

**RÉPUBLIQUE DU TCHAD**

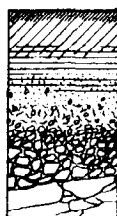
C. CHEVERRY  
M. FROMAGET

**NOTICE EXPLICATIVE**

N° 40

**CARTE PÉDOLOGIQUE  
DE RECONNAISSANCE à 1/200 000  
DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD**

**FEUILLE LÉRÉ**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY

PARIS - 1970



RÉPUBLIQUE DU TCHAD

**NOTICE EXPLICATIVE**

N° 40

**CARTE PÉDOLOGIQUE  
DE RECONNAISSANCE à 1/200 000  
DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD**

FEUILLE LÉRÉ

C. CHEVERRY - M. FROMAGET

## INTRODUCTION

*La carte pédologique et la notice de cette feuille Léré ont été entreprises dans le cadre de la cartographie pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la partie sud du Tchad. L'état d'avancement est représenté sur la planche I ; Léré constitue la vingt-cinquième feuille.*

*C'est en janvier, février, mars 1965, qu'ont été effectués les travaux sur le terrain, par C. CHEVERRY et M. FROMAGET, sur la base des documents cartographiques de l'IGN : fond topographique à 1/200.000 de la feuille Léré (NC-33 - IX) et couverture photographique aérienne à 1/50.000.*

*La méthode de travail fut celle adoptée par l'équipe pédologique du Tchad, à la suite de MM. BOCQUIER et AUDRY. Ses principales étapes seront brièvement rappelées : - choix, sur photographies aériennes, d'itinéraires jugés représentatifs - le long de ces itinéraires, étude de profils repérés et décrits avec précision (profil lui-même, puis conditions du milieu : modelé, végétation...) - inventaire et classification des divers types de sols observés - report, sur photographie aérienne, le long des itinéraires, des limites entre unités de sols choisies.*

*Lors d'une seconde phase de travail sur le terrain, un grand nombre d'autres profils furent observés, plus rapidement, le long d'itinéraires secondaires. Ainsi fut abordé le problème de l'extension des unités de sols à l'échelle de la feuille. Ce travail d'extrapolation fut repris, au Centre ORSTOM de Fort-Lamy, par photointerprétation systématique (Y. GAUTIER).*

*Les analyses furent effectuées au laboratoire ORSTOM de Fort-Lamy, sous la direction de J. CHANUT ; 37 profils, soit 184 échantillons de sols, furent analysés.*

*Sur cette feuille Léré, trois études de détail avaient déjà été publiées, par des pédologues de l'ORSTOM : - Etude pédologique de la ferme de multiplication cotonnière de Youé, par BOUTEYRE G. (1955), accompagnée d'une carte à 1/50.000 - Etude pédologique du paysannat de Lagon, par GUICHARD E. (1961) ; - Etude pédologique du périmètre de reboisement de Léré par GUICHARD E., BARBERY J., POISOT P. (1961). Signalons enfin la cartographie à 1/50.000 de la dépression du Toubouri à M'Bourao, par CISSE A. (1965).*

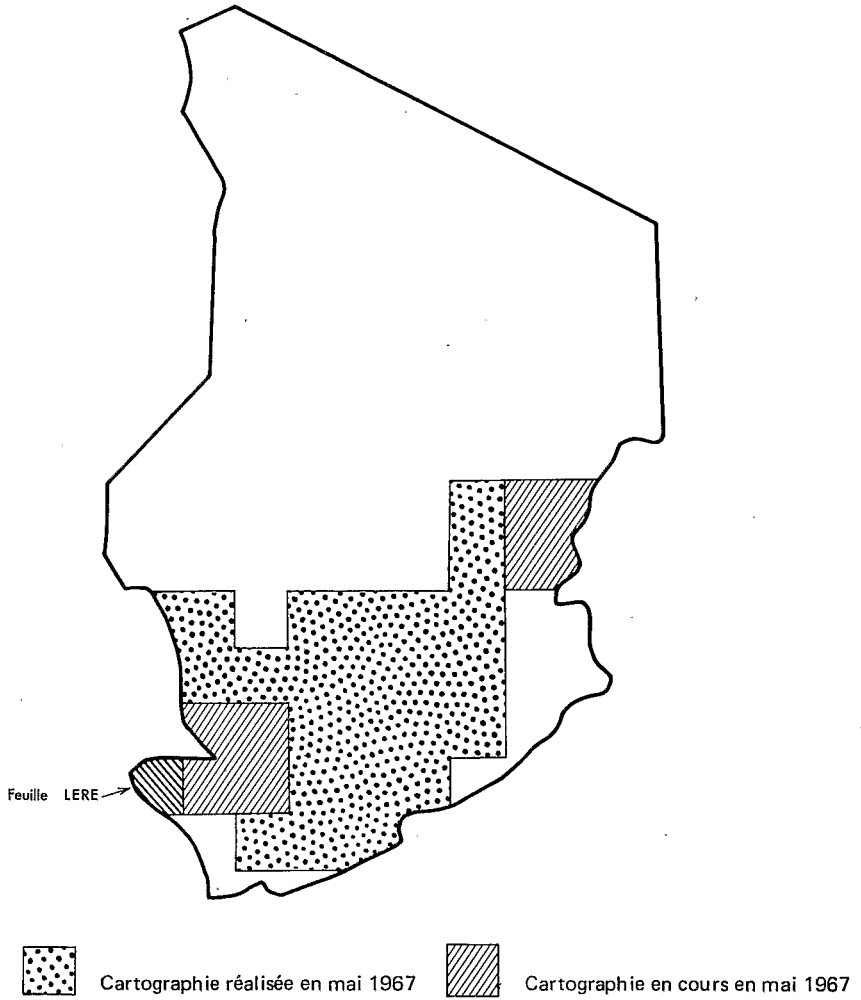


Fig. 1 — Localisation de la feuille Léré et état d'avancement de la cartographie pédologique de reconnaissance à 1/200.000 en République du Tchad

PREMIERE PARTIE

ÉTUDE DU MILIEU NATUREL  
ÉT  
DES FACTEURS DE FORMATION DES SOLS



## 1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

La feuille Léré est comprise entre 9 et 10° de latitude N. et 14 et 15° de longitude E., et constitue un coin enfoncé dans le Cameroun. Administrativement, cette feuille fait partie de la préfecture du mayo Kébi, sous-préfectures de Léré, Pala et Fianga.

C'est une région très inégalement peuplée : le socle granitique qui occupe toute la partie centre nord de cette feuille est presque désert : outre la pauvreté des sols, les ravages de la mouche "simulie" ont incité les populations à évacuer ce secteur. La zone des koros, au sud-est est peuplée de façon très localisée : dans les dépressions. Par contre, les secteurs à forte densité sont la frontière camerounaise au nord de Léré (sols assez riches dérivés de roches métamorphiques basiques) la région de Léré, M'Boursalé Bamba, Doué (sols dérivés de formations sédimentaires) - le nord de la dépression Toubouri.

## 2 - LE CLIMAT

Pala est la seule station météorologique de la feuille fournissant simultanément des données sur la pluviométrie, la température, l'humidité relative ; les indications pluviométriques fournies par les autres stations de Léré, Mombaroua, Youé, Fianga permettent néanmoins de déceler certaines variations climatiques à l'échelle de la région étudiée.

Le climat de Pala est, d'après la classification de A. AUBREVILLE, de type soudano-guinéen : pluviométrie de 1073 mm, répartie sur 7 mois pluvieux ; l' "indice pluviométrique" étant de 5 - 2 - 5 ; la saison humide alterne avec une saison très sèche couvrant les mois de décembre, janvier, février. La température annuelle moyenne est légèrement supérieure à 27°. Le sud et surtout le sud-est de la feuille Léré sont soumis à ce type de climat.

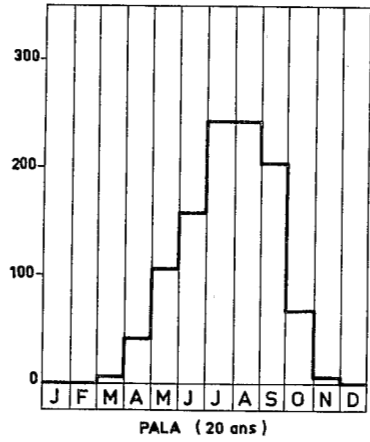
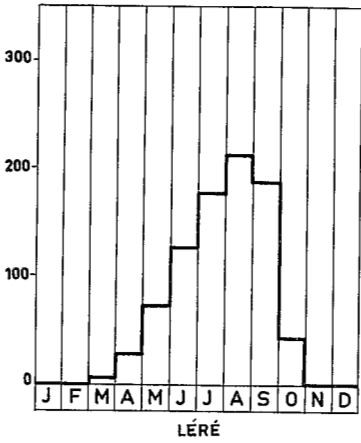
Vers le nord (Youé, Fianga) c'est-à-dire près de la latitude 9° N., le climat se rapproche du type sahélo-soudanien, avec une pluviométrie de 850 à 950 mm, répartie en six mois seulement ("indice pluviométrique" 4 - 2 - 6) et plus concentrée sur le mois d'août.

Malgré sa position moyenne en latitude (9° 40'), le climat de Léré est franchement de type sahélo-soudanien (851 mm). Ce secteur des dépressions de Léré, Tréné, à l'est de la feuille, semble ainsi bénéficier d'un climat légèrement plus "aride" que celui que laisserait prévoir sa latitude.

Les seules données disponibles concernant la température et l'humidité relative sont celles de Pala : la courbe de température présente deux maxima, l'un absolu en avril, l'autre relatif en novembre. Les amplitudes thermiques journalières sont plus faibles en saison des pluies qu'en saison sèche. Quant à l'humidité relative, elle croît régulièrement de février (20 %) jusqu'en août (82 %), puis diminue de nouveau.

Les données numériques seront présentées sous forme de trois tableaux :

PLUVIOMÉTRIE  
Moyennes mensuelles ( en mm )



TEMPÉRATURES ( en degrés centigrades )

HUMIDITÉ RELATIVE  
Moyenne mensuelle ( en % )

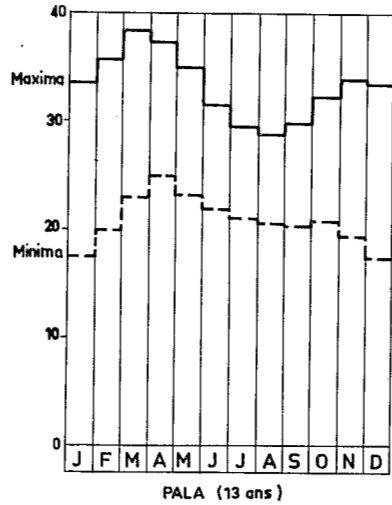
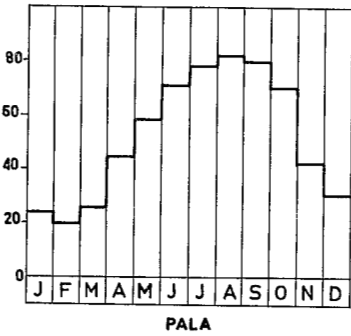


Fig. 2 — Données climatiques



## PLUVIOMETRIE (Moyennes mensuelles et annuelles en mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Guider	0	0,8	4,6	22,9	115	123,9	184,0	237,4	156,4	71,6	4,0	0	921,6
Léré	0	0	5,0	27,4	74,2	126,1	176	213	186	42	0	0	851
Mombaroua	0	0	4,0	17,3	90,0	166	191	214	173,5	46,5	1,2	0	914,5
Pala	0	0,1	7,4	40,8	105,2	157,3	243,6	243,8	201,5	69,1	4,3	0	1073,1
Youé	0	0	1,0	30,8	77,6	143,1	198,4	253,3	230,2	23,5	0	0	957,9
Fianga	0	0	3,0	18,2	62,2	120,0	191,3	240,0	181,4	35,4	0,6	0	852,1

Remarque : Les moyennes sont calculées sur : 20 ans à Pala ; 18 ans à Léré ; 12 ans à Mombaroua ; 8 ans à Youé ; 16 ans à Fianga.

## TEMPERATURES (Moyennes mensuelles et annuelles en °C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Pala Max	33,5	35,7	38,3	37,5	35,1	31,7	29,4	28,8	30,0	32,4	34,1	33,5	33,3
(13 Min	17,4	19,8	23,4	24,8	23,5	21,8	21,3	20,9	20,6	20,9	19,7	17,9	21,0
ans) Moy	25,5	27,8	30,9	31,2	29,3	26,8	25,4	24,9	25,3	26,7	26,9	25,7	27,2

## HUMIDITE RELATIVE (Moyennes mensuelles)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Pala (13 ans)	24,2	19,9	25,6	44,4	58,4	71,3	78,5	81,4	80,0	69,9	42,4	30,2	52,2

## 3 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE \*

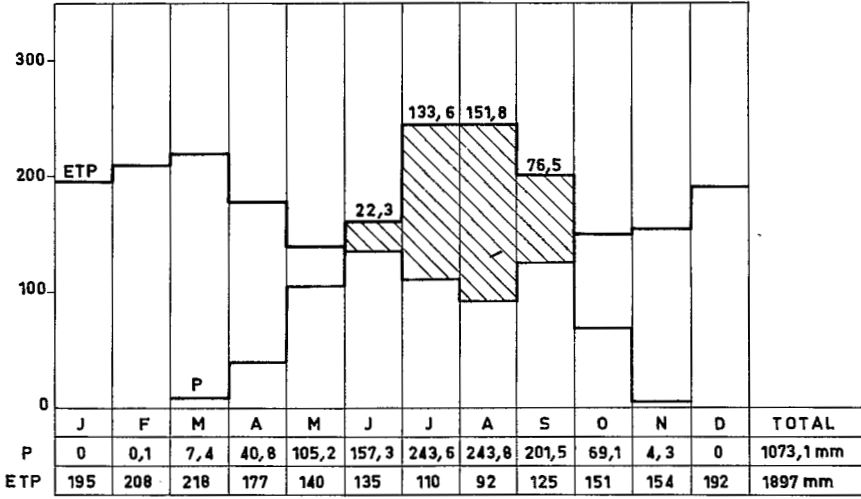
Les grands mayo de la feuille Léré (mayo Kébi, Sina, Bamba) sont des affluents directs ou indirects de la Bénoué et appartiennent donc au Bassin du Niger. Parmi ces cours d'eau, le mayo Kébi tient une place privilégiée, d'abord parce qu'il traverse toute la région étudiée, d'ouest en est, ensuite parce qu'il draine, certaines années, une partie des eaux du Logone, et enfin par l'aspect de son profil en long.

Le mayo Kébi est un émissaire des lacs de la dépression Toubouri (Fianga, Tikem, M'Gara), lacs dont les tributaires sont nombreux. La Kabia en particulier est susceptible de recevoir une partie des eaux de déversement du Logone, lorsque la cote de ce dernier dépasse une valeur limite.

Ces déversements ont été observés depuis fort longtemps, et s'effectuent soit par le seuil de Dana, soit surtout par le seuil d'Eré. Ils sont fonction de l'importance de la crue et sont donc d'une importance très variable d'une année à l'autre. Le volume écoulé risque d'être pratiquement nul ou d'atteindre un milliard de m<sup>3</sup>, une année sur 10. La valeur moyenne la plus probable serait de l'ordre de 300 millions de m<sup>3</sup> (CALLEDÉ, 1965).

\* (d'après les travaux de la Section Hydrologie ORSTOM).

## Moyennes mensuelles ( en mm )



## PALA

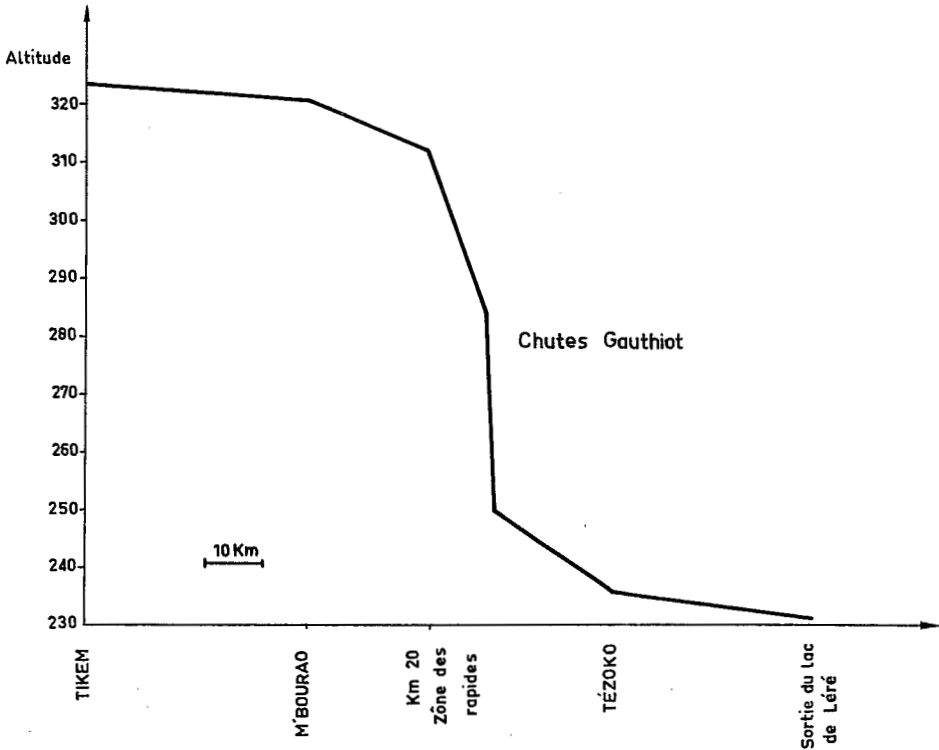


Fig. 3 — Comparaison de l'évapotranspiration potentielle et de la pluviométrie et profil en long du Mayo Kébi (en partie d'après Callède J.)

Dans sa partie est, entre Tikem et M'Bourao, la pente du mayo-Kébi est faible : 3 cm/km (voir profil en travers de la figure n° 3). Cette partie du bassin (région de Somgé, Gouin...) a par ailleurs un faible coefficient de ruissellement : la pente des versants et des talwegs est faible, et les sols sont en général perméables, au moins dans leur partie supérieure. Après M'Bourao, le mayo Kébi s'écoule sur le socle précambrien et sa pente s'accroît : 60 cm/km d'abord, puis dans la zone des rapides, 35 m/km. La plupart de ses affluents issus du socle ont eux-mêmes des pentes fortes. Cette partie du bassin est caractérisée par un fort coefficient de ruissellement. Après les chutes, la pente du mayo Kébi reste élevée : 70 cm/km, puis diminue au niveau des lacs de Tréné, puis Léré. Dans cette dépression, il reçoit deux affluents importants, qui drainent les secteurs nord-est et centre sud de la feuille : les mayo Binder et El Waga.

Les chutes du mayo Kébi sont attribuées à l'action d'une forte érosion régressive, butant sur des granites calco-alkalins et des microgranites plus résistants que les autres formations du socle traversées en aval. La tectonique, qui se manifeste dans cette région par une série de petites failles, n'aurait joué que sur la direction de la vallée. Ce phénomène a été observé sur d'autres mayo, dont l'exutoire est aussi la dépression du lac de Léré (mayo Youaia : GUICHARD, 1961). L'hypothèse d'un abaissement récent du niveau de base que constitue pour le réseau hydrographique de cette région le lac de Léré est donc à envisager, et sera d'ailleurs également suggérée par l'étude de l'érosion des sols.

En résumé, la région étudiée ici apparaît, sur sa frange est, comme une limite de partage des eaux entre les grands bassins du Tchad et du Niger (par la Bénoué), l'écoulement étant plutôt dirigé vers le second nommé.

## 4. LES ROCHES MERES - LE MODELE ET LES MATERIAUX ORIGINELS DES SOLS

### 4.1 - Histoire géologique

La région étudiée constitue l'un des éléments de la bordure rocheuse de la grande cuvette tchadienne, au même titre que le Ouaddaï ou l'Ennedi ; l'histoire géologique de cette région est assez riche :

La bordure rocheuse proprement dite est un socle d'âge précambrien, constitué de roches métamorphiques et de granites. Au Crétacé, une transgression venue de l'ouest, par la Bénoué, recouvrit localement le socle (sédiments marins, puis fluviatiles). Au Tertiaire, la cuvette tchadienne prend ses contours actuels et se remplit de sédiments. Les "Koros", qui occupent la partie sud-ouest de la région étudiée ici sont une formation continentale (Continental Terminal) qui, simultanément :

- . à l'ouest, "masque" (en les recouvrant localement) les formations sédimentaires du Secondaire et le socle antécambrien,

- . au nord-est, ceinture et domine le grand ensemble d'alluvions fluvio-lacustres qui se déposèrent au Quaternaire et constituent la cuvette actuelle. Ce dernier ensemble n'est pas représenté sur la feuille Léré.

Région originale donc par : - sa position en bordure de la cuvette tchadienne - son caractère de "seuil" entre cette cuvette et le bassin sédimentaire de la Bénoué, caractère qui, sur le plan de l'hydrologie, a des conséquences importantes. La tectonique de cette région, par contre, est assez peu marquée.

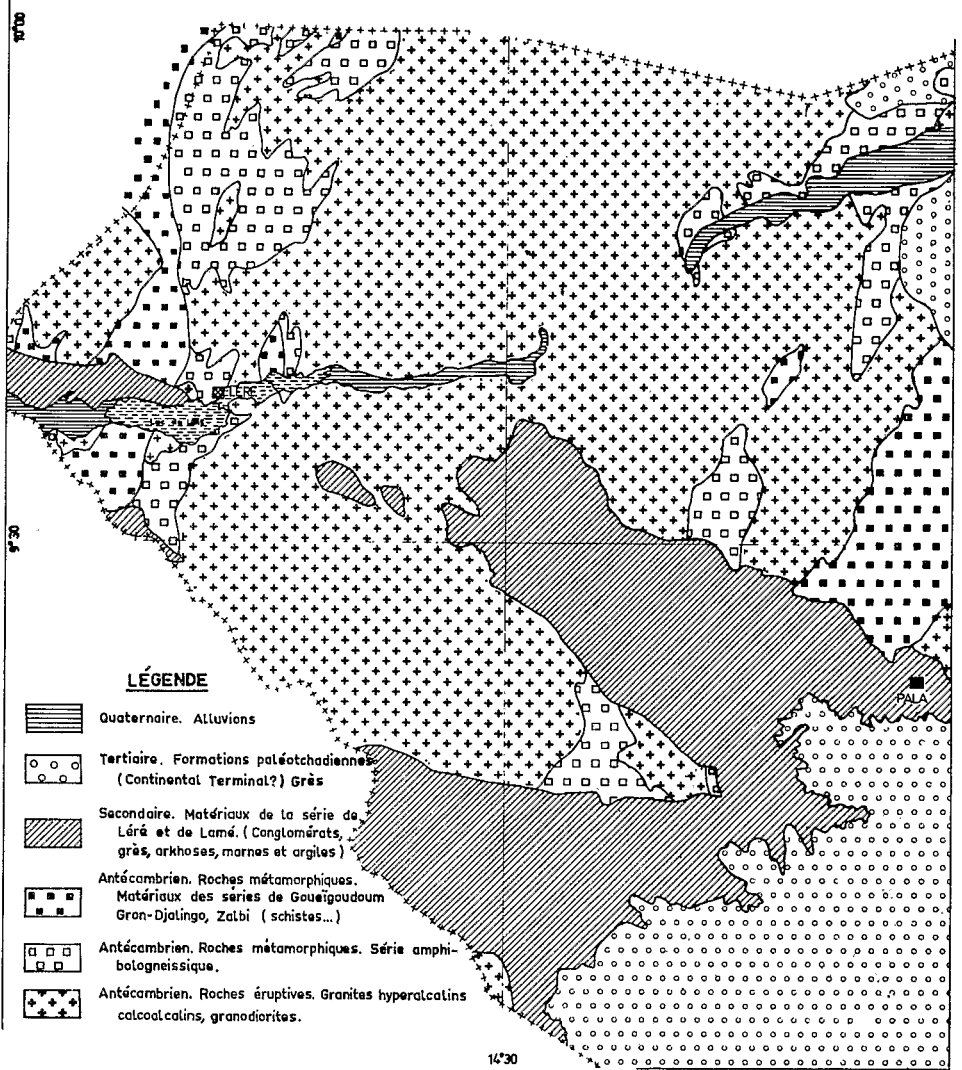


Fig. 4 — Géologie — Répartition des principales unités géomorphologiques et des matériaux originels

## 4.2 - Structure géologique

Les lignes suivantes sont empruntées aux travaux de ROCHE (1949), de WACRENIER (1953), et à la synthèse de GERARD, dans sa notice explicative de la carte géologique de l'A.E.F. à 1/200.000.

### Le socle antécambrien

Ce socle est constitué de formations métamorphiques et de granites, ces derniers représentant les 4/5e de la surface : - granites concordants avec l'orientation des formations métamorphiques encaissantes : - et granites discordants qui recoupent à la fois les formations métamorphiques et le premier type de granites.

Parmi les formations métamorphiques, WACRENIER distingue trois séries, caractérisées par un métamorphisme décroissant :

- la série métamorphique A, qui n'existe qu'à l'état de lambeaux épargnés par la granitisation, est essentiellement composée de roches amphibolitiques. La granitisation a donné naissance à des termes très variés allant jusqu'à la granodiorite à biotite et amphibole,
- la série B comprend notamment des roches d'origine sédimentaire très variées, qui ont recristallisé (quartzites, arkoses, micaschistes), subissant localement, outre le métamorphisme régional, un métamorphisme de contact,
- la série C, de "Gouéigoudoum", affleure au nord de Pala, en un vaste synclinal apparemment "pincé" dans le granite.

"Toutes ces séries métamorphiques ont été violemment plissées suivant une direction N - N-E et affectées de fractures, dont certaines sont récentes". Quant aux formations granitiques :

- "les granites concordants représentent la grosse majorité des granites et comprennent des granodiorites et diorites quartziques, des granites calco-alcalins à biotite, des granites à pyroxènes du type charnockites",
- "les granites discordants se présentent en massifs à bords circonscrits qui forment des reliefs caractéristiques, relativement importants au milieu des formations qu'ils recoupent. Ce sont des granites à tendance alcaline".

### Les formations du Secondaire

WACRENIER a défini deux séries : la série de Lamé, du Crétacé moyen, et la série de Léré, du Crétacé inférieur.

La série de Lamé repose en discordance sur le socle antécambrien ; d'une puissance probablement inférieure à 200 m, elle présente du haut en bas la succession théorique suivante : - des formations lagunaires et continentales : grès, grès calcaires, marnes ; - des calcaires marins à lumachelle ; - des conglomérats grossiers surmontés d'arkoses. Les intercalations marines marquent la limite de la transgression Cénomaniennne venue par le chenal de la Bénoué ; les formations lagunaires supérieures marquent la régression marine. Du point de vue tectonique, cette série est, elle aussi, plissée. Elle est datée de l'Albien-Cénomanienn.

La série de Léré affleure sous la forme d'une gouttière étroite au nord du lac de Léré et se compose de conglomérats surmontés de grès grossiers, puis de grès fins et tendres, alternant avec des marnes verdâtres. Cette série est plissée. Elle est considérée par GERARD comme d'âge et de faciès wealdiens.

### Les formations tertiaires

Ce sont les "grès et sables paléotchadiens" de WACRENIER, représentés au sud-est, au nord-est, de la feuille Léré, en particulier par la "série inférieure" composée de grès ferrugineux. "C'est une formation continentale rattachée au Continental Terminal" (zone des Koros).

## 4.3 - Le modelé résultant de l'histoire géologique

- Les seuls reliefs montagneux de la région sont les massifs de granites discordants. Le Oua Alou, en particulier, domine le socle de 80 m, sans que son piedmont soit marqué par des arènes ou des accumulations de sable d'extension notable.

Le socle précambrien, dont l'altitude varie entre 430 et 300 m, se partage en deux éléments inclinés vers l'entaille E-W du mayo Kébi. Le terme de "pénéplaine" habituellement employé est plus exact au sens géologique qu'au sens morphologique (modelé) : les versants descendants vers le mayo-Kébi sont constitués d'une série de glacis, dont certains ont été démantelés par une érosion en nappe ravinante, à partir des éléments secondaires du réseau hydrographique. Les sols sont localement des sols évolués très érodés, jusqu'au niveau des horizons d'accumulation. Cette observation pose le problème d'une reprise de l'érosion, avec une vigueur accrue.

- Les formations secondaires du Crétacé sont des fossés remplis de sédiments, dont le niveau supérieur se situe, pour la série de Lamé, à une cote de 380 - 390 m. Les grands mayo actuels (Youaia, Sina), sont orientés suivant les axes principaux de ces fossés ; à partir d'eux, l'érosion a attaqué les sédiments, très inégalement suivant leur nature, et a laissé des fragments morcelés de surfaces hautes, résiduelles (celle que suit la route Pala-Léré par exemple) ; dans la région de Lamé, ce morcellement donne au paysage un aspect de collines séparées par de petites vallées.

On note que ces vallées, occupées actuellement par les éléments d'ordre secondaire du réseau hydrographique sont (le long de la route Badjé-Lamé par exemple) à une altitude supérieure de 20 m à celle des vallées des grands mayo. Par ailleurs, GUICHARD (1961) observait que l'un de ces grands mayo (Youaia) montrait un profil longitudinal irrégulier présentant des signes d'érosion remontante suivant son axe. Là encore, l'hypothèse d'une reprise récente de l'érosion est donc à envisager.

- Le système des Koros, au sud-est de la feuille, est un relief assez mou de collines, dont les sommets atteignent 460 - 480 m ; collines découpées peu profondément par un réseau de talwegs. Le passage aux formations secondaires se fait sans rupture de relief, par un versant à pente faible, dont la base est encore à une altitude de 390 - 400 m ; au nord par contre, la transition est beaucoup plus brutale, par une falaise en contrebas d'un niveau cuirassé.

- Au nord du système des Koros, mais aussi sur la partie du socle précambrien correspondant à la série de Gouéigoudoum, ces reliefs tabulaires cuirassés sont les points repères du paysage. Ils témoignent de la puissance des cycles d'érosion antérieurs ; les produits déblayés par cette érosion avaient déjà subi une évolution pédologique, de type

ferrugineux ou ferrallitique, ce qui explique les caractéristiques de certains matériaux d'apport de ce secteur. Ces cuirasses n'apparaissent, le plus souvent, que sous forme de lambeaux morcelés dont la pente est difficile à apprécier. Quelques données d'ordre altimétrique seront présentées ici :

- dans la région de Pala, le niveau cuirassé le plus élevé était à une altitude de 460 - 490 m : sur les monticules de grès au sud-est de Pala, on observe des blocs de cuirasse, "posés" sur les sommets (480 m) ; aux environs de Pala, cette cuirasse est en place, vers 460 m.

Un étage inférieur s'observe à 420 - 430 m et se prolonge, par lambeaux, vers l'ouest jusqu'à quelques kilomètres de Lagon, où son altitude n'est plus que de 370 m, et où la cuirasse repose sur un matériau sédimentaire de la série de Lamé. Suivant cet axe, long de 55 km, le niveau de la cuirasse baisse régulièrement, d'est en ouest.

- Dans la région de Gouin, Mapachiné, Gamba (centre est), sur le socle, les cuirasses ont une très large extension et trois étages apparaissent : 440 - 450 m (lambeaux repères sur photographie aérienne) - 400 - 410 m : largement représenté en plusieurs emplacements - 360 m ; ce dernier étage semblant plutôt correspondre à des débris de cuirasses ressoudés qu'à un véritable niveau cuirassé.

- dans la région de Youé, enfin, au nord du mayo Kébi, la cuirasse observée au Cameroun (vers Ouan) est à 360 - 380 m ; l'étage inférieur est représenté vers Youé : 335 - 340 m.

- aucune cuirasse ne fut observée dans la région centrale ou ouest : le pointement de Oua Alou en particulier, qui culmine à 474 m, ne présente aucun signe de cuirassement.

Ces données sont trop fragmentaires pour permettre une analyse suffisante du modelé actuel et reconstituer le paysage dans lequel ces cuirasses ont pris naissance. On notera simplement, dans les secteurs affectés par ce phénomène, la présence de 2 ou 3 étages de cuirasses, décalés en altitude de 30 à 40 m. Chacun de ces niveaux semble, si l'on raccorde leurs altitudes à l'échelle de la région, avoir une pente orientée vers l'ouest et vers le nord-nord-ouest, à partir du secteur sud-est de Pala.

#### 4.4 - Les matériaux originels

La complexité géologique et minéralogique de cette région s'accompagne d'une grande diversité des matériaux originels, du point de vue granulométrie, et nature de l'argile notamment.

##### Les matériaux dérivés de roches métamorphiques

Ce sont des matériaux résultant de l'altération de roches basiques ; la richesse en bases du milieu a favorisé une néoformation d'argile, de montmorillonite notamment. Ces matériaux, argileux ou argilo-sableux \*, comprennent entre 7 et 20 % de limon ; les teneurs en éléments grossiers, n'ont pas de signification. C'est en effet le niveau du profil où l'argilification a été la plus poussée qui a été jugé représentatif du "matériau". Ce niveau contient encore des blocs ou des débris fins de roche-mère en voie d'altération, en proportion très variable de profil à profil.

\* Ces termes de texture correspondent à la position du point représentatif sur le triangle ordinaire A.I.S.S. Le triangle présenté sur la figure 5, lui, est un diagramme modifié : sur le troisième côté figure la somme : sables totaux X éléments grossiers ; les teneurs en argile et limon étant évidemment alors rapportées à 100 g de terre totale.

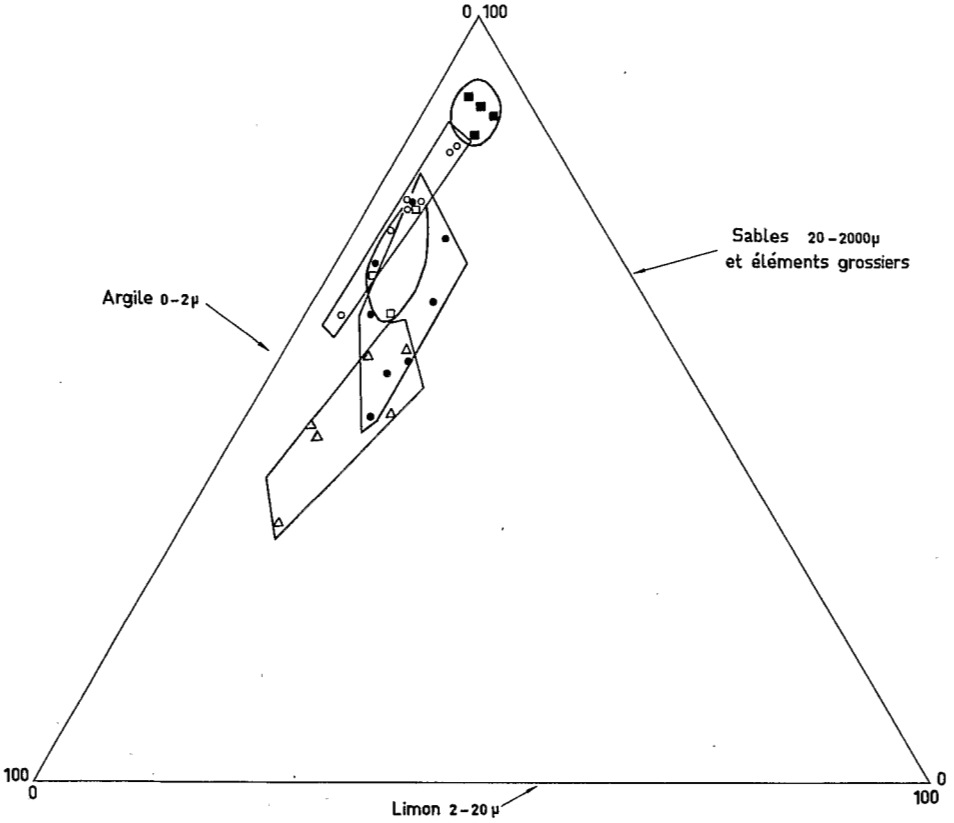
TABLEAU COMPARATIF DES CARACTERES DE DIVERS MATERIAUX ORIGINELS DE LA FEUILLE LERE

N° du profil		LE 237	LE 62	LE 59	LE 58	LE 45	LE 16	
Roche-mère		Schistes	Arkoses feldspathiques			Granodiorite	Granite	
Type de sol		Sol rouge tropical	Sol hydromorphe à pseudo-gley	Sol ferrugineux tropical lessivé	Solonez solodisé hydromorphe	Solonez solodisé lithomorphe	Solod	
Niveau de prélèvement du matériau		40-50 cm	80-90 cm	90-100 cm	80-90 cm	60-70 cm	102-110 cm	120-130 cm
Texture du matériau	A	40	31	39	37	29	8	10
	L	18	7	5	14	8	9	6
	S	40	61	56	49	61	81	82
	E.G	10	42	34	13	42	48	49
Capacité d'échange du matériau (% d'argile) en mé		40	80	40	67	67	(80)	(66)
Analyse minéralogique /10	M	4 M	9 M	5	9 M	8 M	tr	3 M
	I	1	-	-	-	tr	2	1
	K	5	1 MH ?	5 MH	1 MH ?	2 MH ?	8 K	7 K
Remarque : signification du matériau		Niveau d'argilification	Niveau d'argilification	Horizon de passage	Niveau d'argilification	Niveau d'argilification	Horizon B d'un solod	Roche-mère désagrégée

Remarque : Les symboles A, L, S désignent les teneurs en argile, limon 20 - 50  $\mu$ , sables totaux et E.G. le pourcentage d'éléments très grossiers dans la terre totale. Les symboles M, I, K représentent les divers types de minéraux argileux à édifice gonflant (M : montmorillonite) - intermédiaires (I : illite) - à 7 A° (K : kaolinite - MH : métahalloysite).

Les valeurs de la capacité d'échange, ramenées à 100 g d'argile, du profil LE 16 sont sans signification, par suite des trop faibles valeurs d'argile.





- Matériaux de la série de Lamé
- △ Matériaux dérivés de roches métamorphiques
- Matériaux du, ou dérivés du Continental Terminal
- } Matériaux dérivés de
- } roches granitiques

Fig. 5 — Texture des matériaux originaux  
Diagramme A.I.S.S. modifié

La capacité d'échange de ces matériaux, ramenée à 100 g d'argile, varie entre 40 et 50 mé, ce qui indique la présence en proportion notable (de l'ordre de 50%) d'argile à forte capacité d'échange, type montmorillonite. C'est ce que confirme l'analyse minéralogique des éléments inférieurs à  $2 \mu$  du profil. LE 237 (figure n° 6). Le rapport (Ca/Mg) échangeable reste aux environs de 2, les valeurs devenant plus faibles au contact de la roche en voie d'altération.

Ces matériaux peuvent, de par leurs teneurs en argile, dont une partie est gonflante, présenter des caractères vertiques. Mais d'autres processus pédologiques, halomorphie et hydromorphie, rougissement, marquent localement de leur empreinte ce type de matériau.

### **Les matériaux dérivés de roches granitiques**

Ce sont soit des matériaux sableux, résultant d'une altération de type arénacé, soit des matériaux argilo-sableux (altération accompagnée de formation d'argile), se groupant sur le triangle textural en deux plages bien distinctes.

Les matériaux sableux, ou plus exactement gravelo-sableux, correspondent à des profils ayant subi une différenciation pédologique de type solod, ou de type ferrugineux tropical lessivé. Dans ces cas d'ailleurs, le matériau se révèle difficile à définir. Le niveau au contact de la roche-mère n'est pas un "matériau originel", mais un horizon blanchi, lessivé. Le niveau supérieur de la roche-mère, désagrégée mais restant cohérente, peu altérée, s'avère localement un horizon d'accumulation. L'analyse minéralogique (voir tableau page 61) indique qu'à ces niveaux, le peu d'argile présente est à dominance de kaolinite, la montmorillonite n'étant que peu représentée en pourcentage.

Les matériaux argilo-sableux sont observés à la base de profils de solonetz solodisés, de sols hydromorphes, de sols à caractères vertiques. La capacité d'échange de 100 g d'argile varie fortement entre 30 et 70 mé. L'analyse de LE 45 indique, pour le matériau, une forte dominance de montmorillonite (8/10) ce qui correspond assez bien avec la capacité d'échange (70 mé).

La nature minéralogique de la roche-mère, mais aussi les conditions du milieu (régime hydrique) déterminent le mode d'altération, la nature du matériau. La notion de "matériau originel" paraît donc, dans ce cas encore, difficile à préciser et le terme n'est employé que par commodité.

### **Les matériaux de la série de Lamé**

Ces matériaux dérivent de roches sédimentaires, dont l'altération s'accompagne de néoformation argileuse. Leur texture varie de sablo-argileux à argileux, leurs teneurs en limon de 5 à 20%. Le type de matériau le plus représenté est argilo-sableux et contient 15 à 20% de limon.

Les capacités d'échange, ramenées à 100 g d'argile, tournent autour de deux valeurs : 60 - 80 mé et 40 - 45 mé. L'analyse minéralogique des profils LE 58 et LE 62, dont les matériaux ont une forte capacité d'échange (65 mé), révèle la nette dominance de montmorillonite (90%) dans la fraction fine. En LE 59, par contre (capacité d'échange de 40 mé), la proportion d'argile montmorillonite tombe à 50%.

Les processus qui se développent sur de tels matériaux sont l'hydromorphie, l'halomorphie, l'apparition de caractères vertiques. Celle-ci s'observe particulièrement dans les matériaux à forte capacité d'échange (LE 150, 195, 62).

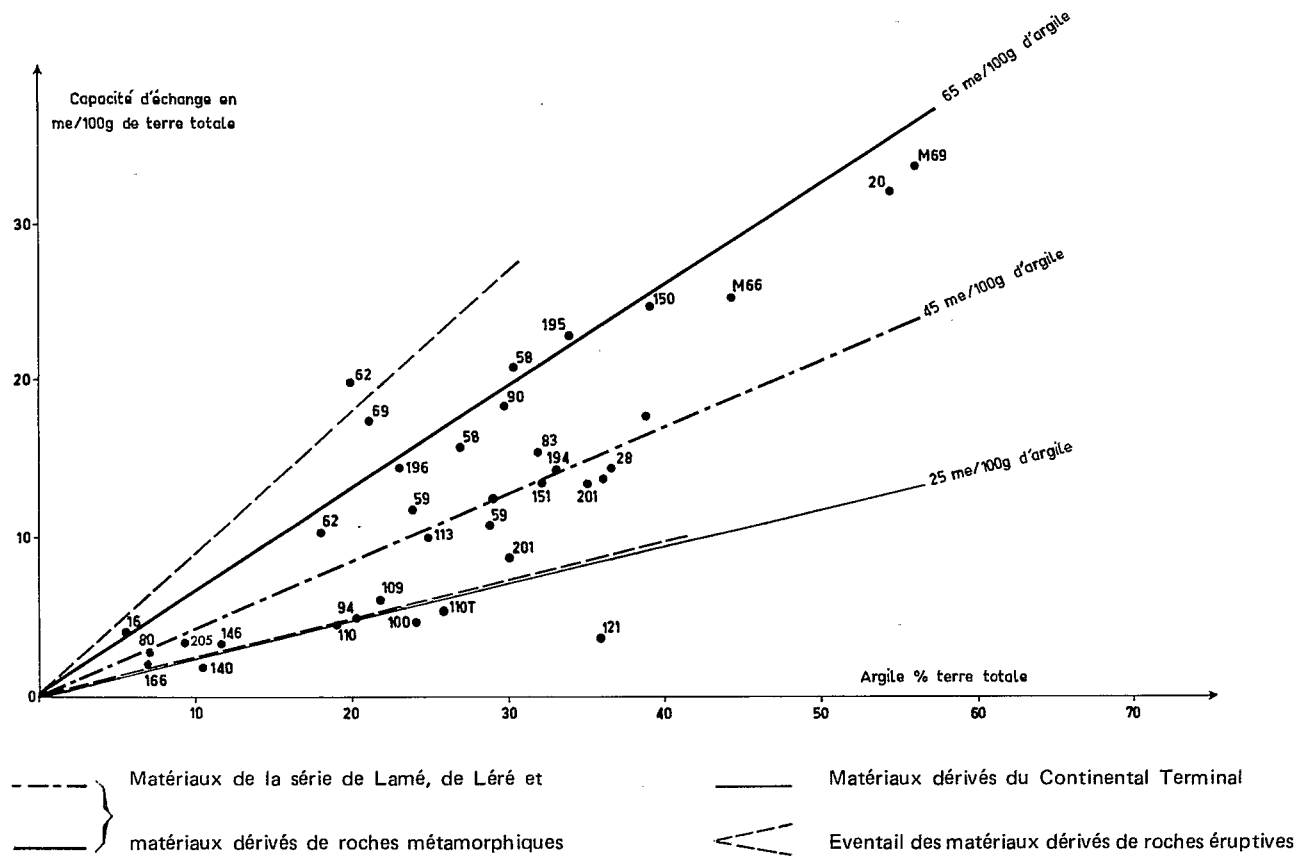


Fig. 6 — Capacités d'échange des divers matériaux originels

## Les matériaux du Continental Terminal

Cet ensemble représente les matériaux du Continental Terminal et ceux qui en sont dérivés. Leurs traits distinctifs, par rapport aux autres matériaux de la région, sont leur pauvreté en limon : aux environs de 5% et la faible capacité d'échange de leurs minéraux argileux : 15 à 20 mé pour 100 g d'argile.

Ce sont des matériaux sableux, sablo-argileux ou argilo-sableux, leur teneur en argile variant de 15 à 40%. Vu sa capacité d'échange, cette argile est probablement à dominance de kaolinite. On note cependant que ces valeurs de 15 à 20 mé/100 g d'argile sont supérieures à celles signalées (AUDRY 1965) pour les formations typiques de koros, correspondant à des sols faiblement ferrallitiques (10 mé).

La fraction sableuse est caractérisée par une nette dominance des sables grossiers sur les sables fins, la valeur du rapport sable fin/sable grossier décroissant en général du haut vers le bas des profils, parallèlement à une augmentation du taux d'argile. Ce phénomène, qui pose le problème de l'homogénéité réelle du matériau, de l'éventualité d'une différenciation superficielle par des actions biologiques a été abordé par AUDRY (1965).

## Autres matériaux

Parmi les autres matériaux, il faut signaler ceux dérivés des formations de Gouéigoudoum, sur le socle. Ce sont des matériaux argileux ou argilo-sableux, riches en limon (20% environ), et enrichis en gravillons ferrugineux résultant du démantèlement de cuirasses et de carapaces, lors de l'histoire récente de cette région.

Les matériaux d'origine alluviale, enfin, n'ont qu'une extension limitée aux dépressions du mayo Kébi, des lacs de Léré, Tréné, et aux vallées de certains grands mayo.

## 5 - LA VEGETATION ET L'ACTION DE L'HOMME

### 5.1 - Les principales formations végétales.

La région de Léré - Pala appartient, comme toute la partie sud du Tchad d'ailleurs, à la province botanique boréale à forêts claires et à savanes boisées. Deux traits la caractérisent :

- C'est une zone de transition entre, au sud les forêts claires et savanes boisées à légumineuses dominantes et au nord ces mêmes formations. mais à Combrétacées dominantes ; (GRONDARD, 1964). D'ailleurs, les limites septentrionales d'aires de certaines légumineuses comme *Isoberlinia doka*, *Erythrophloeum africanum*, ou du *Monotes kerstingii* passent au niveau de la région étudiée ici.

- C'est une zone assez montagneuse, du moins dans la région de Léré, ce qui permet à certaines formations végétales de s'installer sous une latitude inhabituelle.

En fait, les formations à dominance de légumineuses sont localisées à la zone des koros, au sud de Pala. Dans cette zone, peu cultivée car la nappe d'eau y est trop profonde, sur des sols profonds, "légers", règne une forêt claire à légère dominance de légumineuses : *Prosopis africana*, *Pterocarpus lucens*, *Burkea africana*, *Terminalia laxiflora*,

*Anogeissus leiocarpus* et sous-bois à *Detarium microcarpum*, *Hymenocardia acida* et *Combretum*. Parmi les arbres également représentés, on citera : *Monotes kerstingii*, *Stereospermum kunthianum*, *Isobertinia doka*, *Daniellia oliveri*. La proportion déjà élevée de Combrétacées dans cette forêt traduit la position marginale des koros de la feuille de Léré par rapport au grand ensemble des koros. Les sols sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés, sans concrétions.

Localement, sur certains massifs de grès ferrugineux au sud-est de Pala notamment, *Monotes kerstingii* devient quasi-exclusif. Ce type de savane arbustive est considéré par GRONDARD comme le terme ultime d'une dégradation de forêts à *Isobertinia doka*. Il correspond à des sols peu épais, "peu évolué d'érosion, à faciès ferrugineux".

Les forêts claires et savanes boisées à dominance de Combrétacées sont largement représentées dans le triangle Léré-Fianga-Pala. La formation la plus typique est celle à dominance conjointe de *Anogeissus leiocarpus* et de *Boswellia dalzielii* (une Burséracée), *Sterculia setigera* étant également bien représenté. *Poupartia birrea*, *Combretum glutinosum*, *Terminalia avicennoides*, *Lansea fruticosa*, *Pseudocedrela kostchy*, *Pterocarpus erinaceus*, figurent également.

Ces formations sont observées en particulier sur les surfaces hautes, anciennes, de la péninsule granitique, ou sur certaines surfaces peu érodées de la région de Léré, sur roches métamorphiques. On remarque qu'elles comprennent encore un assez grand nombre de légumineuses.

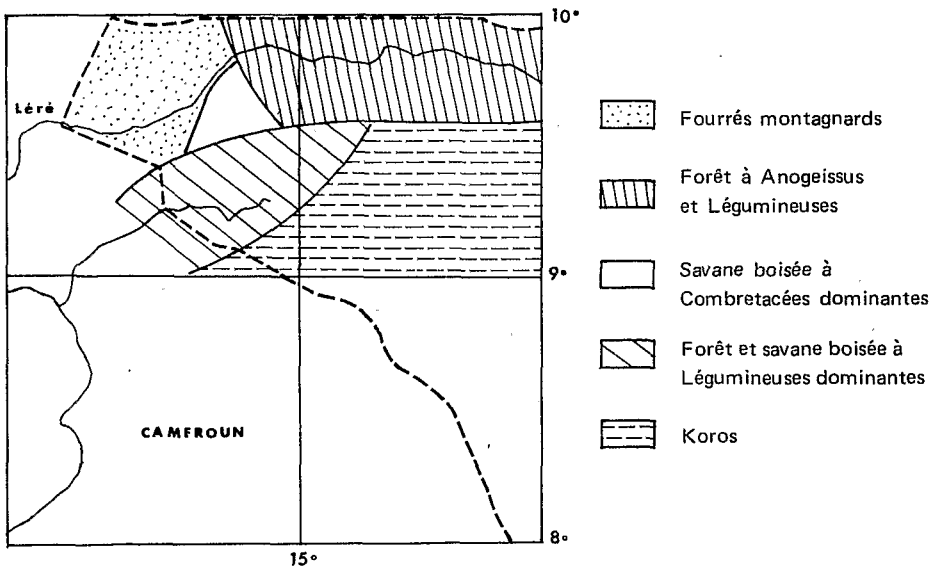


Fig. 7 — Schéma des formations forestières de la feuille Léré (d'après GRONDARD A.)

Toute cette région, assez montagneuse, est sujette aux manifestations de l'érosion. Sur les versants de la pénéplaine granitique, la formation végétale n'est plus qu'une savane boisée, de type soudanien. La proportion des *Boswellia* diminue, celle des *Anogeissus* augmente. Sur les versants très érodés de la région de Lagon (sur des matériaux d'origine sédimentaire), *Sterculia setigera* reste le seul arbre, avec une strate arborescente à *Bauhinia thoninii*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiaca* (les sols sont "peu évolués d'érosion").

Sur certains glacis de la pénéplaine granitique dans la région de Binder Foulbé, sur certains versants au nord de Léré (sur roches métamorphiques) on observe une végétation en fourrés ; fourrés distants de 10 à 20 m, séparés par des plages herbeuses ; les espèces représentées sont : *Acacia hebecladoïdes*, *A. mellifera*, *Dalbergia melanoxylon*, *Grewia* sp., *Lannea humilis*. Les conditions édaphiques locales (drainage externe excellent, et parfois certaine imperméabilité du sol en profondeur) expliquent-elles, à elles seules, ce type de formation végétale "aride" pour la latitude de cette région?

On constate que ces fourrés sont localisés à la partie nord-ouest de la feuille Léré, là où les sols eux-mêmes présentent certains traits "arides" (rougissement des horizons supérieurs). GRONDARD (1964), qui appelle ces formations "fourrés montagnards" (à *Acacia mellifera* et *Commiphora africana*), définit au Tchad deux zones de ce genre : la région nord de Léré et la région du Ouaddaï, située à une latitude plus nordique. Ce rapprochement est intéressant en soi.

Dans le lit des mayo enfin, dans certaines plaines alluviales, on note la présence de *Ficus* sp., *Kigelia africana*, *Faidherbia albida*, *Prosopis africana*, *Vitex cuneata*, *Parkia biglobosa*, *Khaya senegalensis*.

## 5.2 - L'action de l'homme

Le feu, la mise en culture et, dans une mesure moindre, l'activité pastorale, entraînent une modification des formations végétales, leur dégradation. Ainsi, sur le plateau proche de Lagon, la forêt à *Anogeissus* et légumineuses est remplacée par une végétation de repousses, avec *Anogeissus leiocarpus*, *Grewia* sp., *Annona senegalensis*, *Hyphaenae thebaïca*, *Hibiscus* sp., *Entada africana*, *Gardenia* sp.

Les cultures sont localisées aux parties basses des koros - talwegs et bordures, aux lits des mayo, aux plaines alluviales, aux plateaux et collines sur matériaux de la série de Lamé, aux versants sur roches métamorphiques de la région de Léré. Outre le coton, les cultivateurs pratiquent le mil (rouge, blanc), les haricots, arachides, manioc, gombo, patates douces, ces dernières cultures étant associées. La durée des jachères est fréquemment de 4 ans.

## Conclusion

### Importance respective des divers facteurs (climat, matériau original...) sur la pédogénèse des sols

Le rôle respectif des divers facteurs sur la pédogénèse des sols varie suivant le secteur considéré. Deux exemples seront présentés :

*Dans la zone des koros*, au sud-est de la feuille, le réseau hydrographique est diffus, le ruissellement faible. Le matériau est sablo-argileux, assez pauvre en bases, le modelé faiblement vallonné, les sols profonds. Dans ce contexte, les données climatiques paraissent essentielles pour apprécier les possibilités d'évolution des sols :

La comparaison mensuelle, par exemple, des valeurs de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle (cette dernière calculée selon la formule de TURC, d'après les données de Pala) montre que, pendant quatre mois de l'année, la différence ( $P - ETP$ ) est positive (planche n° 3). L'eau percolant en grande partie à la verticale des profils, la connaissance de ( $P - ETP$ ) permet d'estimer l'importance, et la place dans le temps, des phénomènes de drainage, de "lessivage".

Par ailleurs, J.F. VIZIER (1966) a pu, en reliant l'étude de ( $P - ETP$ ) à celle d'une série de profils hydriques sur le terrain, à diverses périodes de l'année, définir plusieurs phases dans le régime hydrique de ce type de sol, phases auxquelles correspondent des intensités différentes des phénomènes d'humification, de minéralisation...

*Sur le socle précambrien par contre*, les mêmes données climatiques ne permettent pas d'apprécier les quantités d'eau qui traversent les sols. Le réseau hydrographique est en effet fortement hiérarchisé, incrusté. Les débits des cours d'eau, dont la pente dépasse localement 1%, augmentent très brutalement après les précipitations ; le coefficient de ruissellement est élevé, les sols érodés, peu épais ; le matériau riche en éléments hydrolysables.

Les données climatiques permettent de prévoir une altération de la roche-mère assez forte (température élevée en saison des pluies) mais non le type de cette altération (importance de la néosynthèse argileuse, nature des minéraux formés). Les facteurs roche-mère (richesse en bases), modelé, microtopographie, sont alors essentiels.

Ces deux exemples montrent que c'est à l'échelle du paysage qu'un jugement sur l'importance relative de tel ou tel facteur peut être porté ; ceci par l'étude, par exemple, de séquences de sols. Des exemples seront cités dans l'étude monographique.





## DEUXIEME PARTIE

### ÉTUDE DES SOLS



## CLASSIFICATION DES SOLS

La classification générale des sols utilisée est celle présentée par G. AUBERT au colloque C.C.T.A. de LOVANIUM en 1963.

Dans cette carte de reconnaissance à 1/200.000, les unités pédologiques cartographiées se situent au niveau du sous-groupe et de la famille : la classification régionale est donnée par la légende pédologique de la carte à laquelle s'ajoutent des associations cartographiques.

### Légende pédologique

#### SOLS MINERAUX BRUTS

- D'origine non climatique
  - . D'érosion
    - = Sols lithiques
      - + sur granites alcalins et sur filons de dolérite.

#### SOLS PEU EVOLUES

- D'origine non climatique
  - . D'érosion
    - = Sols régiques
      - + sur granites alcalins, sur granites calco-alcalins ou granodiorites
      - + sur arkoses et grès de la série de Lamé
      - + sur cuirasses ferrugineuses ou ferrallitiques.
  - . D'apport
    - = Sols peu évolués d'apport modaux
      - + sur arènes ou produits dérivés de schistes, de granodiorites.
    - = Sols peu évolués d'apport hydromorphes
      - + sur alluvions argileuses et argilo-limoneuses
      - + sur matériaux argilo-sableux avec cuirasse ou fragments de cuirasse ferrugineuse peu profonds

#### VERTISOLS

- Vertisols hydromorphes
  - . Largement structurés dès la surface
    - + sur schistes argileux de la série de Léré et sur alluvions argileuses récentes
- Vertisols lithomorphes
  - . Avec début de structure fine en surface
    - + sur roches métamorphiques basiques ou granites alcalins

#### SOLS A SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISES ET A HUMUS DE DECOMPOSITION RAPIDE

- Sols rouges tropicaux
  - + sur roches métamorphiques basiques ou granites alcalins.

– Sols ferrugineux tropicaux

. Lessivés

= Sans concrétions

+ sur matériau sablo-argileux du Continental Terminal

+ sur granites

+ sur matériaux divers avec une ancienne cuirasse ferrugineuse peu profonde.

= Hydromorphes

+ sur matériaux sablo-argileux ou argilo-sableux dérivés du Continental Terminal

SOLS HALOMORPHES

– A structure dégradée

. A alcalis, à argile dégradée

= Solonetz solodisés

+ sur granites, granodiorites

= Solods

+ sur granite, granodiorites

SOLS HYDROMORPHES

– Minéraux

. A hydromorphie temporaire d'ensemble

= A pseudo-gley d'ensemble

+ sur matériaux dérivés de granites, granodiorites

+ sur matériaux argilo-sableux de la série de Lamé

= A pseudo-gley de profondeur

+ sur matériaux dérivés du Continental Terminal

Associations cartographiques

– Association de sols peu évolués d'érosion et de vertisols lithomorphes  
+ sur granites alcalins

– Association de sols peu évolués d'érosion et de sols rouges tropicaux  
+ sur roches métamorphiques basiques, sur granites alcalins

– Association de sols peu évolués d'érosion et de sols ferrugineux tropicaux lessivés  
+ sur granites, granodiorites

– Association de sols peu évolués d'érosion et de solonetz solodisés  
+ sur granites, granodiorites

– Association de sols ferrugineux tropicaux lessivés et de sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley d'ensemble  
+ sur granites, granodiorites.

## ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES SOLS

### 1 - LES SOLS MINÉRAUX BRUTS

Ils sont représentés par des sols lithiques d'érosion, d'origine non climatique, correspondant le plus souvent à des affleurements rocheux. L'affleurement le plus important est celui de Oua Getchoum - Oua Alou qui culmine à 474 m, au centre de la feuille, près de Binder Nayri ; du point de vue pétrographique, ce petit massif est constitué de granite alcalin à 1 ou 2 micas et à amphibole.

Les autres pointements rocheux sont observés près de la frontière camerounaise : pointement de granite alcalin à biotite et muscovite de Goudoukou - Mourtchili (512 m), filons de dolérite le long de la route Léré-Garoua, passées de quartzites sur certaines crêtes collinaires des schistes de la série de Zalbi.

Enfin, dans la région de Pala, on peut signaler l'existence de sols lithiques, d'extension très réduite, au sommet de petits monticules marquant un ancien niveau cuirassé.

### 2 - LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

L'évolution des profils est limitée, sur des surfaces importantes de la feuille de Léré, par l'érosion. Ces sols peu évolués, d'origine non climatique, d'érosion, à profil AC, sont observés sur des roches-mères aussi variées que les roches métamorphiques ou granitiques du Précambrien, les grès et arkoses du Secondaire, les cuirasses du Tertiaire. Lorsque la tendance évolutive de ces sols est discernable, elle est exprimée, au point de vue classification, par le terme de faciès : ferrugineux tropical, rouge tropical, vertique... Ces faciès n'ont pas été représentés cartographiquement.

Les sols peu évolués d'apport, eux sont localisés soit sur des alluvions anciennes déposées en bordure des dépressions de Léré, Tréné, soit sur des matériaux résultant probablement du démantèlement de carapaces, soit enfin dans le lit des mayo, dans les grandes dépressions (Toubouri, Léré), sur des alluvions récentes.

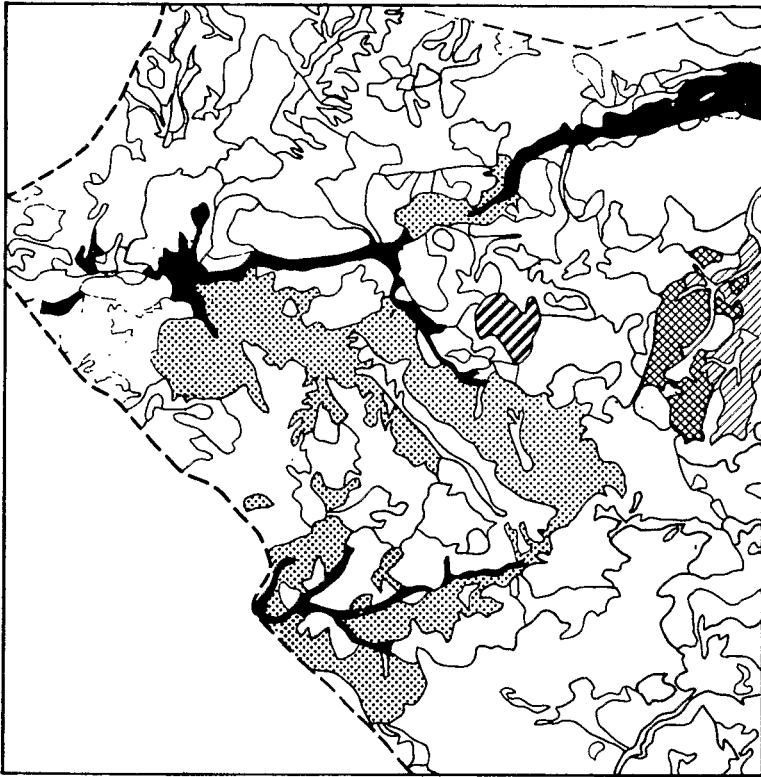
Le tableau ci-dessous présente la classification des divers sols peu évolués observés sur la feuille Léré. C'est dans le cadre (roches-mères, modelé) de chacune des grandes régions géologiques que seront étudiés les caractères des principaux termes du tableau, leurs relations avec les autres classes de sols.

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION

- régiques (sur roches pénétrables aux racines)
  - sur granites, granodiorites
  - sur arkoses et grès de la série de Lamé
  - sur cuirasses ferrugineuses ou ferrallitiques

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT

- modaux
  - sur arènes ou produits dérivés de schistes, de granodiorite.
- hydromorphes
  - sur alluvions argileuses et argilo-limoneuses
  - sur matériaux argilo-sableux avec cuirasse ou fragments de cuirasse ferrugineuse peu profonds.



Sols minéraux bruts



Sols peu évolués d'érosion



Sols peu évolués d'érosion avec une cuirasse peu profonde



Sols peu évolués d'apport



Sols peu évolués d'apport avec débris de cuirasses

Fig. 8 — Sols peu évolués

## 2.1 - Les sols peu évolués, sur matériaux sédimentaires de la série de Lamé

### Introduction

La région de Lamé, Lagon apparaît extrêmement morcelée par un réseau hydrographique dense, ramifié, à écoulement temporaire orienté vers la dépression des lacs de Léré - Tréné. Ce réseau entaille profondément la série des matériaux sédimentaires du secondaire : marnes, argiles, calcaires et met fréquemment à nu l'arkose blanche, les grès. Les surfaces hautes (plateau à faible pente N-W de la route fédérale Pala-Léré, collines à sommet très aplani de Youé, Tagobo, Lamé), attaquées par une érosion régressive, dominent les lits des principaux mayo de 30 à 50 m.

Dans ce modelé, les parties hautes, presque planes, à drainage interne médiocre, sont le domaine des sols hydromorphes, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley, sur matériau argilo-sableux (cf. LE 62). Sur les pentes assez fortes (supérieures à 2%), on observe des sols peu évolués d'érosion, régiques, sur arkose ou grès (cf. LE 213). Sur les pentes faibles, sur certains replats, on note la présence de sols à caractères vertiques ("intergrades vertisols"), à nodules calcaires. Enfin, dans le lit des mayo, les sols sont hydromorphes, ou peu évolués d'apport, hydromorphes avec fréquemment, en profondeur, une alcalisation du complexe.

En fait, c'est probablement depuis la fin du Tertiaire que le processus d'érosion remodèle fortement cette région. C'est ce qu'indique la présence, localement, de lambeaux de cuirasse dominant tout le paysage. Cette cuirasse, dont les lambeaux ont une altitude décroissante de l'est vers l'ouest (et se terminent à quelques kilomètres de Lagon) recouvrait donc toute une partie de la région, avec un pendage E-W. Elle peut être rattachée aux cuirasses du Continental Terminal de la zone des koros, autour de Pala.

Ses produits de démantèlement, gravillons notamment, s'observent maintenant dans les sols en contrebas et sont particulièrement abondants en certaines positions privilégiées, replats de pente par exemple. C'est ce qu'a mis en évidence l'étude d'une séquence de sols recoupant le sommet du plateau (altitude 395 m) et descendant jusqu'au lit du mayo Youaia (349 m) ; longueur de la séquence : 2.200 m.

### Description sommaire de la séquence de Bisi - Mafou

- Le haut de séquence (route Pala-Léré, au niveau de Bisi-Mafou altitude 390 - 395 m) ne correspond pas exactement à un lambeau de cuirasse (observée à 405 m), mais à un replat juste en contrebas de cette cuirasse. Le sol est peu évolué d'érosion (et d'apport), à faciès ferrugineux, sur produits gravillonnaires résultant du démantèlement d'une cuirasse (voir en annexe la fiche analytique du profil LE 194). Le matériau argileux à argilo-sableux de la série de Lamé apparaît vers 90 cm de profondeur.

- sur la pente vers le mayo, à 1.500 m en aval du profil précédent (altitude 365 m ; pente 1,5%), le sol est peu évolué (d'apport), intergrade vertisol, carbonaté en profondeur, sur matériau argilo-sableux de la série de Lamé, légèrement enrichi en gravillons dans sa partie supérieure (cf. fiche du profil LE 195).

- en bas de pente, à 500 m en aval du profil LE 195, le sol est hydromorphe, à hydromorphie temporaire d'ensemble (pseudo-gley surmontant un gley), fortement alcalisé en profondeur, sur matériau de la série de Lamé fortement enrichi en gravillons ferrugineux (cf. fiche du profil LE 196).

La présentation, sommaire, de cette séquence de sols montre l'importance du processus d'érosion, ancien ou actuel sur la répartition des sols de ce secteur ; elle donne une idée de l'extension et de la variété des sols peu évolués d'origine non climatique. Deux de ces sols seront décrits ici, à titre d'exemple :

### Description de deux profils

a) Profil LE 213 : sol peu évolué d'érosion, régique, sur arkose

- A 4 km de la route Pala-Léré, vers Binder-Nayri ; forte pente (4 %) ; érosion hiérarchisée en ravines ; paysage nu, avec de rares arbustes : *Entada africana*; *Gardenia erubescens* ; *Combretum* sp.

- En surface, nappe de cailloux quartzeux émoussés ; assez nombreux rejets de vers de terre ; quelques petites termitières grises.

- 0 - 16 cm : Horizon humifère, bien structuré, de couleur homogène gris-brun-clair : 10 YR 6/2 ; 10 YR 4/2 ; quelques petites taches ocre diffuses, argilo-sableux ; les sables grossiers sont surtout des feldspaths blancs, peu durs ; assez nombreuses très petites paillettes de mica ; structure polyédrique fine, moyennement développée ; assez dur ; faiblement poreux (tubulaire très fine) ; non carbonaté.
- 16 - 60 cm : Roche-mère : arkose désagrégée ; gris clair : 10 YR 6/1 ; quelques bandes ou poches de couleur rouge vineux, argileuses ; horizon sableux, feldspaths blancs, peu durs et très petites paillettes de mica ; quelques rares minéraux verts ; structure polyédrique moyenne, faiblement développée, peu cohérente, faiblement poreux ; non carbonaté.
- 60 - 160 cm : Roche-mère, arkose blanche, qui s'effrite aisément ; bandes horizontales ou subhorizontales, de 20 cm d'épaisseur, plus riches en limon, de couleur rouge pâle : 7,5 R 5/4, bien structurée, où l'on reconnaît de fines paillettes de mica ; traces de carbonates dans cet horizon.

On note la faible épaisseur du sol proprement dit (16 cm), l'enracinement pénétrant aisément la roche désagrégée (sol régique). Les quelques taches, le caractère bien structuré de l'horizon unique ne sont pas des signes suffisants pour définir une "tendance évolutive" (vertique par exemple), le profil étant d'ailleurs constamment "rajeuni" par l'érosion ; par ailleurs, des minéraux peu altérés apparaissent nombreux dès la surface. La forte capacité d'échange, le pH supérieur à 6 de cet horizon 0-16 cm, sont à mettre en relation avec la nature de la roche-mère, de ses produits d'argillification tout autant qu'avec la pénétration humifère.

Leur faible épaisseur, leur sensibilité à l'érosion réduisent les possibilités d'utilisation agronomique de tels sols. Des mesures préalables de lutte contre l'érosion devraient être prises pour les rendre réellement cultivables.

b) Profil LE 168 : sol peu évolué d'apport, hydromorphe, sur alluvions argileuses

- A 7,2 km de Lamé, sur la route de Pala. Plaine alluviale d'un mayo large de 600 m ; végétation réduite à un tapis d'Andropogonées, en touffes ; micro-relief de buttes.



- 0 - 24 cm : Horizon d'apport alluvial, argileux, fortement humifère, soumis à un engorgement temporaire ; gris très sombre : 2,5 Y 3/0 ; 2,5 Y 2/0 ; nombreuses taches d'hydromorphie brun fort, très distinctes, le long des racines ; argileux ; structure massive à l'état humide ; prismatique grossière, fortement développée, très dure, à l'état sec : (fentes de retrait espacées de 15 cm, larges de 1 à 2 cm) ; non poreux ; non carbonaté.
- 24 - 60 cm : Horizon d'apport, argileux, humifère, soumis à un engorgement temporaire, gris : 2,5 Y 5/0 ; rares petites taches brunes, diffuses, d'hydromorphie ; argileux à argilo-limoneux ; structure prismatique grossière, fortement développée, très dure, à l'état sec ; sous-structure en plaquettes, moyennement développée ; non poreux ; non carbonaté.
- 60 - 100 cm : Horizon d'apport, argilo-sableux, humifère, soumis à un engorgement temporaire ; gris très sombre : 10 YR 3/1 ; nombreuses petites taches jaune-brun à brun sombre, diffuses : argilo-sableux : structure massive (observée à l'état humide) ; non carbonaté (traces).

Ce profil est caractérisé par la superposition d'horizons alluviaux, de textures fines légèrement différentes, la proportion d'éléments très grossiers diminuant vers la base du profil, celle des sables fins augmentant.

Chaque horizon est à tendance "gleyeuse" ; l'engorgement total temporaire de surface explique d'ailleurs la forte teneur en matière organique (4,5 %) sur les 10 cm superficiels, par blocage partiel de la minéralisation. Le caractère "vertique" de ces matériaux, en particulier à faible profondeur, s'exprime par une sous-structure en plaquettes.

Légèrement acide et désaturé en surface (pH de 5,5, de 71% ) ce sol est, dans les horizons suivants, proche de la neutralité, de la saturation, sans alcalisation.

Ces sols sont utilisés non pour la culture, mais comme terrain de parcours pour les troupeaux.

## 2.2 - Les sols peu évolués sur matériaux dérivés du Continental Terminal Zone des koros, et région de Gouin

Dans la partie est de la feuille, les matériaux, appartenant soit à la série anté-cambrienne de Goueïgoudoum, soit aux formations paléotchadiennes datées du Continental Terminal ont été soumis, probablement depuis la fin du tertiaire, à des processus type ferruginisation ou ferrallitisation. Ces phénomènes ont entraîné la formation de plusieurs niveaux de cuirasses, de carapaces.

Des phases d'érosion ont tronqué, remanié ou détruit les sols correspondants et profondément modifié le paysage, dégageant par exemple certains reliefs tabulaires cuirassés. La puissance de cette érosion, si l'on en juge par le niveau relatif des diverses cuirasses, des points bas du paysage actuel, a certainement dépassé 50 m (et même probablement beaucoup plus).

Dans ce modelé, les sols peu évolués sont représentés : - sur les reliefs tabulaires cuirassés (sols d'érosion) - sur certaines pentes fortes, immédiatement en contre-bas des cuirasses (sols d'apport et d'érosion) - sur certaines pentes plus faibles, dans la

région de Gouin (sols d'apport). Les tendances évolutives se manifestent localement : on observe ainsi des sols peu évolués d'érosion à faciès ferrugineux tropical, sur matériau dérivé du Continental Terminal, avec cuirasse à faible profondeur.

Le profil LE 114 par exemple est situé sur une surface tabulaire dominant le paysage dans la région de Gouin. La végétation est une savane arborée dense à *Boswellia dalzielii* et *Sterculia setigera* ; la surface du sol parsemée de blocs de cuirasse. Dans le profil, la cuirasse véritable n'apparaît qu'à 40 cm, une carapace constituant l'horizon 20 - 40 cm. Le sol lui-même, peu épais (20 cm) est légèrement décoloré sur les 10 cm superficiels : (7,5 YR 5/3). Cette décoloration est interprétée comme un début de différenciation (de type ferrugineux) du profil.

Sur les longues et faibles pentes de la région de Gouin, on observe des sols peu évolués d'apport, hydromorphes, sur un matériau de texture fine, d'origine complexe mais renfermant en tout cas des éléments provenant du démantèlement de cuirasses.

- Profil LE 113 : à 3,5 km au sud de Gouin ; longue pente, faible (1%), régulière ; le profil est en bas de pente ; savane arbustive assez dense, à dominance de Combretacées ; pas de signes d'érosion.

- En surface, nombreux rejets de vers de terre ; croûte de 5 mm d'épaisseur, assez poreuse.

0 - 7 cm : Horizon humifère, non lessivé, de couleur gris légèrement brun : 10 YR 6/2 - 3/2 : non taché ; sablo-limoneux ; quelques sables grossiers émoussés ; structure polyédrique moyenne, moyennement développée, peu dur ; poreux par pores tubulaires fins et canaux biologiques nombreux.

7 - 37 cm : Horizon humifère, à pseudo-gley, brun-gris : 10 YR 5/2 - 3/2 ; nombreuses petites taches brun-jaune : 10 YR 5/8 et concrétions arrondies allant du rouge-rosâtre au rouge vif (2 à 5 mm de diamètre) ; argilo-sableux ; structure polyédrique, moyennement développée ; peu dur ; faiblement poreux.

37 - 110 cm : Horizon de gley ; gris : 5 Y 6/1 ; très nombreuses concrétions, de 2 à 15 mm, allant de brun-jaune au rouge-brun foncé, et certaines, parmi les plus petites, noires ; gravelo-argileux ; quelques éléments quartzeux arrondis, "roulés", de 0,5 à 2 cm de diamètre ; structure particulière avec tendance à une agrégation, l'argile servant de ciment ; peu cohérent ; faiblement poreux ; localement carbonaté.

De l'observation morphologique, de l'examen des résultats analytiques, les points suivants se dégagent ;

- L'engorgement, temporaire, ne se manifeste pas sur l'ensemble du profil : il épargne l'horizon de surface.

- Les nombreuses concrétions en profondeur ne semblent pas être toutes formées en place ; en effet, leur répartition autour du profil n'est pas régulière et ne correspond pas à la différenciation en horizons (pseudo-gley, gley).

Par ailleurs, le profil ne présente pas de signe de différenciation ferrugineuse dans sa partie supérieure. Un concrétionnement actuel vers 20 cm est néanmoins certain.

- L'analyse granulométrique conduit à penser que le matériau n'est pas homogène : si la teneur en limon reste à peu près constante, et élevée (25%), les rapports entre diverses fractions sableuses varient fortement d'un horizon à l'autre.

- L'ensemble du profil a un pH proche de la neutralité et un complexe absorbant presque saturé (valeurs minimales notées entre 20 et 30 cm : 6,2 et 85% ).

L'interprétation s'avère délicate : un tel sol ne présente pas de signes de lessivage, pas de caractères vertiques, aucun signe d'alcalisation. La forte proportion de fer libre (fer libre/fer total entre 0,7 et 0,8) traduit peut-être la possibilité pour le fer de migrer latéralement le long de ces pentes, de constituer un agent de cimentation des gravillons.

Le trait essentiel de ce sol reste le caractère remanié du matériau ; les gravillons, en particulier, pourraient provenir du démantèlement des cuirasses, dont les lambeaux dominent encore ces sols dans le paysage ; mais ce n'est là qu'une hypothèse ; le deuxième trait est le drainage interne médiocre. De tels sols ont une certaine extension sur la frange est de la feuille Léré, le long de la route Fianga-Pala (Le dossier d'un autre profil de cette unité cartographique, moins marqué par l'hydromorphie, est présenté en annexe : LE 119).

### 2.3 - Les sols peu évolués de la pénélaine granitique

Le paysage est celui de longs versants, raccordant les surfaces hautes de la pénélaine (altitude 400 - 410 m) aux lits des principaux cours d'eau : les mayo Kébi, Binder, Laoua (altitude 300 - 320 m). Ces versants sont morcelés par un réseau hydrographique secondaire dense, d'allure "dendritique". L'érosion est vive, en nappe (sur les glacis proprement dits) ou en nappe ravinante.

Les sols peu épais de cette région sont le plus souvent des sols tronqués, rajeunis par l'érosion, plutôt que des sols peu évolués d'érosion proprement dits. Ainsi, on observe de larges plages de solonetz solodisés lithomorphes érodés jusqu'au niveau de l'horizon colonnaire, la surface du sol étant jonchée de cailloux quartzeux et l'érosion ravinante mettant localement la roche à nu. Ces plages furent cartographiées en association : solonetz solodisés - sols peu évolués d'érosion. Cette association permet de distinguer ces zones fortement érodées des glacis vrais couverts de solonetz solodisés moins érodés, sans ravines (érosion en nappe).

L'autre association choisie dans ce secteur : sols ferrugineux tropicaux lessivés - sols peu évolués d'érosion, à faciès ferrugineux, répond à la même préoccupation. Les sols peu épais à différenciation de type ferrugineux (cf. LE 205) seront étudiés dans le chapitre consacré aux sols ferrugineux tropicaux.

Mais il faut également signaler l'extension, sur cette pénélaine, de sols peu évolués d'érosion sensu stricto, c'est-à-dire dont l'évolution est limitée par l'érosion. Parmi ceux-ci, les sols à "faciès verticale" ont un intérêt particulier et un profil de ce type sera décrit :

- LE 69, à 3 km au sud-ouest de Mombaroua, en haut d'une pente de 1% : érosion en nappe ; le sol est en jachère.
- en surface, couche déliée, continue, de graviers et sable grossier ; quelques affleurements de granodiorite à 20 m du profil.

0 - 6 cm : Horizon faiblement humifère, de couleur brun-gris (10 YR 5/2 ; 10 YR 3/2) ; sableux ; nombreux graviers ; structure en plaquettes, moyennement développée ; peu cohérent ; faiblement poreux ; lité sur les 2 cm superficiels ; non carbonaté.

- 6 - 34 cm : Horizon faiblement humifère, à caractères vertiques, brun sombre ; (10 YR 3/3 ; 10 YR 3/2,5 en humide) ; argilo-sableux ; nombreux éléments très grossiers ; galets quartzeux émoussés ou cailloux issus de la roche-mère ; structure prismatique grossière, fortement développée, à fentes de retrait très fines : la partie supérieure des prismes est massive, se débite difficilement ; par contre, sous-structure cubique moyennement développée, à la base de l'horizon, avec lissage de certaines faces ; extrêmement dur ; faiblement poreux par pores tubulaires fins ; non carbonaté.
- 34 - 44 cm : Horizon de transition à la roche-mère altérée ; couleur brune ; (10 YR 5/3 ; 10 YR 4/3 en humide) ; sablo-argileux à argilo-sableux ; nombreux éléments très grossiers constitués par des morceaux de roche-mère altérée ; structure prismatique grossière moyennement développée, à sous-structure cubique à faces lisses ; extrêmement dur ; faiblement poreux ; légèrement carbonaté.
- 44 - 130 cm : Roche-mère altérée, de teinte claire, grenue, riche en biotite et minéraux verts ; se débite aisément ; quelques traînées argileuses. empruntant des diaclases, jusqu'à 80 cm ; nettement carbonaté à partir de 90 cm.

Ce profil est caractérisé par : - sa faible épaisseur (44 cm), des éléments peu altérés de la roche-mère étant notés dès 6 cm ; - sa couleur d'ensemble homogène, mais assez claire ; - le degré de développement de sa structure (avec présence de faces patinées) ; - la carbonatation vers 35 cm, diffuse.

Analytiquement, la texture de l'horizon superficiel apparaît moins argileuse, plus riche en sable moyen et fin que les horizons suivants, dont la texture, argilo-sableuse, est assez homogène. Le rapport fer libre/fer total est inférieur à 0,5 ; le sol est saturé sur toute son épaisseur, avec une très forte dominance du calcium parmi les cations échangeables.

*Interprétation* : les horizons 6 - 44 cm correspondent à un niveau d'argilification, à partir d'une roche-mère riche en micas et en éléments verts ; ce matériau possède des caractères "vertiques" ; caractères qui ne peuvent s'exprimer suffisamment par suite de l'érosion, limitant le développement du profil. L'horizon 0 - 6 cm est remanié par des apports à courte distance.

Enfin, sur les versants de la pénélaine descendant vers la dépression des lacs de Léré, Tréné, on observe des sols peu évolués d'érosion, sur granodiorite à biotite et amphibole, dont l'horizon A est caractérisé par un certain brunissement d'ensemble (cf. profil LE 54) ; on est tenté de rapprocher ce brunissement du "rougissement" de certains profil de la région de Léré, sur granites alcalins (LE 236).

## 2.4 - Les sols peu évolués de la région du lac de Léré

Dans cette zone très complexe, de par la variété de ses roches-mères, de ses modelés, les sols peu évolués sont largement représentés par des :

- Sols peu évolués, rouges, sur gneiss à amphibole, sur granite alcalin.
- Sols peu évolués d'apport, modaux, sur matériaux alluviaux anciens ou sur matériaux colluviaux.

### *Sols peu évolués d'érosion, "rouges"*

Ces sols sont localisés au nord-ouest et sud-ouest de Léré, sur des roches basiques, dans un modelé collinaire aux pentes fortes favorisant l'érosion. Les plages de sols peu épais (20 - 40 cm), rouges, dont les horizons supérieurs sont remaniés par des apports à courte distance (cailloux quartzueux...), sur des versants très ravinés, furent cartographiés en association : "sols rouges tropicaux - sols peu évolués d'érosion à faciès rouge". Cette association fut donc définie dans le même esprit que celles déjà signalées pour les sols de la pénélaine granitique. Car en fait, la plupart de ces sols (voir description du profil LE 237 dans le chapitre consacré aux sols rouges) sont des sols rouges très érodés. Certains néanmoins (LE 236) sont peu évolués "sensu stricto".

### *Sols peu évolués d'apport, modaux*

L'extension de ces sols se limite aux bordures des lacs de Léré et de Tréné, en contrebas des collines de la série de Zalbi ou de la série amphibologneissique. Les matériaux sont soit des colluvions, soit des alluvions anciennes. La différenciation des profils traduit une succession d'apports, dont les caractéristiques sont le plus souvent en liaison avec celles des sols observés en amont : couleur plus ou moins rouge, pH proche ou au-dessus de la neutralité, complexe saturé ; la texture varie entre sablo-argileux et argileux. Trois processus actuels marquent, localement, ces sols : - un engorgement de profondeur ; - une fixation de sodium sur le complexe en profondeur ; - une accumulation de carbonates, sous forme de pseudo-mycélium, dans certains horizons superficiels.

## **2.5 - Conclusion à l'étude des sols peu évolués**

On retiendra de ces pages, outre la large extension, la variété et la complexité des sols peu évolués de cette feuille, que le terme de *sol peu évolué d'érosion* a été employé dans deux sens assez distincts :

- Sols peu évolués sensu stricto : l'érosion empêche le développement et par conséquent la différenciation du sol.

- Sols bien développés, anciens, mais très érodés, dans un paysage lui-même très érodé (ravines...). C'est fréquemment au niveau de l'horizon d'accumulation de l'ancien sol que le profil a été tronqué (colonnes de solonetz, niveau de concrétions, carapaces, cuirasses des sols ferrugineux tropicaux).

## **3 - VERTISOLS**

Ce sont des sols en général riches en argile gonflante et leur morphologie traduit alors l'importance des mouvements mécaniques internes auxquels ils sont soumis. On note la présence de caractères "vertiques" tels des faces patinées, striées, des structures en plaquettes obliques.

Sur la feuille Léré, les sols présentant ces caractères vertiques dans un de leurs horizons au moins, ont une assez large extension, mais tous ne sont pas des vertisols sensu stricto. Le tableau ci-joint présente leur place dans la classification française, et le type de matériaux sur lesquels ils se développent.

*Les vertisols lithomorphes* ne se développent que sur des roches basiques, assez riches en éléments verts. Le qualificatif de lithomorphe a été adopté chaque fois que la néosynthèse argileuse, à l'origine des caractères du sol, pouvait être liée directement à la roche-mère observée à la base du profil.

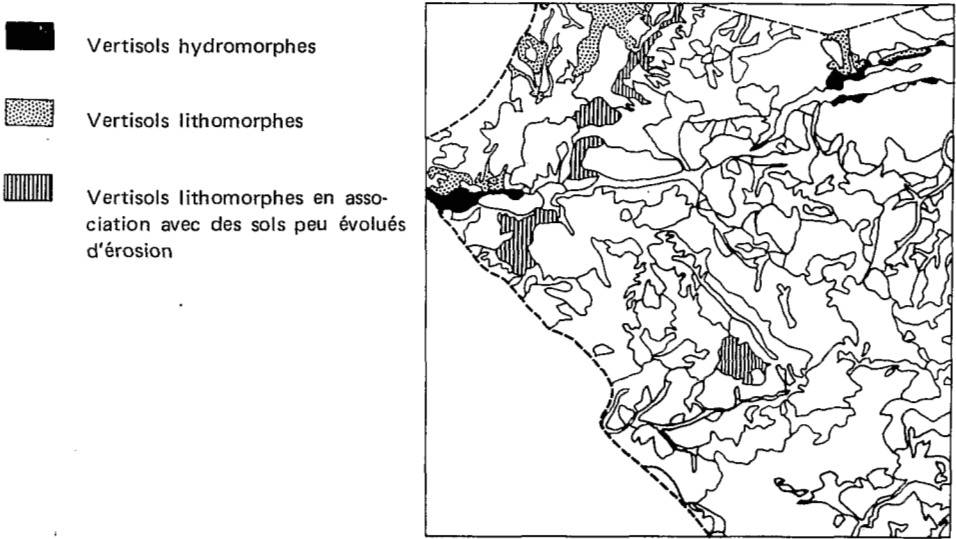


Fig. 9 — Vertisols

*Les vertisols topomorphes*, eux sont observés sur des matériaux d'apport alluviaux, argileux : alluvions dans la plupart des cas dominées topographiquement par des roches basiques. Sur les bordures nord de la dépression Toubouri ou du lac de Léré, on peut observer (CISSE, 1965) le passage de vertisols lithomorphes à des vertisols topomorphes, dominés par les précédents. Sur de telles séquences, certains vertisols présentent des caractères intermédiaires : un apport de type colluvial est en partie à l'origine du matériau argileux ; mais les blocs de roche-mère également apportés sont probablement eux-mêmes source d'une néosynthèse, en place.

Pour les vertisols observés sur la feuille Léré, cette distinction entre lithomorphes et topomorphes coïncide avec celle entre sols "à drainage externe" et "sans drainage externe".

### 3.1 - Les vertisols lithomorphes, faiblement grumosoliques

#### *Morphologie*

- Profil LE 28, à 2,2 km à l'ouest de l'usine cotonnière de Léré, sur un replat en contrebas des collines schisteuses de la série de Zalbi : bon drainage externe malgré une pente qui ne dépasse pas  $1^{\circ}5$ .
- Cultivé en coton.
- Pas de micro-relief gilgai en surface du sol.

## VERTISOLS ET SOLS A CARACTERES VERTIQUES DE LA FEUILLE LERE

Classe, groupe, sous-groupe du sol	Exemple de profil	Famille (matériau)
Sols peu évolués d'érosion régique . à faciès vertique	LE 69	Sur granodiorite riche en éléments verts
Sols peu évolués d'apport vertiques	LE 195	Sur matériau argilo-sableux de la série de Lamé
Vertisols lithomorphes - faiblement grumosoliques  (c'est-à-dire à début d'affinement de la structure sur les 10 - 15 cm superficiels)  . à nodules calcaires  . sans nodules calcaires rougi  Vertisols lithomorphes - non grumosoliques  (à structure grossière dès la surface)  . à nodules calcaires	LE 28  LE 65    M.51 ; LE 73	Sur roches basiques riches en éléments verts ; amphibolites, gneiss à amphiboles, certains schistes de la série de Zalbi...           -idem-
Vertisols topomorphes - non grumosoliques  . à nodules calcaires	LE 20	Sur matériaux alluviaux argileux ou sur matériaux colluviaux dérivant de roches riches en éléments verts
Sols hydromorphes minéraux, à hydromorphie temporaire d'ensemble  . à pseudo-gley  . à caractères vertiques en profondeur	LE 150	Sur matériau argilo-sableux de la série de Lamé

- 0 - 15 cm : Horizon humifère, à structure affinée, légèrement rougi ; couleur brun sombre à brun-gris très sombre (8,75 YR 3/2 ; 10 YR 3/2 en humide) ; argileux (à argilo-sableux) ; structure polyédrique fine, fortement développée ; à très dur ; faiblement carbonaté dans la masse et aussi en d'assez nombreux petits (0,5 cm de diamètre) nodules calcaires à la base de l'horizon. Passage distinct, régulier à :
- 15 - 60 cm : Horizon humifère, à caractères vertiques, de couleur brun-gris sombre (2,5 Y 4/2 - 2,5 Y 3/2 en humide) ; argileux ; nombreux nodules calcaires de 0,5 à 2 cm de diamètre, répartis de manière homogène ; quelques petites concrétions sphériques, noires ; structure prismatique grossière, fortement développée, à fines fentes de retrait ; sous-structure cubique fine également développée (se débite également en polyèdres de taille inférieure) ; très dur ; faiblement poreux ; carbonaté dans la masse. Passage distinct, régulier à :
- 60 - 115 cm : Horizon faiblement humifère, à caractères vertiques, de couleur brun-gris sombre à brun-olive (2,5 Y 4/3 ; 2,5 Y 3/3) ; argileux ; nombreux nodules calcaires de 1 cm environ ; quelques petites concrétions noires ; quelques éléments de schiste altéré ; structure fortement développée, en plaquettes obliques, aux faces patinées, striées ; sur-structure prismatique moyennement développée ; très dur ; faiblement poreux ; faiblement carbonaté dans la masse, sous forme de quelques taches blanchâtres, diffuses de 2-3 cm de diamètre (et également, nodules calcaires).
- 115 - 130 cm : Roche-mère altérée, schiste riche en éléments verts, de couleur gris-brun clair ; sableux ; structure polyédrique fine, moyennement développée, disparaissant au niveau du schiste peu altéré ; carbonaté dans la masse.

Les principales caractéristiques de ces vertisols lithomorphes faiblement grumosoliques sont :

- la couleur d'ensemble sombre, assez homogène sur l'épaisseur de chaque profil ; mais cette couleur n'est pas toujours gris-noir : brun-gris sombre en LE 28, elle vire au rouge sombre en LE 65. Cette couleur semble être un caractère propre au type de néosynthèse argileuse (voir page 46).
- le fort degré de développement de la structure ; le début d'affinement de la structure en surface ne se manifeste jamais sur une épaisseur supérieure à 15 - 20 cm, et même dans cet horizon, la structure est de taille assez irrégulière. La culture favorise cet affinement, mais n'en est pas la seule cause.
- aucun de ces sols n'est touché par l'hydromorphie dans sa partie supérieure.
- le modelé gilgai, en surface, n'est jamais très marqué, et même le plus souvent, dans les champs cultivés, n'est pas décelable.
- par contre, la carbonatation se manifeste de manière très diverse de profil à profil : totalement absente en LE 65, elle remonte très haut dans les profils LE 28 et M 66, sous forme de nodules calcaires.

#### *Caractérisation analytique*

Les vertisols de ce sous-groupe ont des textures relativement peu argileuses : 30 à 40%. Leurs teneurs en matière organique sont faibles à moyennes (1 à 1,5% dans l'horizon de surface), avec des C/N de 12 à 14.



Leur capacité d'échange est moyenne : 15 à 25 mé/100 g, mais le complexe est saturé ou proche de la saturation, avec une bonne répartition des cations (ex. LE 28 : Ca/Mg/K = 15/5/0,4) ; les taux de sodium échangeable restent faibles, même en profondeur. Les réserves en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et en potassium échangeables sont, en général bonnes (sauf en LE 65 pour le potassium).

*Les vertisols lithomorphes non grumosoliques* ne furent pas cartographiés en unité propre, car leur extension est limitée ; ils furent rattachés aux "faiblement grumosoliques". Un profil de ce type figure en annexe (M 51). On note dans ce cas, par rapport aux vertisols précédents :

- l'épaisseur plus grande du profil : la roche verte altérée n'est observée qu'à 140 cm,
- le matériau issu de la néosynthèse est nettement plus argileux (50 à 55 %).
- le modelé gilgai de surface est plus marqué.

### 3.2 - Les vertisols topomorphes, non grumosoliques

#### *Morphologie*

- Profil LE 20, à 1,8 km au sud-ouest de l'usine cotonnière de Léré, sur une surface plane de la série sédimentaire de Léré ; mauvais drainage externe.
- Cultivé en coton
- Pas de modelé gilgai proprement dit en surface, mais réseau polygonal (maille de diamètre 1 m) de larges (5 cm) et profondes fentes de retrait.

- 0 - 30 cm : Horizon faiblement humifère, largement structuré, sans traces d'engorgement : gris (10 YR 5/1) ; (même notation en humide) ; couleur homogène ; argileux ; quelques rares petits graviers quartzeux ; nombreux petits (0,5 cm) nodules calcaires ; structure prismatique très grossière, fortement développée, marquée par les fentes de retrait ; sous-structure polyédrique moyenne, faiblement développée ; très dur ; porosité des éléments structuraux réduite à quelques canaux d'origine biologique ; non carbonaté dans la masse, mais fortement dans les nodules ; passage graduel, régulier à :
- 30 - 70 cm : Horizon faiblement humifère, largement structuré, à caractères vertiques ; gris (10 YR 5/1) ; (même notation en humide) ; argileux ; encore de nombreux petits nodules calcaires ; structure prismatique grossière fortement développée ; certaines fentes de retrait descendent jusqu'à la limite inférieure de l'horizon ; nombreuses faces obliques, patinées, déterminant une sous-structure en plaquettes, faiblement développée ; très dur ; non poreux ; non carbonaté dans la masse ; passage graduel ; régulier à :
- 70 - 110 cm : Matériau argileux, de couleur grise ; gleyeux ; alcalisé ; structure massive ; non carbonaté dans la masse, mais encore quelques petits nodules calcaires.

Morphologiquement, ces profils (LE 20, M 69) sont caractérisés par :

- une couleur foncée, homogène, qui ne varie guère de profil à profil (gris à gris sombre),
- la structure de taille irrégulière, mais plutôt grossière, des horizons supérieurs de ces profils,
- l'apparition de signes d'engorgement, soit en profondeur (LE 20), soit dès la surface (M 69), ce qui traduit alors la submersion temporaire à laquelle est soumis ce dernier sol.
- l'importance prise par les fentes de retrait en surface, et les effondrements (M 69).

#### *Caractéristiques analytiques*

Les textures sont plus argileuses que dans le cas des vertisols lithomorphes faiblement grumosoliques : 55 à 60 % . La teneur en matière organique, faible en LE 20, dépasse 2,5 % en M 69.

Les capacités d'échange sont de l'ordre de 40 mé/100 g, mais le complexe n'est plus toujours saturé en surface (cas de M 69, avec un pH de 6,7). Les réserves en potassium échangeable, en acide phosphorique sont bonnes. On note en LE 20, une alcalisation du complexe en profondeur (Na/T de 13 %), non traduite par le pH.

Analytiquement, la comparaison des deux profils confirme l'interprétation morphologique : le profil LE 20 est un vertisol topomorphe, alcalisé en profondeur, alors que M 69 constitue un des premiers termes de passage aux sols hydromorphes minéraux à engorgement temporaire d'ensemble (début d'acidification de surface, augmentation du taux de matière organique par suite d'une minéralisation plus difficile).

### **3.3.- Extension des divers types de vertisols - Conclusions pédogénétiques Utilisation**

Les vertisols lithomorphes faiblement grumosoliques sont assez largement représentés dans le coin nord-est de la feuille, sur des amphibolites, des gneiss à amphiboles, dans un paysage aux pentes faibles.

L'épaisseur de ces sols est relativement faible, l'érosion réduisant dans plusieurs cas le développement du profil (ou l'empêchant, voir profil LE 69). Les facteurs de cette pédogénèse paraissent : *le pédoclimat du sol*, dans la mesure où, suffisamment humide, il favorise la néoformation d'argile, *et la richesse en bases*, soit de la roche-mère elle-même, soit du milieu, dans le cas d'apports latéraux de solutions riches en bases, provenant de l'amont (LE 28) ; la topographie (position basse, ou même de replat le long d'une pente) intervient évidemment sur les facteurs cités.

Dans la région de Léré, la répartition respective des vertisols lithomorphes et des sols rouges tropicaux pose le problème des relations génétiques entre ces deux types de sols ; problème qui sera abordé dans le chapitre sur les sols rouges.

On note que, dans les grandes unités définies sur la pénélaine granitique, les vertisols ne figurent pratiquement pas. Aux solonetz solodisés, ne sont pas associés, dans les parties basses des glacis descendant vers les grands mayo, des vertisols. La morphogénèse du paysage, le type du régime hydrologique sont probablement en cause.

Par contre, à une échelle toute différente, il a été décrit dans les parties hautes de ce paysage, des vertisols dont l'extension est très limitée et paraît liée à des conditions localisées de roche-mère (plus riche en éléments basiques) associées à des conditions de micro-topographie. Un tel profil a été observé dans la région de Mayo Lédédé, à une dizaine de mètres d'un solod.

Les vertisols lithomorphes de la feuille Léré sont très utilisés pour la culture, du coton en particulier. Leur niveau de richesse chimique est bon, avec un équilibre correct azote-phosphore. Sauf cas particulier (LE 65) leur réserve en potassium échangeable est satisfaisante. Leurs défauts tiennent à leur compacité qui rend parfois difficile l'enracinement du cotonnier et surtout à leur sensibilité à l'érosion. C'est ainsi que la fertilité des vertisols bordant la dépression Toubouri (M'Bourao - Youé) est réduite par cette érosion en rigoles, qui gêne la levée des plants.

Les vertisols topomorphes sont localisés aux plaines basses en bordure des dépressions Toubouri et du lac de Léré ; certains sont liés aux vertisols lithomorphes qui les dominent topographiquement (apports de type colluvial en partie), d'autres à la nature du matériau alluvial lui-même (plaine prolongeant à l'ouest le lac de Léré). Le passage de ces sols aux sols hydromorphes a été signalé.

Ces sols, lorsqu'ils ne sont pas soumis à une submersion temporaire, sont utilisés pour la culture du coton ; leur structure grossière, les phénomènes de dessiccation (fentes de retrait agissant mécaniquement sur les racines), leur forte consistance, et, localement, leur alcalisation en profondeur, sont des facteurs défavorables. Par contre, leurs réserves chimiques sont bonnes.

#### 4 - LES SOLS ROUGES TROPICAUX

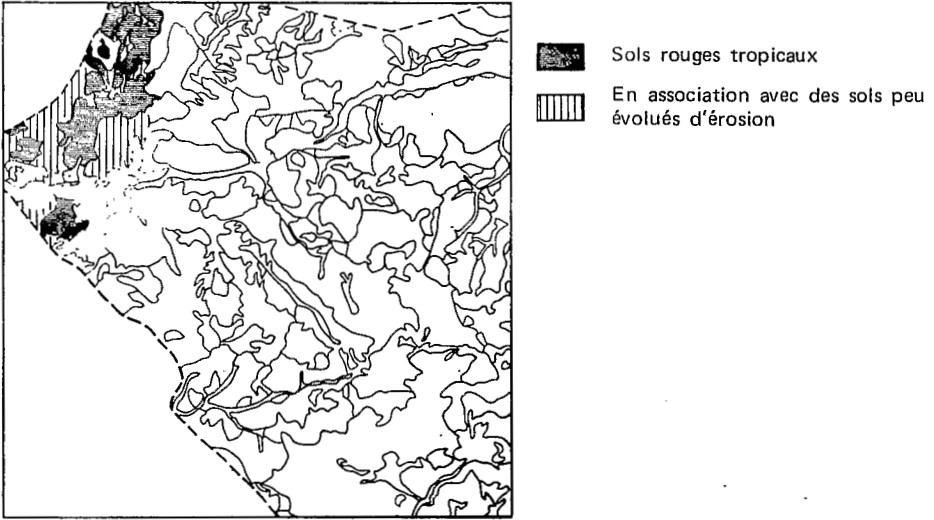
Les sols ainsi désignés sont représentés dans la région de Léré, en bordure de la frontière camerounaise. Ils se développent sur des roches-mères alcalines : amphibolites, gneiss à amphibole, schistes de la série de Zalbi, granites hyperalcalins, dans des paysages assez érodés. Parmi leurs traits communs, on note en particulier :

- leur faible épaisseur,
- leur couleur d'ensemble rouge, avec une différenciation des couleurs nettement différente de celle des sols ferrugineux tropicaux,
- la saturation de leur complexe absorbant dès les horizons de surface.

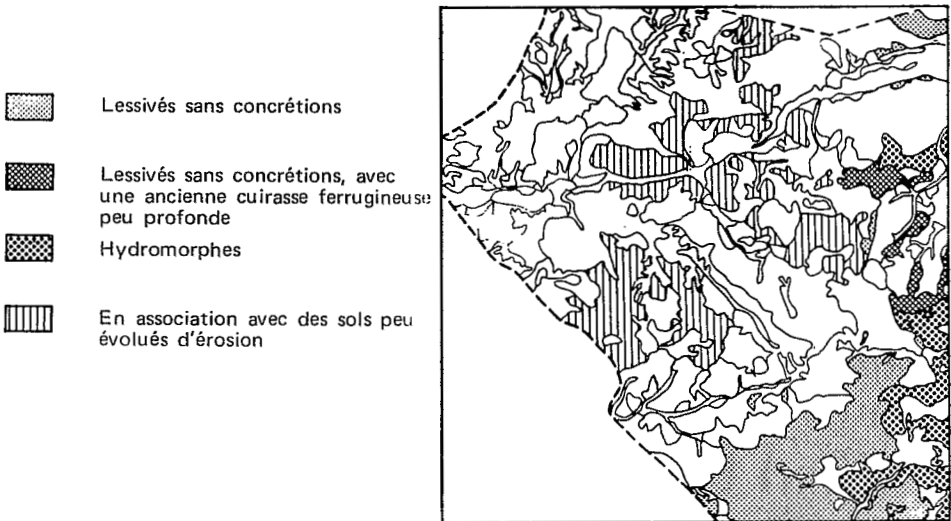
Les caractères morphologiques, analytiques de ces sols rouges seront précisés par l'étude de trois profils ; étude qui permettra également d'aborder certains points concernant leur pédogénèse :

- . importance et rôle des phénomènes d'érosion,
- . problème de l'argilification dans ces sols ; relations entre sols rouges et vertisols,
- . cas des sols de la même région, développés sur des roches moins alcalines, et qui présentent un certain rougissement dans leurs horizons supérieurs, sans être des sols rouges proprement dits.

Le problème de la place de ces sols dans la Classification Française sera traité en conclusion. Ces mêmes sols, observés de l'autre côté de la frontière, au Cameroun, ont fait l'objet d'une étude précise de MARTIN D., SIEFFERMANN G. et VALLERIE M. (1966).



Sols rouges tropicaux



Sols ferrugineux tropicaux

Fig. 10

## 4.1 - Sols rouges tropicaux et érosion

### Etude du profil LE 237

- LE 237, à 4 km au sud-sud-est de Yanli ; modelé collinaire ; tiers inférieur d'une pente de 2 %, longue de 200 m.
- Jachère après culture de coton ; quelques *Bauhinia thoningii*.
- En surface, larges plages dénudées couvertes de sables grossiers, déliés, nombreux cailloux quartzeux, plus ou moins incrustés dans l'horizon supérieur ; érosion en nappe ; quelques termitières brun-rouge, de 60 - 70 cm.
- Sur schistes de la série de Zalbi, riches en éléments verts.

- 0 - 12 cm : Horizon humifère, remanié par l'érosion, de couleur brun fort (7,5 YR 5/5 en sec ; 5 YR 3/4 en humide) ; gravelo-sableux ; structure massive à tendance polyédrique moyenne (certain litage sur le centimètre supérieur ; faiblement poreux, faiblement carbonaté par petits amas localisés ;
- 12 - 22 cm : Horizon humifère, remanié par l'érosion, de couleur rouge-jaune (5 YR 4/6 ; 2,5 YR 3/4 en humide) ; assez nombreuses plages moyennes, plus brunes, plus humifères, aux limites diffuses ; gravelo-argileux ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu dur ; assez poreux (porosité tubulaire fine et moyenne) ; traces de carbonates, sous forme de quelques très petits amas ;
- 22 - 38 cm : Horizon faiblement humifère, le plus structuré et le plus rouge du profil (2,5 YR 3/6 : rouge sombre ; même notation en humide) ; argileux ; cailloux quartzeux, nettement moins abondants que dans les horizons de surface ; structure polyédrique moyenne, moyennement développée ; dur ; faiblement poreux ; traces de carbonates ;
- 38 - 61 cm : Horizon de transition, moins rougi, contenant des éléments de la roche-mère altérée (paillettes de mica en particulier) ; juxtaposition de plages de couleur rouge et de plage jaune-rouge (7,5 YR 6/8 ; 5 YR 5/6 en humide) ; argileux ; structure polyédrique moyenne, moyennement développée ; passant localement à cubique ; très dur, faiblement poreux ; traces de carbonates ;
- 61 - 110 cm : Horizon d'altération de la roche-mère ; teinte de fond jaune-rouge ; (7,5 YR 6/8 ; 5 YR 5/6) ; nombreuses plages linéaires, horizontales, rouge ou rouge-brun, distinctes, correspondant à un début d'argilification ; nombreuses petites taches noires dans les plans de clivage du schiste altéré ; sablo-argileux passant à sableux vers la base ; structure massive à débits polyédriques ; non poreux ; traces de carbonates.

Ce profil est caractérisé par :

- sa faible épaisseur (61 cm) et le remaniement de ses horizons supérieurs, de 0 à 22 cm ; les nombreux cailloux et graviers quartzeux de ce niveau disparaissent presque totalement dans les horizons suivants. Ce remaniement, en place ou avec apport d'éléments grossiers à très courte distance, est lié à l'érosion.

- sa couleur rouge, qui affecte presque tout le profil, y compris la partie inférieure des horizons remaniés. Cette couleur présente un gradient croissant de la roche-mère jusqu'à l'horizon 22 - 38 cm. Par ailleurs, l'horizon de surface est brun et on n'observe aucun horizon éclairci, aucun signe de lessivage vertical. Cette différenciation de couleur est donc très différente de celle observée dans les sols ferrugineux tropicaux.

#### Analytiquement

- ce profil présente un ventre d'argile (35 %) entre 22 et 61 cm, c'est-à-dire juste au-dessus de la roche-mère altérée. La fraction argileuse est, du point de vue minéralogique, composée pour moitié de minéraux à édifice gonflant, type montmorillonite, pour l'autre moitié de minéraux type kaolinite, et ceci dans tous les horizons. Les teneurs en limon, elles, restent constantes, et assez élevées (15 %) sur tout le profil.

Ce ventre d'argile est interprété non comme un horizon d'accumulation d'un sol lessivé (aucun revêtement argileux...), mais comme un niveau d'argilification à partir des produits d'altération d'une roche très basique.

- les teneurs en fer libre, en fer total sont élevées : le rapport fer libre/argile a une valeur voisine de 0,2 dans les horizons argileux, cette valeur augmentant fortement aussi bien en surface qu'au niveau de la roche-mère.
- les teneurs en matière organique décroissent progressivement jusqu'à 50 cm, passant de 1,3 % en surface à 0,3 % vers 50 cm ; la limite de pénétration humifère n'est pas distincte ; cette matière organique est très bien évoluée (C/N de l'ordre de 10).
- le complexe est saturé dès la surface, avec un rapport Ca/Mg dont la valeur augmente en profondeur (2 dans le niveau d'argilification). Ce profil, enfin est carbonaté dès la surface, avec des traces de  $\text{Ca CO}_3$  dans tous les horizons sous-jacents.

Ce sol apparaît donc comme : érodé - à humus de décomposition rapide - à forte individualisation des sesquioxydes de fer - non lessivé (ni en fer ni en argile), rougi dans sa masse, et est appelé "sol rouge tropical". En effet, la base des horizons remaniés par l'érosion étant affectée par ce phénomène de rougissement, on ne peut considérer ce sol comme un sol peu évolué d'érosion. Il ne peut s'agir, par ailleurs, d'un ancien sol ferrugineux tropical lessivé, tronqué jusqu'au niveau des horizons d'accumulation, avec reprise en surface d'une évolution de type ferrugineux. L'ensemble des caractères morphologiques et analytiques le montre.

#### Rôle de l'érosion - Remarques sur la pédogénèse de ces sols

Les sols rouges, érodés, ont une large extension dans le modelé collinaire des schistes de la série de Zalbi. On notera qu'une roche-mère très riche en bases est maintenue proche de la surface, par l'érosion.

On note également, dans ces paysages d'allure pourtant très érodée, un certain équilibre entre argilification et érosion : les profils ne sont pas épais, mais tous présentent, au-dessus de la roche-mère en voie d'altération, un niveau d'argilification en place.

## 4.2 - Le problème de l'argilification

### Relations entre sols rouges et vertisols - Etude du profil LE 65

Le profil précédent, LE 237, ne présentait aucun caractère vertique. Sur des roches ultra-basiques, ou dans des conditions topographiques favorisant un pédoclimat plus humide, on observe des sols qui, dans leurs horizons les plus argileux (niveau d'argilification) ont des structures très développées, de type prismatique, avec des sous-structures de type polyédrique ou même cubique (LE 222). Localement, on passe même à des vertisols lithomorphes rouges.

- Profil LE 65, à 4 km à l'ouest-nord-ouest de Ribao ; plateau d'extension réduite, en contrebas d'un petit pointement de roches basiques.
- Savane arborée dense à *Boswellia* cf. *papyrifera*.
- En surface, cailloux ou blocs de gneiss à amphibole, de granodiorite à biotite et amphibole, de quartz ; quelques termitières rouges.

- 0 - 10 cm : Horizon humifère, rougi, remanié par la culture ; couleur rouge-jaune (5 YR 4/6 ; 5 YR 3/4 en humide) ; sablo-argileux ; quelques graviers anguleux, quartzueux et feldspathiques ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; dur ; faiblement poreux ; non carbonaté ;
- 10 - 39 cm : Horizon faiblement humifère, fortement rougi, à caractères vertiques, couleur rouge sombre (2,5 YR 3/6) ; (même notation en humide) ; argilo-sableux ; cailloux et graviers moins abondants que de 0 à 10 cm ; structure prismatique moyenne, fortement développée (fines fentes de retrait de 1 mm d'épaisseur) ; sous-structure cubique également développée ; très dur ; faiblement poreux ; non carbonaté ;
- 39 - 80 cm : Horizon rougi, à caractères vertiques, de transition à la roche-mère altérée ; couleur rouge sombre (2,5 YR 3/6) ; (même notation en humide) ; la couleur est légèrement plus rouge, mais moins sombre que dans l'horizon précédent ; argileux ; quelques éléments de roche-mère altérée et quelques petites (3 mm de diamètre) concrétions d'un noir "métallisé" (manganèse) ; structure prismatique grossière, fortement développée ; nombreuses faces obliques, patinées ; très dur ; non poreux ; non carbonaté dans la masse ;
- 80 - 120 cm : Roche-mère altérée, de couleur jaunâtre ; nombreuses petites taches noires constituées par des minéraux en voie d'altération ; quelques poches rouges, argileuses ; l'ensemble est sablo-argileux, assez consistant, non carbonaté.

Ce profil se caractérise par :

- sa relative profondeur (80 cm),
- le développement de sa structure et la présence de faces patinées, striées, obliques,
- son rougissement d'ensemble, sans que l'on puisse mettre en évidence un gradient de couleur entre 10 et 80 cm ; la pénétration humifère, profonde, gêne l'appréciation des légères variations de teinte rouge.

## Analytiquement

- les teneurs en argile sont légèrement supérieures (45 %) à celles des autres profils de sols rouges étudiés (voir le chapitre synthétique ci-joint). La nature minéralogique de l'argile (45 mé) est du même ordre que celle notée pour le profil précédent (LE 237) à un niveau équivalent du profil (niveau d'argilification). Cette valeur de 45 mé pour 100 g d'argile, en tenant compte de la pénétration humifère indique la présence de montmorillonite pour 50 % à peu près de la fraction inférieure à 2  $\mu$ .
- le pH est un peu inférieur à 7 jusqu'au niveau de la roche-mère altérée et parallèlement, le taux de saturation légèrement inférieur à 100. Le rapport Ca/Mg, reste voisin de 2, même au niveau de la roche-mère en voie d'altération (contrairement à ce que l'on notait dans le profil précédent).

Un tel sol, de couleur d'ensemble assez homogène, sombre (mais rouge), irrégulièrement différencié par suite de mouvements internes dus à la présence d'argile gonflante, fut considéré comme un vertisol lithomorphe rouge.

Dans la région de Léré, l'extension des vertisols rouges est très réduite ; par contre, on observe de nombreux sols rouges présentant en profondeur des caractères vertiques (LE 222) ou bien encore des vertisols lithomorphes qui n'ont qu'une très légère teinte rouge. Malgré le nombre très réduit d'observations, il semble que les sols rouges et les vertisols plus ou moins rouges soient dans un paysage donné, génétiquement liés.

On peut supposer qu'un pédoclimat plus humide, qu'une position topographique favorisant l'apport et la concentration d'éléments, facilitent l'argilification et, par suite, l'apparition de caractères vertiques. Mais dans ces paysages, c'est parfois à l'échelle de quelques mètres que les conditions de pédoclimat varient. Aussi, le profil LE 65 décrit ci-dessus est, à l'échelle de l'ensemble du paysage, bien drainé (à une dizaine de mètres d'un début de pente). Néanmoins sa position en léger contrebas (2 à 3 m) d'un petit pointement rocheux, explique peut-être, à l'échelle du profil, un drainage (interne notamment) médiocre. De même, le profil LE 28 (vertisol lithomorphe avec une légère teinte rouge) est extérieurement bien drainé, mais sa position en haut d'un replat, en contrebas des collines schisteuses entraîne peut-être un pédoclimat, une alimentation en eau, en éléments solubles, particulière.

### 4.3 - Le cas des sols peu évolués d'érosion à faciès rouge sur roches moins alcalines

Dans la même région de Léré, sur des granites simplement alcalins (sur les granites hyperalcalins, les sols sont "rouges"), on observe des sols peu évolués d'érosion, à faciès rouge :

- LE 236 à 4 km à l'ouest-nord-ouest de M'Boursou - Léré ; zone de piedmont en contrebas d'un massif granitique dominant le profil de 70 m.
- Début d'une pente nord de 3 % ; forte érosion en ravines.
- Savane arbustive peu dense.
- En surface du sol, nappe de graviers anguleux reposant sur une croûte noire discontinue ; nombreux affleurements de granite alcalin proches du profil.



TABLEAU SYNTHETIQUE DE QUELQUES CARACTERES  
ANALYTIQUES DES SOLS ROUGES TROPICAUX  
DE LA REGION DE LERE

Numéro du profil		LE 33	LE 237	LE 222	LE 65
Roche-mère		granite hypercalcin	schiste à éléments verts	amphibolite	gneiss à amphibole
Pente du profil et profondeur du sol		1% 74 cm	2% 61 cm	2% 40 cm	nulle 80 cm
Teneur maximum en argile (niveau d'argilification)		29 à 33	36	35 à 40	46
Teneur en matière organique	surface	0,9 et 1,4	1,3	1,5	1,3
	niveau d'argilification	0,5	0,3 à 0,6	0,4 à 0,9	0,3 à 0,6
Capacité d'échange 100 g argile (mé)		43 44	40	46 - 49	43 - 46
Taux de saturation		100 dès 7 cm	100	90 à 100	85 à 100
% Fer libre/ Argile	surface	20 et plus	43	14	18
	niveau argilification	—	20	14	—
	roche altérée	37	40	12	20
Fer libre/ Fer total	surface	0,4	0,6	0,6	0,4
	niveau d'argilification	—	0,7 à 0,8	0,6 à 0,7	—
	R.M. altérée	0,45	0,6	0,6	0,45
Classification des Profils		Sols Rouges, sans caractères vertiques		Sol Rouge à caractères vertiques	Vertisol lithomorphe Rouge

Remarque : Les teneurs en argile sont exprimées par rapport à la somme terre fine + éléments grossiers

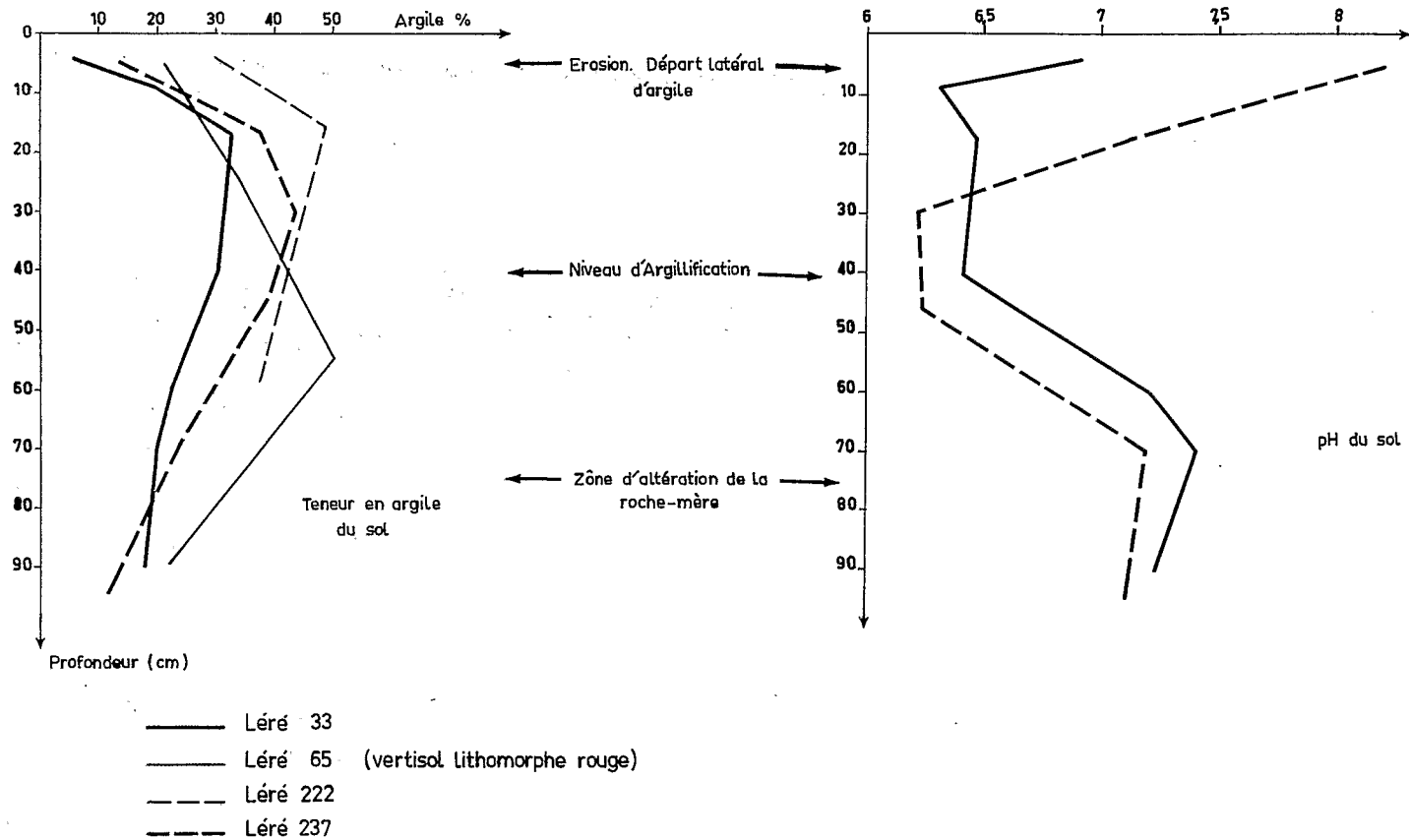


Fig. 11 — Sols rouges tropicaux

0 - 9 cm	Horizon faiblement humifère, brun à brun-gris : 10 YR 5/2,5 - 10 YR 3/2 ; gravelo-sableux ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu cohérent ; faiblement poreux (tubulaire très fine) ; non carbonaté.
9 - 22 cm	Horizon très faiblement humifère, légèrement "rougi" : couleur brune 7,5 YR - 3/2 ; graveleux ; même structure ; peu cohérent ; faiblement poreux ; non carbonaté.
22 cm	A 22 cm on observe autour du profil un certain nombre de gros blocs de granite, peu altérés, se désagréant assez difficilement et qui ménagent entre eux des poches de 10 à 30 cm de large, descendant jusqu'à 42 cm ; dans ces poches la structure est particulière, se réduit aux graviers ou sables grossiers (dont les fragments de granite peu altérés) : la teinte de ces poches passe de brun-rouge (5 YR 4/4 - 3/4) entre 22 - 32 cm à rouge-jaune (5 YR 4/6) de 32 à 42 cm ; non carbonaté.
42 cm	Roche-mère peu altérée, grenue : granite alcalin à gros cristaux de feldspaths blancs, riche par plages en mica noir, en minéraux verts.

Le trait essentiel de ce profil est que la différenciation, discrète, des horizons supérieurs n'est pas du tout du type ferrugineux tropicaux : couleur brun-gris en surface, aucun éclaircissement juste en dessous. Ce sol, qui ne fut pas analysé, fut classé en sol peu évolué d'érosion, à faciès rouge, sur granite alcalin, car l'hypothèse d'une solodisation au niveau de la roche-mère n'a pas été retenue.

Par ailleurs on peut observer, entre Berlian et Ribao des solonetz solodisés, érodés jusqu'au niveau des colonnes, dont la partie supérieure est nettement rougie ; (cette couleur étant nettement plus vive que celle habituellement due à l'accumulation du fer à ce niveau). La présence dans la région de Léré, et seulement dans cette région, de ces sols "légèrement rougis", à côté des "sols rouges tropicaux" proprement dits, introduit un élément nouveau pour poser le problème de la pédogénèse de ces derniers.

#### 4.4 - Conclusion : pédogénèse et classification des sols rouges

Les divers profils de sols rouges décrits (LE 33, 222, 232) présentent la même succession d'horizons que celle déjà citée ici à propos du profil LE 237, et confirment les observations de MARTIN P., SIEFFERMANN, VALLERIE G. :

- . Ce sont des profils ABC.
- . Horizons A humifères, plus ou moins remaniés par l'érosion, légèrement teintés de rouge (planche 7,5 YR).
- . Horizons B de couleur, de texture, de structure. Les couleurs sont très rouges (planches 2,5 et 5 YR), l'intensité la plus forte étant observée à leur partie supérieure ; argileux (30 à 45 %), fortement structurés. Ces horizons correspondent à un niveau d'argilification,
- . A la base du profil, horizons C, d'altération de la roche-mère, moins rouges (7,5 YR), moins argileux, à structure moins développée. Une teinte très rouge s'observe parfois dans les plages d'altération (LE 237), mais pas toujours.

Les horizons supérieurs ne présentent pas de signes morphologiques de lessivage (porosité par exemple) et les horizons argileux aucun signe d'accumulation (revêtement argileux). Les bases, elles non plus, ne sont pas lessivées.

La pédogénèse aboutissant à cette différenciation apparaît donc originale dans cette région de l'Afrique. Les processus en cause sont la synthèse argileuse et l'individualisation du fer. Parmi les facteurs de cette pédogénèse, on peut envisager le rôle :

- de la nature basique des roches-mères et l'érosion qui maintient proche de la surface cette source de bases, facteurs déjà signalés dans les pages précédentes.
- du régime hydrique. Ce régime est certainement différent de celui, par exemple, des sols ferrugineux tropicaux ; l'efficacité de la phase percolative est réduite par le très bon drainage externe du paysage : une phase exsudative temporaire expliquerait le non-lessivage en bases des horizons supérieurs (ce que ne peut expliquer, à elle seule, une remontée d'éléments minéraux par la végétation).
- du climat, c'est un point d'interrogation. Le climat actuel de la région de Léré (pluviométrie de 850 mm, température moyenne de 28°) est légèrement plus "aride" (ceci étant très relatif) que celui de Pala ou de Fianga. Un climat, actuel ou ancien, plus aride, aurait-il été un facteur essentiel de cette pédogénèse, et en particulier du processus de rougissement ? La présence d'autres sols "légèrement rougis" dans cette région est un argument en faveur de cette hypothèse.

Mais actuellement ce type de question ne peut être tranché. Le rôle de la matière organique sur l'absence de lessivage du fer et de l'argile n'a pas été approfondi, la nature de la liaison entre fer et argile non plus.

On se contentera donc, dans le cadre de cette notice, et au point de vue classification, de définir les sols rouges tropicaux comme une sous-classe de la classe des sols à hydroxydes fortement individualisés et à humus de décomposition rapide. Sous-classe nettement différente, à notre avis, de celle des sols ferrugineux tropicaux ou ferrallitiques.

## 5 - LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

La classe des sols à sesquioxydes fortement individualisés et à humus de décomposition rapide est également représentée, sur la feuille Léré, par des sols ferrugineux tropicaux lessivés (en argile), soit sans concrétions, soit à pseudo-gley de profondeur. Par contre, aucune unité de sol ferrallitique ne fut cartographiée.

### 5.1 - Introduction

La différenciation de type ferrugineux tropical est représentative d'une des tendances de la pédogénèse actuelle des sols de cette région.

C'est dans la partie est de la feuille Léré, sur des matériaux d'origine géologique diverse (série antécambrienne de Goueïgoudoum, formations paléotchadiennes du Continental Terminal) que les sols ferrugineux tropicaux ont leur plus large extension. Ces matériaux ont été soumis, probablement depuis la fin du Tertiaire, à des phénomènes type ferruginisation ou ferrallitisation, entraînant notamment la formation de plusieurs niveaux de cuirasses ou de cuirasses. Des phases d'érosion ont tronqué, remanié ou détruit les sols correspondants et profondément modifié le paysage, dégageant par exemple certains reliefs tabulaires cuirassés.

Au-delà de cette diversité de matériaux, un fait semble significatif des tendances de la pédogénèse actuelle : la plupart des sols observés dans cette partie est de la feuille présentent au moins un début de différenciation de type ferrugineux tropical dans leurs horizons supérieurs.

Ainsi, au nord de Lallé, sur un plateau vers 330 m d'altitude, on observe des sols ferrugineux tropicaux lessivés, sans concrétions, peu épais, sur matériau faiblement ferrallitisé (cf. LE 100) ; sols caractérisés par la faible épaisseur de leurs horizons lessivés (25 cm), la "discrétion" de leurs horizons d'accumulation qui se "fondent" sur le matériau originel, rouge, sablo-argileux, faiblement ferrallitisé. La décoloration de surface (10 YR 5/3 sur 6 cm), l'augmentation de porosité sur 25 cm sont des signes suffisants pour considérer ce sol comme ferrugineux, lessivé, "peu épais" plutôt que "jeune".

Localement, cette différenciation ferrugineuse de surface peut être encore moins nette : ainsi, dans le profil LE 146, situé dans une partie haute (400 - 420 m) du paysage des koros, sur un replat d'une longue et très faible pente, la couleur, de brune en surface (7,5 YR 5/2) passe à brun-rouge dès 6 cm pour varier entre rouge-jaune et rouge dans les horizons suivants. Le matériau, d'ailleurs remanié, puisqu'à faible profondeur on observe un horizon gravillonnaire avec un pendage, est faiblement ferrallitisé. Les sols peu évolués d'érosion, à faciès ferrugineux tropical, avec une cuirasse à faible profondeur (LE 114) constituent une autre illustration de cette tendance pédogénétique.

Dans cette optique, les sols ferrugineux tropicaux lessivés, sans concrétions, profonds, apparaissent comme des sols anciens, plus ou moins érodés, où la pédogénèse ferrugineuse actuelle ne fait que se superposer sur l'ancienne, ou bien, autre cas également représenté, comme des sols se développant sur des matériaux déjà ferruginisés, plus ou moins remaniés. Le profil LE 94 par exemple, est jugé "en place". Ce profil est situé sur un plateau dominant le mayo Kébi, à 350 m d'altitude ; ses horizons lessivés ont 90 cm d'épaisseur, avec une couleur très "pâle" (brun-gris : 10 YR 5/2 sur 10 cm) ; ses horizons d'accumulation (diffuse), 100 cm d'épaisseur ; le matériau originel, jaune-rouge pâle, sablo légèrement argileux, ne semble pas avoir été ferrallitisé.

La ferruginisation n'est pas le seul processus pédologique actuel marquant les sols de ce secteur est de la feuille. En conditions de drainage externe ou interne, médiocres, sur des matériaux à texture en général plus fine, l'hydromorphie joue également un rôle. Ainsi, dans certaines dépressions de la zone des koros, on observe des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudo-gley ; dans les points les plus bas, ou sur les plateaux mal drainés de bordure de cette zone, on passe à des sols hydromorphes, à hydromorphie temporaire de profondeur, à gley de profondeur surmonté d'un pseudo-gley. La position topographique, l'enrichissement d'un niveau donné du sol en éléments fins (horizon d'accumulation d'argile par exemple) ne sont pas les seuls facteurs d'engorgement des profils. Les carapaces, cuirasses peuvent, localement, jouer ce rôle.

## 5.2 - Répartition des sols ferrugineux tropicaux dans les divers modelés

### *Dans la zone des koros proprement dite (sud-est de la feuille)*

L'exemple de répartition suivant fut observé à l'ouest de Baïda Djerasim, sur la route de Dari (sur une distance de 6 km) : - sols ferrugineux peu épais sur matériau faiblement ferrallitisé (Pa 2) en position haute (420 m) - sols ferrugineux sans concrétions, profonds, sur Pa 1, vers 400 m - sols hydromorphes sur Pa 1, vers 390 m. Des sols faiblement ferrallitiques typiques sont peut-être représentés dans la partie la plus haute

(460 m) de cette tache de Pa 2, mais ils n'ont pas été observés et leur extension sur la Léré est de toutes manières, très réduite. En effet, sur les surfaces hautes de Pa 1 (440 - 460 m), route de Libetsornou par exemple, les sols sont ferrugineux lessivés, sans concrétions, profonds, bien typés.

La séquence : "topographique" : sols ferrugineux lessivés sans concrétions, profonds - sols ferrugineux lessivés à pseudo-gley - sols hydromorphes à hydromorphie temporaire de profondeur, est observée aussi bien à l'échelle du modelé collinaire qu'à celle du passage entre les surfaces hautes des koros (400 m) et les surfaces vallonnées, d'altitude inférieure, de la série de Lamé.

#### *En bordure de la zone des koros, au sud de Pala*

C'est un secteur au relief tourmenté, marqué par plusieurs niveaux de cuirassements, dont certains présentent une pente. Le niveau le plus élevé n'est repéré que par des blocs de cuirasse "posés" sur le sommet en plate-forme des monticules de grès ferruginisés. Etant donné l'altitude des monticules, ce niveau était à une cote minimale de 480 m et se prolongeait d'est en ouest sur toute la frange des koros, au sud de Pala. Les sols de ce secteur s'observent suivant la succession :

Lithosols puis sols peu évolués d'érosion, avec pavage de grès à faible profondeur, au sommet des monticules (480 - 460 m) : légèrement en contrebas, sols peu évolués d'érosion et d'apport, à faciès ferrugineux (en particulier sur certains replats) ; plus bas, sols ferrugineux lessivés, sans concrétions, profonds, ou, localement, autres niveaux de cuirasses (à 420 m par exemple).

#### *Dans les autres régions de la feuille de Léré*

Les sols ferrugineux tropicaux sont également représentés dans d'autres secteurs de la feuille Léré. Sur la pénéplaine granitique en particulier, on observe sur les surfaces hautes (400 m), presque planes, des sols ferrugineux lessivés associés à des solods, ou plus généralement, des solods dont les horizons supérieurs présentent une convergence morphologique avec ceux des sols ferrugineux lessivés (caractères de lessivage, accumulation localisée en raies...). Sur les hauts de pente, sur certains replats, des sols peu évolués à faciès ferrugineux furent décrits (LE 205). Ces sols semblent en fait d'anciens sols ferrugineux tropicaux lessivés, érodés jusqu'au niveau des horizons d'accumulation. Mais la mise en évidence de l'accumulation n'apparaît pas aussi nette que dans les "Hamout" de l'est du Tchad.

Dans la région de Lamé, l'extension des sols ferrugineux tropicaux (lessivés, à pseudo-gley de profondeur) est limitée à certaines surfaces hautes (plateaux, sommets aplanis de collines), médiocrement drainées à l'échelle des profils, sur des matériaux sablo-argileux (LE 59); ces sols sont associés, dans des positions topographiques voisines, mais sur des matériaux de texture un peu plus fine, à des sols hydromorphes à pseudo-gley d'ensemble (LE 62) ou à des solonetz solodisés à action de nappe (LE 58).

### **5.3 - Description et caractérisation de quelques profils de sols ferrugineux tropicaux de la feuille Léré**

Les difficultés pour caractériser ces profils se sont avérées de trois ordres :

- apprécier l'homogénéité du matériau sur l'épaisseur du profil et son caractère éventuellement "faiblement ferrallitisé".

- apprécier l'intensité des signes de lessivage,
- situer le passage des horizons d'accumulation au matériau originel.

Dans les profils décrits ci-après, une lacune est très fréquente : les prélèvements de sol ne furent pas poursuivis suffisamment profondément.

### **Sol ferrugineux tropical lessivé, sans concrétions, peu épais, sur matériau faiblement ferrallitisé**

- Profil LE 100, à 1,5 km au nord de Lallé, sur un plateau très mollement vallonné du Continental Terminal ; les rares arbres sont des *Khaya senegalensis*.

#### *Morphologie*

- 0 - 6 cm : Horizon faiblement humifère, lessivé ; brun : 10 YR 5/3 - 7,5 YR 4/4 ; couleur homogène ; sableux ; structure fondue à débits peu cohérents ; faiblement poreux.
- 6 - 24 cm : Horizon lessivé ; brun ; 7,5 YR 5/4 - 5 YR 3/4 ; assez nombreuses taches plus brunes, distinctes ; sableux ; structure fondue à tendance polyédrique ; peu cohérent ; faiblement poreux (plus que de 0 à 6 cm).
- 24 - 67 cm : Horizon de début d'accumulation diffuse de fer et d'argile : rouge-jaune : 5 YR 4/6 (idem en humide) ; sableux (augmentation du taux d'argile) ; structure polyédrique faiblement développée, de taille irrégulière, plutôt grossière ; faiblement poreux ; peu cohérent.
- 67 - 90 cm : Matériau originel faiblement ferrallitisé ; rouge ; 2,5 YR 4/8 - 3/6 sablo-argileux à argilo-sableux ; structure à tendance polyédrique ; peu cohérent ; faiblement poreux. Le même matériau est observé à plus grande profondeur.

Dans ce profil, la décoloration de surface est nette, et le passage à des teintes de plus en plus rouges, jusqu'à 80 cm, progressif. La porosité, légèrement plus forte entre 6 et 24 cm est interprétée comme un autre signe de lessivage. L'accumulation de fer et d'argile est difficile à localiser : il n'y a pas de (B) consistance, pas de revêtements argileux. La couleur rouge du matériau masque celle de l'accumulation.

#### *Analytiqement :*

- La variation de texture est progressive, sans que l'on puisse déceler de ventre d'argile sur la tranche de sol prélevée (de profondeur insuffisante). Le rapport sable fin/sable grossier diminue vers la profondeur, ce qui pose le problème de l'homogénéité du matériau. Les taux de limon eux-mêmes sont légèrement supérieurs dans les horizons de surface (5 % contre 3,5 % en profondeur).
- Le rapport fer libre/fer total reste compris entre 60 et 80 % sauf dans l'horizon le plus structuré (24 - 67 cm) où on note une certaine immobilisation. Le rapport fer libre/argile, lui, est inférieur à 12 % sauf en surface. Les taux de matière organique sont très faibles. Alors que l'horizon de surface a un pH de 6,8 et un taux de saturation de 76 %, l'acidité s'accroît jusqu'au matériau originel : pH de 4,6, taux de saturation de 30 %. Les réserves chimiques de ce sol, enfin, s'avèrent faibles : somme des bases échangeables de 2 mé en surface, taux de potassium échangeable inférieurs à 0,1 mé.

Le bilan de ces caractères morphologiques, analytiques permet simplement de dire : - le matériau observé à la base du profil présente certains caractères de "faiblement ferrallitisé". Sur ce matériau, peut-être remanié légèrement en surface, la différenciation actuelle est de type ferrugineux ; malgré la faible épaisseur, et le peu de caractère, des horizons lessivés, ce sol est classé en "lessivé", au niveau du groupe, sans concrétions, peu épais.

Les sols ferrugineux tropicaux tels LE 100 ont une certaine extension au nord-est de la feuille, et à l'est de Pala. Du point de vue agronomique, leurs atouts sont : leurs bonnes propriétés physiques (structure, perméabilité, drainage interne, caractère meuble) ; leurs défauts : un certain manque de capacité de rétention pour l'eau dans les horizons supérieurs et surtout le très faible niveau de leurs réserves organiques et chimiques. Ce type de sol convient bien à l'arachide. Une rotation du type : coton - arachide - engrais vert - jachère, est à conseiller.

### **Sol ferrugineux tropical lessivé, sans concrétions, profond, sur matériau sablo-argileux du Continental Terminal**

#### *Morphologie*

- Profil LE 94, à 18,4 km de M'Bourao, sur la route de Fianga.
- Plateau sableux, vers 350 m d'altitude, dominant le mayo Kébi.
- Savane arborée et arbustive dense, à *Anogeissus leiocarpus*, *Sterculia tragacantha*, *Guiera senegalensis*.

- 0 - 23 cm : Horizon très faiblement humifère, lessivé, couleur brun-gris : 10 YR 5/1 (les sables grossiers sont légèrement rougis) ; sableux (les sables grossiers et moyens, arrondis) ; structure fondue à débit régulier polyédrique moyen ; assez dur ; faiblement poreux.
- 23 - 38 cm : Horizon lessivé, très faiblement humifère ; brun à brun-jaune : 8,75 YR 4/4 ; sableux ; structure fondue à débit irrégulier, polyédrique fin à grossier ; peu dur ; légèrement poreux par pores tubulaires fins.
- 38 - 54 cm : Horizon lessivé ; brun-jaune à jaune-rouge : 8,75 YR 6/6 - 7,5 YR 5/5 (encore une légère teinte humifère) ; très nombreuses plages, petites et moyennes, plus brunes ; sableux ; structure fondue à débit régulier polyédrique moyen ; peu dur ; assez poreux par pores tubulaires fins et moyens ; plages sableuses grossières à forte porosité lacunaire.
- 54 - 88 cm : Horizon lessivé ; jaune-rouge : 7,5 YR 6/6 - 7,5 YR 5/6 ; sableux (plus argileux que les précédents) ; localement petits agglomérats plus argileux ; structure fondue avec débits polyédriques très réguliers, à arêtes vives ; dur ; poreux, par de très nombreux pores tubulaires fins et des lacunes entre sables grossiers.
- 88 - 180 cm : Horizon d'accumulation d'argile et de fer ; jaune-rouge : 7,5 YR 6/8 - 7,5 YR 5/8 ; à partir de 150 cm, nombreuses petites taches jaune clair, 10 YR 8/6, diffuses et d'autres plus petites, plus distinctes, moins nombreuses, rouge vif ; 2,5 YR 5/8 ; rares petites concrétions noires, dures, entourées d'un cortex mince, très dur, jaune-rouge ; sablo-argileux ;



sables grossiers généralement enduits d'une pellicule argileuse ; structure fondue à débit polyédrique régulier grossier ; dur ; assez poreux jusqu'à 140 cm, puis faiblement poreux en dessous ; pas de racines ; non carbonaté ; passage graduel, régulier à :

180 - 200 cm : Passage au matériau originel ; teinte d'ensemble moins rouge ; moins argileux ; concrétionnement moins abondant.

Ce profil est caractérisé par :

- la couleur gris-brun sur 25 cm ; l'épaisseur et la forte porosité des horizons lessivés,
- le caractère diffus de l'accumulation de fer et d'argile en notant toutefois, vers 150 cm, un certain colmatage, avec des pellicules argileuses autour de certains sables grossiers, quelques taches, de rares concrétions. Le matériau originel, sablo légèrement argileux, n'a pas de caractères ferrallitiques.

#### *Analytiquement*

- les variations texturales sont progressives ; la profondeur des prélèvements ne permet pas de mettre en évidence un ventre d'argile ; le rapport sable fin/sable grossier varie peu, ce qui est un signe d'homogénéité du matériau.
- le rapport fer libre/argile reste inférieur à 12 %, celui du fer libre/fer total est compris entre 60 et 80 % ; les valeurs les plus basses de ces deux rapports sont notées au niveau des horizons d'accumulation (certaine immobilisation). Les taux de matière organique sont très faibles (0,5 % en surface), avec des C/N assez élevés ; les bases sont entraînées très profondément puisque le taux de saturation n'est encore que de 40 % au niveau de l'accumulation.

Ces sols ferrugineux tropicaux lessivés, à accumulation diffuse, profonds, sont ceux qui ont la plus large extension dans la zone des koros en particulier sur les surfaces en faible pente vers 420 ou 440 m. Du point de vue agronomique, leur vocation s'avère la jachère boisée. La faible capacité de rétention d'eau de leurs horizons lessivés, leur peu de réserves organiques et chimiques sont les facteurs limitant leur fertilité. Localement, ils sont cultivés en coton.

#### **Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes ("à pseudo-gley de profondeur")**

Deux profils de tels sols, situés dans la région est de la feuille, sont présentés dans le dossier annexe. L'un, LE 109, est en position de drainage externe médiocre, sur un plateau à très faible pente, vers 360 m d'altitude (région de Gouin). Ce sol est proche des "Hamout" décrits dans d'autres régions du Tchad : sols ferrugineux tropicaux lessivés, à concrétions, anciens, qui furent tronqués par l'érosion. Les horizons d'accumulation, ramenés ainsi près de la surface sont l'objet d'une nouvelle différenciation ferrugineuse. Un colmatage se produit au niveau des horizons riches en concrétions ferrugineuses et entraîne un engorgement. L'autre, LE 110, appartient à une séquence de sols longue de 400 m, sur une pente inférieure à 1 %, dans un modelé mollement ondulé du Continental Terminal. Les termes amont (LE 110 ter : sol ferrugineux lessivé sans concrétions, profond) et aval (110 bis : sol hydromorphe à engorgement temporaire de profondeur), sont également présentés en annexe.

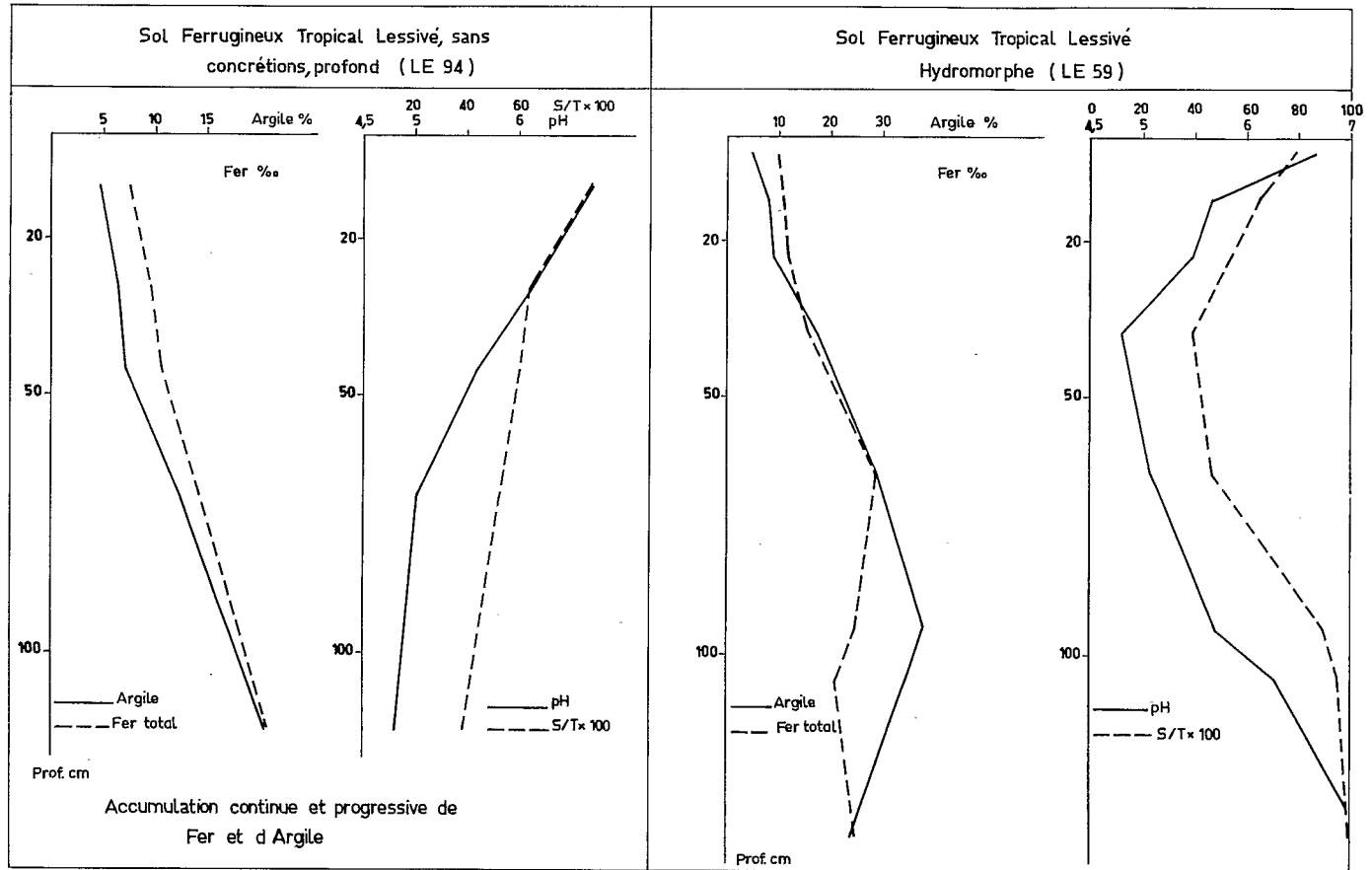


Fig. 12 – Sols ferrugineux tropicaux lessivés

Mais il a paru plus intéressant de décrire ici un sol ferrugineux hydromorphe observé dans une autre région géographique de la feuille Léré : la zone des matériaux sédimentaires de la série de Lamé, datée du Secondaire.

- Profil Léré 59, à 8 km à l'ouest de Lagon, sur la route de Léré,
- Surface plane, haute de la série de Lamé, encore non entamée par l'érosion.
- Savane arbustive à Combrétacées.
- Surface tassée ; assez nombreux rejets de vers de terre.

- 0 - 16 cm : Horizon faiblement humifère, lessivé, remanié par l'activité biologique, de couleur brun-gris : 10 YR 4,5/2 - 3/2 ; sableux ; structure fondue à débits polyédriques moyens, réguliers, peu cohérents ; faiblement poreux.
- 16 - 29 cm : Horizon encore très faiblement humifère, lessivé ; brun : 10 YR 5/3 - 7,5 YR 4/4 ; sableux ; même structure ; peu cohérent ; assez poreux, par porosité tubulaire.
- 29 - 41 cm : Horizon encore très faiblement humifère, lessivé ; brun ; assez nombreuses petites taches plus rouges, diffuses ; sableux à sablo-argileux ; structure fondue à tendance polyédrique ; peu cohérent ; assez poreux.
- 41 - 55 cm : Horizon de transition avec début d'accumulation de fer et d'argile, taché ; brun pâle : 10 YR 6/2 ; assez nombreuses petites taches rouges (jusqu'à 10 R 4/4), distinctes ou, moins nombreuses mais plus grandes, jaune-rouge ; sablo-argileux ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu cohérent ; faiblement poreux.
- 55 - 90 cm : Horizon d'accumulation de fer et d'argile, à pseudo-gley ; gris : 10 YR 6/1 - 10 YR 5/1 ; nombreuses taches moyennes, rouges, distinctes, de forme irrégulière ; quelques rares petites concrétions noires, sphériques ; gravelo-argileux (sables feldspathiques blancs abondants, quelques cailloux quartzeux) ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu cohérent ; faiblement poreux ; non carbonaté ; passage distinct, régulier à :
- 90 - 150 cm : Horizon de passage à la roche-mère : arkose altérée ; gleyeux ; gris clair : 10 YR 7/1 - 10 YR 6/1 ; taché ; gravelo-argileux ; structure massive à débits polyédriques de taille moyenne, durs, non poreux ; non carbonaté.

On note dans ce profil : - la faible épaisseur des horizons lessivés (40 cm) ; - la couleur claire (dans les 10 YR) des horizons d'accumulation ; les concrétions noires, rares, sont au sommet de la zone d'accumulation proprement dite. L'accumulation en fait, est plutôt diffuse. Le rapport fer libre/fer total, de 0,65 dans les horizons lessivés, descend à 0,4 - 0,5 à la base des horizons d'accumulation, cette immobilisation semblant favorisée par l'hydromorphie. Les taux de matière organique se situent un peu au-dessous de 1% , avec une décroissance lente dans les premiers horizons. Le pH et le taux de saturation, de 6,7 et 80 % en surface, tombent à 4,8 - 5,5 dans les horizons lessivés, pour remonter à 7 et 100 % à la base des horizons d'accumulation.

Ces divers caractères semblent suffisants pour classer ce sol en ferrugineux tropical à pseudo-gley, malgré la superposition de matériaux, vers 55 cm, que décèlent les analyses granulométriques et minéralogiques : à ce niveau, en effet, la valeur du rapport sable fin/sable grossier varie très nettement et la fraction fine, à dominance de montmorillonite au-dessus, est à dominance de métahalloysite au-dessous de 55 cm. La fertilité chimique est moyenne à médiocre : teneurs faibles en potassium échangeable (0,1 mé) et moyennes en phosphore total (0,15 %).

En règle générale, l'utilisation agronomique des sols ferrugineux tropicaux à pseudo-gley s'ils ne sont pas profonds est restreinte par l'engorgement des horizons profonds, et leur pauvreté chimique d'ensemble. Le sorgho convient à ces terres.

## 6 - SOLS HALOMORPHES

Les sols halomorphes sont ainsi définis (AUBERT G. 1964) : "sols dont les caractères essentiels d'évolution sont soit la richesse en sels solubles... soit la richesse en sodium d'au moins un horizon... y provoquant la formation d'une structure massive, diffuse".

Les sols halomorphes observés sur la feuille Léré appartiennent tous à la sous-classe des sols à structure dégradée, au groupe des "sols à alcalis, à argile dégradée". Trois sous-groupes sont représentés :

- Solonetz solodisés ("lithomorphes")
- Solonetz solodisés à action de nappe ("hydromorphes")
- Solods.

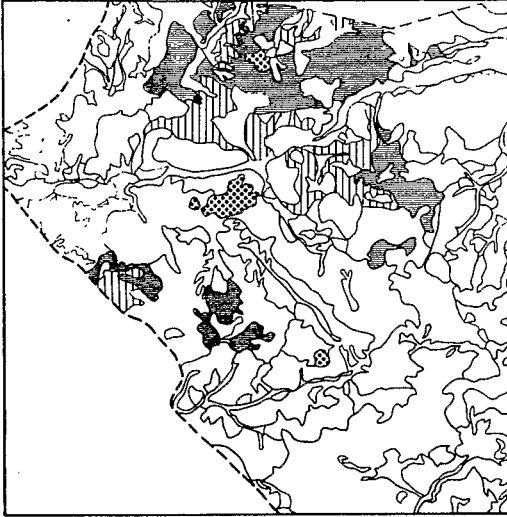
Le processus de solodisation est un processus de dégradation très poussée des silicates en milieu alcalin ; le lessivage laisse alors en place la silice, la plupart des autres éléments libérés étant entraînés. Le profil des solonetz solodisés est caractérisé par la présence d'un horizon A<sub>2</sub>, clair et acide, à la base des horizons lessivés, et d'une structure en colonnes au sommet des horizons d'accumulation. Le terme "lithomorphe" indique que la concentration de l'ion sodium qui tend à saturer le complexe absorbant est réalisée à partir des ions libérés par l'altération de la roche-mère ; le terme "hydromorphe", que cette concentration est réalisée à partir de nappes temporaires \* dans des positions privilégiées (BOCQUIER, 1964).




Le profil des solods est caractérisé par un A<sub>2</sub>, très blanchi, très acide, et plus épais que celui des solonetz solodisés.

### 6.1 - Les solonetz solodisés "lithomorphes"




Ces sols couvrent de grandes superficies de la feuille Léré. Ils sont localisés sur les glacis raccordant les surfaces hautes de la pénéplaine granitique (400 - 410 m d'altitude) aux vallées des grands mayo (300 - 330 m) entaillant cette même pénéplaine. Les roches-mères sur lesquelles ils se développent sont, soit des granodiorites à biotite et amphibole, soit des granites calco-alcalins à grain moyen.

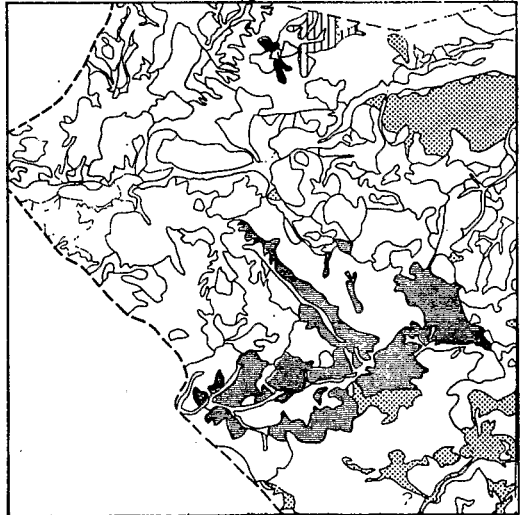
\* La présence d'une véritable nappe n'est pas certaine, mais ce terme de nappe est une image commode pour traduire le mode supposé d'apport, de concentration localisée, du sodium, en phase liquide.



-  Solonetz solodisés
-  Solods
-  Solonetz solodisés en association avec des sols peu évolués d'érosion.

### Sols halomorphes

-  A pseudo-gley d'ensemble
-  A pseudo-gley et gley de profondeur
-  A pseudo-gley d'ensemble en association avec des sols ferrugineux tropicaux lessivés



### Sols hydromorphes

Fig. 13

## Morphologie

### Profil LE 45 Léré

- à 3,2 km au nord-est de Berlian, le long de la piste Léré-Mombaroua, sur un glaciais dont la pente est de 2 % ; altitude : 326 m.

- Matériau sablo-argileux dérivé de granodiorite à biotite et amphibole.

- Savane arbustive peu dense à *Lansea humilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Dalbergia melanoxylon*, avec une strate herbacée à *Aristida* sp., *Loudetia hordéiformis* et un tapis de Thérophytes.

- Surface caractérisée par une croûte noire, squameuse et, localement, de petites plages de sables déliés, anguleux ; érosion en nappe.

- 0 - 6 cm : Horizon humifère, lessivé, soumis à un engorgement temporaire de surface ; brun-gris : 10 YR 5/2 - 3/2 ; sous la croûte noire, sur une épaisseur de l'ordre du centimètre, la couleur est gris clair avec de nombreuses petites taches jaune-rouge, distinctes ; sableux (sables grossiers anguleux) ; structure massive à débits polyédriques moyens ; assez dur ; faiblement poreux par porosité fine, tubulaire ; enracinement de thérophytes.
- 6 - 12 cm : Horizon faiblement humifère, lessivé ; brun-gris à brun : 10 YR - 5/2,5 - 3/3 ; sableux (idem) ; structure fondue à tendance polyédrique ; peu dur ; assez poreux (tubulaire fine et moyenne).
- 12 - 13 cm : Horizon lessivé et probablement solodisé ; gris légèrement brun : 10 YR 6/2 - 3/2 ; sableux avec sables particuliers décolorés ; peu cohérent. Passage brutal, ondulé à un horizon colonnaire ; le diamètre des colonnettes varie de 5 à 15 cm ; la dénivelée entre leurs sommets et les bords jointifs, 1 à 2 cm.  
Une croûte de solodisation, blanche (10 YR 7/1) de 1 mm d'épaisseur adhère aux colonnes et présente une certaine porosité vésiculaire. Les colonnes sont limitées par des fentes de retrait de 2 à 5 mm de large, profondes de 10 à 15 cm, elles-mêmes blanchies sur leurs parois.
- 13 - 30 cm : Horizon colonnaire, d'accumulation d'argile et d'hydroxydes de fer, à début de pénétration de la solodisation ; argilo-sableux ; structure colonnaire ; sous-structure polyédrique, bien développée, marquées par quelques fines fentes de retrait, axiales, localement blanchies. Les ségrégations brun sombre et brun-rouge (7,5 et 5 YR 4/4) sont nombreuses dans le cortex externe de la calotte colonnaire : le noyau par contre est de couleur plus claire, grise : 10 YR 5,5/1 ; quelques revêtements argileux aussi bien dans le cortex que dans le noyau ; horizon extrêmement dur, non carbonaté, à enracinement réduit ; passage distinct, régulier à :
- 30 - 50 cm : Horizon d'accumulation maximum d'argile ; brun-gris ; 2,5 Y 5/2 - 5/2 ; quelques petites concrétions noires, à forme régulière, lisses ; argilo-sableux ; structure massive à tendance polyédrique ; dur ; non poreux ; non carbonaté ; enracinement très réduit ; passage distinct, régulier à :

CARACTERES MINERALOGIQUES DES SOLONETZ SOLODISES  
(fraction argileuse)

SOLONETZ SOLODISE LITHOMORPHE  
(Léré 45)

N° éch. .	Horizons		Analyse minéralogique		
			K	I	M
45-1 0 à 6 cm	Horizon humifère lessivé	A	+		+
45-1bis 0 à 10 cm	Horizon humifère lessivé		+		+
45-2 6 à 12 cm	Horizon humifère lessivé Passage à A <sub>2</sub>		+	+	+
45-2bis 10 à 11 cm	Horizon A <sub>2</sub>		+	+	+
45-3bis	Sommet des colonnes		4	1	5
45-3 12 à 18 cm	Horizon B en colonnes	B	3	traces	7
45-4 30 à 40 cm	Horizon B <sub>2</sub> à tendance polyédrique		3	traces	7
45-6 60 à 70 cm	Passage au granite altéré	C	2	traces	8
45-7 au-dessous de 70 cm	Granite altéré		1	1	8

SOLONETZ SOLODISE HYDROMORPHE  
(Léré 58)

N° éch.	Horizons		Analyse minéralogique		
			K	I	M
58-0	Rejets de vers de terre	A	+	traces	+
58-1 0 à 8 cm	Horizon humifère lessivé		3	traces	7
58-2 15 à 20 cm	Horizon humifère lessivé		3	traces	7
58-3 25 à 30 cm	Horizon gris-blanc lessivé		3	traces	7
58-4 35 à 36 cm	Horizon A <sub>2</sub> blanchi		3	traces	7
58-5 36 à 44 cm	Croûte blanche calcaire	B	3	traces	7
58-6 50 à 60 cm	Horizon prismatique		3	traces	7
58-7 80 à 90 cm	Passage à la roche-mère	C	1	traces	9

Remarques : Dans les deux cas, au niveau de la roche-mère, la montmorillonite est dominante ; dans les horizons d'accumulation, elle reste dominante mais a tendance à diminuer en qualité et quantité. Dans les horizons lessivés, elle se dégrade et devient très faible, sinon indécélable, en surface.

Ces tableaux sont extraits de PAQUET H., BOCQUIER G., MILLOT G. (1967) K = Kaolinite - I = Illite - M = Montmorillonite.

50 - 63 cm : Horizon de passage à la roche-mère ; brun-gris plus clair ; sablo-argileux ; structure massive ; très dur ; non poreux ; traces de carbonates ; passage graduel, irrégulier à la roche-mère altérée : une granodiorite de teinte claire.

L'étude des profils LE 86, 90, 201, 230, met en évidence les variations suivantes :

- les horizons lessivés de ces sols sont, dans tous les cas, peu épais (35 cm au plus en LE 201) ; mais, très fréquemment réduits à quelques centimètres (LE 230) ou même absents (LE 86), l'érosion dégageant ainsi les colonnes. On observe alors en surface du sol d'assez nombreux graviers ou cailloux quartzeux donnant à certaines plages de paysage l'aspect d'un "reg". Ces éléments très grossiers sont les mêmes que ceux décrits dans les horizons lessivés, lorsqu'ils existent.
- la structure colonnaire est plus ou moins développée : très belle en LE 45, à tendance colonnaire avec fentes de retrait en LE 90, 201, sans fentes entre les "colonnes" en LE 230.
- la partie supérieure et externe des colonnes n'apparaît pas toujours nettement comme l'horizon d'accumulation des sesquioxydes. Localement, cet horizon est d'ailleurs rougi dans sa masse (LE 230).
- les carbonates, à l'état de traces en LE 45, sont observés dans tous les autres profils, à des profondeurs variables, mais sous forme d'accumulation localisée telles pseudo-mycélium ou petits amas.

Mais, au-delà de ces variations, tous ces profils présentent une grande similitude dans la succession des horizons : croûte superficielle - horizons lessivés peu épais - individualisation d'un A<sub>2</sub> plus clair, sableux, à structure de tendance particulière - croûte blanchie adhérent aux sommets et aux faces latérales des colonnes sous-jacentes - accumulation d'argile non immédiatement au sommet des colonnes.

Il est frappant de voir à quel point ces caractères, leur ordonnance dans les profils sont comparables à ceux décrits par BOÛQUIER (1964-1965) et AUDRY (1964-1966) dans le cas de solonetz solodisés lithomorphes ou, surtout, hydromorphes. Certains des profils cités, LE 90 et 201 peuvent d'ailleurs être qualifiés de profils de "transition" aux solonetz solodisés hydromorphes.

Caractères analytiques

Extension - Cartographie - Utilisation

Ces rubriques seront traitées en commun pour les solonetz solodisés lithomorphes et hydromorphes (page 65).

## 6.2 - Solonetz solodisés à action de nappe

Les profils les plus caractéristiques de ce type de solonetz solodisés furent observés sur le plateau secondaire de Lamé, sur des matériaux argilo-sableux. Dans ce paysage, les sols les mieux représentés sont les sols hydromorphes minéraux, à pseudogley d'ensemble ; les solonetz solodisés apparaissent comme une différenciation particulière, à partir de ces sols, en position topographique légèrement plus basse.



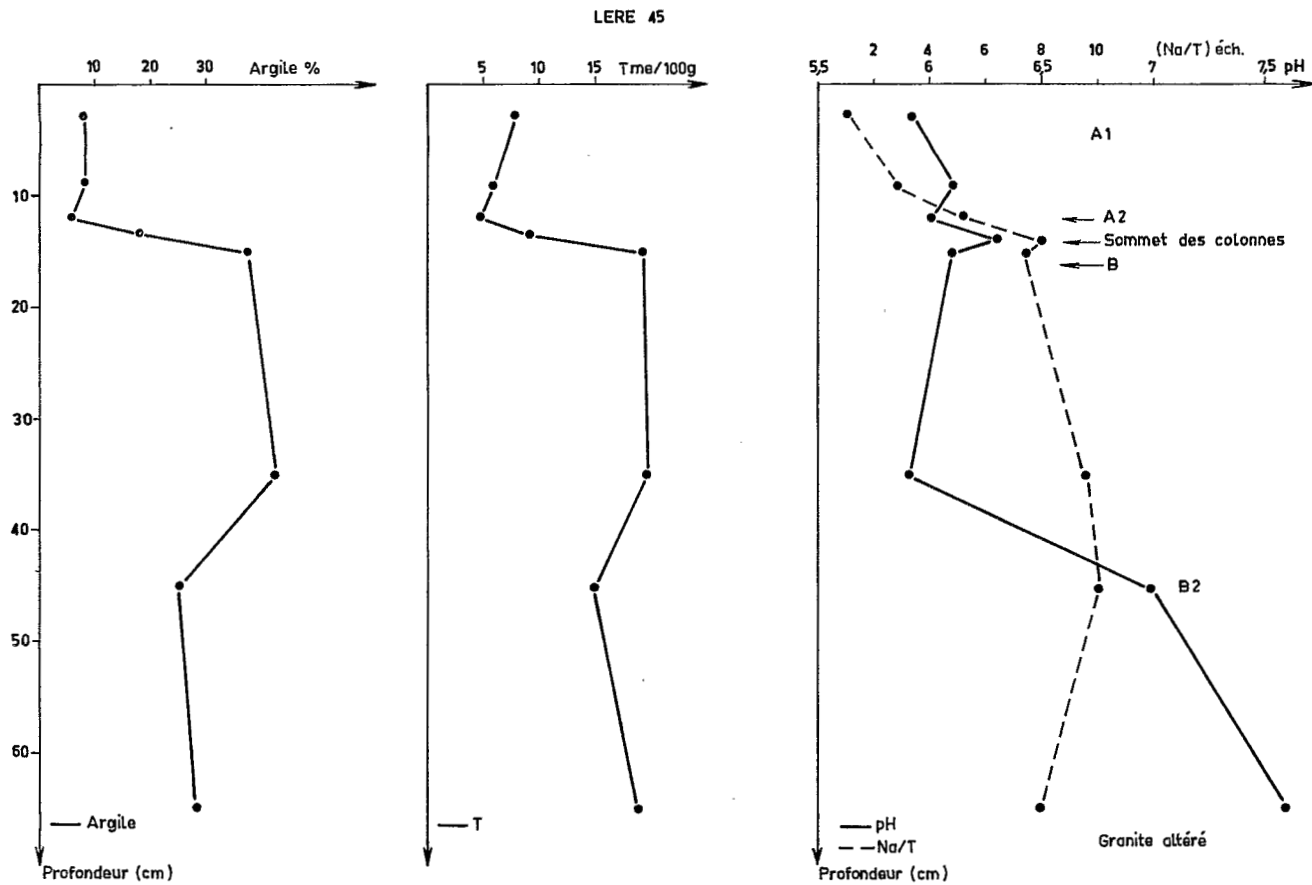


Fig. 14 – Caractères d'un solonetz solidisé lithomorphe

## Morphologie

Profil LE 58 - Lagon (description G. BOCQUIER).

- à 12 km à l'est de Lagon, sur la route de Léré ; partie haute d'un dôme peu marqué, sur le plateau de la série de Lamé ; altitude 335 m.
- Matériau argilo-sableux de la série de Lamé.
- Savane arborée clairsemée à *Boswellia dalzielli*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, avec un tapis graminéen très peu dense à *Andropogon gayanus* et *Aristida* sp.
- Surface caractérisée par de très nombreuses déjections de vers de terre ; localement, glaçage superficiel avec croûte noire et petits épandages de sables fins déliés.

- 0 - 12 cm : Horizon faiblement humifère, lessivé, à léger pseudo-gley ; gris légèrement brun : 10 YR 6/2 - 4/2 ; nombreuses taches jaune-brun ; sableux ; structure massive à débit régulier ; dur ; assez poreux ; non carbonaté.
- 12 - 23 cm : Horizon très faiblement humifère, lessivé ; légèrement plus gris que l'horizon précédent ; sableux (augmentation du taux d'argile) ; structure massive à débit irrégulier ; dur ; assez poreux ; non carbonaté.
- 23 - 33 cm : Horizon lessivé, à ségrégations diffuses ; gris clair : 10 YR 7/2 - 6/2 ; sableux ; non carbonaté.
- 33 - 36 cm : Horizon solodisé A<sub>2</sub> ; blanc : 10 YR 8/1 - 7/2 ; localement, noyaux brun-jaune : 10 YR 5/8, petits, distincts ; sableux ; structure massive passant localement à lamellaire ; peu cohérent ; assez poreux ; non carbonaté ; passage très tranché, régulier, à l'horizon suivant, par une fente horizontale de 2 à 5 mm.
- 36 - 44 cm : Horizon d'accumulation de fer et d'argile, solodisé sur sa face supérieure, à structure prismatique (colonnes peu marquées) ; gris ; surface du sommet blanchie, revêtant sur 1 à 3 cm de profondeur les faces latérales des prismes, sans porosité vésiculaire ; structure prismatique fortement développée, le sommet des prismes étant très légèrement arrondi ; extrêmement dur ; compact ; non carbonaté.
- 44 - 75 cm : Horizon d'accumulation d'argile et de fer ; gris : 10 YR 6/1 - 2,5 YR 6/2 ; léger concrétionnement noir, fin ; texture idem ; structure prismatique plus large, à débit cubique ou polyédrique moyen : extrêmement dur ; non carbonaté.
- 75 - 170 cm : Horizon d'accumulation faiblement carbonaté ; gris légèrement olive : 5 Y 6/2 ; quelques petites concrétions ; éléments de tailles variées, fortement cimentés sur leurs faces ; argilo-sableux ; structure polyédrique moyenne ; très dur ; compact ; carbonaté ; passage brutal et régulier à :
- 170 - 190 cm : Horizon gréseux, jaunâtre, finement stratifié horizontalement, compact ; alternant localement avec des lits d'argile de 4 - 5 cm d'épaisseur ; dur ; non carbonaté.

L'autre profil décrit (LE 193) présente peu de variations par rapport au profil ci-dessus, sinon que l'accumulation de carbonates est localisée en pseudo-mycélium et petits amas.

Les solonetz solodisés à action de nappe présentent donc la même succession d'horizons que les "lithomorphes", mais le "contenu" des horizons est un peu différent. Dans le cas des "hydromorphes" :

- les horizons lessivés sont plus épais, moins attaqués par l'érosion, soumis dans leur masse à un engorgement temporaire d'ensemble.
- l'horizon A<sub>2</sub> a l'aspect, à l'échelle du profil, d'une fente sensiblement horizontale (à l'échelle de la séquence de sols, la pente est certainement décelable), et la structure de cet horizon sableux est elle-même à tendance horizontale.
- la structure de l'horizon d'accumulation n'est pas colonnaire, mais plutôt prismatique ; on ne décèle pas de zone concentrique des "colonnes" particulièrement riche en ségrégations d'hydroxydes.

#### Caractéristiques analytiques des solonetz solodisés "lithomorphes" et "hydromorphes"

Le tableau ci-après présente de façon synthétique, pour quelques déterminations ou rapports analytiques importants, les résultats relatifs à 4 solonetz solodisés. Ces résultats sont regroupés par horizons jugés équivalents d'après l'étude morphologique. Dans chaque case, les chiffres indiquent, de gauche à droite, les valeurs relatives aux profils : LE 45 ("lithomorphe", voir description page 60), LE 58 ("hydromorphe", description ci-dessus), LE 90 et 201 ("litho. et hydromorphes"). A la ligne de dessous, la valeur moyenne est indiquée.

On constate que :

- les horizons lessivés sont sableux : entre 5 et 10 % d'argile, leurs taux de matière organique sont compris entre 0,5 et 1,5% , leurs C/N entre 10 et 15. Le taux d'argile augmente brutalement au niveau des colonnes, mais le sommet de ces dernières ne représente pas l'accumulation maximum d'argile du profil.
- les taux d'hydroxydes, eux aussi, augmentent nettement dans les horizons d'accumulation et l'immobilisation du fer y est plus marquée : valeur du rapport fer libre/fer total de 0,35 à 0,40 contre 0,45 à 0,60 dans les horizons lessivés. La capacité d'échange varie dans tous les cas, en relation directe avec la teneur d'argile.
- les variations, le long des profils, concernant le complexe absorbant, le degré de saturation et le pH, qui devraient permettre la mise en évidence des processus d'alcalisation, de solidisation, sont en fait délicates à interpréter :
  - la base des profils (C, B<sub>3</sub>Ca) (accumulation de carbonates, lorsque carbonates il y a, ou base de l'accumulation d'argile) est à un pH supérieur à 7, est saturée et son taux de sodium échangeable toujours supérieur à 5% , le plus souvent à 8% . Dans aucun des profils ce taux ne dépasse 10% .
  - les horizons d'accumulation de fer et d'argile B<sub>1</sub> (partie supérieure des colonnes) sont à un pH de 6 à 6,2, sont moins saturés et leur taux de sodium échangeable, irrégulier de profil à profil, du même ordre que ceux de l'horizon sous-jacent (7% ) .

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES DE 4 SOLONETZ SOLODISES DE LA FEUILLE LERE

Horizon	Teneur en argile	Rapport $\text{Fe O}_S \text{ II} / \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ total}$	$V = S/T \times 100$	pH	Na/T %
Lessivé surface (A <sub>1.1</sub> ) (A <sub>1.1</sub> )	7 6 5 5 6	0,5 0,5 0,6 0,65 0,55	62 76 69 866 73	5,9 6,0 6,1 6,5 6,1	2 2 2 2 2
Lessivé (localement) A <sub>1.2</sub> - A <sub>2.1</sub>	7 11,5 6 9 8,5	0,5 0,4 0,55 0,5	87 86 75 70 74	6,1 5,6 5,9 6,0 5,9	3 6 2 2 3
Très lessivé solodisé (blanchi) A <sub>2.2</sub>	6,5 7,0 5 5,5 6,2	0,45 0,4 0,4 0,7 0,49	80 79 70 90 80	6,0 5,9 6,2 5,7 6,0	5,3 6 5 4,5 5,2
Croûte de solodisation	15	0,45	71	6,3	8
Accumulation (Fe, Argile) Sommet colbne B (Fe, Al)	32 26 16 33 27	0,4 0,35 0,4 0,4	69 91 67 87 78	6,1 6,4 6,1 6,3 6,2	7,4 7 9 3 6,6
Accumulation Argile B <sub>2</sub> BG	36 27 31 35 32	0,35 0,4 0,4 0,4 0,4	92 100 99 100 97	5,9 6,5 8,4 6,0 6,7	9,5 8 7,5 3 7
Accumulation carbonates ou passage ou matériau originel	21 32 30 30 26	0,4 0,3 0,45 0,35	100 100 100 100 100	7,6 8,8 8,9 6,0 7,8	7,8 7,5 5 9 8

Profondeurs "moyennes"

A<sub>1.1</sub> 0 - 7 cm  
A<sub>1.2</sub> 14 - 21 cm  
A<sub>2.1</sub> 23 - 24 cm

B<sub>1</sub> 26 - 36 cm  
B<sub>2</sub> 44 - 55 cm  
B<sub>ca</sub> ou (C) 66 - 77 cm

Les teneurs en argile sont rapportées à la somme :  
Terre fine + graviers

- enfin, les horizons lessivés et solodisés ( $A_2.2$  et croûte de solodisation  $A_2.3$ ) ont un pH de 6,0 - 6,3, un taux de saturation assez élevé, un taux de sodium assez faible, de l'ordre de 5 %. La légère augmentation des valeurs du pH et de Na/T au niveau du centimètre supérieur des colonnes, dans le cas de LE 45, est intéressante ; mais ce type de résultat est trop isolé pour le juger significatif.

On remarque la convergence que présentent les résultats de profil à profil, pour des horizons jugés morphologiquement comparables. Par ailleurs, ces valeurs analytiques sont dans la gamme de celles trouvées pour les autres solonetz solodisés décrits au Tchad (BOCQUIER, AUDRY).

*Remarque : le processus en cause*

Morphologiquement, il est possible dans tous ces profils, de localiser avec précision un "front de solodisation" (croûte au sommet des colonnes). Par ailleurs, on observe fréquemment des indices de descente de la solodisation : languettes d' $A_2$  dans les fines fentes de retrait, axiales, du sommet des colonnes ; ou même, dans le cas des sols très érodés, à colonnes dégagées par l'érosion, de reprise de la solodisation à partir du sommet de ces colonnes.

Analytiquement, et avec les méthodes de prélèvement et d'analyse actuelles, il est difficile de mettre en évidence des propriétés analytiques particulières au niveau de ce "front de solodisation". Par ailleurs, on ne peut préjuger des conditions qui règnent dans le sol à certains moments privilégiés de l'année (saison des pluies...). Il nous paraît donc prématuré de vouloir rattacher à tout prix le concept de solodisation à des concepts chimiques (teneurs minimales en sodium pour que le processus se déclenche, etc.).

Autre voie d'approche pour une meilleure compréhension de ces sols : l'étude, sur le terrain, des liaisons génétiques entre solonetz solodisés lithomorphes et hydromorphes, entre sols hydromorphes et solonetz solodisés à action de nappe dans un modèle donné, et ceci en fonction des conditions de drainage... Il semble, dans ce dernier cas, que les solonetz solodisés soient situés en position plus basse par rapport aux sols hydromorphes.

### *Extension - Cartographie - Utilisation*

Les solonetz solodisés lithomorphes ont une large extension sur les glacis de la pénélaine granitique, en particulier sur ceux qui descendent des surfaces hautes du nord de la feuille (410 m) vers les mayo Binder et Kébi ; ces glacis sont en fait extrêmement morcelés par une série de petits mayo déchiquetant le paysage. Les solonetz solodisés ont été cartographiés soit en unités pures, soit en association avec des sols peu évolués d'érosion. Les limites entre ces deux unités ont été tracées d'après le figuré des photographies aériennes.

Ces sols n'ont qu'une vocation pastorale et forestière. Leur caractère très érodé, leur profil hydrique défavorable (l'eau pénètre mal les horizons d'accumulation) constituent des facteurs limitant leur exploitation.

Parmi les cations échangeables, le calcium reste largement dominant ; en dépit d'une richesse moyenne, les techniques à mettre en œuvre pour leur amélioration (travail du sol en profondeur) ont trop d'ampleur dans une région sous-peuplée, quasi-déserte. Les sols couvrent en effet une région infestée, récemment encore, par les mouches simuliées.

Les solonetz solodisés à action de nappe, dont l'extension est limitée, ont été cartographiés en association avec des sols hydromorphes minéraux, à pseudo-gley d'ensemble. Les possibilités d'utilisation de ces sols sont, vu l'épaisseur notable de leurs horizons lessivés, meilleures que celles des solonetz solodisés lithomorphes.

### 6.3 - Les solods

Les solods les plus typés sont observés sur les surfaces hautes (vers 400 m), de la pénélaine granitique, ou bien, localement, au pied de certains pointements rocheux. Ils se développent en particulier sur les granites calco-alcalins à grains moyens.

#### Morphologie

Profil LE 80 mayo Lédé

- à 12 km à l'ouest de mayo Lédé, sur la route Fianga-Léré, surface plane, haute (400 m), ancienne, c'est-à-dire peu touchée par l'érosion.
- Matériau gravelo-sableux dérivé d'un granite calco-alcalin à biotite et amphibole.
- Savane arborée assez dense, à *Boswellia dalzielli* et *Sterculia setigera* (végétation typique des surfaces anciennes conservées).
- Surface caractérisée par une couche continue de sables grossiers (quartz et feldspaths).

- 0 - 20 cm : Horizon faiblement humifère, lessivé, légèrement compacté ; brun-gris : 10 YR 5/2 - 3/2 ; sableux ; structure fondue à débits réguliers, polyédriques moyens, peu durs ; faiblement poreux.
- 20 - 33 cm : Horizon très faiblement humifère, lessivé ; brun pâle : 10 YR 5/3 - 4/3 ; sablo-graveleux ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu dur ; assez poreux.
- 33 - 54 cm : Horizon probablement solodisé, lessivé, à accumulation de fer localisée en concrétions ; brun pâle, à gris-rosâtre : 7,5 YR 6/3 - 4/4 ; assez nombreuses petites taches ocre sombre à noires, sphériques, dures (passage aux concrétions) ; graveleux ; la proportion de feldspaths augmente ; structure polyédrique fine, faiblement développée ; peu cohérent ; poreux.
- 54 - 80 cm : Horizon probablement solodisé, lessivé, à accumulation absolue de fer localisée en raies ; gris-rosâtre : 7,5 YR 7/2 ; une raie brune de 4 mm d'épaisseur, légèrement ondulée, plus consistante que le reste de l'horizon ; texture gravelo-sableuse constituée par l'assemblage des éléments minéraux du granite (granite complètement désagrégé physiquement) ; de nombreux graviers ont leurs faces couvertes d'une pellicule blanche ; structure particulière ; très poreux.  
La limite entre cet horizon solodisé et la roche-mère encore cohérente est irrégulière, ménageant entre des blocs de granite peu altérés des poches de matériau extrêmement solodisé (blanc, particulière), où l'on observe encore une raie, très distincte.

80 - 100 cm : Passage à la roche-mère : granite calco-alkalin, se désagrègeant encore aisément à la main ; très nombreux micas, alors qu'il n'y en avait pas dans les poches ; sur de nombreux graviers feldspathiques, présence d'une pellicule blanchâtre. L'altération touche, par plages, les zones riches en feldspaths blancs qu'elle transforme par jaunissement et rougissement.

Les principales variations (huit profils de solods furent décrits) concernent l'épaisseur et le degré de décoloration des horizons ayant été solodisés, lessivés, l'étude d'une séquence de sol de 800 m de long, partant de la surface haute précédemment décrite (LE 80) et descendant, avec une pente moyenne de 2 %, vers un petit mayo montre que :

- tous les sols de la séquence sont des solods
- les profils observés sur les hauts de pente (M1.12, 13) ont des horizons lessivés solodisés très épais, très blancs ; le fer qui reste est sous forme de feldspaths très altérés entourés d'un cortex de sesquioxides (pseudo-concrétions).
- sur un léger replat de cette même pente (M1.14) par contre, ces horizons sont moins épais et imprégnés d'une nette teinte rouge.

Dans tous les profils observés, les caractères morphologiques suivants sont à peu près constants :

- en surface, un horizon humifère sableux, peu graveleux, lessivé.
- puis une suite d'horizons de plus en plus lessivés et éclaircis : graveleux ; certaines formes de fer (raies, vraies concrétions) correspondent à une accumulation absolue de cet élément ; par contre, la plupart des concrétions sont de pseudo-concrétions, simple cortex gainant des minéraux altérés du granite.
- les horizons au contact de la roche-mère peu altérée et encore consistante (ligne de solodisation, poches) sont les plus éclaircis, les plus blanchis, les plus lessivés du profil. L'étude de la séquence de sol précitée a confirmé l'importance du lessivage oblique.
- ce blanchiment (solodisation probable) ne correspond pas à une altération minéralogique extrêmement poussée puisqu'on trouve, dans ces horizons A<sub>2</sub>, des feldspaths simplement gainés d'une pellicule blanche. L'argile, le fer, eux, ont migré. Dans certains profils, on décele un "front de solodisation" marqué par une tranche de 1 à 2 cm très éclaircie, immédiatement au contact d'une frange rouge d'hydroxydes. Cette frange se referme autour de certains feldspaths altérés (origine des pseudo-concrétions).
- la limite entre horizons solodisés et roche-mère est irrégulière, le sommet de certains blocs de roche étant nettement arrondis. Cette roche-mère est en voie de désagrégation physique et certains de ses minéraux sont enduits d'une pellicule blanche apparemment argileuse. Ce niveau apparaît donc comme un horizon B discontinu autour du profil.

#### *Caractères analytiques*

Trois profils de solods furent analysés. Un certain nombre de résultats les concernant sont présentés dans le tableau ci-après (à gauche des cases, valeur de LE 16, au centre LE 80, à droite LE 166 ; la valeur moyenne pour chaque détermination figurant à la ligne du dessous).

Horizon	Graviers (élem. < 2 mm)	Arg./t.f grav. %	pH	V = S/T x 100	Na/T %
A <sub>1.1</sub> Humif. lessivé	16 9 7 11	4 6 4 4,5	6,6 7,1 6,7 6,8	94 91 93 93	2 2 2 2
A <sub>2.1</sub> lessivé solodisé	66 55 14 45	5 5 6 5	4,5 6,2 5,7 5,5	30 71 55 51	5 5 5 5
A <sub>2.3</sub> ; poches ou lignes de solodisation au contact roche-mère	51 56 37 45	3 7 6 5	5,6 5,5 5,2 5,4	70 68	4 2,5
Roche-mère désagrégation	49 72	6 5 6 6	5,4 6.0 5.2 5,5	94	7

Analytiquement, la portée des chiffres est limitée par l'absence de données concernant l'horizon B, discontinu, très difficile à isoler dans les prélèvements. On peut noter néanmoins que :

- Ces sols sont à texture très grossière : gravelo-sableux, sauf les horizons de surface ; les taux d'argile, rapportés à 100 g de sol, sont très faibles, inférieurs à 7 % et ne varient pas de manière significative sur l'épaisseur des profils et même dans la partie supérieure de la roche-mère, désagrégée. Ce sont des sols très lessivés en argile sans horizon d'accumulation facilement décelable (lessivage oblique intense).
- Les résultats concernant le fer sont peu significatifs, les déterminations n'étant faites que sur la fraction de sol inférieure à 2 mm. Dans cette fraction, le rapport fer libre/fer total reste aux environs de 0,6 dans les horizons lessivés solodisés et tombe à 0,4 - 0,5 au niveau de la roche-mère.
- Les résultats de pH, de degré de saturation confirment le caractère très lessivé de ces sols ; alors que l'horizon humifère de surface est à un pH proche de la neutralité et que son degré de saturation est élevé, l'ensemble des horizons lessivés, solodisés est à un pH le plus souvent inférieur à 5,5, à un taux de saturation de l'ordre de 50 %.

On remarque l'hétérogénéité de profil à profil non seulement au point de vue niveau de pH, mais aussi allure de la courbe de pH sur l'épaisseur du profil : dans 2 cas sur 3, les horizons les plus acides et les plus désaturés sont ceux qui morphologiquement sont interprétés comme des horizons "anciennement solodisés", "résiduels", alors que le niveau le plus récent de solodisation, au contact de la roche-mère, est à un pH légèrement supérieur.

- Dans tous les cas, le taux de sodium échangeable est faible, bien inférieur à 10%.



### *Extension - Cartographie - Utilisation*

Le fait que les solods les plus typés soient observés, en différents secteurs de la carte, sur des lambeaux de plateau à une altitude de 400 - 410 m semble significatif, Mais on observe également ce même type de différenciation dans d'autres paysages granitiques très mollement vallonnés, d'altitude plus basse. Par ailleurs, sur la pénéplaine granitique, les sols peu épais présentent fréquemment au contact de la roche-mère un léger blanchiment qui pourrait être interprété comme des traces de solodisation. Il n'a pas été tenu compte de ce caractère dans la classification de ces sols.

Les solods de la feuille Léré ne sont pas cultivés ; ils sont localisés, il est vrai, dans des zones à peuplement très faible. Pourtant, ces sols présentent quelques atouts : l'érosion en nappe y est réduite, les horizons sont assez meubles et ne s'opposent pas à la pénétration des racines. L'eau pénètre bien ces sols. Mais les facteurs défavorables sont encore plus nombreux : la capacité de rétention en eau est très limitée, le pH des horizons subsuperficiels trop acide, la richesse chimique très réduite : la capacité d'échange de tous les horizons est inférieure à 5 mé/100 g (en rapport avec le taux bas d'argile) et le taux de saturation de l'ordre de 50 %. Enfin, l'épaisseur de ces sols est très irrégulière : des blocs de roche peu altérée et peu désagrégée se trouvent fréquemment à faible profondeur.

Ces sols ont une vocation forestière ; les arbres en effet ont un enracinement suffisamment développé et profond pour pallier les inconvénients du régime hydrique et de la pauvreté chimique de ces sols.

## **7 - LES SOLS HYDROMORPHES**

Ce sont des sols dont l'évolution est dominée par la présence dans le profil d'un excès d'eau, au moins à certaines périodes de l'année. Dans la région de Pala-Léré, on a uniquement affaire à des sols hydromorphes minéraux, c'est-à-dire à richesse organique faible. Trois ensembles furent définis suivant :

- l'extension dans le profil des caractères d'hydromorphie : opposition entre les sols dont toute l'épaisseur est marquée par les manifestations de l'engorgement, et ceux où celui-ci ne se manifeste pas dans les horizons supérieurs.
- l'expression morphologique de ce phénomène : distinction entre horizons de gley et de pseudo-gley ; répartition de ces horizons dans le profil.

Ces ensembles correspondent d'ailleurs, dans leur localisation, aux grandes régions géologiques du secteur :

Sols hydromorphes minéraux, à hydromorphie temporaire de profondeur, à gley de profondeur surmonté d'un pseudo-gley.

Ils constituent un des éléments de la géographie des sols de la zone des koros. En position basse, moins bien drainée, sur un matériau sablo-argileux, ils font suite aux sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions, aux sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudo-gley, qui les dominent dans le paysage (voir chapitre précédent). Lorsque le matériau devient moins perméable (argilo-sableux), le drainage externe restant médiocre, on observe le passage à des sols à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley de surface et gley de profondeur.

Sols hydromorphes minéraux, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley d'ensemble

Ces sols, dont tous les horizons sont marqués par l'hydromorphie, se développent sur des matériaux argilo-sableux de deux origines bien distinctes : - les matériaux sédimentaires de la série secondaire de Lamé ; - les matériaux dérivés de granite calcaire, sur la pénélaine granitique. Dans les deux cas, ces sols sont observés en général, et un peu paradoxalement, dans les parties hautes du modelé actuel :

- plateaux ou collines à sommets très aplatis, attaqués par une érosion régressive, du paysage de la région de Lamé.
- plateaux ou replats de la pénélaine granitique, au nord de la feuille.

Le drainage externe de ces sols et surtout leur drainage interne sont très médiocres, et leur surface battante, couverte de rejets de vers de terre est un des indices qui laisse soupçonner leur présence, lors de la prospection.

Sols hydromorphes minéraux, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à gley de profondeur ou d'ensemble

Ces sols correspondent aux complexes alluviaux argileux ou argilo-limoneux, soumis à une submersion temporaire. Ils sont localisés aux lits des divers mayo, et surtout à la dépression Toubouri ; ils furent classés avec les sols peu évolués d'apport, alluviaux, hydromorphes.

## **7.1 - Sols à hydromorphie temporaire de profondeur, à gley de profondeur surmonté d'un pseudo-gley**

### *Morphologie*

- Profil LE 140, à 500 m au nord-est de Baida - Djerasim.
- Dépression du plateau du Continental Terminal
- Savane arbustive à Combrétacées.

0 - 11 cm	: Horizon faiblement humifère, lessivé, brun-gris : 10 YR 5/2 - 4/2 ; sableux ; structure fondue à débits réguliers moyens ; peu cohérents ; faiblement poreux.
11 - 26 cm	: Horizon très faiblement humifère, lessivé, gris-brun pâle : 10 YR 6/2 - 4/3, avec quelques rares petites taches, distinctes ; sableux ; structure à tendance polyédrique ; peu cohérent ; faiblement poreux.
26 - 55 cm	: Horizon lessivé ; brun pâle : 7,5 YR 6/4 - 4,5/4 ; assez nombreuses petites taches jaune-rouge, distinctes ; sableux ; structure fondue à tendance polyédrique moyenne ; peu dur ; assez poreux.
55 - 88 cm	: Horizon à pseudo-gley ; brun très pâle : 10 YR 7/3 - 5/4 ; assez nombreuses taches de taille moyenne (5 à 10 mm), jaune-rouge ou rouge-jaune, distinctes ; assez nombreuses petites concrétions noires, sphériques ; sableux ; structure fondue à tendance polyédrique moyenne ; peu dur ; faiblement poreux.

88 - 125 cm : Horizon de début d'accumulation d'argile ; pseudo-gley avec passage à un gley à la base de l'horizon ; brun très pâle : 10 YR 8/3 - 6/3 ; nombreuses taches moyennes, très distinctes, jaune-rouge : 7,5 YR 6/8 ou rouges 10 R 5/6 ; la consistance des taches rouges est plus forte que celle du reste de l'horizon ; sableux (augmentation du taux d'argile) ; structure fondue à débits polyédriques ; assez dur ; faiblement poreux ; non carbonaté.

On note dans ce profil :

- la séquence de taches : les premières taches apparaissent vers 15 cm ; le pseudo-gley typique, avec des taches rouge-jaune et un début de concrétionnement vers 60 cm, à la base des horizons lessivés ; enfin, le gley vers 120 cm au niveau de l'horizon d'accumulation. C'est parce que les traces d'engorgement intéressent la plus grande partie des horizons lessivés que ce sol est considéré comme hydromorphe.
- l'augmentation de la consistance, la diminution de la porosité marquent le début d'accumulation d'argile, à partir de 55 cm et surtout de 88 cm.

#### *Caractères analytiques*

Les prélèvements sont insuffisamment profonds pour apprécier les variations texturales en profondeur, dans l'horizon de gley.

Les taux de matière organique sont faibles (0,5 % en surface), avec C/N de 10 à 16. Le pH et le taux de saturation, respectivement de 6,0 et 60% en surface, présentent leurs valeurs les plus basses dans l'horizon de pseudo-gley (4,7 et 35 %), puis commencent à remonter au niveau du gley. Les réserves en acide phosphorique et en potasse sont très faibles.

Variations (LE 110 bis, LE 155) - Extension - Utilisation (Cette unité n'a pas été cartographiée en unité pure sur la feuille à 1/200.000 ; voir page suivante)

Le profil LE 110 bis, déjà signalé dans l'étude de la séquence de sols ferrugineux tropicaux (page 55) a des caractéristiques voisines, du point de vue séquence de couleurs, épaisseur des horizons lessivés, propriétés chimiques. Le passage des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudo-gley aux sols hydromorphes lessivés est avant tout lié à la remontée du niveau de l'engorgement dans le profil. Ces sols ont une extension limitée aux parties basses du modelé de la zone des koros. Leur utilisation agronomique est restreinte par leur pauvreté chimique, par l'engorgement des horizons profonds. Le sorgho semble la culture la plus adaptée. Par contre, dans des conditions de drainage externe toujours médiocre, mais avec des matériaux plus argileux, moins perméables, on observe des sols où l'engorgement remonte presque jusqu'en surface, cf. LE 155 : le profil est marqué par une forte activité biologique (vers de terre) sur les 10 cm superficiels ; les premières taches apparaissent dès 10 cm, un pseudo-gley vers 25 cm (avec concrétionnement), un gley vers 35 cm (couleur de fond gris clair : 2,5 Y 7/2). Ce profil a donc des caractères proches de ceux d'un sol hydromorphe, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley de surface et gley de profondeur, sur matériau argilo-sableux. Leur parenté avec les sols ferrugineux tropicaux apparaît beaucoup plus éloignée que dans le cas des profils LE 110, 140. C'est cette dernière unité qui a été cartographiée au niveau du sous-groupe sur la feuille à 1/200.000.

Ce dernier type de sol a, sur la feuille Léré, une certaine extension, en particulier au sud de la répression Toubouri, et au sud-est de Pala. Du point de vue agronomique, le sorgho réussit mieux que le coton dans ces sols. Le coton, en effet, supporte mal un pseudo-gley trop proche de la surface (moins de 50 cm).

## 7.2 - Sols à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley d'ensemble

### Morphologie

- Profil LE 62, à 2 km au nord-est de Lagon (sur la route Pala-Léré).
- Lambeau de plateau du modelé de la série de Lamé, attaqué sur ses bordures par une forte érosion régressive.
- Jachère avec de rares arbustes (*Bauhinia thoningii*).
- Surface du sol battante ; nombreux rejets de vers de terre.

- 0 - 10 cm : Horizon humifère, à pseudo-gley, en partie remanié par l'activité biologique ; gris : 10 YR 5/1 - 10 YR 3/1 ; assez nombreuses petites taches brun-jaune, diffuses ; quelques plages gris clair ; sableux ; structure massive, à débits polyédriques moyens ; peu dur ; faiblement poreux ; enracinement fin réduit ;
- 10 - 21 cm : Horizon humifère, à pseudo-gley ; gris à brun-gris : 10 YR 5/2 - 10 YR 3/2 ; assez nombreuses petites taches jaune-brun, diffuses ; gravelo-sableux ; à la base de l'horizon, tout autour du profil, nombreux cailloux quartzeux, qui ne forment pas un lit régulier ; structure massive, à tendance polyédrique moyenne ; peu dur ; faiblement poreux, par pores tubulaires fins ; non carbonaté ;
- 21 - 42 cm : Horizon faiblement humifère, à pseudo-gley ; brun-gris : 2,5 Y 5/2 ; idem en humide ; assez nombreuses petites taches rouge-jaune distinctes, ou jaunes diffuses ; gravelo-argilo-sableux ; nombreux graviers (quartz dominants ; quelques feldspaths) ; structure prismatique grossière fortement développée ; sous-structure polyédrique moyenne faiblement développée ; dur ; faiblement poreux ; non carbonaté ;
- 42 - 60 cm : Horizon à pseudo-gley ; gris à gris clair : 10 YR 6/1 - 10 YR 5/1 ; nombreuses taches de taille moyenne, distinctes, jaune vif ; gravelo-argilo-sableux ; quelques concrétions de 5 mm de diamètre, brun-jaune (section brun rougeâtre), sphériques, dures ; structure prismatique grossière fortement développée ; sous-structure donnant quelques faces lisses, horizontales ; très dur ; non poreux ; non carbonaté.
- 60 - 105 cm : Horizon à pseudo-gley, correspondant à un niveau d'argilification ; gris-brun clair : 2,5 Y 6,5/2 - 2,5 T 6/2 ; très nombreuses taches, de taille moyenne, jaunes (10 YR 5/6 et 6/6), distinctes ; gravelo-argilo-sableux (très nombreux sables grossiers, quartz et feldspaths, proches de ceux observés au niveau de la roche-mère sous-jacente) ; structure polyédrique moyenne faiblement développée ; quelques faces obliques, lisses, légèrement striées ; dur ; non poreux ; non carbonaté ;
- 105 - 180 cm : Roche-mère, arkose blanche peu altérée ; blanc ; 10 YR 8/1 ; 10 YR 7/1 ; bandes de couleur gris-violacé, de tendance horizontale, au tracé et à l'épaisseur irréguliers, aux limites peu distinctes ; gravelo-sableux ; structure massive ; les débits obtenus se résolvent aisément en minéraux ; traces de carbonates.

Ce profil se caractérise morphologiquement par :

- la forte activité biologique dans les 10 cm superficiels.
- la succession d'horizons de pseudo-gley. Les taches (ségréation d'hydroxydes) sont observées dans un ordre donné, que l'on retrouve fréquemment dans ce type de profil ; jaune-brun dans la partie supérieure ; rouge-jaune ensuite ; et enfin jaune ou jaune vif à la base du profil.
- la structure, elle aussi, varie dans un sens donné : massive en surface, prismatique grossière et enfin à nouveau plus massive dans la zone actuelle d'argilification, juste au-dessus de la roche-mère.
- la faible porosité de tous les horizons ; et la présence de quelques petites concrétions ferrugineuses vers 50 cm, dans l'horizon où les taches de ségréation sont les plus nombreuses et les plus distinctes.
- l'absence de carbonates dans le profil lui-même : les premières traces apparaissent au niveau de la roche-mère.

Les variations morphologiques observées dans les autres profils de ce sous-groupe peuvent se résumer ainsi (profils LE 150, 151, 196) sur matériau de la série de Lamé, et LE 83 sur matériau dérivé de granite calco-alcalin) :

- l'épaisseur du sol, des divers horizons, varie fortement de profil à profil.
- localement (LE 150), l'horizon de surface présente une tendance à la gleification sur les centimètres superficiels, les petites taches jaune-rouge sont localisées le long des fins pores racinaires, avec une teinte de fond grise.
- par contre, c'est en profondeur que les profils observés en position basse du modelé de la série de Lamé (LE 196), présentent un horizon de gley, qui traduit l'action prolongée d'une nappe liée au régime des mayo. Dans le cas de LE 196, cet horizon est fortement alcalisé.
- la densité et la position des petites concrétions ferrugineuses noires varient de profil à profil. Il ne semble pas toujours s'agir d'un concrétionnement en place (LE 62) mais localement d'un apport (LE 150, 151, 196). Les gravillons sont alors concentrés dans l'horizon de surface et sont observés à proximité de lambeaux de cuirasses ou carapaces dominant le paysage.
- certains profils (LE 150) présentent en profondeur des caractères verticaux (faces patinées obliques), avec en surface un réseau de fentes de retrait et quelques petits effondrements.

#### *Caractères analytiques*

Ces sols se développent sur des matériaux argilo-sableux, mais l'horizon superficiel est toujours moins argileux, plus sableux que le reste du profil. Deux processus peuvent expliquer cette apparente discontinuité texturale : l'activité biologique, le lessivage oblique. Le rôle de l'activité biologique paraît certain. Ainsi, en LE 62, à 21 cm, un lit de cailloux marque le passage entre les horizons sableux du dessus et les horizons argilo-sableux sous-jacents. On peut noter que les proportions de sable fin, de sable moyen dans les horizons remaniés par l'activité biologique sont plus fortes que dans les horizons sous-jacents, alors que celle des sables grossiers reste constante. Mais la fraction supérieure à 2 mm, importante dès 10 cm, gêne l'interprétation des valeurs.

Les taux de matière organique sont faibles, autour de 1% , avec des C/N compris entre 14 et 17. Ceci confirme le caractère de pseudo-gley, plutôt que de gley, des horizons de surface (la tendance à la gleification en LE 150 se manifeste par une teneur en matière organique de 2,7% en surface) ; par ailleurs, le pH et le taux de saturation, assez élevés en surface dans la majorité des profils (respectivement 6 à 6,5 et 70 à 85 % ), baissent ensuite (valeur minimale du pH : 5,2) et remontent en profondeur, dans la zone de néosynthèse argileuse (pH de 7 taux de saturation proches de 100 %).

Les réserves en potasse et en acide phosphorique sont très médiocres : moins de 0,2 mé/100 g de potassium échangeable et moins de 0,2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total. Il s'agit là d'une carence en ces deux éléments. Les propriétés physiques, enfin sont mauvaises (Is, K) sauf en certains horizons de surface comme LE 62.

#### *Extension - Relations pédogénétiques avec les autres types de sols - Utilisation*

Dans la zone des dépôts sédimentaires de la série de Lamé, ces sols hydromorphes occupent globalement une grande surface, mais de manière extrêmement morcelée. Le réseau hydrographique secondaire, à écoulement temporaire, est extrêmement divisé, "dendritiques". Chacun de ses éléments découpe le paysage et, par l'action d'une forte érosion régressive, développe des versants couverts de sols peu évolués d'érosion (cf. LE 213, p. 30).

Les lambeaux de sols hydromorphes sont limités par ce réseau. La position relativement haute, dans le paysage, de ces sols n'implique pas un bon drainage externe et surtout interne à l'échelle du profil et de son environnement immédiat. Néanmoins, l'engorgement ne peut être que très temporaire, et ne gêne pas l'humification, n'entraîne par la formation de produits organiques très acides.

L'extension de ces sols hydromorphes en position basse du modelé est plus réduite. Elle se limite à des "terrasses" en bordure des lits actuels des mayo ; ces sols fréquemment alcalisés en profondeur, y sont associés à des vertisols hydromorphes, situés jusqu'en amont (Séquence de sol LE 194, 195, 196).

La diversité des matériaux sédimentaires joue également un grand rôle dans la répartition des sols de ce secteur. En position haute, plane, lorsque le matériau est assez sableux, sur une épaisseur suffisante, on observe des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudo-gley (voir le dossier du profil LE 59). Mais la séquence de sols la plus intéressante que l'on observe dans ce modelé est celle qui montre le passage des sols hydromorphes décrits dans les pages précédentes, aux sols halomorphes, solonetz solodisés à action de nappe (cf. LE 58, page 64). La discontinuité texturale, dont le lessivage oblique est probablement l'un des facteurs, signalée par exemple en LE 62, s'accroît nettement au niveau du front de solodisation (LE 58).

Dans la zone granitique, les sols hydromorphes, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley, sont localisés à certaines surfaces hautes, planes, ou à certains replats ; dans ces conditions de drainage externe médiocre, avec des roches-mères calco-alcalines, il semble que les produits de la néosynthèse argileuse soient assez abondants, l'érosion suffisamment limitée, pour que de tels sols se développent.

Mais, dans le profil décrit (cf. en annexe le profil LE 83), un certain blanchiment se manifeste vers 15 - 20 cm, ce qui laisse soupçonner un début de solodisation ; ces phénomènes d'halomorphie se développent pleinement sur les glacis (solonetz solodisés) ou sur d'autres surfaces, planes elles aussi (solods).

L'utilisation de tous ces sols à hydromorphie temporaire d'ensemble est limitée ; leurs mauvaises conditions physiques, le faible niveau de leurs réserves chimiques les rend peu aptes à des cultures telles que celle du coton.

### **7.3 - Sols hydromorphes minéraux, à hydromorphie temporaire d'ensemble, à gley de profondeur ou d'ensemble**

Ces sols sont localisés aux complexes alluviaux et aux parties basses, de bordure, de la dépression Toubouri ; une végétation herbacée dense les couvre ; lorsque le gley est d'ensemble (M 43), la teneur en matière organique est élevée dans l'horizon de surface (minéralisation ralentie, début de formation d'une litière). Mais le pH n'est légèrement acide (6,0) et le complexe partiellement désaturé (60 %) qu'en surface. En profondeur, dans le milieu d'altération de la roche-mère, riche en éléments verts, le pH remonte au-dessus de la neutralité, le complexe se sature.

Ces sols ont une extension très réduite et n'ont pas été cartographiés en unité pure (Ils ont été intégrés aux sols peu évolués d'apport, cf. le profil LE 168).





## TROISIEME PARTIE

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES



## 1 - CONCLUSION SUR LES PROCESSUS DE PEDOGENESE

Six classes principales de sols sont représentées sur cette feuille Léré :

- Les sols peu évolués (23,4 %) soit 216.000 ha.
- Les vertisols (6,25 %) soit 57.400 ha.
- Les sols rouges tropicaux (8,2 %) soit 75.700 ha.
- Les sols ferrugineux tropicaux (27 %) soit 253.000 ha.
- Les sols hydromorphes (17,5 %) soit 163.000 ha.
- Les sols halomorphes (17,55 %) soit 163.000 ha.

Les actions qui sont à l'origine de la formation et de la diversification de ces sols sont de divers ordres et peuvent être ainsi regroupées, schématiquement :

- des actions anciennes, décelables en particulier dans la partie est de la feuille (zone des koros, région de Gouin). Les sols ferrugineux tropicaux lessivés de ce secteur sont développés sur des matériaux originels largement marqués par des pédogénèses anciennes, dues à un climat plus humide (sols faiblement ferrallitiques...).

Ces actions sont également à l'origine de certains aspects du modelé : fragments de plateaux tabulaires cuirassés, devenus les points hauts du paysage, notamment (actions anciennes d'érosion).

- des actions actuelles "climatiques". Dans la même région est, la différenciation actuelle en sols ferrugineux tropicaux traduit l'action de processus climatiques ; individualisation des sesquioxides, lessivage du fer et de l'argile (ce dernier n'étant pas intense), redistribution à courte distance, immobilisation partielle (ségré-gations).
- des actions actuelles où le climat n'est pas le facteur fondamental.

Dans les autres secteurs (pénéplaine granitique, collines de roches métamorphiques, "gouttières" sédimentaires du Secondaire, le facteur climat paraît moins déterminant pour expliquer la différenciation des sols : le modelé, le régime hydrologique, la roche-mère jouent un rôle tout aussi marqué.

Le processus de néosynthèse argileuse, est une illustration de l'action combinée des divers facteurs : au climat actuel correspond une hydrolyse partielle des minéraux ; à la nature lithologique de la roche-mère correspond la richesse des solutions silicatées en cations bivalents ; au modelé et au régime hydrologique enfin, le devenir de ces solutions (drainage externe et interne des profils). Sur la feuille Léré, ce processus joue un rôle dans la formation de plusieurs types de sols, bien représentés :

- Les vertisols, lithomorphes, sur roches basiques riches en éléments verts. Les solutions, riches en cations bivalents, ne sont que partiellement évacuées hors du profil et le processus de néosynthèse joue le rôle dominant.
- Les sols rouges tropicaux. Les manifestations du même processus sont limitées par une forte érosion, par un excellent drainage externe du paysage. Par ailleurs, un autre processus, le rougissement, se manifeste.

- . Les sols hydromorphes minéraux. Sur matériaux dérivés de roches granitiques ou métamorphiques. La néosynthèse argileuse n'est plus alors le processus essentiel, et elle n'est peut-être même plus tout-à-fait actuelle. Le mauvais drainage interne du profil, l'engorgement temporaire d'ensemble en saison des pluies provoquent une alternance de conditions réductrices et de conditions oxydantes, des migrations, des redistributions de sesquioxydes (processus d'hydromorphie).
- . Les solonetz solodisés lithomorphes. La néosynthèse argileuse joue un rôle essentiel dans la formation du matériau. Mais ce matériau est ensuite repris, dégradé, différencié, par des phénomènes d'halomorphie. Le climat actuel favorise en effet, en liaison avec le modelé et le régime hydrologique, les migrations de sels (anions bicarbonates, carbonates ; cations calcium, sodium). La fixation de sodium sur le complexe, la dégradation de ce complexe apparaissent comme liées à ces migrations de sels, à la concentration localisée de sodium. Par contre, ce n'est que rarement que furent observés des signes d'immobilisation proprement dite de sels (pseudo-mycélium, nodules de carbonate de calcium).

- des actions actuelles d'érosion

L'érosion joue un grand rôle sur cette feuille Léré (exception faite de la zone des koros). Un certain nombre d'observations laissent supposer un abaissement récent du niveau de base hydrographique, ce qui a redonné une nouvelle vigueur à cette érosion, qui joue dans un modelé lui-même mis en place par des actions anciennes, intenses, d'érosion.

L'érosion provoque un décapage, un rajeunissement de profils bien différenciés (sols ferrugineux tropicaux lessivés, solonetz solodisés). Elle empêche localement une nouvelle différenciation de se manifester (sols peu évolués d'érosion) et maintient la roche-mère proche de la surface du sol donnant de l'importance au facteur lithologique. Enfin, elle refaçonne le modelé (morcellement des glacis...).

En résumé, du point de vue des processus pédogénétiques, la feuille étudiée, Léré, présente deux secteurs distincts :

- La région est, partie marginale du grand ensemble des koros, dont l'extension est beaucoup plus grande sur la feuille voisine (Fianga). Comme l'ont déjà souligné plusieurs auteurs (BOCQUIER, 1965 ; AUDRY, 1965), des actions anciennes apparaissent directement ou indirectement à l'origine de
- la formation et de la diversification des sols (formations pédologiques conservant la majorité de leurs caractères acquis lors d'une pédogénèse ancienne plus intense, modelé en grande partie hérité...).
- La "pénéplaine" antécambrienne, les "gouttières" sédimentaires. Les traits caractéristiques de cette région sont : l'intensité des actions d'érosion, le rôle important des facteurs modelé, réseau hydrographique, roche-mère par rapport au facteur purement climatique. Le développement du processus de néosynthèse argileuse. Le cadre de la pédogénèse de ce secteur paraît moins fixé par les actions anciennes que dans la région des koros. Mais c'est là encore une hypothèse.

## 2 - REMARQUES SUR L'UTILISATION DES SOLS

Ces quelques remarques seront présentées sous forme d'un rappel des conditions d'utilisation des principales unités de sols, et auparavant des caractéristiques générales du pays, du point de vue agronomique.

A l'échelle de la carte étudiée, le climat assez pluvieux (850 à 1.100 mm) permet des cultures sèches telles le mil *Pennisetum*, le cotonnier. Une seule saison de cultures sèches est possible. Mais le modelé plus ou moins accusé de la péninsule granitique, des zones collinaires, des fossés crétaqués, en liaison avec un réseau hydrographique qui ne semble pas avoir atteint son état d'équilibre, favorisent les actions d'érosion. Une grande partie des sols de cette région sont en conséquence peu profonds, assez caillouteux, ce qui constitue un obstacle du point de vue mécanisation éventuelle. Les potentialités sont néanmoins très variables d'un type de sol à l'autre.

### Les sols rouges tropicaux

Ce sont des sols potentiellement fertiles aussi bien du point de vue physique : bonne capacité de rétention pour l'eau, bonne structure, bonne perméabilité, donc drainage correct des sols, que du point de vue organique et minéral : potentiel élevé pour les sols développés sur schistes, un peu moins pour les sols sur embréchite.

Sols très favorables donc à la culture du coton, mais dont la fertilité réelle est très diminuée, localement, par les manifestations de l'érosion : faible profondeur du sol, forte proportion de cailloux. Les remèdes proposés par VALLERIE (1964) pour ces mêmes sols au Nord-Cameroun restent valables.

"Cultiver suivant les courbes de niveau, et de place en place laisser des jachères bien enherbées. Les cailloux nombreux en surface pourraient être utilement utilisés en matérialisant de place en place les courbes de niveau, ce qui entraverait le ruissellement... prévoir de petits axes de drainage dans lesquels on laissera pousser les broussailles. On pourra même faire des sortes de petits barrages avec les cailloux ramassés sur le champ".

### Les vertisols

Les vertisols lithomorphes sont chimiquement riches, avec un bon équilibre azote-phosphore et en général des réserves de potassium échangeable satisfaisantes. Leur compacité et surtout leur sensibilité à l'érosion gênent la culture du coton. Il serait probablement intéressant de conserver des bandes boisées parallèles aux courbes de niveau.

Les vertisols topomorphes sont eux aussi des sols chimiquement riches mais leur structure grossière, les phénomènes de dessiccation auxquels ils sont soumis (fentes de retrait agissant mécaniquement sur les racines) gênent la culture du coton. Par ailleurs, certains de ces sols, localisés autour des dépressions de Léré et de Tréné, sont temporairement submergés.

### Les sols ferrugineux tropicaux lessivés

Les potentialités de ces sols sont très variables suivant leurs caractères proprement pédologiques :

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés, érodés, peu épais, de la pénélaine granitique (cartographiés en association avec des sols peu évolués d'érosion, à faciès ferrugineux tropical), sont peu profonds, caillouteux et leur richesse relative dépend de la teneur en argile et en bases de leurs horizons d'accumulation. En général, la capacité en eau de ces sols est trop faible pour la culture du coton. Il est préférable d'envisager des cultures de mil *Pennisetum*, d'arachide.

L'utilisation agronomique des sols ferrugineux tropicaux à pseudo-gley soit de la série de Lamé, soit de la zone des koros est fonction de la profondeur des horizons de pseudo-gley. S'ils sont suffisamment profonds, ces sols ne souffrent pas de l'engorgement et au contraire bénéficient d'une réserve en eau qui manque aux autres types de sols ferrugineux.

Mais leur fertilité chimique est dans tous les cas moyenne à médiocre : teneurs faibles en potassium échangeable et moyennes en phosphore total. La culture du coton est néanmoins possible. Si l'engorgement est trop prononcé, le sorgho est préférable.

La fertilité, enfin, des sols ferrugineux tropicaux lessivés, à accumulation diffuse, profonde, localement différenciés sur des matériaux faiblement ferrallitisés, a été souvent évoquée, à l'occasion de l'étude des secteurs voisins de la grande zone des koros (BOCQUIER, AUDRY, VIZIER) : ces sols possèdent de bonnes propriétés physiques (structure, perméabilité, drainage interne, caractère meuble des horizons superficiels), mais manquent de capacité de rétention pour l'eau dans leur partie supérieure et sont chimiquement médiocres. La matière organique, qui pourrait pallier certains de ces défauts est peu abondante et très sensible à la mise en culture de ces sols. Les cultures à conseiller sont en conséquence le coton (avec engrais), l'arachide, et une jachère suffisamment longue.

### **Les sols hydromorphes**

Les sols à hydromorphie temporaire de profondeur, de la zone des koros, conviennent mieux au sorgho qu'au coton, cette dernière culture supportant mal un horizon engorgé trop proche de la surface (moins de 50 cm). Les sols à hydromorphie temporaire d'ensemble, à pseudo-gley, observés sur les plateaux du fossé crétaqué ou de la pénélaine granitique sont assez médiocres, aussi bien chimiquement que physiquement (compacité). Des cultures de coton ont néanmoins été observées localement.

### **Les sols halomorphes**

Les solonetz solodisés lithomorphes, très représentés sur les glacis de la pénélaine granitique (cartographiés souvent en association avec des sols peu évolués d'érosion), n'ont qu'une vocation pastorale et forestière. Leur structure colonnaire, le comportement de cette structure en saison des pluies sont un des facteurs limitant leur exploitation. Les solonetz solodisés à action de nappe sont par contre plus utilisables, car l'épaisseur de leurs horizons lessivés, aisément pénétrables aux racines est plus grande (20 - 30 cm).

Les solods enfin, sols assez profonds, mais très pauvres ont surtout une vocation forestière : l'enracinement des arbres est suffisamment profond pour pallier leur faible capacité de rétention en eau et leur pauvreté chimique.

### **Les sols peu évolués**

La fertilité de ces sols, faible dans l'ensemble de par leur faible épaisseur et leur sensibilité à l'érosion est avant tout fonction de la roche-mère, ou du matériau originel.

Les sols peu évolués d'érosion "sensu stricto", c'est-à-dire dont le développement est limité par l'érosion, sur roches métamorphiques riches en éléments basiques, sur grès, arkoses, marnes, de la série de Lamé pourraient être utilisées à condition de prendre au préalable des mesures de lutte contre l'érosion.

Par contre les sols peu évolués d'érosion qui sont en fait des sols ferrugineux tropicaux à cuirasse et solonetz solodisés différenciés mais extrêmement érodés sont peu utilisables.

### **Remarque**

La présence de sols dont les caractères morphologiques des horizons supérieurs sont déterminés par la présence d'ions alcalino-terreux (sols calciques), a été signalée dans la région de Lamé, sur des matériaux de la série secondaire. Leur extension réduite ne justifiait pas leur étude dans le cadre de cette cartographie à 1/200.000.





## BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT (G.) - 1965 - La classification pédologique utilisée en France - Pédologie - Symp. inter. 3 - class. des sols - p. 25-26 - GAND.
2. AUBREVILLE (A.) - 1950 - Flore forestière soudano-guinéenne - AOF - Cameroun - AEF. Paris. Soc. d'Et. Géogr. Maritimes et col. 523 p.
3. AUDRY (P.) - 1965 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad. Feuille de Niellim - ORSTOM - Fort-Lamy - 131 p. - annexes - 1 carte H.T.
4. AUDRY (P.) - VIZIER (J.F.) - 1966 - Note sur quelques effets de la fumure sur les sols de parcelles d'essai de l'IRCT dans le mayo Kébi - ORSTOM - Fort-Lamy - 11 p. annexe : dossier de caractérisation pédologique.
5. BOCQUIER (G.) - 1964 - Présence et caractères de solonetz solodisés tropicaux dans le bassin tchadien. 8e Congrès Internat. Sci. de Sol. Bucarest - T.V., n° 60 - p. 881-884.
6. BOCQUIER (G.) - BARBERY (J.) - 1965 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuille de Singako - ORSTOM - Fort-Lamy - 125 p. multigr. - annexes : 1 carte H.T.
7. BOUTEYRE (G.) - 1955 - Etude pédologique de la ferme de multiplication cotonnière de Youé (District de Fianga) - AEF. Service de l'Agriculture du Territoire du Tchad. 40 p. multigr. Annexe.
8. CALLEDE (J.) - 1966 - Étude hydrologique pour l'aménagement des chutes Gauthiot - campagne 1965 - ORSTOM - Fort-Lamy - 102 p. multigr.
9. CISSE (A.) - 1965 - Rapport de stage. Cartographie à 1/50.000 de la dépression du Toubouri à M'Bourao - ORSTOM - Fort-Lamy - 46 p. multigr.
10. GERARD (G.) - 1958 - Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française à 1/2.000. Notice explicative. Publication de la direction des mines et de la géologie de l'AEF.
11. GRONDARD (A.) - 1964 - La végétation forestière au Tchad. Bois et forêts des Tropiques - n° 93 - janv.-fév., p. 15-34.
12. GUICHARD (E.) - 1961 - Etude pédologique du paysannat de Lagon - ORSTOM - Fort-Lamy. multigr. 85 p. Annexe : carte à 1/50.000.

13. GUICHARD (E.) - BARBERY (J.) - POISOT (P.) - Etude pédologique de périmètres de reboisement de Léré - ORSTOM - Fort-Lamy, multigr. 88 p.
14. MARTIN (D.) - SEGALEN (P.) - 1966 - Carte pédologique du Cameroun Oriental à 1/1.000.000. Notice explicative - ORSTOM - Yaoundé. Imprimé 132 p. Carte en annexe.
15. PACQUET (H.) - BOCQUIER (G.) - MILLOT (G.) - 1967 - Néof ormation et dégradation des minéraux argileux dans certains solonetz solodisés et vertisols du Tchad. Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorraine, 19, 3-4, p. 295-322, Strasbourg, 1966.
16. PIAS (J.) - 1962 - Les sols du Moyen et Bas-Logone, du Bas-Chari et des régions riveraines du lac Tchad et du Bahr-el-Ghazal - ORSTOM - Fort-Lamy - 12 p. 4 graph. 1 carte H.T.
17. SIEFFERMANN (G.) - 1964 - Carte pédologique du Nord-Cameroun à 1/50.000 - Feuille Boula-Ibib - Notice explicative - ORSTOM - Yaoundé. multigr. 55 p. carte en annexe.
18. VALLERIE (M.) - 1964 - Carte pédologique du Nord-Cameroun à 1/500.000 - Feuilles Bidzar et Goider. Notice explicative - ORSTOM - Yaoundé. multigr. 69 p. carte en annexe.
19. VIZIER (J.F.) - 1966 - Etude agropédologique d'emplacements cotonniers au mayo Kébi (République du Tchad) - ORSTOM - Fort-Lamy - 65 p. bibl. annexe : dossier de caractérisation.
20. WACRENIER (Ph.) - 1953 - Notice provisoire de la carte pédologique de Moundou Ouest. Brazzaville, 18 p. multigr.

#### NOTE DE LA REDACTION

En annexe à cette notice, les auteurs ont présenté les dossiers de caractérisation de 39 profils ; ils font référence à ces pièces dans le texte.

Des photocopies de ces annexes non imprimées, peuvent être demandées par les chercheurs intéressés au Service Central de Documentation de l'ORSTOM.

RAMBAULT GUIOT - 18, rue de Calais, Paris 9  
*Dépôt légal n° 694 - 2° trimestre 1970 - Imprimé en France*

O. R. S. T. O. M.

*Direction générale :*

24, rue Bayard, PARIS-8<sup>e</sup>

*Service Central de Documentation :*

70-74, route d'Aulnay - 93-BONDY



# CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD

## LÉRÉ

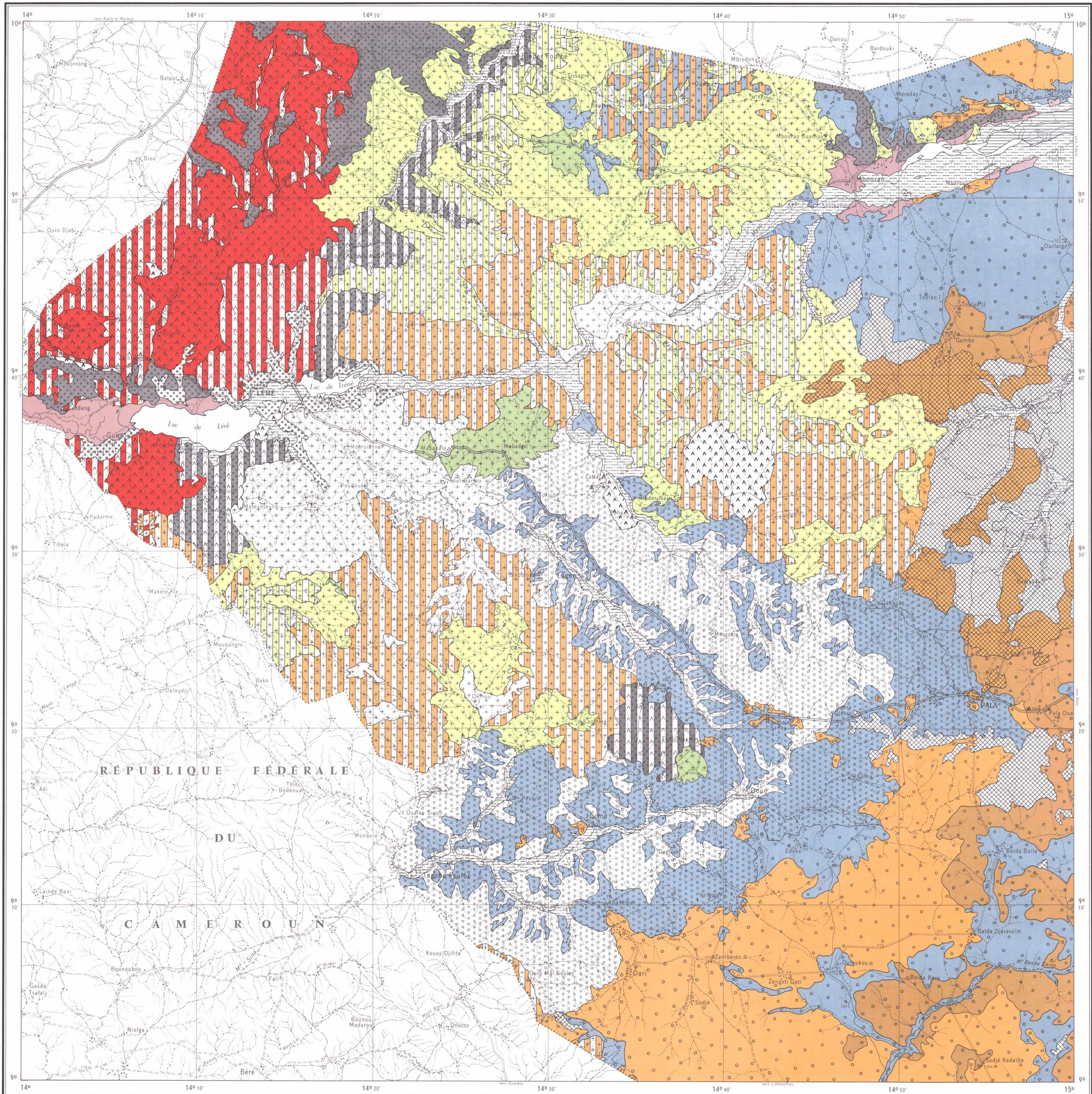
C. CHEVERRY et M. FROMAGET

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY

OFFICE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
OUTRE-MER

### L É G E N D E

- SOLS MINÉRAUX BRUTS**  
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE  
D'ÉROSION  
LITHIQUES
- Sur granites alcalins et sur filons de dolérite
- SOLS PEU ÉVOLUÉS**  
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE  
D'ÉROSION  
RÉGIONALES
- 1 Sur granites alcalins (1), sur granites calcoalcalins ou granodiorites (2)
  - 2 Sur arkoses et grès de la série de LAMÉ
  - Sur cuirasses ferrugineuses ou ferrallitiques
- D'APPORT**
- PEU ÉVOLUÉS D'APPORT MODAUX**
- Sur arènes ou produits dérivés de schistes, de granodiorites
- PEU ÉVOLUÉS D'APPORT HYDROMORPHES**
- Sur alluvions argileuses et argilo-limoneuses
  - Sur matériaux argilo-sableux avec cuirasse ou fragments de cuirasse ferrugineuse peu profonds
- VERTISOLS**
- VERTISOLS HYDROMORPHES**  
LARGEMENT STRUCTURÉS DÈS LA SURFACE
- Sur schistes argileux de la série de LÉRÉ et sur alluvions argileuses récentes
- VERTISOLS LITHOMORPHES**  
AVEC DÉBUT DE STRUCTURE FINE EN SURFACE
- Sur roches métamorphiques basiques ou granites alcalins
- SOLS A SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISÉS ET A HUMUS DE DÉCOMPOSITION RAPIDE**  
SOLS ROUGES TROPICAUX
- Sur roches métamorphiques basiques ou granites alcalins
- SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX**  
LESSIVÉS  
SANS CONCRÉTIONS
- Sur matériaux sablo-argileux du Continental Terminal
  - Sur granites
  - Sur matériaux divers avec une ancienne cuirasse ferrugineuse peu profonde
- HYDROMORPHES**
- Sur matériaux sablo-argileux ou argilo-sableux dérivés du Continental Terminal
- SOLS HALOMORPHES**  
A STRUCTURE DÉGRADÉE  
A ALCALIS, A ARGILE DÉGRADÉE  
SOLONETZ SOLODISÉS
- Sur granites, granodiorites
- SOLODS**
- Sur granites, granodiorites
- SOLS HYDROMORPHES**  
MINÉRAUX
- A HYDROMORPHIE TEMPORAIRE D'ENSEMBLE**  
A PSEUDOGLEY D'ENSEMBLE
- Sur matériaux dérivés de granites, granodiorites
  - Sur matériaux argilo-sableux de la série de LAMÉ
- A PSEUDOGLEY ET GLEY DE PROFONDEUR**
- Sur matériaux dérivés du Continental Terminal
- ASSOCIATIONS**
- ASSOCIATION DE SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION ET DE VERTISOLS LITHOMORPHES
- Sur granites alcalins
- ASSOCIATION DE SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION ET DE SOLS ROUGES TROPICAUX
- Sur roches métamorphiques basiques, sur granites alcalins
- ASSOCIATION DE SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION ET DE SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS
- Sur granites, granodiorites
- ASSOCIATION DE SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION ET DE SOLONETZ SOLODISÉS
- Sur granites, granodiorites
- ASSOCIATION DE SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS ET DE SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX A PSEUDOGLEY D'ENSEMBLE
- Sur granites, granodiorites
- Unité figurant uniquement en association



Fonds Topographiques de l'I.G.N. au 1/200 000 Feuille NC-33-IX  
Références Pédologiques : E. GUICHARD - 1961 : Esquisse pédologique au 1/50 000 du Paysannat de LAGON  
E. GUICHARD - J. BARBERY - P. POISOT - 1961 : Esquisse pédologique au 1/5 000 du Périmètre de Reboisement de LÉRÉ  
A. CISSE - 1965 : Carte pédologique au 1/50 000 de la dépression du TOUBOURI à M'BOURAO

ÉCHELLE : 1/200 000  
0 5 10 15 km

Service Cartographique de l'O.R.S.T.O.M. 1969