. 22.	:	décembre ; 4,5 km ouest de Boili ; sur la ligne de crête ; savane arborée à <i>Combretum glutinosum</i> , <i>Boswellia dalzielii</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Poupartia biglobosa</i> , <i>Sterculia setigera</i> ; microrelief plat ; graminées brûlées ; sur granite à deux micas.
0-20 cm A1	:	sec ; brun grisâtre ; 10YR4,5/2 ; très sableux ; massive à débit polyédrique très grossier ; peu friable ; poreux ; compacité moyenne ; enracinement dense et bien réparti ;
20-30 cm A2	:	sec ; brun clair ; 7,5YR6/4 ; très graveleux de 20 à 30 cm ; sableux à sablo-argileux ; massive à débit polyédrique grossier ; peu friable ; poreux ; faible compacité ; enracinement dense ; passage irrégulier et distinct à :
30-65 cm Box (1)	:	frais ; rouge ; 2,5YR5/6 ; argilo-sableux ; polyédrique fine à moyenne ; peu friable ; poreux ; assez compact ; enracinement peu dense ;
65-90 cm Bc	:	frais ; couleur hétérogène ; rougeâtre et gris ; fragments de roche peu altérée ; sablo-argileux ; polyédrique grossier ; non friable ; poreux ; peu compact ; enracinement faible ; passage graduel au granite peu altéré.

— **Les sols de la phase érodée** : Les sols ferrugineux sont tronqués par l'érosion jusqu'au Bc ; quelques petites taches homogènes subsistent au sommet des versants le long des lignes de crêtes. Les sols vertiques de l'aval ont été totalement érodés par l'érosion ravissante des mayos et on retrouve rarement des vestiges de l'horizon argileux gris-verdâtre.

— **Les sols d'altération vertiques** : Le passage est graduel entre les sols ferrugineux et les sols vertiques dans l'unité 14 : les horizons Box deviennent progressivement plus clairs, plus argileux, plus compacts et la structure s'élargit pour devenir cubique à prismatique. Le sol vertique de l'aval présente : un horizon A brun à gris brun, sableux à sablo-argileux, à structure massive, épais de 20 à 30 cm sur un horizon (B) gris verdâtre avec quelques taches jaunes, argilo-sableux à argileux, à structure prismatique ou en plaquettes à la base, compact, à faible porosité.

Données physiques et hydriques : Epaisseur utile moyenne à faible au-dessus d'une roche assez pénétrable aux racines ; terres légères en surface, franches en profondeur ; bonne porosité sauf en surface sur 2 à 5 cm ; forte perméabilité.

Le régime hydrique des sols ferrugineux est caractérisé par un bon drainage interne sans trace d'hydromorphie, un régime de percolation sans saturation par une nappe, une humectation rapide en début d'hivernage et un certain retard à la dessiccation des horizons Box à cause des ruptures capillaires dans les horizons de surface. En fin de saison sèche, la dessiccation atteint cependant la base du sol.

Les sols vertiques ont un régime sensiblement différent. Les eaux de ruissellement des versants peuvent s'accumuler temporairement en bas de pente où elles sont stockées dans les horizons sableux surmontant les horizons B rendus peu perméables quand les eaux pluviales ont humecté les argiles gonflantes (2) ; ces horizons B, saturés en fin d'hivernage, sont protégés de la dessiccation par les horizons sableux supérieurs grâce aux ruptures capillaires, d'où un retard dans le dessèchement des graminées qui ne s'effectue qu'en décembre, parfois en janvier.

(1) voir en annexe la nomenclature des horizons.

(2) vers le mois d'août.

Ainsi, ce système de sols possède un pédoclimat moins sec que les sols sur roche basique malgré une texture plus sableuse et une forte perméabilité.

Données chimiques : Les teneurs sont faibles en éléments minéraux ; sols peu humifères contenant moins de 1 % de matière organique ; teneur en azote 0,30 ‰, en phosphore 0,20 ‰ ; pH neutre à peu acide sur tout le profil ; désaturé en surface et peu saturé à saturé en profondeur ; pauvre en bases échangeables, inférieures à 5 mé/100 g en surface, de 5 à 10 mé/100 g en profondeur, à calcium dominant ; potassium échangeable souvent inférieur à 0,10 mé/100 g.

Utilisation de ces sols

Ce sont des sols recherchés traditionnellement pour la culture de l'arachide car ils sont légers en surface, meubles et bien drainés. Leur alimentation en eau est normale mais ils possèdent peu de réserves, ce qui les rend dépendants des aléas climatiques.

Le danger majeur, dans le cas d'une mise en valeur, est le risque de dégradation de la structure de l'horizon humifère, sableux et très pauvre en matière organique, ce qui provoque la formation d'une couche battante en surface sur 3 à 5 cm, gênant l'infiltration en début d'hivernage mais favorisant le ruissellement et donc l'érosion en nappe. Ce processus se manifeste particulièrement sous culture de coton.

Les taches de l'unité 13 de faible superficie, isolées dans une phase étendue très érodée, sont sans intérêt agricole et il est souhaitable de les laisser sous végétation naturelle.

L'unité 14 peu étendue mais homogène et bien circonscrite présente un certain intérêt si on associe dans le même régime d'exploitation les sols bien drainés des versants et les sols plus humides des bas-fonds.

Utilisation actuelle : Les sols de l'unité 13 au nord et au sud-ouest du Goubairé sont incultes car isolés dans un environnement très érodé. Par contre, ils sont très recherchés et cultivés en sorgho et en arachide dans le paysage pédologique des sols lessivés (unités 26 et 27) où ils occupent les sommets de versants (région de mayo Loppé, Kapanay).

L'unité 14 bien que située à proximité du village de mayo Loppé est peu cultivée ; c'est un fait étonnant d'autant plus que les sols n'y sont pas dégradés.

4. LES SOLS A DYNAMIQUE LATÉRALE

Leur pédogenèse est caractérisée par des transferts de substances qui s'effectuent principalement sous des formes figurées insolubles (1), constituées surtout d'argiles

(1) 75 % des substances sous forme insoluble.

granulométriques qui comportent une proportion élevée de kaolinite mal cristallisée, plus ou moins déferrifiée. La taille des particules déplacées peut atteindre parfois 100 microns. Ces particules se déplacent dans les eaux de nappe saturantes en suspension ou par gravité. Elles s'accumulent à la base du sol ou à l'aval des circulations d'eau sur les versants, ou elles sont éliminées hors du paysage par le réseau hydrographique.

La morphologie et la dynamique de ces sols sont très différentes de celles des sols d'altération. Ils se forment toujours sur roches acides ou peu basiques ; ils sont très différenciés, le plus souvent de couleur claire, à variations texturales brutales.

Le cycle annuel du régime hydrique comporte 3 phases : une première phase d'humectation d'avril à juillet-août, une deuxième phase de fonctionnement en régime saturé de juillet-août à octobre, une troisième phase de dessiccation d'octobre à avril. Puis le cycle recommence. La deuxième phase est la plus importante pour l'évolution dynamique du sol ; sa durée est de 90 jours à 120 jours environ. Les nappes d'eau, qui se forment durant cette période dans les structures poreuses, circulent rapidement le long des versants, détruisent des organisations préexistantes et contribuent à en réorganiser de nouvelles. Ces nappes disparaissent durant la saison sèche.

La circulation du flux d'eau, véhiculant des substances, crée ainsi des relations génétiques interdépendantes entre les divers points de l'espace dans les sols des versants. Nous appelons ces systèmes des chaînes de sols ou catena.

On a distingué deux catégories de catena liées entre elles par des relations génétiques et chronologiques :

- la première correspond au système des sols ferrugineux tropicaux,
- la seconde correspond au système des sols lessivés tropicaux.

Pour comprendre la distribution et l'organisation complexe de ces sols, il n'est pas superflu d'exposer brièvement et schématiquement leur mode de filiation dans l'espace et dans le temps

Relation entre le système ferrugineux et le système lessivé (Fig. 1)

Les sols ferrugineux d'altération, jeunes, peu différenciés, décrits dans le chapitre précédent, sont les sols originaux dont sont issus ces deux systèmes. Le profil de sol ferrugineux peu différencié est de type A, Box, C.

Instables dans leur phase juvénile, ces sols ferrugineux évoluent sous l'effet de deux processus principaux qui sont liés par une relation complexe que l'on peut exprimer de la manière suivante : le premier processus d'évolution qui est la ferruginisation entraîne le déclenchement du second processus qui est le lessivage dont l'évolution provoque la destruction des organisations résultant du premier processus (1).

(1) Indications fournies à partir d'observations détaillées et de nombreuses mesures effectuées in situ durant l'hivernage dans des sites représentatifs, et par la comparaison avec des données fournies par des études récentes dans des sites homologues (cf. bibliogr. Bocquier G. (2) et Boulet R. (3)).

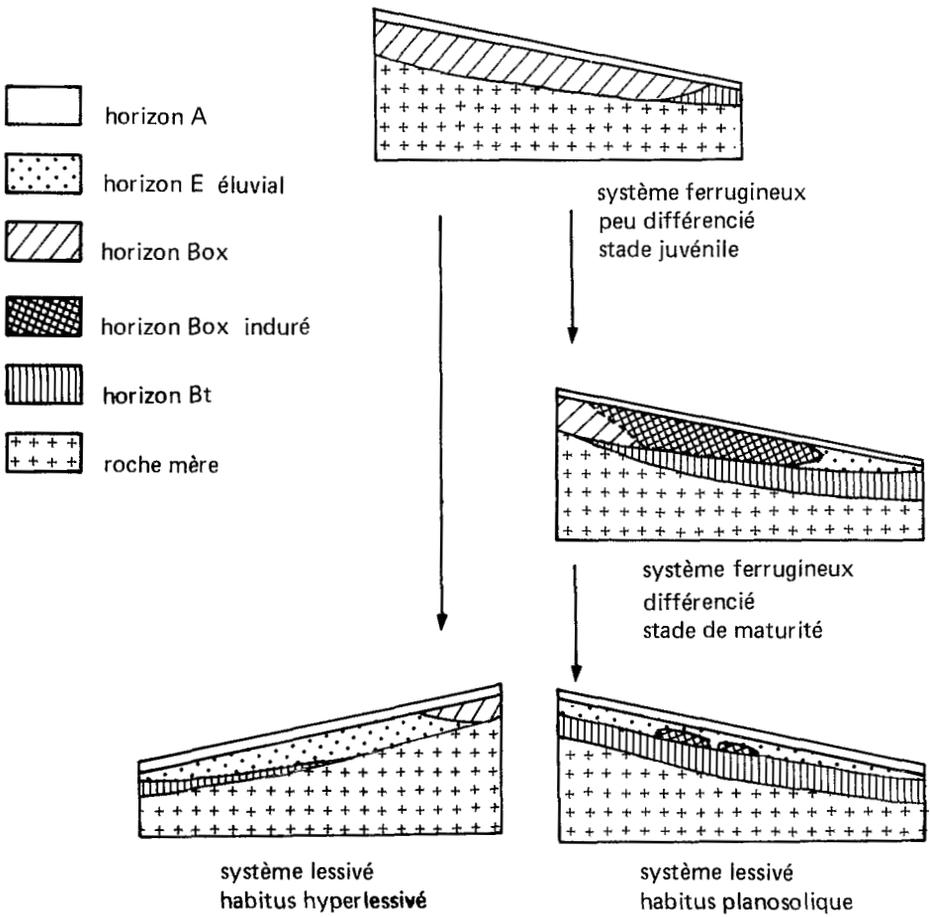


Fig. 1 - Esquisse schématique des relations entre système ferrugineux et système lessivé

Premier processus : La ferruginisation

Il s'agit d'une évolution de l'horizon Box, constitué d'un squelette et d'un plasma argileux et ferrugineux, qui concentre du fer et libère simultanément de l'argile et des produits solubles, entraînés en profondeur vers des horizons illuviaux. Cette évolution s'effectue avec des gradients verticaux et latéraux :

- pour le fer, gradient vertical qui croît de la base vers le sommet du Box et gradient latéral qui croît de l'amont vers l'aval ;
- pour l'argile, gradient vertical qui, inversement, croît du sommet vers la base des horizons illuviaux et gradient latéral qui croît de l'amont vers l'aval.

Le résultat de ces transferts de substances est la formation d'un système ferrugineux dans son stade de maturité. Il comporte un sous-système d'aspect éluvial à structure poreuse, enrichi en fer et induré, sur un sous-système illuvial, peu poreux, peu perméable, à caractère hydromorphe, enrichi en argile. Au contact de cette discontinuité texturale et structurale, il se forme une nappe perchée dont le fonctionnement accroît encore la différenciation dans des conditions hydromorphes qui gagnent progressivement tout le versant ; cependant, à la base du sol dans le milieu confiné sous les horizons illuviaux apparaissent des volumes isolés puis un horizon d'altération, argileux, vertique, parfois carbonaté.

Le sol originel d'altération de type A, Box, C s'est transformé en un sol ferrugineux différencié de type : A, Box, e-Bti, Bta (ca), C : soit un horizon humifère A, un horizon Box induré, un horizon e-Bti illuvial avec quelques volumes éluviaux, un horizon d'altération Bta avec ou sans calcaire, localisé à l'aval des versants.

Ce sont les sols des unités cartographiques 15 à 21.

Second processus : Le lessivage

La ferruginisation crée donc des structures favorables à un lessivage par des nappes perchées qui provoquent la destruction des horizons Box indurés par démantèlement mécanique rapide puis dissolution chimique lente des résidus. En même temps se développent de plus en plus les horizons d'altération vertiques apparus précédemment en milieu confiné, au contact de la roche mère, sous les horizons illuviaux.

Le résultat est la formation d'un système lessivé avec la superposition d'un sous-système éluvial très appauvri en plasma argileux et ferrugineux, sur un sous-système illuvial très enrichi en argile illuviée surmontant un sous-système d'altération à smectites gonflantes et à carbonates.

Les deux modalités du lessivage

Dans un premier cas, le lessivage intervient dans des conditions normales, c'est-à-dire quand les sols ferrugineux ont atteint un stade avancé de leur évolution ; on

observe alors la formation de **sols lessivés à habitus planosolique** (1), caractérisés par un développement équilibré entre le sous-système éluvial et illuvial ou même à prédominance du sous-système illuvial. Ce sont les sols des unités cartographiques 22 à 25.

Le profil habituel est de type :	A	humifère
	E ou E-box	éluvial
	Bti, g	illuvial
	Bta, ca	d'altération, calcaire
	C	roche altérée

On constate que les horizons Box ont disparu ou ne subsistent qu'à l'état de volumes résiduels.

Dans un second cas, le lessivage peut intervenir à un stade plus précoce de cette évolution pour des causes diverses (2). On observe alors la formation de **sols lessivés à habitus hyperlessivé**, caractérisés par un développement prédominant du sous-système éluvial. Ce sont les sols des unités cartographiques 26 à 30.

A l'amont des catena, le profil du sol est de type :

A	humifère
E ou E-box	éluvial
C	roche altérée

A l'aval de ces catena, il est de type :

A	humifère
E	éluvial
Bti	illuvial
(Bta)	peu développé ou absent.
C	roche altérée

Les filiations entre les stades successifs de cette évolution, que nous venons de décrire, ont été reconnus sur le terrain et en laboratoire sur les lames minces de sols par la présence de volumes résiduels, témoins des stades antérieurs.

4.1. Les sols ferrugineux tropicaux différenciés

Les catena de sols ferrugineux différenciés sont constituées de 4 sous-systèmes principaux auxquels on fera référence dans les descriptions ultérieures :

1. Le sous-système supérieur humifère, couvrant tout le versant. Il est d'aspect homogène, gris à beige, de faible compacité, sableux à sablo-argileux, contenant des nodules ferrugineux résiduels plus ou moins abondants. Des caractères hydromorphes apparaissent vers l'aval.

(1) voir en annexe pour la terminologie

(2) soit pour une cause externe comme une reprise brutale d'érosion avec abaissement du niveau de base et drainage accéléré des bassins versants, soit pour une cause interne due à la faible teneur du matériau originel en minéraux altérables, à la texture très grossière de la roche à l'origine d'une forte porosité des organisations pédologiques provoquant une éluviation excessive, soit enfin pour une cause inconnue.

2. Le sous-système ferrugineux ou Box, plus ou moins nodulaire et induré, poreux, de couleur rougeâtre caractéristique, qui occupe les deux-tiers du versant de l'amont jusqu'à la rupture de pente.

3. Le sous-système illuvial ou Bti, gris jaunâtre, à pseudo-gley, argilo-sableux, à revêtements argileux et limoneux, faiblement poreux à la base. Il occupe tout le versant en augmentant d'épaisseur de l'amont vers l'aval.

4. Le sous-système d'altération qui se présente sous la forme d'une arène friable à structure lithologique conservée vers l'amont (horizon C) et sous la forme d'un horizon argileux gris verdâtre à structure large, compact, non poreux, avec ou sans calcaire (horizon Bta ou Bta ca) vers l'aval.

Sur cette carte, les sols ferrugineux se trouvent à la limite nord de leur aire d'extension dans le bassin de Bénoué où ils occupent, par ailleurs, de vastes étendues jusqu'à la falaise de l'Adamaoua par 7° de latitude nord. Ils ne sont représentés que par des compartiments résiduels de catena tronquées par l'érosion ou par des catena non érodées mais dont les horizons Box ferrugineux sont déjà fortement éluviés à leur base par des nappes perchées.

Unité 15 - Sols ferrugineux tropicaux, sols lessivés tropicaux

Définition : catena associant des sols ferrugineux différenciés, à nodules ou indurés, situés à l'amont des versants à des sols lessivés tropicaux planosoliques à l'aval ; le passage entre ces sols est progressif suivant une limite festonnée.

Proportions : sols ferrugineux 60 %, sols lessivés 20 % et leur phase érodée 20 %.

Correspondance F.A.O. : ferric et plinthic luvisols orchric planosols.

Localisation : au nord de l'axe Boili-Kapanay dans la partie amont des bassins versants des mayos Faourou et Daloudji.

Superficie : 1.880 hectares.

Environnement : ce sont de très longs pédiments à faible pente, bien conservés à l'amont mais violemment attaqués en aval par l'érosion ravinante des mayos Faourou et Daloudji ; celle-ci a tronqué une partie des catena jusqu'à la roche en laissant un résidu de cailloux, de fragments de cuirasse et de nodules calcaires.

La végétation a l'aspect d'une savane anthropique très dégradée, à *Combretum glutinosum* et *Bauhinia thoninji* ; microrelief plat aux touffes de graminées desséchées, quelques termitières jaunes de taille moyenne, pas de blocs rocheux mais des plaques de cuirasse compacte affleurant ici et là. On a observé de nombreuses traces de villages abandonnés et d'anciennes jachères qui servent de terrain de parcours pour les boeufs, de juillet à octobre.

En saison des pluies, une nappe perchée apparaît dans les sols ; son plancher est constitué par les horizons Bti illuviaux et son niveau hydrostatique fluctue en fonction des averses. L'aval des pédiments, fortement ravinés en bordure des talwegs, assure :

l'évacuation rapide de l'écoulement hypodermique des nappes ; aussi, les eaux n'étant pas retenues en bas de pente, le pédoclimat est plus sec que celui de l'unité 16. La strate herbacée est déjà desséchée à la fin du mois de novembre et l'écoulement des rivières cesse peu de temps après la fin des pluies.

Les sols lessivés de l'aval seront décrits ultérieurement. A l'amont, on retrouve l'organisation caractéristique des sols ferrugineux :

- les horizons supérieurs homogènes, sableux, sont assez bien conservés et ils ont une épaisseur de 25 cm à 45 cm ; ils sont évidemment inexistantes quand la cuirasse affleure (environ 5 % de la surface).

- les horizons Box de teinte rougeâtre sont faiblement nodulaires, ou fortement nodulaires et indurés ; en bordure des sols lessivés, on trouve des fragments d'horizons cuirassés enterrés dans les horizons B illuviaux et dont les pores sont colmatés par une argile grise illuviale.

- le sous-système illuvial est très fortement individualisé sur une épaisseur de 1,50 à 2 m au-dessus du sous-système d'altération verticale contenant des nodules calcaires.

Sur les versants latéraux qui sont fortement érodés, les sols ferrugineux passent brutalement à des sols squelettiques à végétation de *Boswellia*. Si on suit l'axe de la ligne de crête, les sols ferrugineux passent graduellement aux sols lessivés.

Données physiques, hydriques et chimiques : Elles sont comparables à celles de l'unité 16 sauf le pédoclimat qui est plus sec.

Utilisation de ces sols

Ils nous paraissent fortement dégradés par une longue utilisation : battance de l'horizon de surface, accrue par un pâturage actuel intensif, végétation typique de sol dégradé. Quand les horizons supérieurs sont suffisamment épais, ils peuvent avoir la même utilisation que les sols homologues de l'unité 16.

L'utilisation des sols lessivés est commentée dans les pages suivantes. Signalons cependant que les sols lessivés de cette unité 15 ont une tendance marquée à se dégrader en surface pour donner des hardés dont plusieurs taches figurent sur la carte.

Le dernier village situé sur cette unité cartographique a été abandonné depuis quatre ans ; ces terres sont maintenant en friches tandis que tout le reste est inculte ou utilisé comme terrain de parcours.

Unité 16 et unité 17 - Sols ferrugineux tropicaux, habitus induré et hydromorphe

Définition : Unité 16 : catena dont l'amont et le versant ouest ont été tronqués par l'érosion du mayo Djoy.

Unité 17 : taches isolées sous forme de buttes-témoins constituées du compartiment induré de la catena précédente dont le sous-système supérieur humifère

a été tronqué par l'érosion. Ce sont les buttes-témoins cuirassées.

Proportions : unité 16 : habitus induré, 85 %, habitus hydromorphe, 15 % ; unité 17 : 100 % de sols ferrugineux, habitus induré.

Correspondance F.A.O. : plinthic luvisol et gleyic (?) luvisol.

Localisation : au sud-est de Baikoua en bordure de la frontière tchadienne.

Superficie : unité 16 : 2.100 hectares ; unité 17 : 80 hectares.

Environnement : L'unité 16 est un vaste pédiment dont le versant Est descend en pente douce et régulière vers le mayo Nibi mais se termine brutalement à son amont vers l'ouest par un décrochement, peu marqué au nord mais atteignant 20 à au sud. Cet escarpement est raviné par le réseau hydrographique du mayo Djoy. Vers Tokor-maye plus au sud, ce versant est lui-même totalement érodé et il ne reste du pédiment originel que des buttes-témoins (unité 17) provisoirement protégées de l'érosion par la chape de cuirasse indurée qui les coiffe.

La végétation est une savane à *Burkea africana* (1) dégradée sur les versants et une savane herbeuse à *Terminalia macroptera* dans les bas-fonds. La végétation est réduite à quelques arbustes et des touffes éparses de graminées du genre *Sporobolus* sur la cuirasse affleurante.

La surface du sol, au microrelief plat avec des termitières « champignons » sur les versants, est couverte d'une couche épaisse de déjections de vers de terre au bas des versants.

Les buttes-témoins et les versants cuirassés sont bien drainés en surface et la cuirasse poreuse laisse les eaux pluviales s'infiltrer en profondeur. Les bas-fonds au talweg non incisé sont au contraire très mal drainés ; des nappes perchées s'y forment à partir du mois d'août, puis elles gagnent progressivement le versant en septembre où elles se maintiennent sous la cuirasse au-dessus du plancher constitué par la base des horizons illuviaux. Au début de la saison sèche, les eaux de nappe sont éliminées d'abord du versant, puis du bas-fond en alimentant l'écoulement de base durant la phase de tarissement des rivières jusqu'en décembre. A la fin de décembre ou au début de janvier, il ne reste plus que des petites nappes résiduelles, piégées dans de petites cuvettes isolées à la base du sol, qui sont éliminées à leur tour par évapotranspiration.

Ainsi, le compartiment aval de cette catena, malgré sa faible extension par rapport au système, règle le régime hydrologique du versant tout entier.

Morphologie :

● Le sol ferrugineux à habitus induré

LEF. 185. : décembre ; sud-ouest de Baikoua ; pente est 3 % ; sur granite ; champ de sorgho non récolté.

(1) en limite septentrionale de son aire d'extension au Cameroun.

0-20 cm A1	:	sec ; brun ; 10YR5/3 ; sableux ; polyédrique grossier ; assez friable ; compact ; bon enracinement ; poreux ; faune active (termites) ;
20-45 cm A2	:	sec ; brun foncé ; 7,5YR 5/4 ; sableux ; nodules ferrugineux de 1 à 3 cm ; massive à débit polyédrique ; friable ; finement poreux ; peu compact ; enracinement assez dense ; faune peu active ;
45-60 cm Box	:	cuirasse ferrugineuse compacte de teinte rougeâtre que la pioche attaque difficilement.

Le profil n'a pas été creusé plus profondément ; mais par analogie avec des caténa homologues observées plus au sud, on peut reconnaître sous la cuirasse épaisse de 80 à 100 cm, un sous-système illuvial et un sous-système d'altération.

Variantes : Elles concernent uniquement l'épaisseur des horizons surmontant la cuirasse, qui varient de 5 à 45 cm ; ces horizons sont parfois tronqués et la cuirasse affleure.

● Le sol ferrugineux à habitus hydromorphe

LEB. 187.	:	décembre ; bas de pente en aval du LEB 185 ; strate herbacée verte ; <i>Terminalia macroptera</i> dispersés ; abondantes déjections de vers de terre en surface ; sur granite ;
0-10 cm A1 g	:	sec puis frais ; gris ; 10 YR5/1 ; gaines rouille le long des canicules de racines ; sablo-limoneux ; massive à débit prismatique ; compact ; finement poreux ; enracinement très dense ;
10-30 cm B1ti, fe, g	:	frais puis humide ; gris ; 10YR5/1 ; bariolé de rouille 2,5YR4/8 ; argileux ; peu plastique ; polyédrique ; finement poreux ; quelques nodules ferrugineux à cortex jaune et nombreux revêtements argileux gris clair ; enracinement dense ;
30-70 cm B2ti, fe, g	:	humide ; gris clair ; 10YR6/1 ; taches rouille bien délimitées 2,5YR4/8 ; argileux ; prismatique grossière, plastique ; rares nodules ferrugineux ; revêtements argileux ; faible porosité ; enracinement faible ;
vers 50 cm	:	niveau hydrostatique de la nappe perchée.

A la base (1) sous les horizons illuviaux, on observe habituellement le sous-système d'altération, gris verdâtre, argileux, à structure vertique, contenant parfois un mycélium ou des nodules calcaires.

Données physiques et hydriques : La présence de l'horizon induré sur les versants limite l'épaisseur utile du sol aux horizons supérieurs, légers, poreux, perméables à structure moyenne ou médiocre, bien drainés mais à faible stock d'eau utile.

Le bilan hydrique du sol ferrugineux induré est en relation étroite avec l'épaisseur des horizons supérieurs : faiblement déficitaire quand ils sont épais et fortement déficitaire quand ils ne dépassent pas quelques centimètres.

Les sols à habitus hydromorphe ont une épaisseur utile importante ; ce sont des terres légères à franches en surface, lourdes en profondeur, poreuses et perméables en surface, peu poreuses et imperméables en profondeur ; le stock d'eau est moyen en surface, élevé en profondeur.

Le bilan hydrique est excédentaire et caractérisé par le cycle suivant : période d'humectation de mai à juillet, puis apparition brutale de la nappe perchée en fin juillet ou au début d'août (après 500 mm de pluie cumulée environ) à la suite d'une forte

(1) non accessible à cause de la nappe.

averse ; deuxième période de saturation par la nappe qui fluctue jusqu'en octobre entre la surface et la profondeur moyenne de 20 cm, toujours en fonction des averses ; parfois les eaux peuvent submerger le sol sous une lame de 2 à 5 cm durant 24 à 48 heures ; dès la fin des pluies, commence la période de tarissement où le niveau hydrostatique baisse de 1 à 2 cm par jour jusqu'à épuisement de la nappe en fin de décembre ou au début de janvier ; les horizons argileux profonds, alors saturés, commencent à se dessécher mais conservent un taux d'humidité maintenant un état plastique jusqu'en mai de l'année suivante où le cycle annuel recommence.

Données chimiques : On se limitera aux horizons supérieurs des sols indurés car ils sont le support des cultures sur la cuirasse peu pénétrable aux racines.

Teneur moyenne en matière organique (1,50 %) moyennement évoluée ; teneur en azote 0,50 ‰, en phosphore 0,12 ‰ ; pH neutre ; désaturé ; teneur faible en bases échangeables, inférieure à 5 mé/100 g, à dominance de calcium.

Dans les sols à habitus hydromorphe, teneur forte en matière organique peu évoluée, 2,20 à 2,70 % ; azote 0,80 ‰, phosphore inférieur ou égal à 0,20 ‰ ; pH acide à peu acide en surface, neutre en profondeur ; désaturé en surface, peu désaturé en profondeur ; teneur faible en bases échangeables 5 mé/100 g environ, même dans les horizons Bti illuviaux ; faible capacité d'échange, 10 à 20 mé/100 g d'argile ; dominance du calcium échangeable ; rapport Na/T inférieur à 1 % ; en profondeur dans les horizons vertiques, la teneur en bases échangeables et la capacité d'échange augmentent nettement.

Utilisation de ces sols

Ils présentent peu d'intérêt par leurs qualités propres, par leur faible superficie, par les risques graves d'érosion des horizons supérieurs sableux sur une cuirasse stérile quand elle vient à l'affleurement. Mais, si on considère l'environnement, ils ont cependant un certain intérêt car ce sont les seules terres légères et bien drainées du secteur de Baikoua ; de plus, les 315 hectares de bas-fonds ont un gradient textural et un régime hydrique convenant parfaitement à la riziculture ; les risques d'érosion y sont faibles puisque le talweg n'est pas incisé par le réseau hydrographique.

Très occupés autrefois, si l'on en juge par les vestiges de villages, ils ont été laissés en friche. Récemment, quelques parcelles (10 %) ont de nouveau été cultivées en sorgho et arachide ; cependant, tous les bas-fonds restent incultes.

Unité 18 - Sols ferrugineux tropicaux, différenciés, à nodules et néoéluviés en profondeur

Définition : taches de sols ferrugineux tropicaux dans un paysage de vertisols.

Proportions : 100 % de sols ferrugineux.

Correspondance F.A.O. : ferric luvisols.

Localisation : périphérie du bassin de Padermé.

Environnement : le contact du bassin sédimentaire de Padermé avec le socle métamorphique est constitué d'un conglomérat graveleux, formant une auréole discontinue dans laquelle se sont différenciés les sols ferrugineux au contact des micaschistes ou des gneiss sous-jacents.

On reconnaîtra facilement cette unité cartographique par l'aspect de surface brun rougeâtre contrastant avec la teinte brune des vertisols avoisinants, par la végétation peu défrichée à base d'Anogeissus et autres combrétacées, par le microrelief plat du sol, couvert de cailloux et de galets de quartz, par la strate herbacée desséchée en novembre et soumise à des feux de brousse alors qu'elle est encore verte dans les vertisols.

Les sols

Morphologie : Ils sont caractérisés par leur grande profondeur, la teneur élevée en graviers et cailloux, la couleur rougeâtre typique du Box à nodules ferrugineux et la présence d'un horizon éluvial profond à la limite avec le socle altéré formant le plancher d'une nappe perchée en saison des pluies. Le profil complexe est de type : A1, A2, Box, E, Btig, IIC.

LEB. 50	: novembre, ligne de crête au nord de Padermé ; savane arborée claire à Anogeissus, Combretum, Sterculia ; nombreux galets de quartz en surface ; graminées brûlées.
0-10 cm A1	: sec ; brun ; 7,5Y R5/4 ; sablo-limoneux ; massive ; peu friable ; peu poreux ; faible compacité ; enracinement moyen ;
10-15 cm A2	: sec ; brun clair ; 7,5Y R6/4 ; sablo-limoneux ; massive ; peu friable ; peu poreux ; faible compacité ; enracinement moyen ;
15-25 cm A2.Box	: frais ; rouge jaunâtre ; 5Y R5/6 ; volumes de Box pédonculés ou isolés dans l'A2 ; sablo-argileux ; faible compacité ; assez bon enracinement ;
25-70 cm Box	: humide ; rouge ; 2,5Y R4/6 ; très graveleux ; cailloux de quartz et nodules ferrugineux ; terre fine argilo-sableuse à structure polyédrique ; peu compact ; poreux ; enracinement faible ;
70-80 cm E	: humide ; forte concentration en galets et graviers ; particulière ; boulant ; très poreux ; de teinte claire ; revêtements argileux et limoneux à la base ; contact brutal avec :
80-120 cm Btig	: humide ; couleur hétérogène rouge bariolée de gris ; graveleux ; terre fine argilo-sableuse ; faible porosité ; forte compacité ; massive à débit polyédrique ; enracinement faible ;
120-150 cm IIC	: humide ; micaschistes altérés ; peu poreux ; moyennement compact.

Variantes : dans l'épaisseur du sol qui peut atteindre 225 cm, dans l'épaisseur de l'horizon E de 2 cm à 15 cm, dans la quantité de grossiers.

Données physiques et hydriques : Épaisseur utile importante ; terres légères en surface mais assez limoneuses et battantes ; très graveleuses en profondeur ; structure mauvaise en surface, moyenne à bonne en profondeur.

Sols bien drainés en surface, mal drainés en profondeur avec une nappe phréatique temporaire atteignant au maximum la base des horizons Box ; dessèchement rapide en surface, plus lent en profondeur ; stock d'eau assez faible à cause du pourcentage

élevé d'éléments grossiers.

Données chimiques : Teneur forte en matière organique moyennement évoluée, 1,75 % ; azote 0,60 ‰ et phosphore 0,20 ‰ ; pH neutre en surface et en profondeur, mais peu alcalin à alcalin dans les micaschistes altérés ; saturés sauf dans l'horizon E ; teneur moyenne en bases échangeables en surface, faible dans l'horizon E, élevée en profondeur ; rapport Mg/S : 30 à 40 % ; rapport Mg/K proche de 20 % en surface de 30 à 40 % en profondeur ; rapport Na/T inférieur à 1 % en surface, atteignant 15 à 16 % dans les horizons Btig et C.

Utilisation

Pour l'utilisation agricole, se reporter à la page 45.

L'aspect géotechnique de leur utilisation réside dans le fait qu'ils constituent les seuls emprunts de matériaux convenant pour l'aménagement des pistes dans une région où les sols sont argileux, à forte proportion d'argiles gonflantes.

Unité 19 - Sols ferrugineux tropicaux différenciés, à nodules, faciès planosolique

Définition : taches de sols ferrugineux dans un environnement de sols lessivés.

Proportions : sols ferrugineux 100 %.

Correspondance F.A.O. : ferric luvisols.

Localisation : affleurements dispersés sur les lignes de crête séparant le bassin du Bani de celui du Sina, celui du Sina du Nakéré.

Superficie : 1.350 hectares dans 7 affleurements principaux cartographiés ; les taches de très faible étendue ont été assimilées aux sols lessivés sur la carte.

Environnement : ces sols sont isolés dans une mosaïque de sols lessivés et ils sont situés toujours sur les lignes de crête. Leur environnement paraît semblable à celui des sols lessivés qui les entourent mais un observateur exercé arrive cependant à percevoir sur le terrain une variation sensible dans la végétation et la surface du sol. La végétation est plus clairsemée avec des arbres et des arbustes de taille plus petite, parfois tortueux et rabougris ; l'abondance des déjections de vers de terre en surface est beaucoup moins importante. On y trouve fréquemment des sites de village. Enfin, ces sols se dessèchent précocement et ils sont soumis les premiers aux feux de brousse en début de décembre.

Les sols sont, soit bien typés avec un horizon Box rougeâtre, soit mal typés sous la forme de profils intergrades avec les sols lessivés à habitus brun. Le passage aux sols lessivés est graduel. Dans ce cas, l'horizon Box, peu épais, puis en volumes discontinus de plus en plus petits, finit par disparaître quand les horizons A sableux arrivent en contact brutal avec les horizons Bti illuviaux grisâtre ; on se trouve alors dans l'unité cartographique 24.

Morphologie :

LEB. 93	:	décembre ; ligne de crête au nord de Béré ; pente ouest 2 % ; jachère à <i>Combretum glutinosum</i> et <i>Bauhinia thoninii</i> ; sur granite à biotite et amphibole ; microrelief plat ; peu de déjections de vers ;
0-10 cm A1	:	sec ; brun grisâtre ; 10Y R5/2 ; très sableux ; massive en surface, de 0 à 5 cm puis polyédrique grossière ; peu friable ; poreux ; moyennement compact ; enracinement faible ;
10-30 cm A2	:	sec puis frais à partir de 25 cm ; brun ; 10Y R5/3 ; petits volumes isolés de Box rouge ; graveleux avec quartz et nodules ferrugineux ; terre fine sableuse ; polyédrique fine ; friable ; poreux ; moyennement compact ; bon enracinement ;
30-60 cm Bti-Box	:	humide ; couleur hétérogène : volumes rouges 2,5Y R5/6 et volumes brun jaunâtre 10Y R5/4 ; un peu graveleux avec quartz et nodules ferrugineux ; terre fine argilo-sableuse ; polyédrique nette, fine à moyenne ; non plastique ; très friable ; assez forte porosité ; compacité moyenne ; quelques traces de sable et de limon blanchis sur des faces d'agrégats ;
60-80 cm Bti, g	:	humide ; gris brun, clair ; 2,5Y 6/2 ; avec taches jaunâtres diffuses ; peu graveleux ; quartz et feldspaths ; argilo-sableux ; prismatique très grossière ; compact ; peu plastique ; porosité moyenne ; revêtements argileux gris sombre dans les pores ; passage brutal au granite altéré à structure conservée ou passage graduel à :
80-90 cm Bta	:	horizon discontinu ; humide ; gris clair ; 5Y 7/2 ; avec petites taches jaunâtres, diffuses ; peu graveleux ; argilo-sableux ; massive ; compact ; peu poreux ; nombreux feldspaths grossiers et blanchâtres, peu altérés ; passage graduel au granite.

On remarquera un caractère pédologique très particulier : la transition entre un horizon Bti illuvial et le matériau originel est toujours brutale ; sa limite est soulignée par un liséré continu de 0,5 cm à 1 cm d'épaisseur, rouille au sommet et noir à sa base. Par contre, la transition entre un horizon d'altération Bta et le matériau originel est toujours graduelle. C'est un aspect morphologique facile à repérer pour un utilisateur non spécialiste et important car l'horizon B d'altération à très faible perméabilité est souvent à l'origine de l'existence d'une nappe perchée dans le sol en saison des pluies.

Données physiques et hydriques : Se reporter aux données de l'unité 24. On signalera simplement que le pédoclimat de cette unité 19 est un peu plus sec que celui de l'unité 24.

Données chimiques et utilisation : Se reporter aux données de l'unité 24.

Unité 20 - Sols ferrugineux tropicaux, différenciés, à nodules, néoéluviés en profondeur et sols lessivés tropicaux

Définition : catena associant des sols ferrugineux à l'amont passant graduellement par des termes néoéluviés en profondeur à des sols lessivés vers l'aval.

Proportions : 55 % à 60 % de sols ferrugineux et 40 % à 45 % de sols lessivés.

Correspondance F.A.O. : ferric luvisols et ochric planosols.

Localisation : dans deux unités cartographiques assez étendues : l'une au nord et au nord-ouest d'Ouro Djaolé, l'autre au nord-ouest du hoséré Goumbairé vers le mayo Loumbo.

Superficie : 8.300 hectares dont 5.000 hectares de sols ferrugineux.

Environnement : ce sont deux zones relativement épargnées par l'érosion. Cependant, on a repéré un ravinement très intense qui se développe aux abords des mayos principaux à l'ouest d'Ouro Djaolé et au nord de Djerwin, érosion qui tend à remonter vers le haut du bassin versant.

Le paysage est constitué de longs pédiments à pente faible, de forme convexe à rectiligne, puis concave à la base ; ils se raccordent par des bas-fonds au talweg non incisé à l'amont des bassins, incisé plus ou moins profondément vers l'aval. Le déchaussement des touffes de graminées, l'accumulation de colluvions dans des bas-fonds (unité 3) sont les indices d'une érosion en nappe. La végétation est une savane arborée typiquement soudanienne (cf. unités 13-14) et une prairie à *Terminalia macroptera* dans les vallons (1).

Lé pédoclimat est relativement humide à cause de la présence de nappes perchées qui apparaissent en août dans les vallons ; en septembre, elles remontent progressivement le long du versant pour atteindre la base de l'horizon Box des sols ferrugineux. Des horizons stockent ainsi de grandes quantités d'eau saturantes qui circulent latéralement par gravité et s'écoulent peu à peu en fin d'hivernage dans le réseau hydrographique. Les sols ferrugineux se dessèchent jusqu'à la base au cours de la saison sèche alors que les sols lessivés conservent une certaine humidité dans les horizons profonds argileux, à cause des ruptures capillaires dans les horizons A et E.

Nous allons présenter les données morphologiques et analytiques des sols ferrugineux tandis que les sols lessivés seront décrits ultérieurement dans l'unité 25.

Morphologie des sols ferrugineux : Ils présentent des horizons A1 et A2 bien différenciés et un horizon Box rougeâtre facile à reconnaître. Celui-ci présente à sa base des volumes éluviés en taches puis en réseau anastomosé qui passe à un horizon continu E, très sableux, de teinte claire, se raccordant en aval à l'horizon E des sols lessivés. Sous l'horizon E, on observe des volumes discontinus illuviaux de couleur grisâtre puis un horizon illuvial continu augmentant d'épaisseur vers l'aval, en contact brutal avec la roche altérée. Latéralement l'horizon Box, peu nodulaire, puis fortement nodulaire devient induré vers l'aval sans jamais constituer une véritable cuirasse compacte.

L'horizon E forme le niveau de circulation préférentielle de la nappe phréatique.

LEB. 109	:	décembre ; proximité d'Ouro Djaolé ; sommet de versant ; sur granite à deux micas ; bordure de champ de coton ;
0-20 cm	:	sec ; gris ; 10YR5/1 ; très sableux ; polyédrique moyenne nette ; très friable ; poreux ; peu compact ; enracinement faible ;
A1	:	

(1) *Terminalia macroptera* est une espèce typique des sols contenant une nappe perchée en hivernage.

20-40 cm A2	:	sec ; brun grisâtre ; 10Y R5/2 ; très sableux ; massive à débit polyédrique très friable ; poreux ; faible compacité ; peu de racines ;
40-70 ou 80 cm e-Box	:	frais à humide ; rouge jaunâtre ; 5Y R5/6 ; sablo-argileux ; polyédrique fine ; poreux ; faible compacité ; faible enracinement ; petits volumes évolués augmentant en densité vers la base ;
70-80 cm E	:	discontinu ; frais ; brun clair ; 7,5Y R6/4 ; très sableux ; particulière ; très poreux ; meuble ; faible enracinement ;
80-100 cm C, t	:	passage brutal au granite contenant de nombreuses argilanes grises dans les fissures.

Variantes : peu de variations dans les horizons A alors qu'on peut observer toutes les proportions dans le développement des horizons Box et E.

Données physiques et hydriques : Terres très légères, poreuses, perméables et bien drainées en surface ; épaisseur utile moyenne au sommet des versants, satisfaisante sur les pentes ; structure moyenne à bonne, rarement défavorable.

Bilan hydrique peu déficitaire à équilibré sur les versants, excédentaire et à régime contrasté dans les vallons. Les sols ferrugineux bien drainés en surface ont une nappe perchée en profondeur durant l'hivernage. Cette nappe commence à se former après 550 mm à 600 mm de pluies cumulées depuis le mois d'avril (1) ; elle est intermittente durant une période de quarante jours environ, c'est-à-dire qu'elle apparaît après de fortes averses, elle draine durant quelques heures vers les sols lessivés en aval, puis l'écoulement cesse jusqu'à l'averse suivante. La nappe ne constitue pas une lame d'eau continue comme dans les sols lessivés mais une série de cuvettes creusées par l'altération dans le granite et qui communiquent par un réseau anastomosé de chenaux latéraux ; en fin d'hivernage, les eaux résiduelles piégées dans ces cuvettes tarissent par évapotranspiration.

Données chimiques : Teneur faible à moyenne en matière organique, 0,80 à 1,2 % ; teneur en azote de 0,20 ‰ à 0,35 ‰, en phosphore de 0,10 ‰ à 0,30 ‰ ; pH faiblement acide sur tout le profil, parfois neutre en profondeur ; teneur faible en bases échangeables, de 1,5 à 3 mé/100 g, atteignant rarement 5 mé/100 g ; le calcium est l'élément dominant et la quantité de potassium échangeable ne dépasse pas 0,10 mé/100 g.

Utilisation des sols de l'unité 20

Ce sont deux unités étendues, bien délimitées, à pentes faibles avec peu d'affleurements rocheux. Les sols suffisamment profonds et relativement peu érodés sont favorables à une mise en valeur.

Tout projet devra tenir compte de l'hétérogénéité de l'unité cartographique associant des sols légers bien drainés au sommet des versants, des sols légers mal drainés sur les pentes et des sols légers en surface, lourds en profondeur et mal drainés dans les vallons. Le support physique est convenable mais la nutrition minérale est assez déficiente. Peu de risques immédiats de ravinement sauf aux abords des grands axes de

(1) La nappe perchée se forme dans les sols lessivés de l'aval après 450 mm environ de pluie cumulée.

drainage (affluents du Sina et du Lombo) qu'il convient de ne pas déboiser pour retarder l'érosion linéaire remontante. Les techniques culturales devront aussi tenir compte de l'érosion en nappe commune à tous les sols sableux peu humifères de cette région.

L'implantation de villages se fera de préférence à proximité des bas-fonds colluviaux (unité 3) où le ravitaillement en eau sera assuré toute l'année.

Moins du 1/10ème de la superficie est utilisée actuellement autour du village d'Ouro Djaolé et à l'est du village vers Djerwin pour la culture du sorgho, de l'arachide et du coton.

Unité 21 - Sols ferrugineux tropicaux, différenciés, à nodules, phase érodée fréquente, sur arkose

Définition : taches de sols ferrugineux sur des buttes escarpées, témoins de catena fortement tronquées par l'érosion ; compartiment amont de l'unité 22.

Proportions : sols ferrugineux 100 %.

Correspondance F.A.O. : Ferric luvisols.

Localisation : nord-est de Momboré, nord de Yola Bodeoua.

Superficie : 400 hectares.

Environnement : il est décrit à la page 67 car les unités 21 et 22 sont situées dans le même environnement.

Morphologie : Ils sont un compartiment résiduel de catena dont le reste a été complètement déblayé jusqu'au matériau originel par le ravinement des mayos Sina et Nibi. Ce compartiment est lui-même fréquemment tronqué de ses horizons supérieurs par l'érosion en nappe et il prend alors un aspect de hardé. Dans les périmètres de quelques hectares où les horizons supérieurs ont été conservés, on reconnaît le profil typique des sols ferrugineux différenciés :

- horizons supérieurs sableux, gris à gris beige, différenciés en A1 et A2, épais de 30 à 40 cm ;
- horizon Box rougeâtre, argilo-sableux, à structure cubique, plus ou moins nodulaire, épais de 100 cm à 150 cm ;
- horizon illuvial, gris bariolé de jaune, argilo-sableux avec de nombreux revêtements argileux, épais de 200 à 250 cm ;
- horizon d'altération à la base, verdâtre, contenant localement des nodules calcaires.

Données physiques et hydriques : L'horizon Box, quand il est superficiel ou subsuperficiel, a un comportement particulier : il devient compact, massif, peu poreux et peu perméable. Le manque d'infiltration et le fort ruissellement provoquent un pédoclimat très sec où les espèces arborées habituelles sont éliminées et remplacées par les espèces

épineuses du genre *Balanites* et *Acacia* ; les espèces herbacées subsistent en touffes espacées ou sont totalement éliminées. L'aspect du paysage est celui d'un hardé.

Quand les horizons supérieurs existent, l'eau qui s'infiltré est bloquée au niveau des horizons illuviaux et il se produit un engorgement temporaire visible par les traces d'un pseudo-gley superficiel ; malgré cela, la dessiccation des sols est rapide car les graminées sont desséchées au début de novembre.

Données chimiques : Le faciès de hardé a un potentiel de fertilité chimique très faible en surface : moins de 0,5 % de matière organique, un pH acide de 4,8, une teneur en phosphore de 0,12 ‰ et 1,40 mé/100 g de bases échangeables, un taux de saturation de 15 %.

Le faciès non dégradé présente aussi des déficiences minérales ; teneur en matière organique faible, 0,70 % ; azote 0,25 ‰, phosphore 0,20 ‰ ; pH neutre en surface, faiblement acide en profondeur ; une teneur en bases échangeables inférieure à 1 mé/100 g en surface et n'atteignant pas 5 mé/100 g à 100 cm ; très désaturé en surface (taux de saturation variant de 10 à 20 %), désaturé en profondeur ; capacité d'échange de 5 à 10 mé/100 g.

Utilisation des sols de l'unité 21

Érodée et dégradée en surface, elle ne présente aucun intérêt agricole. Le fait de ne pas les déboiser totalement retardera un peu leur destruction par l'érosion qui s'exerce sur toute la périphérie des affleurements. Leur conservation exigerait des travaux importants le long de l'escarpement périphérique. La qualité des sols ne le justifie pas.

On y a décelé des traces nombreuses d'habitation ancienne : meules dormantes, tombes, emplacements de greniers à céréales. Actuellement ces sols ne sont ni habités, ni cultivés.

4.2. Les sols lessivés tropicaux

Ils forment la seconde catégorie des sols à dynamique latérale. On présentera d'abord les sols lessivés à habitus planosolique ou brun, puis les sols à habitus hyperlessivé.

A — Les sols lessivés tropicaux à habitus planosolique associés à des sols ferrugineux

Ils forment des mosaïques ou des catena dont le compartiment amont peu étendu est un sol ferrugineux plus ou moins érodé (unité 22 et 23) qui passe graduellement à des sols lessivés avec disparition de l'horizon Box, développement des horizons E et Bta et apparition d'un contact de plus en plus brutal entre les horizons éluviaux A-E et les horizons B. Les horizons A des sols ferrugineux varient peu latéralement quand ils passent aux sols lessivés, excepté la couleur qui devient plus claire ; la texture, la structure et l'organisation des constituants restent comparables.

En fait, on retrouve les mêmes horizons que dans le système ferrugineux à part l'horizon Box qui a disparu en laissant souvent quelques témoins indurés résistants à l'éluviation dans les horizons E ou piégés dans les horizons Bti illuviaux.

On observe de nouveau 4 sous-systèmes :

1. un sous-système supérieur humifère (A), d'aspect homogène, gris, sableux, à caractères hydromorphes accentués vers l'aval ; en contact graduel avec :

2. un sous-système éluvial (E), très clair, très sableux, particulière, très poreux, contenant des nodules ferrugineux résiduels et une concentration en quartz grossiers ; en contact brutal avec :

3. un sous-système illuvial (Bti), gris brun, argilo-sableux, prismatique, contenant des revêtements argileux et limoneux et quelques nodules ferrugineux, en contact dif-fus avec :

4. un sous-système d'altération (Bta), souvent épais, gris verdâtre, massif, non poreux, avec ou sans calcaire, pouvant contenir des revêtements argileux uniquement localisés dans de gros canalicules de racines (1).

Le régime hydrique est caractérisé schématiquement par une saturation en saison pluvieuse des horizons A et E au-dessus des horizons B peu perméables constituant le plancher d'une nappe perchée. En saison sèche, les nappes disparaissent, puis la des-siccation atteint les horizons A, E et une partie des horizons B.

Unité 22 - Sols ferrugineux tropicaux, sols lessivés tropicaux

Définition : catena associant des sols ferrugineux érodés à l'amont, à des sols lessivés tronqués en aval, dans un environnement excessivement érodé, sur des arkoses.

Proportions : 55 % du paysage est érodé, formé de sols squelettiques ; parmi les 45 % restants, on compte 15 % de sols ferrugineux et 85 % de sols lessivés.

Correspondance F.A.O. : ferric luvisols et ochric planosols.

Localisation : secteur de Momboré : au nord-ouest du village et au sud-ouest vers Sou-ki ; secteur d'Al Arba, le long de la frontière avec le Tchad.

Superficie : 7.850 hectares dont 4.250 hectares de phase érodée.

Environnement : Le périmètre de Momboré-Al Arba constitue la terminaison ouest du bassin sédimentaire crétacé de Lamé qui s'étend largement sur le territoire tchadien. Les sédiments sont en majorité des arkoses, reposant sur un conglomérat à gros galets émoussés en contact avec le soubassement granitique, recoupées par quelques filons de basalte récent. La puissance des arkoses varie de 3 à 4 m en bordure du socle à 12-15 m vers la frontière tchadienne.

(1) La distinction entre le sous-système illuvial et d'altération important pour comprendre la dyna-mique hydrique du sol n'est pas toujours évidente même pour un spécialiste en saison des pluies alors que cette distinction est facile en saison sèche.

Le paysage a subi une érosion très violente par les mayos Nibi et Sina avec la formation de véritables ravins d'une quinzaine de mètres entaillant les sols et les arkoses jusqu'au granite.

La plupart des matériaux arrachés par l'érosion ont été entraînés par le réseau hydrographique ; une faible quantité s'est déposée dans de petites plaines alluviales près de Momboré, Souki et Ouro Goni.

On peut observer le paysage de long de la piste Momboré-Mayo Nibi et Momboré-Yola où l'on aperçoit de loin sur les lignes de crête les escarpements à sommet rougeâtre des sols ferrugineux et entre les buttes toujours le même glacis érodé et raviné, avec des arbustes épineux, parsemé de galets, cailloux, fragments de cuirasse et nodules ferrugineux, amas ou nodules calcaires.

La végétation est une savane anthropique très dégradée à combrétacées, remplacées par des espèces épineuses dans les zones à faciès de hardé.

Le pédoclimat est très contrasté. Il est humide en saison des pluies dans les pédiments à sols lessivés à cause de la présence d'une nappe perchée ; mais les sols se dessèchent rapidement en octobre car l'entaille du talweg facilite l'évacuation des eaux de nappes dès la fin des pluies.

Dans la phase érodée où le ruissellement est intense sur les horizons d'altération plus ou moins argileux à l'affleurement, le pédoclimat est nettement plus sec en toute saison.

Les pédiments adossés au socle ont été en partie protégés de l'érosion et portent des sols ferrugineux (taches non érodées de l'unité 21) ou des catena (unité 22) ; les autres, tronqués sur les deux versants de façon dissymétrique, à cause de l'attaque plus forte du mayo Nibi, portent des catena érodées de l'unité 22 ou des sols lessivés de l'unité 25 ; enfin, les derniers, fortement érodés sur les deux versants, sont limités à des affleurements discontinus le long des lignes de crête et ils portent les sols ferrugineux érodés de l'unité 21.

Les sols ferrugineux de l'amont des catena ont été décrits dans l'unité 21. On les reconnaît à l'horizon rougeâtre visible en bordure de l'escarpement formé par l'érosion.

Ils passent graduellement par disparition des horizons Box aux sols lessivés qui sont souvent tronqués sur une distance de 15 à 20 m en bordure du talweg, toujours incisé (1).

Morphologie :

LEB. 24	:	décembre ; nord-est de Momboré ; à 1 km du mayo Nibi ; sur pente 4 % ; savane dégradée avec arbustes : <i>Anogeissus</i> de petite taille, <i>Combretum</i> sp., <i>Bauhinia</i> ; quelques cailloux ; abondantes déjections de vers en plaques discontinues ; strate herbacée brûlée ;
0-25 cm A1	:	sec ; brun ; 10YR5/3 ; sableux ; massif ; friable ; poreux ; peu compact ; enracinement faible ;
25-33 cm E	:	sec ; gris clair ; 10R6/2 ; graveleux ; terre fine très sableuse ; particulière ; meuble ; très poreux ; bouillant ; passage brutal à :

(1) se reporter à la légende de la carte.

- 33-70 cm : humide ; gris ; 10YR5/1 ; à taches rouille ; graveleux ; quelques nodules
Bti, g ferrugineux ; terre fine argilo-sableuse ; prismatique très grossière ; plastique ; faible porosité ; très compact ; revêtements argileux abondants ; enracinement faible ;
- 70-120 cm : humide ; gris olive clair ; 5Y6/2 ; peu graveleux ; argilo-sableux ; massive
B ta, v, ca à débit cubique ou en plaquettes à la base ; non poreux ; compact ; nodules calcaires et petites concrétions noires de manganèse ; enracinement très faible ; passage graduel à l'arkose altérée ;

Données physiques, hydriques et chimiques des sols lessivés : se reporter à l'unité 25 page 78.

Utilisation de l'unité 22

Elle a un faible intérêt agricole. L'intensité de l'érosion exigerait des travaux très importants pour une mise en valeur. De plus, on constate un épuisement chimique des sols ferrugineux et parfois des sols lessivés en surface.

Cette région de Momboré, Yola, Al Arba, à population Foulbé, a été autrefois très habitée et très cultivée si l'on en juge par l'état de la végétation et les nombreux emplacements de villages.

Actuellement, les pédiments à sols ferrugineux et à sols lessivés sont abandonnés par l'habitat et la culture sauf aux environs de Souki où ils sont moins dégradés et cultivés en sorgho et en coton. Les villages se sont regroupés sur les terrasses anciennes (unité 30), actuellement cultivées, ainsi que sur les alluvions récentes de bordure des mayos (unité 3).

Les cultures principales sont l'arachide sur les terrasses, puis le sorgho, le coton avec des rendements moyens, et des cultures vivrières de complément dans les alluvions : manioc doux, bananier, canne à sucre, un peu de riz pluvial et de maïs.

En hivernage, les boeufs pâturent dans l'arrière pays puis ils se regroupent le long des mayos à partir de novembre dès le début de la saison sèche.

Unité 23 -Sols ferrugineux tropicaux, différenciés, à nodules ou indurés et sols lessivés tropicaux

Définition : catena associant des sols ferrugineux différenciés en amont à des sols lessivés à habitus planosolique, sur un granite à biotite et amphibole.

Proportions : sols lessivés, 80 % à 90 % dont 10 % de phase érodée ; sols ferrugineux tropicaux de 10 % à 20 %.

Correspondance F.A.O. : ferric et plinthic luvisols, OCHRIC PLANOSOLS.

Localisation : région de Baikoua et sud de Baikoua jusqu'au 9ème parallèle.

Superficie : 6.100 hectares dont 700 hectares environ de phase très érodée cartographiés dans l'unité 2.

Environnement : Le paysage est mollement ondulé et peu érodé sauf en bordure des principaux axes de drainage sur une distance de 500 m à 1.000 m de part et d'autre des rives. Pas de traces de dégradation de surface sous forme de hardé.

Les pédiments à pente faible, sans blocs rocheux, sont habituellement dissymétriques ; ils se raccordent par des vallons au talweg incisé jusqu'à la roche à l'aval des bassins versants, mais non incisé et à fond plat en amont.

La végétation est une savane anthropique à *Combretum* et *Bauhinia thoninii* avec une strate herbacée dense et de haute taille dans les jachères.

Le pédoclimat est assez humide à cause des nappes perchées d'hivernage, de la profondeur et de la forte capacité de rétention des sols. L'écoulement des nappes est très ralenti dans les pédiments aux vallons non incisés si bien qu'après la saison pluvieuse, les eaux continuent à alimenter l'écoulement du mayo Djoy qui ne tarit qu'en janvier. Dans quelques bas-fonds, nous avons observé sur des alluvions limono-sableuses le *Pennisetum purpureum*, graminée caractéristique des régions plus humides du sud de la Bénoué.

Les sols ferrugineux sont profonds, bien différenciés, à horizon Box, nodulaire, induré, jamais très compact. Ils passent latéralement selon le mode habituel (cf. page 67) aux sols lessivés à horizon E bien différencié, à horizon Bti diminuant d'épaisseur puis disparaissant vers l'aval ou l'horizon éluvial E est en contact brutal avec l'horizon d'altération vertique.

Morphologie :

- **Le sol ferrugineux** : ce type de sol n'a été observé que dans l'unité 23 et nous le décrivons ci-dessous.

LEF. 146	:	décembre ; sud de mayo Djoy ; sommet de versant ; pente 1 % ; friche à <i>Combretum</i> ;
0-15 cm A11	:	sec ; gris ; 10YR6/1 ; quelques taches jaunes diffuses ; très sableux ; massive à débit polyédrique grossier ; poreux sauf de 0 à 3 cm ; fragile ; friable ; racines fines et très fines ;
15-25 cm A 12 g	:	sec ; gris brun ; 10YR6/2 ; taches jaunes à contours nets ; très sableux ; massive ; finement poreux ; fragile ; friable ; racines fines et très fines ;
25-40 cm A 2 g, n	:	frais ; brun ; 10YR5/3 ; taches jaunes ; sableux ; polyédrique grossière à moyenne ; peu friable ; à porosité faible ou moyenne irrégulièrement répartie ; peu de racines ; nodules ferrugineux de forme et de taille diverses ;
40-85 cm Box	:	frais ; couleur très hétérogène, (2,5YR4/8) ; à taches noires et grises ; induré irrégulièrement et d'aspect nodulaire à la base ; terre fine sablo-argileuse ; massive à débit lamellaire ; très poreux ; revêtements argilo-limoneux et limono-sableux dans les plus gros pores ; enracinement très friable.
85-140 cm e-Bti, g	:	humide ; brun ; 10YR5/3 ; nombreuses taches rouille ; argileux ; polyédrique moyenne nette ; peu plastique ; compact ; poreux au sommet ; peu poreux à la base ; nombreux revêtements argileux gris foncé ; quelques volumes clairs limono-sableux, meubles, autour de gros pores ; quelques racines moyennes ;

- 140-170 cm : humide ; brun jaunâtre ; 2,5Y6/4 ; argilo-sableux ; prismatique à sous-structure cubique plus ou moins aplatie ; plastique ; compact ; très faible porosité ; nombreux feldspaths blancs peu altérés ; quelques revêtements gris sombre sur les faces d'agrégats ou dans de gros canalicules ; passage graduel au granite altéré.
- B, ta

Variantes : dans l'épaisseur du sol qui peut atteindre 250 cm, dans l'induration de l'horizon Box, dans l'abondance des volumes éluviés à la base et au sommet du B illuvial.

● Le sol lessivé planosolique

L'utilisateur reconnaîtra facilement ces sols par l'horizon A sableux, homogène, l'horizon E très sableux, gris clair, à éléments grossiers, meuble à boullant, en contact brutal avec les horizons B argileux, très compacts, gris à verdâtre.

En saison des pluies, les horizons E auront une couleur plus foncée, brun à brun clair. Le contact avec les horizons B sera beaucoup moins brutal, parfois même peu visible quand ils seront saturés d'eau en août et septembre.

- LEF. 144 : décembre ; sud de Baikoua ; 1/3 supérieur de pente 5 % ; jachère en bordure d'un champ d'arachide récolté ; quelques arbres dispersés : *Anogeisus* ; *Parkia biglobosa*, *Terminalia* sp.
- 0-10 cm : sec ; brun grisâtre ; 10YR5/2 ; sans taches ; très sableux ; très friable ; massive à débit polyédrique ; peu poreux ; peu de racines ;
- A11
- 10-21 cm : sec ; brun clair ; 10YR6/3 ; sans taches ; très sableux ; très friable ; massive à débit polyédrique ; poreux ; peu de racines ;
- A12
- 21-48 cm : sec ; brun clair à gris clair ; 10YR7/3 à 7/2 ; sableux ; peu friable ; massive
- E
- 48-107 cm : humide ; brun jaunâtre ; 10YR6/4 ; taches rouilles ; quelques nodules ferrugineux rouille à centre noir ; argilo-sableux ; polyédrique très grossier ; non friable ; peu poreux ; contenant des volumes apparemment isolés d'horizons E de 5 à 20 cm, reliés en fait par un réseau anastomosé à l'horizon E susjacent ; quelques racines ; revêtements argileux bien visibles en fin d'hivernage ;
- E-Bti, g
- 107-182 cm : humide ; olive pâle ; 5Y6/3 ; taches noires de concrétions de manganèse et taches blanches des feldspaths peu altérés et des nodules calcaires ; argilo-sableux ; prismatique puis en plaquettes obliques ; compact ; plastique ; très faible porosité ; passage graduel au granite altéré.
- B ta, v, ca

Données physiques, hydriques et chimiques des sols lessivés : voir unité 25 page 78.

Utilisation de l'unité 23

L'unité 23 associée aux unités 16 et 25 fait du périmètre Baikoua-Dokerol-Baguena la zone au potentiel agricole le plus élevé après le secteur de Padermé.

Les sols sont profonds, peu atteints par l'érosion régressive récente et ils s'étendent sur des pédiments à pente faible, sans rochers, favorables à la culture attelée.

Ces sols sont variés : sols légers et bien drainés en surface (amont de l'unité 23 et unité 16), sols légers et mal drainés avec nappe perchée (unité 23) ; sols plus lourds

et mal drainés des vallons de l'unité 16 ; à ceux-là viennent s'ajouter les flats alluviaux le long du mayo Bani. D'où des possibilités de diversifier largement les cultures.

La pluviométrie dépasse 1.000 mm et le bilan hydrique, normal ou excédentaire mais à régime contrasté, est dans l'ensemble favorable si les techniques culturales sont bien adaptées. Le support physique est très satisfaisant et la nutrition minérale correcte et sans déficience grave.

L'approvisionnement en eau des villages est relativement aisé par le creusement de puits atteignant la nappe permanente située dans le granite à faible profondeur. Ces ouvrages seront à creuser de préférence en bordure des flats alluviaux ou à l'amont des bassins versants et à proximité des vallons au talweg non incisé.

Les sols sont actuellement très cultivés dans un périmètre de 2 km environ autour de Baikoua, le long de la piste Baikoua-Mayo Djoy, de la piste Baikoua-Dokerol, et au sud-est près de Baguena ; cela représente environ le 1/4 de la superficie disponible dont le reste est inculte ou utilisé comme terrain de parcours par les troupeaux de boeufs, surtout à l'est près de la frontière.

Les villageois semblent avoir une préférence marquée pour l'utilisation des sols ferrugineux. Les cultures principales sont le sorgho et le coton, puis l'arachide et le riz pluvial ; les cultures vivrières de complément sont pratiquées dans les alluvions : manioc, patate douce, maïs, haricot, bananier.

Unités 24 et 25 - Sols lessivés tropicaux à habitus planosolique et habitus brun

Nous avons dénommé ce paysage pédologique une mosaïque car les sols sont répartis dans un ordre quelconque apparent ; nous n'avons pas réussi à déterminer avec certitude les lois de répartition.

Dans certains secteurs, les sols à habitus planosolique sont largement dominants, ailleurs, ce sont les sols à habitus brun. La distinction entre les deux unités cartographiques est uniquement fonction de l'unité dominante en superficie : l'unité 24 contient 70 % environ de sols à habitus brun et l'unité 25 contient 80 % au moins de sols à habitus planosolique.

Le facteur prépondérant qui règle leur répartition semble être le drainage, suivant qu'il favorise plus ou moins la formation de nappes perchées en hivernage. Le drainage est conditionné par la topographie externe, c'est-à-dire, la pente du sol et son microrelief, paramètres importants pour l'infiltration ; mais il est encore plus conditionné par la topographie interne du sommet de l'horizon B et par sa porosité qui déterminent l'existence d'un plancher pour la nappe perchée et un gradient de circulation d'eau saturante.

La topographie de l'horizon B n'est évidemment pas perceptible en surface, ni directement sur les photographies aériennes ; c'est pourquoi, dans un paysage où les critères de surface sont identiques, il a été difficile de cartographier séparément les

deux types de sols. Seule une prospection détaillée systématique permettrait de reconnaître leur disposition spatiale et de déceler les lois de leur répartition. La végétation originelle eût été probablement un indicatif précieux mais elle a disparu, remplacée par des formations dégradées d'aspect uniforme.

Cependant, on a observé que sur les pédiments à faible pente, couverts d'une couche épaisse de déjections de vers de terre, la présence exclusive de sols planosoliques était la règle.

Environnement : on décrira d'abord l'environnement identique pour les deux unités, puis on donnera les caractéristiques morphologiques et analytiques de chacune en détail.

Le paysage se présente comme une vaste pénéplaine qui s'étend uniformément depuis la rive droite du mayo Godi sur la feuille de Rey-Bouba (1) jusqu'au glacis d'érosion du hoséré Goumbairé. Un simple coup d'oeil sur la carte permet de voir la dissection du paysage par le réseau hydrographique des mayos Sina et Bani. On constate que l'amont des bassins versants est bien conservé sous forme de pédiments résiduels surbaissés ou presque tabulaires, limités par un escarpement bien marqué ; par contre, l'aval des bassins et les pentes des versants en général sont érodées, ravinées, couvertes de cailloux et de blocs rocheux. Les produits de l'érosion ont été évacués hors du paysage ; seul subsiste un mince cordon alluvial le long des mayos principaux dont le lit mineur profondément incisé dans la roche est colmaté jusqu'au ras des berges par des dépôts sableux.

La végétation originelle qui était une forêt claire à *Anogeissus* et à légumineuses, dont G. Fotius a découvert quelques reliques, a été remplacée par une savane arbustive ou arborée très claire à *Combretum* et à *Terminalia*, ainsi que d'autres espèces accompagnatrices comme *Maytenus*, *Gardenia*, *Sterculia*, *Boswellia*, des karités, avec un tapis graminéen localement très dégradé dans les zones fortement pâturées (région de Doukroum). En surface, on observe une couche à peu près continue mais d'épaisseur variable de déjections produites par les vers en saison des pluies.

La phase érodée se distingue par sa topographie accidentée et ravinée, l'abondance des cailloux en surface, des rochers ou des chaos de rochers de forme arrondie, par la maigre végétation herbacée en touffes dispersées et par la densité des *Boswellia*. La piste qui mène à Béré traverse ce paysage sur 3 km à la sortie du radier sur le mayo Sina.

La phase dégradée en surface, à faciès de hardé, est toujours associée à des sols planosoliques sous la forme de taches peu étendues sauf dans le hardé au sud de Kara qui couvre plus de 100 hectares d'un seul tenant. Le sol est de couleur claire en surface ; les horizons humifères sont arrachés en plaques au-dessus de l'horizon B très compact qui affleure ; des ravines profondes, dont le fond est couvert de nodules calcaires, attaquent les horizons B à partir des axes de drainage ; la végétation est constituée d'épineux (*Balanites* et *Acacia* divers) et de *Lannea humilis*.

Le régime hydrique comprend trois périodes :

1. les pluies d'avril à juin, sous forme de tornades violentes, s'infiltrant dans

(1) à 20 km au sud de la limite de la carte.

les sols des plateaux mais ruissellent abondamment sur les sols de la phase érodée, souvent ravagés par les feux tardifs d'avril allumés pour la chasse aux petits rongeurs ; ce sont ces pluies qui provoquent les plus graves destructions, parfois en quelques heures. Sur le plateau, on peut voir l'eau stagner en surface dans les zones battantes fortement piétinées par les boeufs, alors qu'ailleurs elle s'est infiltrée rapidement ; la végétation herbacée commence à repousser tandis que les pluies reconstituent peu à peu le stock d'eau du sol entre juin et août.

2. Brusquement, en août, après 450 à 550 mm de pluies cumulées (1), des nappes apparaissent dans les sols après une averse de 50 mm ou plusieurs averses consécutives ; les réservoirs des nappes se situent dans les horizons A et E ; leur niveau fluctue jusqu'en octobre en fonction des averses. On observe alors des horizons supérieurs sableux saturés d'eau, sur des horizons B sans nappe qui ne sont pas encore mouillés à la base vers la mi-septembre.

3. L'humectation gagne progressivement la base du sol tandis que cessent les pluies et que les nappes s'assèchent par évapotranspiration. En décembre, on observe cette fois des horizons A et E secs au-dessus d'horizons B humides qui conservent une humidité assurant un état plastique des horizons Bta d'altération jusqu'à la fin de la saison sèche.

Le régime hydrique de la phase érodée est une succession d'humectations et de dessiccations sans nappes perchées suivie d'une dessiccation rapide en novembre jusqu'à la base du sol, d'où un pédoclimat nettement plus sec.

Les sols : Les sols lessivés tropicaux, largement dominants, sont associés dans le paysage à des sols ferrugineux tropicaux (unité 19) sur les lignes de crête, à des sols fersialitiques (unité 6) strictement localisés aux intrusions filoniennes basiques dans le granite, ou à des lithosols en affleurements dispersés sur la carte.

Les sols planosoliques et bruns renferment fréquemment dans les horizons A, E et au sommet des B illuviaux des reliques d'horizons Box, parfois de dimensions microscopiques. Ce sont des nodules ferrugineux indurés, des quartz très corrodés par les hydroxydes de fer, des fragments de cuirasse ou encore des fragments de roche (souvent des pegmatites) fossilisés par des hydroxydes.

L'utilisateur distinguera les sols à habitus planosolique des sols à habitus brun par la morphologie des horizons supérieurs (A et E) et par le comportement hydrique durant la deuxième phase du cycle saisonnier. Il reconnaîtra aussi les sols de la phase érodée par leur faible épaisseur et l'environnement caractéristique. La convergence de forme entre la phase érodée des unités 24 et 25 est telle qu'il n'est pas possible de les différencier sur le terrain et donc de tracer leur limite sur la carte.

L'extension de ces sols érodés atteint une superficie proche de 25.000 hectares.

- **Les sols lessivés tropicaux à habitus brun**

Correspondance F.A.O. : ochric planosols

Localisation : flanc sud du hoséré Goumbairé, de Djerwin au mayo Sanguanaré ; en-

(1) variable avec la répartition antérieure des pluies.

tre le mayo Sanguanaré et le mayo Nakéré ; sur l'interfluve entre le Sina et le Bani ; depuis le radier sur le Sina jusqu'à l'est de Taparé ; rive gauche du Bani le long du 9ème parallèle ; région de Koli près du mayo Loumbo ; nord de Gali.

Superficie : 35.000 hectares.

Morphologie : La morphologie habituelle est la suivante :

— horizon A, brun, sableux, plus ou moins marqué par l'hydromorphie, avec concentration de quartz grossiers et de nodules ferrugineux, en contact distinct à très net avec :

— horizon B, argileux, brun grisâtre au sommet, gris verdâtre à la base, à structure large, compact, passant graduellement à la roche altérée.

Au contact entre les horizons A et B, on observe parfois des volumes de forme et de taille diverses, de teinte claire, sableux à sablo-limoneux, particulière, bouillant, ayant les caractères d'horizons éluviaux E.

LEB. 112	:	décembre ; près de Taparé ; sommet de versant ; pente 2 % ; savane arborée et arbustive très claire à <i>Combretum</i> , <i>Anogeissus</i> , <i>Sterculia</i> ; strate herbacée non desséchée ; rares termitières grises ; déjections de vers de terre peu abondantes ; sur granite à biotite et amphibole.
0-12 cm A11 (g)	:	sec ; gris ; 10YR5/1 ; taches rouille le long des canalicules de racines ; peu graveleux ; quartz et peu de nodules ferrugineux ; sableux ; massive ; non friable ; assez compact ; moyennement poreux ; enracinement très dense ;
12-23 cm A12 g, n	:	sec puis frais à 20 cm ; brun grisâtre ; 10YR5/2 ; taches rouille diffuses ; sableux à sablo-argileux ; polyédrique à cubique moyenne ; non friable ; poreux ; graveleux ; quartz et nodules ferrugineux ; peu compact ; bon enracinement ; volumes discontinus lenticulaires de 3 mm à 3 cm de couleur claire, meuble, très sableux au sommet des prismes de l'horizon B ou sur les faces latérales ; contact net, souligné par une ligne de graviers discontinue avec :
23-70 cm Bti, g	:	humide ; brun grisâtre ; 10YR5/2 ; taches jaunes diffuses ; argileux peu graveleux ; plastique ; prismatique à sous-structure en plaquettes à la base ; peu plastique et très dur en sec ; très faible porosité ; quelques fentes de dessiccation au sommet ; très compact ; racines sur faces des agrégats ; revêtements argileux entre 23 et 40 cm ;
70-100 cm B ta	:	humide ; gris olive ; 5Y6/2 ; argilo-sableux ; massive ; plastique en humide ; très dur en sec ; porosité apparente nulle ; très forte compacité ; peu de racines ;
vers 100 cm	:	passage graduel au granite altéré.

Variantes :

— dans les horizons A : épaisseur de 20 à 30 cm, rarement 40 cm, teneur variable en grossiers, couleur beige et structure massive comparables à celles des horizons homologues des sols ferrugineux ;

— dans les horizons B : épaisseur de 60 à 80 cm, volumes de Box de faible dimension au sommet du B illuvial, variations dans l'épaisseur des horizons B illuviaux et d'altération, caractères vertiques accentués de l'horizon d'altération ;

— formes très diverses ou absence de volumes d'horizons E.

Données physiques et hydriques : La discontinuité bien marquée entre les horizons A et B est le paramètre déterminant les variations des propriétés de ces sols.

Terres légères en surface, lourdes en profondeur ; structure moyenne à satisfaisante en surface, médiocre en profondeur ; poreux et perméable en surface, peu perméable au sommet du B, imperméable à la base ; épaisseur utile satisfaisante ; drainage externe bon à moyen.

Le stock d'eau utile est moyen à faible en surface, important en profondeur. Le bilan hydrique est équilibré et le régime hydrique comporte 3 phases saisonnières. Une période d'humectation de mai à juillet, une période de saturation intermittente en août et septembre, puis une période de dessiccation des horizons A de la dernière décennie d'octobre à fin novembre et des horizons B en janvier et février. La dessiccation n'atteint pas la base des horizons B quand les sols sont suffisamment profonds.

Durant la période d'août à septembre ; il peut se former des nappes perchées fugaces qui se maintiennent périodiquement 24 à 48 heures ou même plusieurs jours en cas de succession d'averses journalières.

Données chimiques : Elles sont assez déficientes en surface, satisfaisantes en profondeur : teneur faible en matière organique peu évoluée, de 0,80 à 1,20 % au maximum ; azote de 0,25 ‰ à 0,30 ‰, phosphore 0,20 ‰ ; pH neutre sur tout le profil, parfois légèrement alcalin à la base du B ; faible teneur en bases échangeables en surface, de 3 à 7 mé/100 g, forte en profondeur de 20 à 30 mé/100 g ; dominance du calcium échangeable, potassium fréquemment inférieur à 0,10 mé/100 g en surface, de 0,20 à 0,40 mé/100 g en profondeur ; le rapport Na/T varie de 1,5 % à 4 % ; capacité d'échange de 4 à 8 mé/100 g en surface, de 20 à 30 mé/100 g en profondeur ; fortes à très fortes réserves minérales : 40 mé/100 g en surface, 85 à 100 mé/100 g en profondeur, dont 10 à 12 mé/100 g de potassium.

● Les sols lessivés tropicaux à habitus planosolique

Ils se distinguent des précédents par une différenciation encore plus accentuée entre les horizons A et B, par la présence d'un horizon E continu de teinte claire plus ou moins épais et par une accumulation calcaire très fréquente à la base de l'horizon B.

Correspondance F.A.O. : ochric planosol.

Localisation : Est de Baguena ; nord de Baikoua ; secteur de Vindé Bodal, de Doukroum ; entre le mayo Nakéré et le 14ème parallèle ; au sud et sud-est du mayo Pouldebo ; rive droite du Sina en aval de Fali ; secteur de Moudangré-mayo Daloudji ; nord de Makéré.

Superficie : 25.000 hectares.

Morphologie : Les sols sur granite et les sols sur arkose ont une morphologie tout à fait comparable. Voici un profil sur granite de la région de Doukroum.

- LEB. 117. : décembre ; près du village de Doukroum ; pente 2 à 3 % ; dans champ de sorgho récolté ; grosses termitières grises de 2 m de hauteur ; déjections abondantes de vers de terre ; sable rougeâtre en surface ; quelques arbres : *Anogeissus*, *Terminalia*, *Sterculia* ;
- 0-10 cm : sec ; brun grisâtre ; 10YR5/2 ; très sableux ; massive à débit polyédrique ; cohésion moyenne ; porosité grossière développée ; chevelu racinaire ;
A11
- 10-20 cm : sec ; brun très clair ; 10YR7/3 ; petites taches jaunâtres diffuses ; très sableux ; massif ; cohésion moyenne à forte ; poreux ; peu friable ; racelles ;
A12 g
- 20-43 cm : sec à frais ; gris clair ; 10YR7/2 ; taches jaunes diffuses ; graveleux ; quartz et nodules ferrugineux ; terre fine très sableuse ; massive à débit très irrégulier ; forte cohésion ; porosité très forte ; racines ;
E1 g, n
- 43-54 cm : sec ; gris très clair ; 10YR7/1 ; graveleux ; quartz et nodules ferrugineux ; terre fine très sableuse ; particulière ; meuble puis bouillant à la base ; transition brutale et fortement ondulée, soulignée par une couche de sable grossier et de graviers, épaisse de 1 à 2 cm ;
E2 g, n
- 54-75 cm : humide ; gris brun ; 2,5Y6/2 taches jaunâtres diffuses ; peu graveleux ; argileux ; prismatique très grossière ou en colonnes ; sous-structure cubique ; peu plastique ; excessivement dur à l'état sec ; faible porosité structurale après dessiccation ; revêtements argileux gris sombre dans les pores et sur les faces latérales d'unités structurales ; enracinement faible sur les faces d'agrégats ;
Bti, g
- 75-95 cm : humide puis frais à la base ; olive clair ; 5Y6/3 ; non graveleux ; argilo-sableux ; massive à débit prismatique ; quelques plaquettes obliques à faces lissées ; très compact ; porosité apparente nulle ; petites concrétions noires de manganèse ; mycélium et nodules calcaires ;
Bta, ca
- 95-125 cm : passage graduel au granite altéré.
C

Variantes : épaisseur du sol entre 80 cm et 160 cm ; épaisseur de l'horizon E de 2 à 15 cm, 10 cm étant le plus fréquent ; variations dans la teneur en grossiers, en nodules ferrugineux, en calcaire, parfois inexistant ; caractères hydromorphes fortement marqués dans l'horizon A quand l'horizon B se trouve à faible profondeur.

Morphologie des sols de la phase érodée des unités 24 et 25 : La surface du sol au microrelief plat est parsemée de cailloux sans déjections de vers ou avec des déjections réparties en plages discontinues. Les sols ont toujours le même aspect : profils peu épais, de 20 cm à 30 cm atteignant au maximum 50 cm, avec des horizons A de 10 cm, brun, sableux, massif en contact net à très net avec des horizons B, gris brun, argilo-sableux, compact, prismatique, peu poreux, ayant plutôt des caractères de B d'altération. Cet horizon passe graduellement à la roche altérée.

Morphologie des sols de la phase dégradée de l'unité 25 : Les sols dégradés en surface sous la forme de hardés sont toujours associés aux sols planosoliques de l'unité 25, très rarement aux sols à habitus brun. Morphologiquement, cette dégradation se manifeste par la formation d'un horizon humifère de surface plus ou moins décapé par l'érosion, peu épais, à texture sablo-limoneuse, de teinte claire avec des taches jaunâtres, en contact très brutal avec un horizon B, gris sombre, marqué par un gley au sommet ; cet horizon B riche en limons est d'une extrême compacité et sa porosité pour l'eau est très faible ou presque nulle. Il est en contact avec un horizon d'altération à structure plus fine, assez poreux, calcaire.

Données physiques et hydriques : Comme dans l'unité 24, les propriétés et le comportement du sol sont en relation avec la variation brutale de la morphologie au niveau du contact des horizons E et B.

Epaisseur satisfaisante mais forte résistance à la pénétration racinaire au niveau du B ; terres très légères à légères en surface, lourdes en profondeur ; structure mauvaise à médiocre en surface, très mauvaise en profondeur ; très poreux en surface à l'état naturel, peu poreux à non poreux en profondeur ; perméabilité forte en surface, très faible en profondeur ; drainage en surface moyen à faible.

Le bilan hydrique est excédentaire et le régime très contrasté ; il se distingue des sols de l'unité 24 par le fait que la nappe perchée se maintient constamment durant la période d'hivernage.

Le cycle saisonnier comporte les 3 phases suivantes : une phase d'humectation de mai à juillet qui provoque un colmatage de la porosité structurale formée par la dessiccation d'une partie de l'horizon B ; puis une phase de saturation par la nappe qui apparaît généralement dans la deuxième décennie d'août. Le plancher de la nappe est constitué par le sommet du B ou plus fréquemment par un niveau de l'horizon B où s'effectue le passage entre le B illuvial et le B d'altération quand la teneur en argiles gonflantes devient élevée. Le niveau hydrostatique de la nappe fluctue en fonction des averses et les eaux circulent dans l'horizon E dans le sens de la pente ou à contre-pente si la topographie du plancher est favorable ; la nappe se maintient jusqu'à la fin des pluies, puis elle disparaît dans la première décennie de novembre par évapotranspiration plus que par écoulement latéral, suivant un rythme moyen de tarissement de 2 cm par jour ; vers la fin de novembre, le contact E-B, assez graduel durant l'hivernage, devient de plus en plus marqué provoquant des ruptures capillaires ; les horizons B conservent ainsi jusqu'en janvier ou février une certaine humidité qui se maintient jusqu'à la saison des pluies suivante dans les horizons d'altération verticales des sols profonds.

Données chimiques : déficientes en A et E, favorables en B.

Teneur faible en matière organique peu évoluée 0,80 %, en azote 0,30 ‰, en phosphore 0,15 ‰ ; pH neutre en surface, parfois faiblement acide au sommet du B puis alcalin en profondeur, souvent très alcalin à la base (pH supérieur à 9,0) ; parfois désaturé en surface, le plus souvent peu désaturé et saturé en profondeur ; teneur faible en bases échangeables dans les horizons A et E, de 2 à 4 mé/100 g, forte en B, de 15 à 20 mé/100 g. Le calcium est l'élément dominant, le potassium échangeable ne dépasse jamais 0,10 mé/100 g en surface (médiane 0,07) et il atteint 0,20 à 0,30 mé/100 g en B. Le rapport Na/T le plus élevé se situe en B, de 4 % à 6 % ; la capacité d'échange passe de 4 à 5 mé/100 g en A et E, à 20 mé/100 g en B. Les réserves minérales sont fortes : 25 mé/100 g en A, 15 mé/100 g en E et 40 à 60 mé/100 g en B dont 3 à 5 mé/100 g de potassium en surface et 10 mé/100 g en profondeur ; calcaire en profondeur. Une caractéristique remarquable de ces sols est la différence entre le pH H₂O et pH KCl qui varie de 2,0 à 2,5 dans les horizons B et peut atteindre parfois 2,0 dans les horizons E. Ce caractère est moins fréquent dans les sols à habitus brun.

Les propriétés chimiques des sols sur arkoses du bassin du Momboré se distinguent uniquement par la teneur plus faible en matière organique 0,55 %, en azote 0,22 ‰ et en phosphore 0,11 ‰.

Données concernant les sols de la phase érodée : Epaisseur utile faible et grande susceptibilité à l'érosion ; bilan hydrique déficitaire à cause d'une rétention d'eau peu importante (sols peu épais), d'une dessiccation atteignant la roche altérée en saison sèche, d'un ruissellement intense et de l'absence de nappe perchée.

La discontinuité texturale est moins brutale ; les propriétés chimiques sont semblables aux sols originaux sauf pour les teneurs en phosphore 0,30 ‰ et en potassium échangeable 0,20 mé/100 g qui sont plus élevées, et pour les teneurs faibles à nulles en calcaire.

Données concernant les sols de la phase dégradée : L'épaisseur utile se limite aux horizons sablo-limoneux de surface peu épais, tout au moins pour les plantes cultivées annuelles ; les horizons B sont devenus impénétrables aux racines et presque imperméables à l'eau (1). Le stock d'eau utile est très faible. Après une averse, les horizons A sont saturés et sujets au ravinement surtout après le passage des troupeaux de boeufs ; les eaux tombées durant une averse drainent par écoulement hypodermique au contact du B provoquant une chute du pH jusqu'à 5,0 et une baisse importante du potentiel d'oxydo-réduction ; puis elles sont évapotranspirées.

Les propriétés chimiques varient peu sauf la teneur en sodium échangeable qui peut atteindre 17 à 20 % de la capacité d'échange dans certains sols du bassin du Laoua ; elle dépasse rarement 10 % dans les sols dégradés du bassin du Sina.

Utilisation des unités 24 et 25

L'importance de ces sols dans une planification régionale tient d'abord à leur superficie de 60.000 hectares, ce qui représente 26,4 % de la carte de Béré.

De plus, ces sols ou leurs homologues couvrent des étendues considérables dans le bassin camerounais de la Bénoué jusqu'au pied de la falaise de l'Adamaoua.

Un fait remarquable : ces sols sont très peu cultivés dans la région de Béré, incultes et inhabités dans le sud de la Bénoué, autant vers Tchamba et Poli que vers Tcholliré.

Les surfaces cultivées actuellement ne couvrent pas 5 % de leur superficie totale sur la carte de Béré : ce sont les secteurs de Baguéna, Baikoua, Al Arba, Yola Bodal, Doukroum, Koli et Kara. Ajoutons que ces sols ne sont cultivés qu'après l'occupation complète des sols ferrugineux ou fersiallitiques qui peuvent leur être associés.

Il semblerait que depuis 3 ou 4 ans des cultures s'y développent : du sorgho, du coton, un peu d'arachide et récemment du riz pluvial. On remarquera que la plupart des villages implantés sur ces sols sont situés à proximité de flats alluviaux très utilisés pour les cultures vivrières de complément : manioc, patate douce, haricot, bananier. L'approvisionnement en eau se fait exclusivement dans ces flats alluviaux en saison sèche.

(1) Profondeur mouillée en septembre : 15 cm maximum.

L'utilisation actuelle de ces sols consiste surtout en terrains de parcours pour les troupeaux de boeufs. Des effets de surpâturage ont été observés dans la région de Doukroum et au sud du Bani, se manifestant par une augmentation de la battance du sol en surface. Il y a plus de 20 ans, quelques villages étaient encore établis sur ces sols dans les secteurs du Sina et du Sangararé. L'examen des photographies aériennes de 1973 révèle précisément une concentration importante de petites zones de hardés dans cette région. Leur extension correspond sensiblement à celle d'une zone de culture autour d'un village.

Nous estimons qu'il est prioritaire d'effectuer sur ces sols des essais agronomiques pour définir d'abord des techniques culturales adaptées.

Ces essais devront tenir compte des deux caractéristiques essentielles de ces sols ; ce sont d'une part, la différenciation importante des propriétés entre les horizons de surface et de profondeur et d'autre part le régime hydrique comportant une période de saturation en hivernage. Les déficiences chimiques des horizons supérieurs pourront être corrigées par une fumure appropriée.

Signalons que le cycle saisonnier présente deux périodes importantes au point de vue cultural :

1. du 15 mai au 15 juin, période où le sol est susceptible de retenir l'eau dans les horizons A et E poreux et perméables, dans la mesure où l'infiltration n'est pas gênée par la battance des 2 ou 3 cm de surface, provoquée par le piétinement des boeufs ou par des pratiques culturales défavorables.

2. du 15 octobre au 15 novembre, durant la phase initiale de dessiccation ; cette période aurait une grande importance au cas où il serait possible de faire une culture qui utiliserait d'abord le stock d'eau des horizons supérieurs en fin d'hivernage et en début de saison sèche, puis le stock important contenu dans les horizons B protégés de l'évaporation par les ruptures capillaires.

Trois précautions indispensables sont à prendre pour leur mise en valeur :

1. Empêcher l'érosion ravinante, qui attaque les affleurements à leur périphérie. Cette érosion est particulièrement active sur les bassins du Sina, du Bani (rive droite) et du Laoua. Si des précautions ne sont pas prises, ces sols de bonne qualité, localisés sur des plateaux résiduels disséqués (voir la carte) seront détruits sur toute leur épaisseur et de manière irréversible dans un laps de temps relativement court (1). L'examen comparé des clichés aériens de 1954 et de 1973 ne laisse aucun doute à ce sujet.

2. Freiner la tendance évolutive très nette des sols planosoliques à former des hardés, provoquant des perturbations graves du régime hydrique, tout à fait néfastes aux cultures, puis un développement de processus secondaires tels que la concentration du sodium et la remontée du pH.

3. Laisser impérativement sous végétation naturelle, ou s'il est possible reboiser, tous les sols de la phase érodée qui sont situés sur les versants ; l'effet immédiat de cette mesure est de ralentir le ruissellement et de diminuer l'érosion ravinante. L'utilisa-

(1) Difficile à préciser mais probablement moins d'un siècle en cas d'utilisation intensive sans précautions anti-érosives.

teur pourra consulter la carte des contraintes édaphiques où les principales ravines d'érosion fonctionnelles sont figurées.

L'implantation des villages se fera de préférence à proximité des affluents du Sina et du Bani, bordés par un bourrelet alluvial, où l'approvisionnement en eau des villageois et des animaux de trait sera assuré durant la saison sèche. Partout ailleurs, en particulier sur les lignes de crête, il faudra prévoir des travaux assez importants pour atteindre la nappe phréatique profonde là où elle existe.

B — Les sols lessivés tropicaux à habitus hyperlessivé

Leur filiation chronologique et génétique a été décrite schématiquement page 53 et 54. Rappelons que si les processus d'éluviation interviennent très tôt dans l'évolution d'un système ferrugineux, les processus d'illuviation associés à la transformation des horizons Box en cuirasse sont court-circuités et il se forme des sols à habitus hyperlessivé.

Ces sols se différencient des sols ferrugineux par :

a) l'absence d'horizons Box et d'hydroxydes individualisés ou liés au plasma argileux ; les formes observées sont des formes anciennes, résiduelles, en voie de destruction ou des formes actuelles peu développées et transitoires en voie d'élimination hors des catena.

b) la présence d'horizons E éluviaux très appauvris en plasma.

Ces sols se différencient des sols lessivés à habitus brun et planosolique par :

- a) le très fort développement des horizons E par rapport aux horizons B ;
- b) l'absence ou le très faible développement des horizons d'altération Bta ;
- c) l'absence de calcaire.

Du point de vue dynamique, ils se caractérisent par des déplacements importants de particules (argile, limons, sables très fins) transportés par les nappes perchées, par une faible lixiviation des ions fixés sur le complexe absorbant et par la faible dégradation des minéraux argileux. Ce sont donc, essentiellement, des transformations mécaniques et des réorganisations de constituants alors que les transformations minéralogiques et géochimiques sont faiblement exprimées.

Unité 26 à 29

Nous indiquerons d'abord les caractères généraux de ces unités, puis nous décrirons successivement chacune d'entre elles.

Définition : Les unités 26 à 29 sont des unités cartographiques constituées de catena dans un même paysage pédologique. La distinction arbitraire que nous avons faite entre ces 4 unités est due à la distribution des formes résiduelles d'horizon Box dans le système lessivé :

- unité 26 : compartiment ferrugineux à Box bien conservé à l'amont des catena (15 % maximum de leur superficie) ;
- unité 27 : compartiment amont ferrugineux fortement néoéluvié à la base ;
- unité 28 : volumes résiduels isolés de Box induré ;
- unité 29 : absence de volumes de Box.

Correspondance F.A.O. : albic luvisols.

Localisation : ils occupent une large bande traversant la carte de Mayo Pouldebo à Mayo Loppé de part et d'autre de la ligne de partage des eaux entre le Laoua et le Sina ; au sud-est, ils sont répartis dans le haut bassin versant du Bani au nord et à l'ouest de Baikoua, au sud et à l'ouest de Mayo Djoy.

Superficie : 36.000 hectares.

Environnement : on peut observer ce paysage typique le long de l'ancienne piste qui suit la ligne de crête entre Adi et Mayo Loppé ou sur la nouvelle piste Bibémi-Béré entre le carrefour d'Adi et le carrefour de Laindé-Bani.

C'est un paysage accidenté à fortes pentes, aux talwegs incisés par des rivières à caractère torrentiel qui entaillent les sols et la roche jusqu'à l'amont des bassins versants. Les versants sont parsemés de cailloux, de rochers, de chaos de boules ou d'affleurements de dalles rocheuses. La surface du sol porte les traces d'une intense érosion en nappe, parfois en petites rigoles, rarement en ravines. De temps en temps, on traverse un bas-fond colmaté par des colluvions issues de l'érosion des versants mais attaqué par l'érosion remontante des mayos (unité cartographique 3).

La végétation est une savane arborée à *Boswelia* et à *Sterculia setigera*, seules espèces qui semblent prospérer ; la couverture de la strate herbacée est moyenne à faible.

Le pédoclimat est manifestement sec, malgré une saturation temporaire durant l'hivernage, à cause de la très faible capacité de rétention des sols. Les premières tornades d'avril et de mai ont un effet dévastateur provoqué par le ruissellement intense sur un sol sans protection ; de plus, les agrégats de l'horizon superficiel à sable grossier, contenant peu de matière organique, ne résistent pas à l'impact des gouttes de pluies. La repousse de la strate herbacée ralentit ensuite le ruissellement et favorise l'infiltration dans les sols très poreux et très perméables. La saturation est atteinte en août. Des nappes perchées peuvent alors apparaître partout où un horizon B, formant plancher, empêche l'eau de s'infiltrer plus profondément. L'aval des versants étant le plus souvent incisé, les eaux de nappes sont rapidement évacuées dans le réseau hydrographique et dès la fin d'octobre les rivières sont déjà tarées ; la strate herbacée se dessèche rapidement et le paysage, parcouru par les feux de brousse avant la fin de novembre, prend son aspect aride jusqu'au mois de mai de l'année suivante. Des nappes, piégées à la base des sols profonds dans des poches colmatées par de l'argile, peuvent se maintenir jusqu'au début décembre ; elles disparaissent par évapotranspiration en déposant des revêtements argileux très épais.

Les sols

Le sol à habitus hyperlessivé comprend schématiquement 2 compartiments :

- un compartiment amont à profil de type A, E, C
- un compartiment aval à profil de type A, E, Bti, C (1), fréquemment tronqué par l'érosion en bordure du talweg.

Les horizons A sont sableux, gris, homogènes. Les horizons E sont épais, gris clair, très sableux, meubles ou bouillants. Les horizons Bti, discontinus puis continus, et de plus en plus épais vers l'aval, sont d'un gris assez clair, massifs et argilo-sableux, en contact très net avec les horizons E et en contact brutal avec la roche altérée. Ce contact est souligné par une ligne rouille continue.

Les volumes de Box ferrugineux sont inégalement répartis dans les horizons E.

Morphologie : Profil de type A, E, C.

LEF. 15.	:	décembre ; ouest de Boili ; pente sud-est 10 % ; tiers supérieur de versant ; savane arborée à <i>Boswellia</i> ; strate herbacée brûlée avec très peu de repousses ; pieds des touffes de graminées fortement déchaussés ; nombreux rochers ; sur granite grossier à biotite et muscovite ;
0-12 cm A11	:	sec ; brun clair, homogène ; 10YR6/3 ; très sableux ; massive à débit polyédrique ; friable ; très poreux ; peu compact ; enracinement faible ;
12-38 cm A12	:	sec ; brun très clair ; 10YR7/3 ; sableux ; massive à débit polyédrique ; très friable ; très poreux ; non compact ; très peu de racines ;
38-70 cm E	:	sec ; brun très clair ; 10YR7/3 ; un peu graveleux ; terre fine sableuse ; massive puis particulière à la base ; meuble puis bouillant ; très poreux ; peu de racines ; passage brutal à :
70-100 cm C, t	:	granite altéré compact à structure conservée, contenant des revêtements argileux brun foncé dans les pores, entre 70 cm et 80 cm.

Profil de type A, E, Bti, C.

LEF. 13	:	décembre ; à 80 m en aval du LEF. 15 ; sur le versant ; talweg incisé jusqu'à la roche au bas du versant ;
0-10 cm A11	:	sec ; gris homogène ; 10YR5/1 ; sableux ; polyédrique grossier ; friable ; moyennement poreux, peu compact ; enracinement dense ;
10-30 cm A12	:	sec ; gris clair homogène ; 10YR7/1 ; graveleux ; quartz et feldspaths grossiers ; sableux ; massive à débit polyédrique grossier ; friable ; très poreux, peu compact ; peu de racines ;
30-60 cm E	:	sec ; blanc ; 10YR8/1 ; très sableux ; graveleux ; quartz et feldspaths grossiers ; particulière ; meuble à bouillant ; très poreux ; très peu de racines ; contact brutal avec :
60-80 cm Bti	:	frais à humide ; gris brun clair ; 2,5Y6/2 ; argilo-sableux ; massive à débit cubique ; peu plastique en humide ; très dur en sec ; peu poreux ; très compact ; revêtements argileux et limoneux ; très peu de racines ; passage distinct à brutal au granite compact ;
80-100 cm C	:	granite altéré.

(1) l'horizon d'altération argileux (Bta) est rarement observé.

Variantes : Epaisseur du sol de 70 à 160 cm ; épaisseur de l'horizon E atteignant 120 cm ; volumes résiduels de Box induré avec de grands pores vides ou remplis d'un squelette sableux et limoneux particulaire ; volumes de Box non indurés de dimensions microscopiques ; présence d'un horizon d'altération, à caractères vertiques, non calcaire, sous l'horizon Bti, uniquement à l'aval des catena dont le bas des versants n'est pas incisé par l'érosion.

Données physiques et hydriques : Epaisseur utile satisfaisante ; terres très légères, très poreuses et perméables ; mauvaise structure et forte sensibilité à l'érosion en nappe ; difficulté de pénétration pour les racines dans les horizons illuviaux, à faible porosité et peu perméables, le plus souvent situés à plus de 50 cm de profondeur.

Bilan hydrique déficitaire, à régime fortement contrasté au cours du cycle saisonnier ; stock d'eau utile très faible en A et E, plus important en B mais peu accessible aux racines à cause de la profondeur de ces horizons ; nappes perchées en août et septembre, circulant rapidement dans les sols et drainées latéralement dans le réseau hydrographique ; dessiccation précoce en début de saison sèche, d'où un pédoclimat humide durant 3 mois (15 juillet au 15 octobre) et très sec durant 9 mois.

Données chimiques :

Profil A, E, C.

Il est caractérisé par des déficiences minérales. Teneur faible en matière organique peu évoluée, généralement inférieure à 1 % ; teneur en azote de 0,25 à 0,30 ‰, en phosphore 0,15 ‰ ; pH neutre, rarement inférieur à 6,5 ; peu désaturé à saturé, parfois désaturé en surface (sous jachère) ; teneur très faible en bases échangeables, de 1,5 à 3 mé/100 g sur tout le profil dont 90 % au moins de calcium ; pourcentage de sodium négligeable ; potassium échangeable de 0,12 à 0,15 mé/100 g en surface, toujours inférieur à 0,10 mé/100 g en profondeur ; faible capacité d'échange, de 2 à 4 mé/100 g ; la différence entre le pH H₂O et pH KCl est toujours inférieure à 2 unités pH.

Profil A, E, Bti, (Bta), C.

Les horizons A et E ont les mêmes propriétés chimiques que dans le profil précédent ; les horizons B sont caractérisés par leur teneur en bases échangeables, 12 mé/100 g en Bti, 25 à 30 mé/100 g en Bta, par le potassium échangeable de 0,30 à 0,50 mé/100 g, par le pourcentage de sodium échangeable de 1,5 % à 3 % de la capacité d'échange, rarement 6 %, par la capacité d'échange de 15 mé/100 g en Bti et 30 mé/100 g en Bta ; les réserves minérales sont de 25 mé/100 g en A, 15 mé/100 g en E et 35 mé/100 g en Bti dont 4 à 10 mé/100 g de potassium.

Utilisation des sols de l'unité 26 à 29

Il faut tout d'abord signaler un fait remarquable : les villages établis dans ce paysage pédologique sont tous situés en bordure des sols de l'unité 3 qui sont cultivés alors que les sols lessivés sont peu utilisés. Les rares cultures pratiquées dans les sols lessivés sont en premier lieu le sorgho qui, localement (1), semble pousser convenablement,

(1) sur les sommets de versants correspondants aux sols ferrugineux de l'unité 26.

le coton avec de faibles rendements, et l'arachide. Les surfaces cultivées ne dépassent pas 1 % de la superficie totale. Durant la saison des pluies, ces régions sont utilisées comme terrains de parcours pour les troupeaux de boeufs jusqu'en octobre.

L'aspect général du paysage, la nature des espèces végétales naturelles, le maigre tapis herbacé, l'abondance des rochers, le bilan hydrique déficitaire, la faible rétention d'eau, les carences minérales, sont des indices du faible potentiel agricole de ces sols. Cependant, ils pourraient convenir pour des cultures s'adaptant à des terres très légères et peu exigeantes du point de vue nutritif, en particulier l'arachide. Après la mise en culture, il faut s'attendre à une baisse du taux de matière organique, déjà faible, jusqu'à 0,50 %, et surtout à une augmentation considérable de l'érosion en nappe, contre laquelle on recommande vivement d'adopter des mesures anti-érosives aussitôt après le défrichement. L'abondance des affleurements rocheux et la pente excluent toute culture mécanisée.

L'implantation des villages ne peut se faire qu'à proximité des sols de l'unité 3.

Unité 26 - Sols ferrugineux tropicaux, sols lessivés tropicaux

Définition : Cette unité renferme deux catégories de catena :

— les unes comportent à l'amont un sol ferrugineux, peu différencié comme celui de l'unité 13, qui passe graduellement par un compartiment de sol ferrugineux néoéluvié en profondeur à des sols lessivés tropicaux ;

— les autres ne comportent que des catena à sols lessivés, contenant parfois des volumes résiduels d'horizons Box non induré.

Il n'a pas été possible de différencier par le dessin ces deux catégories sur les photographies aériennes et sur la carte. On peut simplement préciser qu'en général les catena de la première catégorie sont plus fréquentes à l'amont des bassins versants.

Proportions : sols ferrugineux, 15 % ; sols lessivés 70 % et leur phase tronquée par l'érosion 15 %.

Localisation : vaste affleurement en arc de cercle de Mayo Pouldebo à Boili.

Superficie : 10.000 hectares.

Les sols ont la morphologie typique des sols décrits précédemment. Le compartiment aval est plus ou moins développé d'un bassin versant à l'autre.

Unité 27 - Sols ferrugineux tropicaux néoéluviés, sols lessivés tropicaux

Définition : catena comportant à l'amont des sols ferrugineux néoéluviés en profondeur qui passent graduellement aux sols lessivés par disparition progressive des horizons Box.

Proportions : sols ferrugineux néoéluviés 25 % ; sols lessivés 60 % et leur phase érodée 15 %.

Localisation : région de Boili et de Kapanay.

Superficie : 2.600 hectares.

Les sols ferrugineux sont plus ou moins nodulaires (cf. unité 20) ; les sols lessivés sont typiques.

Unité 28 - Sols lessivés tropicaux à Box induré résiduel

Définition : sols lessivés renfermant dans le compartiment amont des volumes résiduels de Box induré. A l'amont des bassins versants, les bas-fonds ne sont pas entaillés par le réseau hydrographique et on observe alors un horizon d'altération peu développé sous l'horizon B illuvial.

Proportions : sols lessivés à profil A, E, C, 25 % ; sols lessivés à profil A, E, Bti, C, ou A, E, Bti, Bta, C, 75 %.

Localisation : région de Mayo Loppé ; de part et d'autre de la ligne de crête au nord de Baikoua ; région du confluent Bani-Takoum au sud-ouest de Baikoua ; sud du carrefour Ouarkla-Baguéna.

Superficie : 10.000 hectares

Les sols

Les horizons E sont épais et contiennent des volumes de Box induré, sous forme de nodules et de fragments de cuirasse de taille variable (5 à 50 cm). Les horizons B illuviaux se présentent à l'amont des caténa sous la forme d'une mince pellicule continue de quelques millimètres au contact du granite ou de volumes discontinus ; l'horizon B devient progressivement plus épais et continu vers l'aval. Les horizons d'altération, toujours peu épais, parfois discontinus, ont des caractères verticaux peu accentués et ne contiennent jamais de calcaire.

Unité 29 - Sols lessivés tropicaux

Définition : sols lessivés, sans trace de volumes ferrugineux, tronqués à l'aval jusqu'à la roche altérée, en bordure du réseau hydrographique, et parfois érodés en surface en donnant des profils peu épais dans un paysage très rocailleux.

Proportions : la répartition entre les compartiments est très variable ; en moyenne, on peut faire cette estimation : sols lessivés (A, E, C) 25 %, sols lessivés (A, E, Bti, C) 50 % et leur phase érodée 25 %.

Localisation : à l'est de l'axe Adi-Mayo Loudou de part et d'autre du mayo Loumbo ; au sud de Mayo Loppé dans le secteur Lissé-Loutoumji.

Superficie : 14.000 hectares.

Les sols : Ce sont les sols typiques décrits page 83.

Unité 30 - Sols ferrugineux peu différenciés néoéluviés et sols lessivés

Cette unité a été distinguée des précédentes à cause de son environnement et du paysage pédologique différent.

Définition : catena comportant à l'amont des sols ferrugineux peu différenciés, néoéluviés, qui passent graduellement à des sols lessivés.

Proportions : sols ferrugineux 20 %, sols lessivés 80 %.

Localisation : le long du mayo Nibi dans le bassin de Momboré.

Superficie : 400 hectares.

Environnement : cette unité cartographique est localisée le long du mayo Nibi sur des plateaux tabulaires, témoins d'une terrasse ancienne quaternaire en grande partie déblayée par une récente et violente érosion ravinante. Ces plateaux sont limités par un escarpement à pente très abrupte en bordure du Nibi ou ils se raccordent en pente douce aux alluvions récentes de l'unité 3. Le matériau originel est constitué de sédiments sableux et sablo-argileux provenant de l'altération des arkoses et du granite de la bordure du bassin. De la galerie forestière originelle, il ne reste que quelques grands arbres : *Khaya*, *Diospyros*, *Ficus*, disséminés dans les champs et les jachères.

Malgré leur forme tabulaire à très faible pente, ces plateaux sont bien drainés, tout au moins en surface, à cause de la texture et de la forte porosité des sols et du matériau originel ; ils sont d'ailleurs les principaux sites de l'implantation actuelle des villages.

A la base de la formation sédimentaire, se trouve une nappe phréatique permanente qui subit au cours de l'année des variations de grande amplitude sur plusieurs mètres. En plus de cette nappe, il peut exister localement des petites nappes perchées associées aux horizons éluviaux et illuviaux ; elles tarissent en saison sèche.

Les sols

Les sols ont une morphologie assez comparable à celle des sols du socle granitique jusqu'à la profondeur de 2 mètres ; ils s'en distinguent par la présence d'une nappe permanente, par leur grande profondeur et par l'existence très probable de polyséqua, c'est-à-dire d'une succession d'horizons éluviaux E et d'horizons illuviaux Btⁱ sur plusieurs mètres d'épaisseur ; ceci, par analogie avec les sols de terrasses d'âge iden-

tique observées ailleurs dans le bassin de la Bénoué (1).

Morphologie :

● **Le sol ferrugineux :** c'est un sol à horizon B rougeâtre, sans nodules ferrugineux, néoéluvié en profondeur.

LEF. 51	:	décembre ; 1 km nord de Yola Bodeoua ; champ d'arachide récolté ; pente 1 % sud ;
0-13 cm A1	:	sec ; brun clair ; 10Y R6/3 ; très sableux ; massive ; à débit anguleux grossier ; finement poreux ; peu friable ; peu compact ; racines fines et très fines ;
13-32 cm A2	:	sec ; brun ; 10Y R5/3 ; très sableux ; massive ou structure polyédrique grossière ; très poreux ; friable ; peu compact ; racines fines et moyennes ;
32-100 cm Box	:	sec ; rouge ; 2,5Y R5/6 ; sablo-argileux ; polyédrique fine à grossière ; non friable ; porosité fine assez développée ; peu compact ; quelques racines ;
100-152 cm e-Box	:	frais ; rouge à taches gris clair de plus en plus abondantes vers la base ; sablo-argileux ; polyédrique moyenne à grossière avec volumes particuliers ; peu de racines ;
152-190 cm E	:	frais ; gris clair ; très sableux ; massive à particulaire ; très poreux ; meuble à bouillant ; très peu de racines ;

L'épaisseur de l'horizon Box diminue progressivement, puis cet horizon disparaît ; on observe alors un profil de sol lessivé.

● **Le sol lessivé**

LEF. 50.	:	décembre ; 80 mm en aval du précédent, jachère en bordure de l'entaille d'érosion ; Ficus de grande taille ;
0-17 cm A11	:	sec ; gris ; 10Y R5/1 ; sableux ; massive à débit polyédrique ; friable ; fragile ; poreux ; peu de racines ;
17-25 cm A12	:	sec ; brun grisâtre ; 10Y R5/2 ; sableux ; polyédrique ; peu friable ; forte porosité ; quelques racines ;
25-86 cm E n	:	frais ; gris clair ; 10Y R7/2 ; sableux ; massive à débit polyédrique ; localement particulaire ; dur ; très poreux ; peu compact ; nodules ferrugineux à coiffe blanchie de 0,5 à 2 cm ; racines fines peu abondantes ;
86-180 cm Bt - E	:	humide ; brun pâle ; 10Y R7/3 ; très sableux ; particulaire ; meuble à bouillant ; très poreux ; non compact ; quelques revêtements argileux et limoneux augmentant en nombre et en dimension vers la base.

Données physiques et hydriques : sols très profonds, très légers et bien drainés en surface ; très poreux et très perméables ; structure moyenne à médiocre.

Capacité de rétention et stock d'eau très faibles d'où un bilan hydrique déficitaire en surface ; saturation des horizons profonds en saison pluvieuse par remontée de la nappe phréatique permanente ou formation de nappes perchées temporaires ; disparition des nappes perchées en fin octobre et abaissement progressif de la nappe permanente durant la saison sèche jusqu'à une profondeur de plusieurs mètres (de 5 à 8 mètres).

(1) Ici les fosses d'observation n'ont pas dépassé 220 cm.

Données chimiques : Teneur faible à moyenne en matière organique, de 0,80 à 1,20 % ; 0,40 ‰ en azote et 0,20 ‰ en phosphore ; pH neutre, parfois faiblement acide dans les horizons E ; peu désaturés à saturés ; désaturés dans les horizons E ; pauvres en bases échangeables, de 1,5 à 4 mé/100 g ; potassium échangeable de 0,15 à 0,20 mé/100 g en surface, inférieur à 0,10 mé/100 g en profondeur ; sodium échangeable négligeable ; faible capacité d'échange.

Utilisation de l'unité 30

Ces sols sont actuellement cultivés et occupés dans leur totalité par des villages qui sont venus s'y implanter après l'abandon des sols érodés et épuisés de l'unité 21. La culture principale est l'arachide, le sorgho, puis le coton avec des résultats médiocres ; généralement, les villageois utilisent les sols alluviaux de l'unité 3 avoisinante pour les cultures vivrières de complément.

III

LA CARTE DES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES

Cette carte exprime certaines contraintes qu'exerce le sol sur la croissance des plantes dans cette région.

Nous avons sélectionné les deux premières, le bilan hydrique et la profondeur du sol, qui sont les plus importantes. La troisième contrainte, qui est la texture du sol, a été ajoutée à la demande des agronomes chargés des programmes de mise en valeur.

1. LE BILAN HYDRIQUE DU SOL

D'emblée, c'est le facteur le plus contraignant pour la simple raison que l'aménagement agricole de la zone cartographiée ne peut s'effectuer que pour des cultures pluviales (1). Un aménagement pour la culture irriguée exigerait des investissements énormes que la qualité des sols ne justifie pas.

Le système cultural va donc dépendre étroitement du climat atmosphérique mais aussi du pédoclimat. En ce qui concerne le climat, on constate que cette zone est caractérisée par un déficit pluviométrique régional, par une valeur très élevée de l'évapotranspiration potentielle (1.990 mm) donnant un bilan annuel déficitaire de 1.017 mm, par une durée d'insolation de 2.960 heures par an. Tout cela crée déjà des conditions assez contraignantes.

D'autre part, les propriétés hydrodynamiques des sols font que le pédoclimat peut présenter des variations extrêmes par rapport au climat atmosphérique, soit par déficit, soit par excès. Or, il se trouve que les conditions déficitaires sont les plus fréquentes.

Un excès est généralement moins contraignant alors qu'un déficit, qu'il soit édaphique ou climatique, est tout à fait limitant quelque soit par ailleurs les propriétés physiques et chimiques des sols.

(1) exceptée la dépression de Djaloumi qui ne couvre que 3/1.000ème de la carte.

Tableau 1 – Catégories de bilan hydrique

Paramètres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ruissellement	très fort	très fort	très fort	fort	très fort en début d'hivernage puis moyen	fort à moyen	moyen à faible	faible	nul	nul
Infiltration	nulle	très faible à nulle en B forte en A	faible	faible à moyenne	faible puis forte	moyen	moyen à faible	forte en A et E faible en B	forte	forte
Réserves hydriques	nulles	nulles à très faibles	faibles	moyennes à faibles	très faibles	faibles à moyennes	fortes	faibles en A et E fortes en B	variable très faibles à fortes	très fortes
Nappes d'eau	nulles	nappes temporaires en A après les averses	nulles	nulles	nappes perchées du 15 août au 15 octobre	nulles ou nappes très localisées en septembre	nulles	nappes perchées au dessus du B d'août à octobre	nappes perchées temporaires en surface et nappe permanente à battement de grande amplitude en profondeur	nappe permanente à battement de grande amplitude
Submersion	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	temporaire durant les crues	de courte durée (août à octobre) ou de longue durée (août à février) ou permanente

0 Pas de sol
1 Très déficitaire
2 Déficitaire

3 Faiblement déficitaire
4 Déficitaire à régime hydrique très contrasté
5 Faiblement déficitaire à équilibré

6 Équilibré
7 Équilibré à régime et profil hydriques contrastés
8 Excédentaire à régime et profil hydriques contrastés

9 Fortement excédentaire

Définition :

Nous allons donc considérer le **bilan hydrique** comme un concept global qui définit le pédoclimat du sol par rapport au climat atmosphérique, considéré comme homogène sur toute l'étendue de la zone et comportant 6 mois de saison pluvieuse (de mai à octobre) et 6 mois écologiquement secs.

Catégories de bilan hydrique :

Nous avons distingué 9 catégories de bilan hydrique (cf. carte). Chacune de ces catégories est définie par 5 paramètres auxquels nous avons donné une valeur qualitative. Ces 5 paramètres sont : le ruissellement et son corollaire l'infiltration, les réserves hydriques disponibles, le stockage d'eau libre dans les nappes, la submersion. Les valeurs ajoutées de ces 5 paramètres définissent les différentes catégories si on considère une année climatique moyenne (voir tableau 1).

Les valeurs qualitatives indiquées sont obtenues à partir de l'observation des sols et de la couverture végétale en saison sèche comme en saison des pluies, de mesures effectuées durant plusieurs cycles saisonniers, de la connaissance générale ou de l'expérience du terrain dans ces régions. Le classement d'un sol dans l'une ou l'autre catégorie est une estimation globale et intuitive à partir de toutes ces données.

On constate, en considérant donc une année climatique moyenne, que le bilan hydrique peut-être nettement déficitaire (catégories N° 0-1-2-4 et 3 à la limite) ou excédentaire (catégories N° 8 et 9). Les plantes devront s'adapter à ces conditions en culture pluviale. Mais le bilan hydrique peut aussi osciller autour d'un équilibre, soit légèrement déficitaire, soit légèrement excédentaire (catégories 5-6-7) qui dépendra de la répartition des pluies au cours de la saison et du rythme climatique (année sèche, normale, ou pluvieuse). Dans ces conditions, l'importance des techniques culturales est primordiale car elles doivent chercher par tous les moyens à stocker le maximum d'eau dans les sols **chaque année**. La période cruciale pour la réussite des cultures se situe du 15 mai au 15 juin et il est donc impossible de prévoir à cette date si l'année sera normale, sèche ou pluvieuse.

Nous estimons que l'effort principal de recherche agronomique en ce qui concerne les sols de cette région doit être porté sur ces techniques.

2. LA PROFONDEUR DU SOL (6 catégories. cf carte)

Cette deuxième contrainte doit son importance au fait qu'elle conditionne, en général, l'enracinement des plantes cultivées ; dans ce cas particulier, l'ampleur du phénomène d'érosion est telle que de vastes superficies de sols très divers, évolués et profonds, ont été tronqués et réduits à une faible épaisseur. Si ce processus influe peu ou modérément sur les propriétés physiques et chimiques, il a, par contre, un effet déterminant sur le bilan hydrique ; si bien qu'il existe une relation grossièrement linéaire entre la profondeur du sol et le bilan hydrique (voir tableau 2).

Tableau 2 – Relation entre bilan hydrique et profondeur du sol

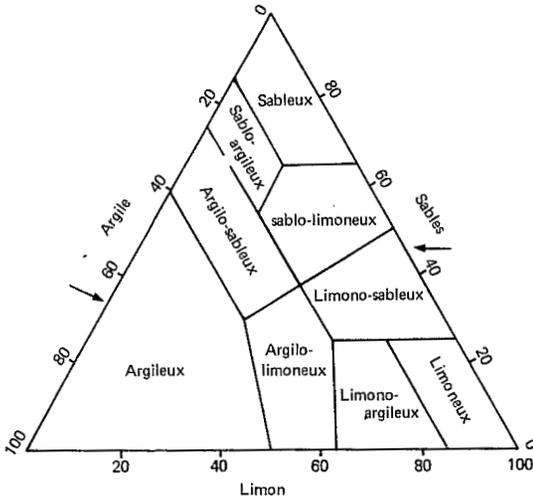
	6				46				86	96
catégories de profondeur	5		15			55	65	75		
	4		14			54	64	74		
	3				33	43	53	63		
	2			22						
	1			21						
	0	00								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
	catégories de bilan hydrique									

En consultant ce tableau, on constate deux particularités. La première est celle de l'unité 46 qui correspond aux sols très sableux sur les sédiments des terrasses anciennes. La seconde est celle des unités 14 et 15 qui se distinguent nettement et qui paraissent décalées par rapport au groupement d'ensemble. Ces deux unités correspondent aux sols des hardés. Il se révèle que ces sols ne constituent pas une catégorie particulière au sens génétique mais qu'il s'agit simplement de sols très divers dont le régime hydrique est gravement perturbé par une dégradation en surface. Certains sols sont plus sensibles que d'autres à ce phénomène mais tous les sols (sols ferrugineux, sols lessivés, sols fersiallitiques et certains vertisols) peuvent évoluer en hardés lorsque l'horizon B devenu très compact et imperméable arrive à proximité de la surface. Cela perturbe complètement le cycle hydrique saisonnier du sol originel ; l'eau ni les racines ne peuvent pénétrer et la profondeur utile est limitée aux horizons peu épais de surface à texture légère ; quand ceux-ci sont à leur tour tronqués par l'érosion pluviale en nappe ou par l'érosion éolienne, le sol devient stérile.

3. LA TEXTURE DU SOL (6 classes. cf. carte et diagrammes fig. 2 à 7)

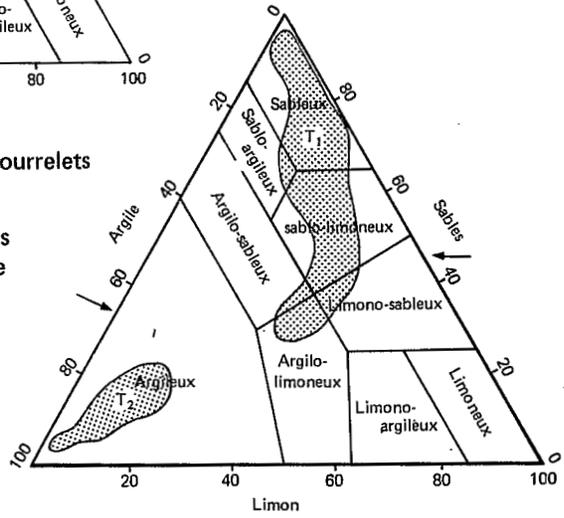
On a retenu 6 classes de texture. Les textures les plus fréquentes dans les horizons de surface sont dans l'ordre : sableuse, sablo-limoneuse, argilo-sableuse et très argileuse, sablo-argileuse et argileuse. Dans les horizons profonds, exclusivement argileuse et argilo-sableuse.

Nous attirons l'attention des utilisateurs sur les sols qui possèdent une discontinuité texturale brutale à moins de 50 cm de profondeur. Si la texture est argilo-sableuse ou argileuse au-dessous de cette discontinuité (cas des horizons B), les sols auront tendance à évoluer vers des hardés. S'il s'agit de roche compacte ou de cuirasse ferru-



T1 : sols peu évolués de bourrelets
et de bas-fonds

T2 : sols à gley et vertisols
à pédoclimat humide



T1 : sols fersiallitiques horizons A

T2 : sols fersiallitiques horizons B
et vertisols d'altération à
pédoclimat sec.

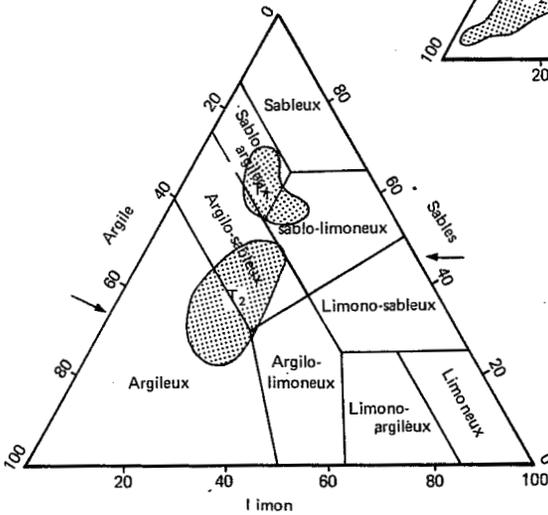
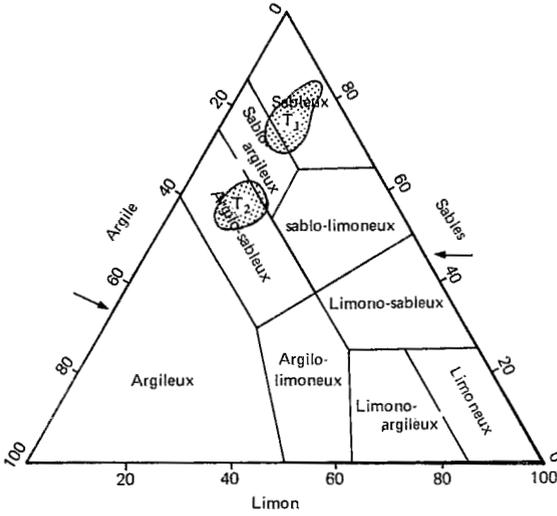


Fig. 2 - Diagramme des textures.

Fig. 3 - Texture des sols sur sédiments récents.

Fig. 4 - Texture des sols d'altération.

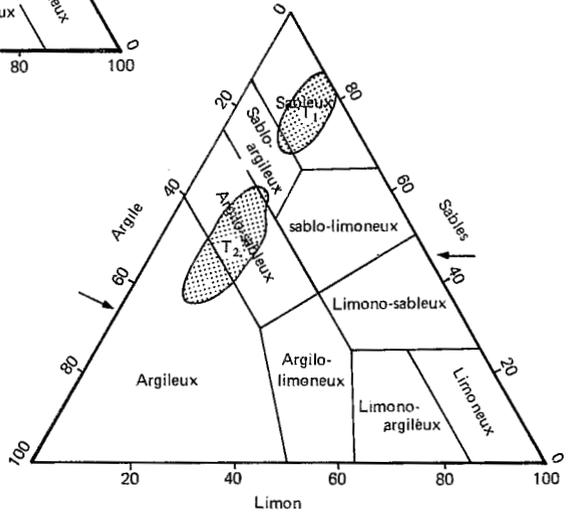


T1 : texture des horizons A

T2 : texture des horizons B

T1 : texture des horizons A et E

T2 : texture des horizons B



T1 : texture des horizons A et E

T2 : texture des horizons B

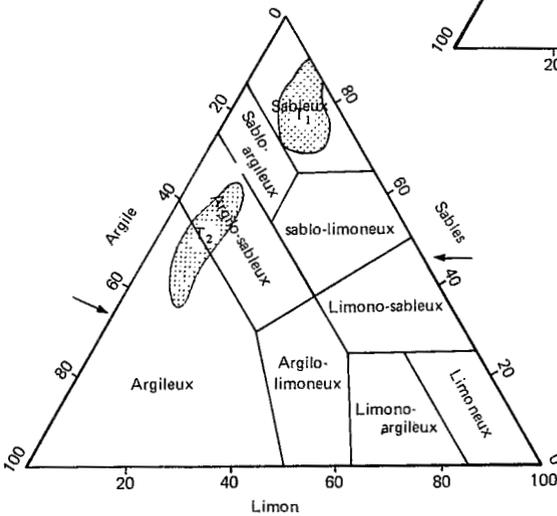


Fig. 5 - Texture des sols ferrugineux tropicaux.

Fig. 6 - Texture des sols lessivés tropicaux à habitus brun et planosolique.

Fig. 7 - Texture des sols lessivés tropicaux à habitus hyperlessivé.

gineuse, l'ablation des horizons supérieurs, peu épais, peut se produire rapidement sous l'effet de l'érosion sous certaines cultures. Cela provoque la dégradation définitive de ces sols.

4. INDICATIONS POUR LA LECTURE DE LA LÉGENDE

On a distingué 9 unités édaphiques principales correspondant aux 9 catégories de bilan hydrique. Chacune de ces unités peut être divisée en sous-unités en fonction de la profondeur. Enfin, chacune de ces sous-unités peut être à nouveau subdivisée en fonction de la texture.

Chacune des 9 unités édaphiques est représentée par une couleur homogène et par une série de caissons. Le caisson de gauche portant un seul chiffre est celui du bilan hydrique, le caisson du milieu à deux chiffres est celui du bilan hydrique associé à la profondeur, celui de droite porte un troisième chiffre qui correspond à la texture.

La lettre majuscule inscrite entre le caisson central et celui de droite exprime le type de profil textural : U pour uniforme, G pour graduel, D pour différencié.

5. BREF COMMENTAIRE SUR LA CARTE DES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES

Un rapide examen révèle d'une part que les sols peu profonds, à bilan hydrique déficitaire, couvrent une superficie qui atteint les 2/3 environ de la carte. Ceci est à mettre en relation avec l'érosion des sols provoquée par le réseau hydrographique des mayos Laoua, Sina et Bani.

Il en ressort, d'autre part, que les sols profonds, à bilan hydrique convenable, sont localisés dans 5 secteurs principaux et 3 secteurs secondaires.

Les 5 secteurs principaux sont :

1. Le bassin de Padermé et ses abords ;
2. La région de Baikoua ;
3. Le bassin versant du mayo Nakéré au sud de Laindé Bani ;
4. Le nord-est et le nord-ouest de Béré ;
5. Les zones est, sud-est et sud du Goumbairé vers Djerwin et Ouro Djaolé.

Les 3 secteurs secondaires sont :

1. La dépression de Djaloumi ;
2. La région de Koli de part et d'autre du mayo Loumbo ;
3. La région nord et nord-est d'Adi.

Ces 8 secteurs sont ceux qui doivent être choisis en priorité pour la mise en valeur agricole.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) AUBERT (G.), 1964 -
La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Sols Afr. Vol. IX, N° 1, pp. 97-105.
- (2) BOCQUIER (G.), 1973 -
Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse, mém. ORSTOM N° 62.
- (3) BOULET (R.), 1974 -
Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Équilibres dynamiques et bioclimatiques. Thèse, Strasbourg. Résumé in cah. ORSTOM, sér. Pédol., XIII, I, 1975, 3-6.
- (4) BRABANT (P.), 1976 -
Notice explicative N° 62. Carte pédologique de reconnaissance. Feuille de Rey-Bouba à 1/200.000. ORSTOM.
- (5) CHEVERY (C.) et FROMAGET (M.), 1973 -
Notice explicative. Carte pédologique de reconnaissance. Feuille de Léré à 1/200.000. ORSTOM Djamena.
- (6) C.P.C.S., 1967 -
Classification des sols.
- (7) FRITZ (A.) et VALLERIE (M.), 1971 -
Contribution à l'étude des déficiences minérales sous culture cotonnière au Nord-Cameroun. IRAT Maroua et ORSTOM Yaoundé.
- (8) GAVAUD (M.), MULLER (J.M.), RIEFFEL (J.M.), 1976 -
Règles de nomenclature des horizons de sols et des traits pédologiques macroscopiques. Une première approximation adoptée pour la cartographie des sols de la vallée de la Bénoué au Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIV N° 2.

- (9) GAVAUD (M.), 1977 -
Essai sur la classification génétique des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XV,
N° 1 : sous presse.
- (10) SCHWOERER (P.), 1955 -
Notice explicative sur la feuille Garoua-est. Carte géologiques à 1/500.000.
- (11) SUCHEL (B.), 1971 -
La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. Centre de
Rech. Afr. Université Fédérale du Cameroun.

ANNEXES

1. INDICATIONS POUR LA LECTURE DE LA LÉGENDE

1. La première colonne groupe les unités cartographiques en ensembles homogènes dénommés paysages pédologiques qui sont définis par la nature des sols et leur distribution spatiale, la physiographie et la végétation.

On a distingué 3 types d'organisation spatiale :

- la tache : aire à sols semblables ;
- la mosaïque : aire à sols différents, apparemment non ordonnés ;
- la combinaison : aire à sols ordonnés ; la combinaison catenaire étant une aire à sols ordonnés ayant des liens génétiques (catena).

Les paysages pédologiques sont numérotés de 1 à 14 et représentés sur le carton de synthèse à 1/500.000.

2. La deuxième colonne indique la nature du matériau originel des sols.

3. La troisième colonne indique l'organisation des principaux horizons figurant dans une coupe schématique.

L'échelle portée en abscisse permet d'estimer le pourcentage des différents sols ou compartiments de sol ; ce pourcentage est par définition de 100 % dans les unités constituées d'un seul type de sol (exemples : unité 19, unité 29).

Le chiffre porté au-dessus du schéma indique la dimension moyenne en mètres des différenciations latérales de la couverture pédologique dans les unités cartographiques. Cette différenciation est fréquemment ordonnée de façon grossièrement symétrique sur les versants par rapport aux lignes de crête et aux axes de drainage. Cette différenciation ordonnée se répète à peu près semblable à elle-même d'un interfluve à l'autre dans une même unité cartographique.

4. La quatrième colonne indique la nature des sols constituant les unités cartographiques.

5. La cinquième colonne indique le numéro et le symbole des unités cartographiques. La teinte choisie représente le terme dominant de ces unités. Une teinte généralement plus claire distingue la phase érodée du sol originel.

Ces unités cartographiques peuvent être constituées d'une seule unité pédologique naturelle (exemple N° 19) ou d'un groupement artificiel d'unités pédologiques naturelles à cause de contraintes techniques de représentation cartographique ; exemple : l'unité 29 est constituée de plusieurs centaines d'unités pédologiques naturelles homologues, ordonnées dans le paysage, qui ne sont pas représentables à l'échelle du 1/100.000 car l'une de leurs dimensions serait égale ou inférieure à 1 mm sur la carte.

2. NOMENCLATURE DES HORIZONS - SYMBOLES - ABRÉVIATIONS (cf. Biblio. 8) (1).

2.1. Horizons majeurs

- A : horizon de surface ou près de la surface, organique dont la matière minérale est associée à la matière organique.
- E : horizon éluvial, blanchi à l'état sec, très appauvri en plasma argileux et ferrugineux avec concentration du squelette.
- B est un horizon non superficiel sauf par troncature due à l'érosion.
- B : concentration d'argile illuviale ou d'altération, de sesquioxydes, de matière organique, concentration relative des sesquioxydes.
- (B): quand les mécanismes précités sont peu développés, que l'individualisation du B soit uniquement structurale, ou qu'elle soit le fait de la couleur.
- C : matériau provenant de l'altération d'une roche ou d'un matériau sédimentaire n'ayant subi aucune maturation pédologique.
- R : roche mère.
- G : horizon de gley dans lequel dominant les volumes contenant du fer ferreux ou des volumes déferrifiés en milieu réducteur.

2.2. Traits pédologiques macroscopiques

- ti : accumulation d'argile illuviale.
- ta : accumulation d'argile d'altération.

(1) certaines définitions ont été sensiblement modifiées par rapport au texte de référence.

- g : volumes à pseudo-gley ; redistribution par l'hydromorphie des sesquioxydes plus ou moins liés au plasma argileux.
- G : volumes à gley.
- fe : concentration illuviale de sesquioxydes de fer.
- mn : concentration illuviale de sesquioxydes de manganèse.
- ox : accumulation résiduelle d'hydroxydes de fer.
- ru : hydroxydes de fer fixés sur les feuillets d'une argile d'altération donnant une teinte rougeâtre.
- n : nodules ferrugineux.
- ca : carbonate de calcium figuré.
- r : éléments grossiers supérieurs à 2 mm.
- e : présence de volumes blanchis
- v : structures en coins (vertique).

2.3. Règles d'écriture

2.3.1. Une lettre capitale désigne chaque type d'horizon. Une lettre minuscule placée en indice de la lettre d'horizon correspond à chaque caractère macroscopique. Lorsque cet horizon ou ce caractère est mal exprimé, il figure entre parenthèses.

2.3.2. Règle de transition : lorsqu'un horizon présente des caractères intermédiaires entre deux autres horizons, il est symbolisé par les lettres, séparées par un point, de ces deux horizons. La lettre de l'horizon dont il se rapproche le plus figure en tête. Lorsqu'il ne ressemble pas plus à l'un qu'à l'autre, le point est supprimé.

Ex. : A.B horizon A, à caractères de A et de B

A B horizon intermédiaire entre A et B.

2.3.3. Règle de juxtaposition : lorsqu'un horizon est fait de parties individualisables d'un type d'horizon et de parties individualisables d'un second type d'horizon, il est symbolisé par les lettres, séparées par un trait oblique, de ces deux horizons. La lettre de l'horizon le plus représenté figure en tête. L'égalité est indiquée par un double trait :

E/B horizon comprenant plus de parties de E que de parties de B

E//B horizon comprenant autant de parties E que B.

Cette règle s'applique aux caractères qui sont simultanément présentés dans le même horizon. Le trait est remplacé par une virgule pour des raisons d'encombrement, éventuellement doublée pour les cas d'égalité : Bti, n ou horizon B à illuviation d'argile (ti) avec des nodules ferrugineux (n).

2.3.4. Règle d'ordre d'apparition : pour indiquer l'ordre d'apparition dans le temps de parties d'un type d'horizon dans un autre, le symbole de l'horizon le plus récent est indiqué en tête, séparé par un tiret du symbole du type d'horizon le plus ancien, jouant le rôle de structure d'accueil : E-B indique un horizon lessivé E se développant dans un horizon B.

Cette règle est applicable aux caractères lorsqu'on veut indiquer leur ordre d'apparition au sein du même horizon.

Lorsqu'on veut indiquer en même temps l'importance relative des horizons ou caractères, on fait figurer entre parenthèses les moins importants : (E)-B = horizon E en début de formation dans un horizon B.

2.3.5. Règle de succession verticale pour les matériaux : chaque matériau est indiqué par un chiffre romain, croissant de haut en bas, placé avant chaque horizon. Le chiffre I, notant le matériau superficiel, est généralement omis :

I	A	
I	B	
II	B	limite de matériau
III	C	limite de matériau

3. MÉTHODES D'ANALYSES

Description des profils

Données morphologiques codifiées par le « Glossaire de Pédologie » ORSTOM 1969. Col. Initiation - Documentations Techniques N° 13.

Couleurs : code Munsell

Analyses

- . Humidité : étuve à 105°.
- . Granulométrie : méthode à la pipette Robinson ; dispersion à l'hexamétaphosphate de sodium.
- . Carbone organique : méthode WALKEY à froid.
- . Azote : méthode Kjeldahl
pH H2O et pH KCl : électrode de verre dans une suspension 1/2,5 d'eau et dans une suspension 1/2,5 de KCl N.
- . Bases échangeables : lessivage à l'acétate d'ammonium ; dosage de Ca et Mg par absorption atomique ; dosage de Na et K par émission de flamme.

- . Capacité d'échange : dosage de Ca par complexométrie et de Cl par la méthode de Wollaert au nitrate d'argent.
- . Phosphore total : extraction nitrique.
- . Attaque triacide : dosage de la silice par gravimétrie ; dosage de l'alumine par complexométrie ; dosage du fer, du manganèse, du calcium, du magnésium par absorption atomique ; dosage du titane par colorimétrie ; dosage du sodium et du potassium par émission.

4. CLASSEMENT DES FACTEURS DE FERTILITÉ CHIMIQUE

Teneur en matière organique

Très faible : inférieur à 1 %

Faible : de 1 % à 1,5 %

Moyen : de 1,5 % à 2 %

Fort : de 2 % à 5 %

Très fort : supérieur à 5 %

Rapport carbone/azote ou C/N

Matière organique très évoluée : C/N inférieur à 15

Matière organique moyennement évoluée : C/N entre 15 et 17

Matière organique peu évoluée : C/N entre 17 et 20

Matière organique très peu évoluée : C/N supérieur à 20.

Acidité.

pH inférieur à 4,5 : très acide

pH entre 4,5 et 5,5 : acide

pH entre 5,5 et 6,5 : faiblement acide

pH entre 6,5 et 7,5 : neutre

pH entre 7,5 et 8,5 : faiblement alcalin

pH entre 8,5 et 9,0 : alcalin

pH supérieur à 9,0 : très alcalin.

Saturation du complexe d'échange ou V. C'est le rapport de la somme des bases échangeables sur la capacité d'échange.

- V inférieur à 40 % : très désaturé
- V entre 40 % et 60 % : désaturé
- V entre 60 % et 80 % : peu désaturé
- V supérieur à 80 % : saturé

Teneur en bases échangeables

- Faible : de 0 à 5 mé/100 g de sol
- Moyen : de 5 à 15 mé/100 g de sol
- Fort : supérieur à 15 mé/100 g de sol.

Équilibre des cations échangeables

- Calcium : risque de carence si Ca inférieur à 2 mé/100 g
- Magnésium : risque de carence si Mg/K inférieur à 3
- Potassium : risque de carence si K inférieur à 0,10 mé/100 g
si K inférieur à 0,02S
si K inférieur à 0,015T
si Mg/K supérieur à 20-25
- Sodium : excès si Na/T égal ou supérieur à 15 %.

5. QUELQUES DÉFINITIONS

Compartiment de sol (1) : volume isolé fictivement pour faciliter la cartographie ou expliciter la légende mais doté cependant d'une certaine homogénéité spatiale.

Sous-système : compartiment individualisable par sa constitution, par son organisation, par ses relations internes, par des limites naturelles à l'intérieur du système. Il correspond généralement dans le texte à un horizon.

Habitus (1) : c'est une apparence morphologique habituelle d'un sol, répertoriée par une longue expérience. On le considère comme un attribut descriptif très utile.

Box ou horizon B oxique : c'est l'horizon caractéristique du système de sol ferrugineux tropical. Il est défini par son organisation, sa texture, sa couleur, sa porosité et

(1) M. Gavaud (9)

sa composition minéralogique. L'utilisateur, non spécialiste, le reconnaîtra facilement d'abord à sa couleur rougeâtre puis à sa texture sablo-argileuse et à sa porosité assez développée. Le diagnostic sera encore facilité quand se manifestent des accumulations d'hydroxydes de fer sous forme de nodules ou de cuirasse.

E ou horizon E éluvial : c'est l'horizon caractéristique du système lessivé tropical. En saison sèche, l'utilisateur le reconnaîtra à sa couleur très claire, à sa texture très sableuse parfois graveleuse, à la structure massive ou particulaire, au contact graduel avec les horizons supérieurs et très distinct, souvent planique, avec les horizons inférieurs B.

En saison des pluies, la couleur sera nettement plus foncée, gris à gris beige, et la structure sera « fondue » (1) ; le passage aux horizons supérieurs sera distinct par la couleur mais il deviendra graduel à diffus avec les horizons inférieurs B.

(1) Le terme « fondue » définit assez mal le comportement de l'horizon dû à son état structural. Précisons qu'un véhicule s'enfonce brutalement dans cet horizon à l'état saturé comme dans un sable mouvant jusqu'au sommet de l'horizon B sur une profondeur qui peut atteindre 100 cm.

Achévé d'imprimer
sur les presses de COPEDITH
7, rue des Ardennes - 75019 PARIS

4^e trimestre 1978

Depôt légal n^o 9488

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des Publications

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY

O.R.S.T.O.M. Editeur
Dépôt légal : 4^e trim. 1978
ISBN 2-7099-0523-X

CARTE PÉDOLOGIQUE DU CAMEROUN

BÉRE

dressée par P. Brabant

d'après les travaux de prospection de P. Brabant, B. Fardin, M. Gevaud

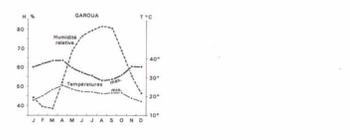
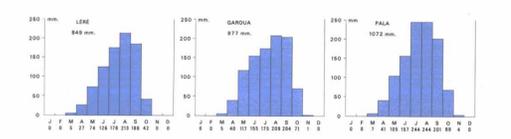
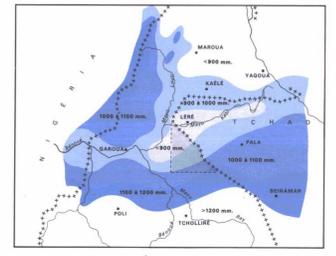
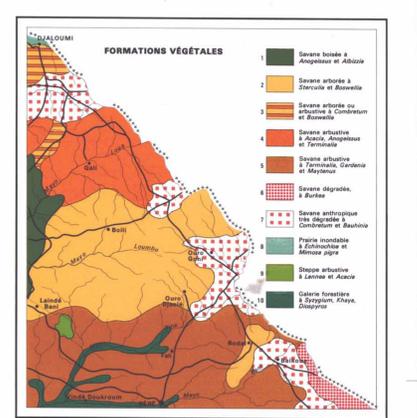
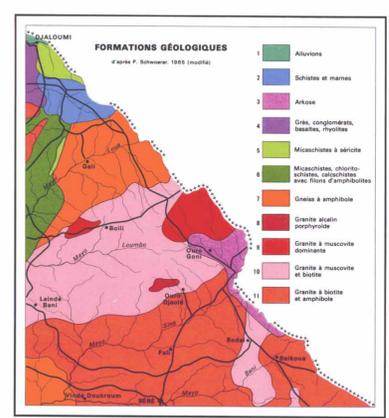
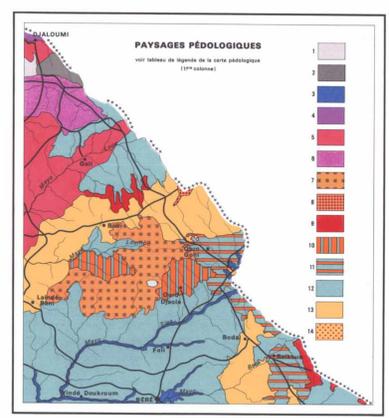
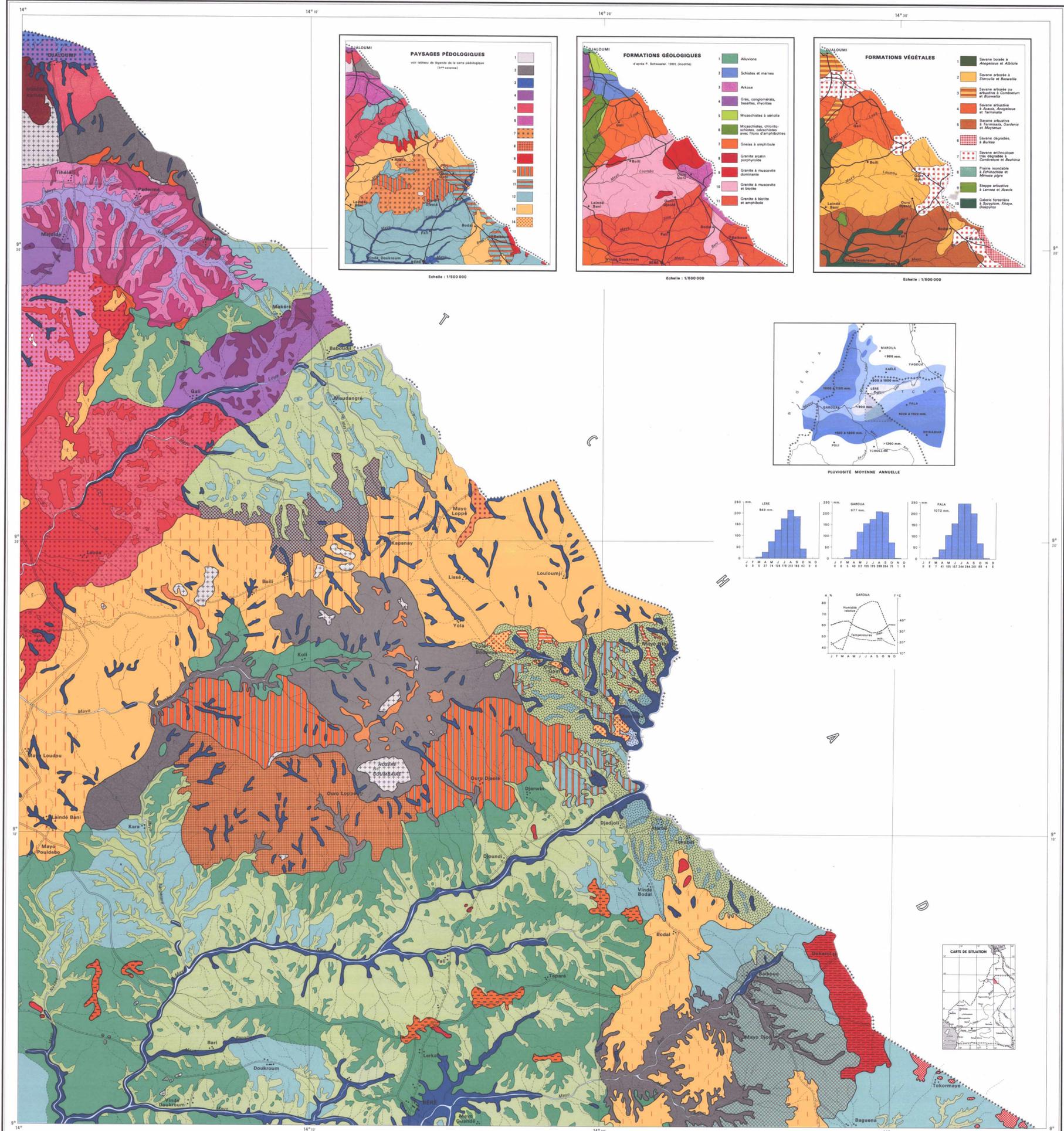
RÉPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
OFFICE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
(O.N.A.R.E.T.)

Institut de Recherches Agricoles et Forestières (I.R.A.F.)

Se reporter à la notice n° 75, page 101 (ANNEXES)
à l'indication pour la lecture de la légende.

Le terme figurant en caractères gras représente, soit le sol d'une unité simple, soit le sol dominant par sa superficie dans une association. Dans une association de sols ordonnée le premier sol cité est le sol dominant, le second à l'état de sol associé.

Paysages pédologiques	Matériaux originels	S O L S		
		Organisation des principaux horizons	Unités taxonomiques (selon le C. I. C. S.)	Unités cartographiques
1	mosaïque lithologique des montagnes à Boussouli	roches acides diverses	SOLS MINÉRAUX BRUTS lithosols SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION lithiques	1
2	mosaïque régolesolique des pentes très érodées à Boussouli	a. granite ou gneiss b. micachistes à sérictite	SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION régolesols ou lithiques SOLS MINÉRAUX BRUTS lithosols	2
3	mosaïque ou combinaison a. des bas-fonds inondables b. des bourrelets alluviaux à galeries forestières	sédiments sablo-limoneux sablo-argileux ou sableux	SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT alluviaux et colluviaux	3
4	combinaison hydromorphe et vertique des plaines alluviales inondables à Echincholes et Mimosa	sédiments argileux et argilo-sableux	VERTISOLS à pédoclimat humide SOLS HYDROMORPHES À GLEY peu profond	4
5	mosaïque fersiallitique et vertique des plateaux érodés à Anogoussou et Acoia	micachistes à amphibole, et amphibolites	SOLS FERSIALLITTIQUES rubéfiés, parfois brunifiés phase érodée fréquente	5
		conglomérats volcaniques	SOLS FERSIALLITTIQUES brunifiés et leur phase érodée	6
		micachistes à amphibole, et amphibolites	SOLS FERSIALLITTIQUES rubéfiés, parfois brunifiés VERTISOLS à pédoclimat sec et leur phase érodée ou dégradée	7
		micachistes à amphibole, et amphibolites	SOLS FERSIALLITTIQUES rubéfiés, parfois brunifiés VERTISOLS à pédoclimat sec	8
		gneiss à biotite et amphibole	VERTISOLS à pédoclimat sec phase dégradée fréquente	9
6	combinaison vertique des plaines sédimentaires à savane très dégradée	schistes argileux à lentilles calcaires	VERTISOLS à pédoclimat sec et leur phase érodée	10
		sédiments argileux et argilo-sableux	VERTISOLS à pédoclimat humide, sodiques	11
7	mosaïque ferrugineuse des plateaux très érodés à Boussouli	granite à biotite et muscovite	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés et leur phase érodée	12
8	combinaison caténaire ferrugineuse des plateaux peu érodés à savane arborée	granite à biotite et muscovite	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés «SOLS D'ALTERATION» À CARACTÈRE HYDROMORPHE ET VERTIQUE	13
9	combinaison caténaire ferrugineuse des plateaux peu érodés à savane arborée	granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules et indurés SOLS LESSIVÉS TROPICAUX planosoliques	14
		granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, indurés et hydromorphes	15
		granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, indurés phase érodée	16
6	faciès de bordure de l'unité de paysage 6	sable graveleux sur micachiste ou gneiss	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules, néoéluviés en profondeur	17
12	taches ferrugineuses dans l'unité de paysage 12	granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules facies planosolique	18
10	combinaison caténaire ferrugineuse néoéluviée des plateaux peu entaillés à savane arborée (Terminalia et Combretum)	granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules, néoéluviés en profondeur SOLS LESSIVÉS TROPICAUX planosoliques	19
		arkose	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés à nodules phase érodée fréquente	20
11	combinaison caténaire lessivée des plateaux très entaillés, à savane dégradée, avec taches ferrugineuses des buttes témoins	granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules SOLS LESSIVÉS TROPICAUX planosoliques	21
		granite à biotite et amphibole	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX différenciés, à nodules ou indurés SOLS LESSIVÉS TROPICAUX planosoliques	22
12	mosaïque lessivée des plateaux très entaillés à savane arborée (Combretum, Gleditsia, Maytenus)	granite et gneiss à biotite et amphibole ou arkose (voir 7)	SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus brun et leur phase érodée	23
		granite et gneiss à biotite et amphibole ou arkose (voir 7)	SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus planosolique et leur phase érodée	24
13	combinaison caténaire très lessivée, des plateaux érodés à Boussouli et Sterculia	granite ou gneiss à muscovite et biotite	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	25
		granite ou gneiss à muscovite et biotite	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés, néoéluviés en profondeur SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	26
		granite ou gneiss à muscovite et biotite	SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé, à B ox induré résiduel	27
		granite ou gneiss à muscovite et biotite	SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	28
		granite ou gneiss à muscovite et biotite	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés, néoéluviés en profondeur SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	29
14	combinaison caténaire très lessivée des plateaux entaillés à galeries forestières dégradées	sédiments sableux et sablo-argileux	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX peu différenciés, néoéluviés en profondeur SOLS LESSIVÉS TROPICAUX habitus hyperlessivé	30



ÉCHELLE 1/100 000
0 2 4 6 8 10 km

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Publication en français
1011, rue de l'Industrie - 91100 Evry - FRANCE

© O.N.A.R.E.T. - O.R.S.T.O.M. 1979

SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M. G. Le Rouget

longueur moyenne des différenciations latérales de la couverture pédologique < 100 m

le sol d'association est dans toutes les colonnes de l'unité cartographique 26 la distinction est impossible en photo-interprétation

Code	Description	Code	Description
A	humifère	B ox	B ferrugineux induré
E	éluvial	B il	B illuvial
B u	B d'altération fersiallitique	B ta	B d'altération s.l., hydromorphe et plus ou moins vertique
B v	B vertique d'altération	B ca	B même horizon avec nodules calcaires
B s	B vertique s.l.	B g	horizon à gley
B ox	B ferrugineux	B g	horizon à pseudo-gley
B ox n	B ferrugineux nodulaire		

phases érodées ou dégradées en surface
paysage de « hard »
gneiss
limite de paysage pédologique
limite approximative entre 2 unités cartographiques
arkose

LEGENDE DES COUPES SCHEMATIQUES
Types d'horizons

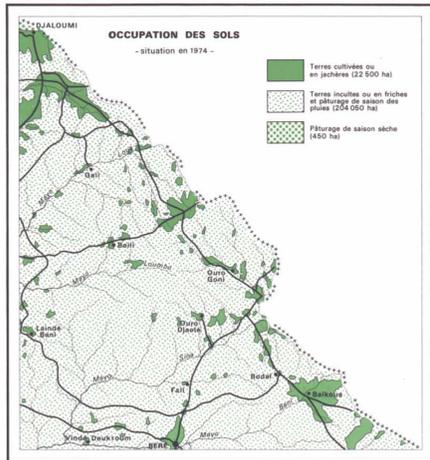
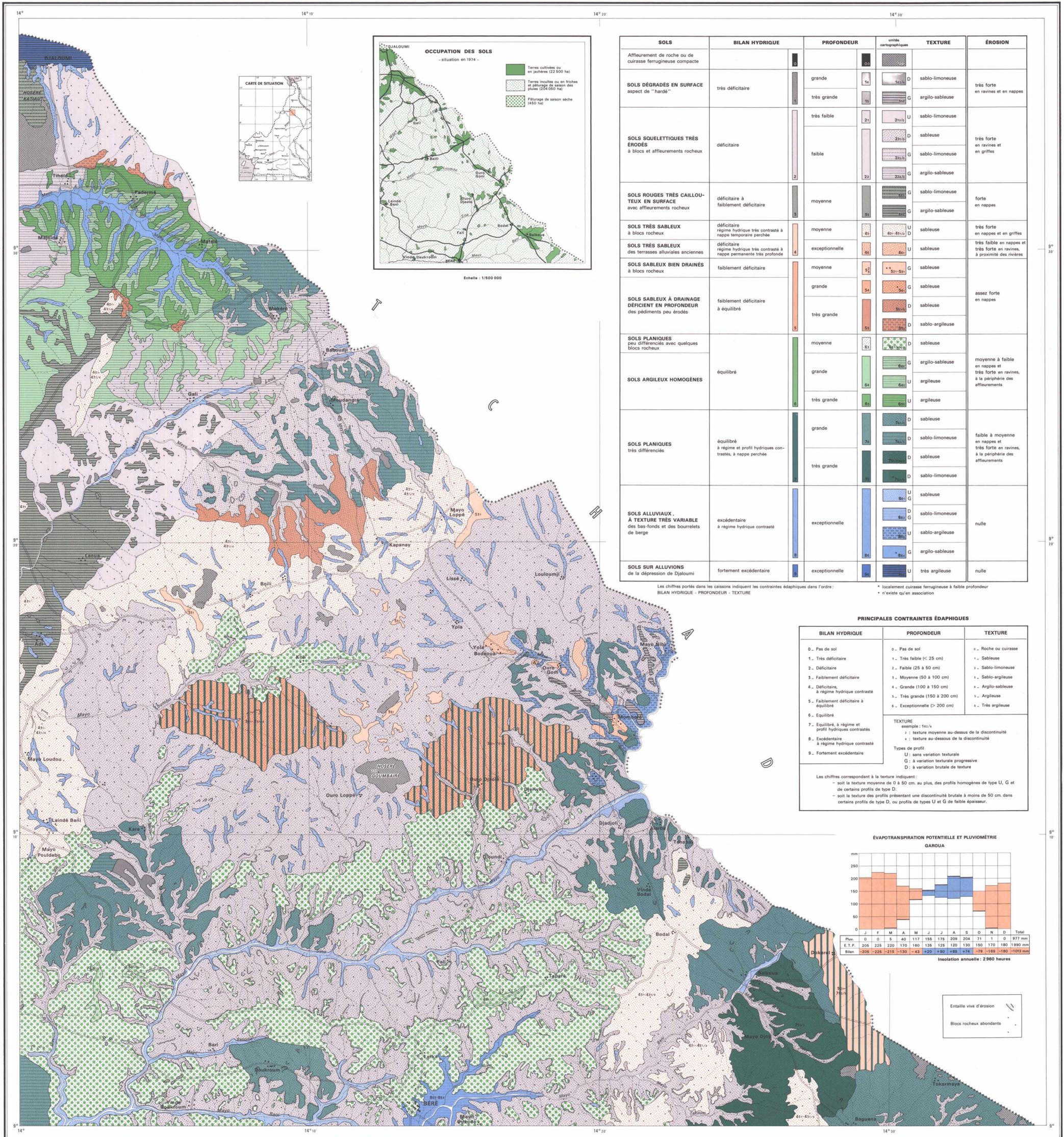
CAMEROUN - CARTE DES PRINCIPALES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES

BÉRÉ

dressée par P. Brabant
d'après la carte pédologique

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

RÉPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
OFFICE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
(ONAREST)
Institut de Recherches Agricoles et Forestières (I.R.A.F.)



Echelle : 1/500 000

SOLS	BILAN HYDRIQUE	PROFONDEUR	TEXTURE	ÉROSION	
Affleurement de roche ou de cuirasse ferrugineuse compacte					
SOLS DÉGRADÉS EN SURFACE aspect de "hardé"	très déficitaire	grande	14 D	sablo-limoneuse	très forte en ravines et en nappes
		très grande	15 G	argilo-sableuse	
SOLS SQUELETTIQUES TRÈS ÉRODÉS à blocs et affleurements rocheux	déficitaire	très faible	21 U	sablo-limoneuse	très forte en ravines et en griffes
		faible	22 D	sableuse	
			22a G	sablo-limoneuse	
			22a U	argilo-sableuse	
SOLS ROUGES TRÈS CAILLOUTEUX EN SURFACE avec affleurements rocheux	déficitaire à faiblement déficitaire	moyenne	31 G	sablo-limoneuse	forte en nappes
SOLS TRÈS SABLEUX à blocs rocheux	déficitaire régime hydrique très contrasté à nappe temporaire perchée	moyenne	41 U	sableuse	très forte en nappes et en griffes
SOLS TRÈS SABLEUX des terrasses alluviales anciennes	déficitaire régime hydrique très contrasté à nappe permanente très profonde	exceptionnelle	46 U	sableuse	très forte en nappes et très forte en ravines, à proximité des rivières
SOLS SABLEUX BIEN DRAINÉS à blocs rocheux	faiblement déficitaire	moyenne	52 G	sableuse	assez forte en nappes
SOLS SABLEUX à DRAINAGE DÉCIDENT EN PROFONDEUR des pédiments peu érodés	faiblement déficitaire à équilibré	grande	54 U	sableuse	
		très grande	55 D	sablo-argileuse	
SOLS PLANIQUES peu différenciés avec quelques blocs rocheux	équilibré	moyenne	65 D	sableuse	moyenne à faible en nappes et très forte en ravines, à la périphérie des affleurements
grande		64 U	argilo-sableuse		
très grande		65 U	argileuse		
SOLS PLANIQUES très différenciés	équilibré à régime et profil hydriques contrastés, à nappe perchée	grande	74 D	sableuse	faible à moyenne en nappes et très forte en ravines, à la périphérie des affleurements
		très grande	74 D	sablo-limoneuse	
			75 D	sableuse	
SOLS ALLUVIAUX, À TEXTURE TRÈS VARIABLE des bas-fonds et des bourrelets de berges	excédentaire à régime hydrique contrasté	exceptionnelle	81 U	sableuse	nulle
			82 G	sablo-limoneuse	
			83 U	sablo-argileuse	
			84 G	argilo-sableuse	
SOLS SUR ALLUVIONS de la dépression de Djaloumi	fortement excédentaire	exceptionnelle	85 U	très argileuse	nulle

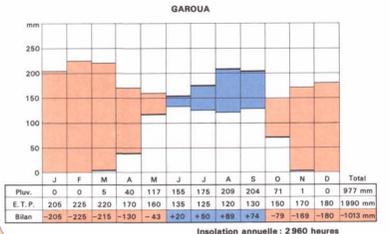
Les chiffres portés dans les caissons indiquent les contraintes édaphiques dans l'ordre : BILAN HYDRIQUE - PROFONDEUR - TEXTURE

* localement cuirasse ferrugineuse à faible profondeur
* n'existe qu'en association

PRINCIPALES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES

BILAN HYDRIQUE	PROFONDEUR	TEXTURE
0 - Pas de sol	0 - Pas de sol	0 - Roche ou cuirasse
1 - Très déficitaire	1 - Très faible (< 25 cm)	1 - Sableuse
2 - Déficitaire	2 - Faible (25 à 50 cm)	2 - Sablo-limoneuse
3 - Faiblement déficitaire	3 - Moyenne (50 à 100 cm)	3 - Sablo-argileuse
4 - Déficitaire, à régime hydrique contrasté	4 - Grande (100 à 150 cm)	4 - Argilo-sableuse
5 - Faiblement déficitaire à équilibré	5 - Très grande (150 à 200 cm)	5 - Argileuse
6 - Équilibré	6 - Exceptionnelle (> 200 cm)	6 - Très argileuse
7 - Équilibré, à régime et profil hydriques contrastés	TEXTURE exemple : 14/5 : texture moyenne au-dessus de la discontinuité : texture au-dessous de la discontinuité	
8 - Excédentaire à régime hydrique contrasté	Types de profil U : sans variation texturale G : à variation texturale progressive D : à variation brutale de texture	
9 - Fortement excédentaire	Les chiffres correspondant à la texture indiquent : - soit la texture moyenne de 0 à 50 cm, au plus, des profils homogènes de type U, G et de certains profils de type D. - soit la texture des profils présentant une discontinuité brutale à moins de 50 cm, dans certains profils de type D, ou profils de types U et G de faible épaisseur.	

ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE ET PLUVIOMÉTRIE GAROUA



Entaille vive d'érosion
Blocs rocheux abondants

ÉCHELLE : 1/100 000



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Région de l'Outre-Mer
75, rue d'Alsace - 93145 SOUSY - FRANCE

© ONAREST - O.R.S.T.O.M. 1980

SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M. G. Le Rouget